

УДК 006.86

doi:10.20998/2413-4295.2022.04.08

ЗАСТОСУВАННЯ ФУНКЦІЇ ПОМИЛОК ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ОБ'ЄКТІВ КВАЛІМЕТРІЇ

Н. А. СОРОКОЛАТ*, Л. Ю. ФАТЄЄВА

кафедра автоматизації, метрології та енергоефективних технологій, УІПА, Харків, УКРАЇНА
*e-mail: olena-cherniak@ukr.net

АНОТАЦІЯ Проаналізовано існуючі функціональні залежності між вимірними значеннями показників якості та їх оцінкою на безрозмірній шкалі, які застосовували для оцінювання об'єктів кваліметрії різної природи. Показано, що для об'єктивного оцінювання об'єктів кваліметрії, як правило, потрібно застосовувати нелінійні залежності. Головне завдання дослідника полягає у виборі виду нелінійної залежності, це потребує додаткових наукових досліджень. Інструментом для вибору тої чи іншої нелінійної залежності є розуміння фізичної суті об'єкту кваліметрії, тобто розуміння закономірностей зв'язку між вимірним значенням показників кваліметрії та їх оцінкою. Визначено, що при оцінюванні якості об'єктів кваліметрії необхідно мати оцінки різнорозмірних показників якості у безрозмірному вираженні. Для отримання безрозмірних оцінок необхідно знати вид залежності між дійсними показниками якості та їх оцінкою. Пошук такої залежності являється не простою науковою задачею та потребує ряду досліджень. Для отримання оцінок різнорозмірних показників якості у безрозмірну шкалу пропонується застосувати таку математичну залежність, яка би враховувала недоліки існуючих та була би методично та практично забезпечена. Адже будь яка наукова задача повинна бути доведена до практичного застосування. За математичну залежність пропонується застосувати функцію помилок, яка є неелементарною та застосовується у математичній статистиці та математичній фізиці для вирішення деяких практичних завдань. Використання функції помилок стало можливим завдяки розвитку комп'ютерної техніки, адже для її застосування потрібно ряд математичних перетворень. Функція помилок є стандартизованою у прикладних програмах, тому є великі можливості щодо її практичного застосування. Для кількісного оцінювання якості об'єктів різної природи пропонується застосовувати функцію помилок. Перевірено її спроможність та ефективність. Запропонована функція може бути універсальною. Перевірено, що її можна застосовувати для оцінювання якості об'єктів кваліметрії різної природи.

Ключові слова: оцінювання якості; кваліметричні методи; функція помилок; показник якості; об'єкти різної природи

APPLICATION OF THE ERROR FUNCTION FOR ASSESSING THE QUALITY OF QUALIMETRY OBJECTS

N. SOROCOLAT*, L. FATIEIEVA

Department of automation, metrology and energy-efficient technologies, UIPA, Kharkiv, UKRAINE

ABSTRACT The existing functional dependencies between the measured values of quality indicators and their evaluation on a dimensionless scale, which were used to evaluate qualimetry objects of different nature, are analyzed. It is shown that for an objective assessment of qualimetry objects, as a rule, it is necessary to apply nonlinear dependencies. The main task of the researcher is to choose the type of nonlinear dependence, it requires additional scientific research. A tool for choosing a particular nonlinear dependence is to understand the physical essence of the qualimetry object, that is, to understand the laws of the relationship between the measured value of qualimetry indicators and their evaluation. It is determined that when assessing the quality of qualimetry objects, it is necessary to have estimates of multidimensional quality indicators in dimensionless terms. To obtain dimensionless estimates, it is necessary to know the type of dependence between the actual quality indicators and their estimates. The search for such dependence is not a simple scientific task and requires a number of studies. To obtain estimates of different quality indicators in a dimensionless scale, it is proposed to apply such a mathematical dependence that would take into account the shortcomings of the existing ones and would be methodologically and practically provided. After all, any scientific problem must be brought to practical application. As a mathematical dependence, it is proposed to apply the error function, which is non-elementary and is used in mathematical statistics and mathematical physics to solve some practical problems. The use of the error function became possible due to the development of computer technology, because its application requires a number of mathematical transformations. The error function is standardized in applications, so there are great opportunities for its practical application. It is proposed to use the error function for quantitative assessment of the quality of objects of different nature. Its capability and efficiency are checked. The proposed function can be universal. It is checked that it can be used to assess the quality of qualimetry objects of different nature.

Keywords: quality assessment; qualitative methods; error function; quality indicator; objects of various nature

Вступ

Розвиток суспільства пов'язаний з розвитком технологій, що сприяє розвитку методологічних

підходів до їх оцінювання з метою ефективного управління. Будь-який процес управління потребує знання інформації про стан технологічного процесу у минулому, щоб прийняти управлінське рішення з

метою його покращення. Таку інформацію отримують у результаті моніторингу, збору та опрацювання існуючої статистичної інформації про показники якості технологічного процесу у минулому. Від кількості та достовірності наявної статистичної інформації залежить ефективність управлінських дій.

Для прийняття управлінських рішень, статистична інформація про якість технологічних процесів повинна бути оцінена у кількісному вираженні, а для її ефективного опрацювання інформація повинна бути у єдиній шкалі оцінювання. Методологія кількісного оцінювання якості регламентована предметом науки – кваліметрія. Кваліметрія – це предмет науки, який вивчає способи та методи кількісного оцінювання якості об'єктів різної природи не залежно від галузі промисловості. Так, наприклад [1], оцінюють якість автомобілів та упаковки, житлової квартири та зброї, продуктів харчування та електронної продукції, якості банківського обслуговування та здоров'я людини. Різноманітність об'єктів кваліметрії потребує універсального підходу, що дозволить автоматизувати процес оцінювання з метою подальших управлінських дій.

В основі кваліметрії лежать ряд принципів, що дозволяють правильно класифікувати та аналізувати методи кількісного оцінювання якості [2].

Принцип 1. Показник якості i -го рівня визначається відповідними показниками якості $(i + 1)$ -го рівня. Тобто, показники якості можуть мати декілька рівнів, що підтверджує необхідність єдиної методології оцінювання.

Принцип 2. Вимірювання окремих показників якості повинно виражатися відносно базового (найкращого, еталонного) показника.

Принцип 3. Оцінювання показників якості здійснюється з точки зору суспільної потреби, тобто повинно задовольняти усіх її споживачів.

Принцип 4. Різні шкали оцінювання абсолютних показників якості повинні бути трансформовані в одну безрозмірну шкалу.

Принцип 5. Кожен показник якості визначається відносним показником та його вагомостю.

Принцип 6. Сума вагомостей показників якості кожного рівня – постійна величина.

Принцип 7. Вагомість і оцінка показника якості i -го рівня визначається вимогами показника $(i - 1)$ -го рівня.

Набір вище перерахованих принципів являється фундаментальною основою кількісної оцінки якості об'єктів кваліметрії різної природи не залежно від сектору економіки.

З переліку фундаментальних принципів зрозуміло, що при оцінюванні якості об'єктів кваліметрії необхідно мати оцінки різнорозмірних показників якості у безрозмірному вираженні. Для отримання безрозмірних оцінок необхідно знати вигляд залежності між дійсними показниками якості

та їх оцінкою. Пошук такої залежності являється непростю науковою задачею та потребує ряду досліджень.

Мета роботи

Розглянути можливість та ефективність застосування функції помилок як функціональної залежності між дійсними показниками якості та їх оцінкою на безрозмірній шкалі.

Викладення основного матеріалу

Знаходження виду залежності між дійсним (вимірним) значенням показника якості будь якого об'єкту кваліметрії та його оцінкою на безрозмірній шкалі являється центральним завданням у кваліметрії. Існує ряд наукових досліджень, у яких обґрунтовується той чи інший вигляд залежності. Часто застосовують лінійну залежність:

$$K_{ij} = \frac{P_{ij}}{P_{ij}^{баз}} \quad (1)$$

де P_{ij} – вимірний показник якості; $P_{ij}^{баз}$ – базовий показник якості.

При такій залежності необхідно знати величину базового (еталонного) показника якості. Зрозуміло, що при змінюванні числового значення показника якості змінюється його оцінка за лінійним характером. У такому випадку часто застосовують вагові коефіцієнти з метою перетворення такої залежності у нелінійний вид. Складність являється у тому, що для отримання вагового коефіцієнту необхідно застосовувати експертні методи, що затрудняє методіку оцінювання.

Зустрічаються і нелінійні залежності, наприклад, для оцінювання відхилень вимірюваного показника якості від вимог нормативних документів, яка застосовувалась в машинобудуванні [3]:

$$Z = 100 \exp\left(1 - \frac{x + \Delta x}{G}\right)\% \quad (2)$$

де x – числове значення відхилення; Δx – похибка вимірювання x ; G – допустиме значення величини відхилення показника якості, що регламентується стандартом.

Часто у науковій літературі зустрічається нелінійна залежність, яку запропонував Харрінгтон [4]:

$$K_{ij} = e^{-\left(P_{ij}\right)^{m_j}} \quad (3)$$

де m_j – позитивне число в межах $0 < m_j < \infty$; P_{ij}^0 – лінійна функція від P_{ij} .

Автори [5-7] у своїх роботах для оцінювання якості швейних виробів, а саме форменого одягу, застосовували залежність:

$${}_1(x) = \exp(-\exp(-x)) \quad (4)$$

Такий вигляд залежності характерний не лінійністю, має експоненційний вид, та має переваги та недоліки. Перевагою являється те, що отримана оцінка ніколи не буде дорівнювати одиниці, але може дорівнювати нулю. Це закладено в математичну сутність залежності.

Це відповідає філософії вчення про якість, адже об'єкт може бути не годним, а до ідеального значення повинен наближатися. Недоліком являється той факт, що такий вид залежності – це кусочно монотонна функція, яка має точки злому, тому потребує розробки складної методики.

Так як залежність (4) володіє принципом симетрії, то були отримані ще такі залежності:

$${}_2(x) = 1 - \exp(-\exp(x)) \quad (5)$$

$${}_3(x) = \frac{\exp(-\exp(-x)) + (1 - \exp(-\exp(x)))}{2} \quad (6)$$

$${}_4(x) = \frac{\exp(-\exp(-x)) + (1 - \exp(-\exp(x)))}{4} \quad (7)$$

$${}_5(x) = \frac{\exp(-\exp(-x)) + 3(1 - \exp(-\exp(x)))}{4} \quad (8)$$

Важливим являється той факт, що у публікаціях [5-7] розроблено покрокові методики застосування функцій (4) – (8) та надані рекомендації щодо їх застосування. Автори показують, що ці залежності та розроблена методика можуть розглядатися як універсальні для оцінювання об'єктів різної природи.

У роботах [8-12] для отримання оцінок показників якості на безрозмірній шкалі застосовувався ще один вид залежності:

$$S_q = \begin{cases} 0 & q_i \leq q_{i\min} \\ \left[\frac{q_i - q_{i\min}}{q_{i\max} - q_{i\min}} \right]^\gamma & q_{i\min} < q_i < q_{i\max} \\ 1 & q_i \geq q_{i\max} \end{cases} \quad (9)$$

де $q_{i\min}$ – мінімальне значення показника якості; $q_{i\max}$ – максимальне значення показника якості; q_i – дійсне (вимірне) значення показника якості; γ – параметр форми.

Переваги залежності (9) у простоті застосування в виробничих умовах, адже допускові значення відомі з технічних умов чи з інших нормативних документів. Недоліком являється те, що складно визначити параметр форми, так як не існує єдиної методики, тому для різних об'єктів кваліметрії необхідно застосовувати експертні методи. Це призводить до затрат часу та ресурсів. Існує також відомий метод отримання безрозмірних оцінок

показників якості SAW [13] (просте адитивне зважування), суть якого у тому, що для кожного вимірюваного показника якості додають ваговий коефіцієнт. Такий коефіцієнт надають експерти, які добре розуміються на фізичній суті оцінки.

Досить відомий та часто застосовуваний метод багатокритеріального оцінювання TOPSIS – це метод, який враховує еталонне (найкраще) значення показника якості [14,15]. Його застосовують при комплексному оцінюванні якості об'єктів кваліметрії [16,17].

У різних галузях економіки, особливо це відноситься до соціальних сфер, застосовують ряд існуючих методів комплексного оцінювання процесів, систем та різних видів діяльності, серед яких метод: PROMETHEE; WASPAS; MOORA [18-20].

Для отримання оцінок різномірних показників якості у безрозмірну шкалу пропонується застосувати таку математичну залежність, яка б враховувала недоліки існуючих та була би методично та практично забезпечена. Адже будь-яка наукова задача повинна бути доведена до практичного застосування.

Як математичну залежність пропонується застосувати функцію помилок, що є неелементарною та застосовується у математичній статистиці та математичній фізиці для вирішення деяких практичних завдань. Застосування функції помилок стало можливим завдяки розвитку комп'ютерної техніки, адже для її застосування потрібно ряд математичних перетворень. Функція помилок є стандартизованою у прикладних програмах, тому є великі можливості щодо її практичного застосування [21]. Функція помилок має вигляд:

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt \quad (10)$$

На рис. 1 представлено графічний вид функції (10).

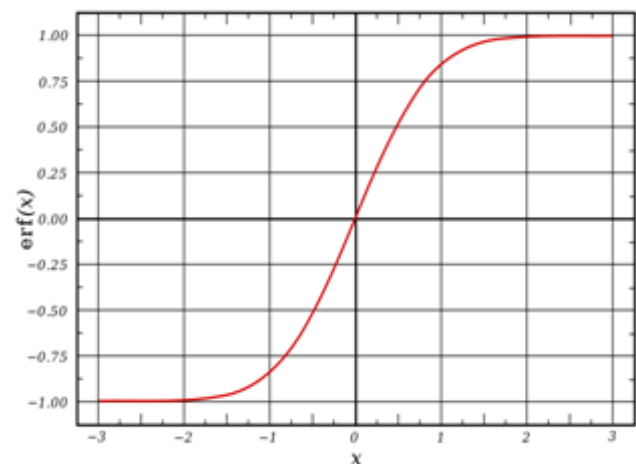


Рис. 1 – Графічний вид функції помилок (10)

Як відомо, оцінки показників якості мають бути у єдиній шкалі оцінювання. Цей факт робить процес оцінювання більш ефективним, так як дозволяє збільшувати обсяг статистичної інформації для прийняття управлінських рішень.

З рис. 1 видно, що швидкість зміни залежності не рівномірна з ліва на право, а саме, по краях діапазону оцінювання графік залежності - пологий, зате в середині – стрімко зростає. Цей факт відповідає філософії оцінювання якості, адже зрозуміло, що виміряні показники та їхня оцінка залежні не лінійно. Тому можна зробити висновок, що математична залежність (10) обґрунтована та може вважатися універсальною для отримання оцінок якості об'єктів різної природи.

Так як нам потрібно отримати оцінки у діапазоні оцінювання: $0 \leq y(x) < 1$, то залежність (10) представимо у такому вигляді:

$$y(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left(-2 + 4 \frac{x-a}{b-a} \right), \quad (11)$$

де $\operatorname{erf}(x)$ – функція помилок, a – найменше можливе допустиме значення показника якості об'єкту кваліметрії, b – найбільше можливе допустиме значення об'єкту кваліметрії; x – дійсне значення показника якості. Зауважимо, що функція $y(x)$ в точці a приймає значення близьке до нуля, а в точці b – близьке до одиниці. Графічний вид залежності (11) представлено на рис. 2.

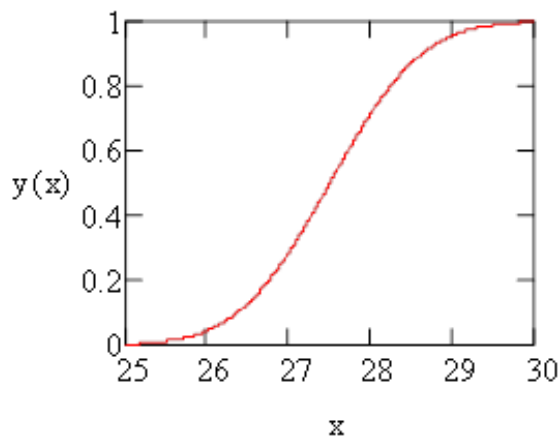


Рис. 2 – Вид залежності (11)

Залежність (11) характерна тим, що у результаті отримується оцінка показника якості від нуля до одиниці, а вісь (x) обмежена гранично допустимими значеннями показника якості об'єкту кваліметрії, які визначені нормативними документами. Існують випадки, коли оцінка обернена, тобто найбільшому значенню виміряного (дійсного) показника якості відповідає найменше значення оцінки на безрозмірній шкалі. У такому випадку можна застосовувати залежністю типу:

$$y'(x) = 1 - \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \operatorname{erf} \left(-2 + 4 \frac{x-a}{b-a} \right) \right) \quad (12)$$

Запропоновані залежності (11) та (12) можна вважати спроможними та ефективними, так як мають ряд переваг над існуючими, що застосовуються у кваліметрії, а саме:

- нелінійність такого виду відповідає теорії кваліметрії та обґрунтовується тим, що оцінки показників якості об'єкту оцінювання у незначній мірі міняються по краях оцінювання. Тому для практичного застосування важливо знати зміни показників у середині їх допускового діапазону. Саме залежності такого виду отримали найбільше застосувань у кваліметрії, наприклад (4) – (8);

- на відміну від існуючих залежностей, які потребують складних обчислень та застосування експертних методів, запропоновані використовують функцію помилок, яка є вбудованою в Microsoft Excel (ФОШ). Тобто не потрібно створювати спеціальне програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати процес оцінювання і, тим самим, розширює сфери застосування саме об'єктів різної природи (процесів, продукції, знань у різних галузях економіки тощо).

Запропоновані математичні залежності можуть стати практичним інструментом для її застосування, а також можуть бути впроваджені в нормативні документи рівня організації чи підприємства для запровадження процедури оцінювання якості об'єктів різної природи.

Висновки

Для кількісного оцінювання якості об'єктів різної природи пропонується застосовувати функцію помилок. Доказано її спроможність та ефективність. Отримані математичні залежності між показниками якості об'єкту кваліметрії та їх оцінкою. Представлено переваги, що дозволяє їх застосовувати для оцінювання якості об'єктів кваліметрії різної природи.

Список літератури

1. Енциклопедія сучасної України URL: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=11519 (дата звернення: 25.11.2022).
2. Азгальдов Г. Г., Райхман Э. П. *О квалитетрии*. Москва: Издательство стандартов, 1972. 172 с.
3. Томашевский А. Попытка количественной оценки критериев качества измерительных устройств. *Помару, automatyko, kontrolia*. 1966. № 12. С. 8–9.
4. Harrington E. C. Jr. The desirability Function. *Industrial Quality Control*. 1965. № 21. P. 494–498.
5. Авиллов В. А. *Математико-статистические методы технико-экономического анализа производства*. Москва: Экономика, 1967. 264 с.
6. Триц Р. М., Слитюк Е. А. Обобщённая точечная и интервальная оценки качества изготовления детали

- ДВС. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2006. № 1/2 (19). С. 63–67.
7. Тришч Р. М., Слитюк Е. А. Точечная и интервальная оценки качества изделий. *Вісник НТУ «ХПІ»*. *Збірник наукових праць*. НТУ «ХПІ». 2006. № 27. С. 96–102.
8. Trishch R., Maletska O., Cherniak O., Semionova Ju., Jancis V. Analysis of the requirements of international and national standards for measurement methods and metrological equipment. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*. 2020. № 1 (11). P. 156–162. doi: 10.30837/2522-9818.2020.12.075.
9. Cherniak O., Trishch R., Kim N., Ratajczak S. Quantitative assessment of working conditions in the workplace. *Engineering Management in Production and Services*. 2020. №12(2). P. 99–106. doi: 10.2478/emj-2020-0014.
10. Trishch R., Cherniak O., Kupriyanov O., Luniachek V., Tsykhanovska I. Methodology for multi-criteria assessment of working conditions as an object of qualimetry. *Engineering Management in Production and Services*. 2021. №13 (2). P. 107–114. doi: 10.2478/emj-2021-0016.
11. Ginevičius R., Trishch H., Petraškevičius V. Quantitative assessment of quality management systems' processes. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*. 2015. № 28. 1, P. 1096–1110. doi: 10.1080/1331677X.2015.1087676.
12. Черняк О. М., Тришч Р. М., Денисенко А. М. Методика оцінювання шкідливих чинників, які впливають на здоров'я робітників машинобудівного підприємства. *Вісник НТУ «ХПІ», Серія: Нові рішення в сучасних технологіях*. 2019. № 5 (1330). С. 70–76. doi: 10.20998/2413-4295.2019.05.09.
13. Ginevičius R., Podvezko V. A feasibility study of multicriteria methods application to quantitative evaluation of social phenomena. *Business: Theory and Practice*. 2008. №9. P. 81–87. doi: 10.3846/1648-0627.2008.9.81-87.
14. Ginevičius R., Podvezko A. The evaluation of financial stability and soundness of Lithuanian Banks. *Ekonomska istraživanja: znanstveno stručni časopis*. 2013. № 26. P. 191–208.
15. Ginevičius R., Suhajda K., Šimkūnaitė J. Lithuanian experience of quantitative evaluation of socioeconomic system position by multicriteria methods. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. 2014. № 110. P. 952–960. doi: 10.1016/j.sbspro.2013.12.941.
16. Šimelytė A., Antanavičienė J. The effect of investment promotion on FDI flows: A case of the Baltic States. *Business: Theory and Practice*. 2013. № 14. P. 200–208. doi: 10.3846/btp.2013.21.
17. Beinoraitė Š., Drejeris R. Population entrepreneurship measurement model. *Business: Theory and Practice*. 2014. № 15. P. 199–209. doi: 10.3846/btp.2014.20.
18. Krivka A. Complex evaluation of the economic crisis impact on Lithuanian industries. *Journal of Business Economics and Management*. 2014. № 15. P. 299–315. doi: 10.3846/16111699.2013.867277.
19. Brauers W., Ginevičius R., Podvezko A. Development of a methodology of evaluation of financial stability of commercial banks. *Panoeconomicus*. 2014. № 61. P. 349–367. doi: 10.2298/PAN1403349B.
20. Hashemkhani Zolfanir S., Maknoon E., Zavadskas K. Multiple Nash equilibriums and evaluation of strategies. New application of MCDM methods. *Journal of Business Economics and Management*. 2015. № 16. P. 290–305. doi: 10.3846/16111699.2014.967715.
21. Сороколат Н. А., Фатеева Л. Ю. Оцінювання якості процесів системи управління безпекою праці, згідно вимог міжнародного стандарту ISO 45001:2018. *Машинобудування*. 2022. № 29. С. 89–96. doi: 10.32820/2079-1747-2022-29.

References (transliterated)

1. Encyclopedia of modern Ukraine. Available at: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=11519 (accessed 25.11.2022).
2. Azgaldov G., Rajhman E. *O kvalimetrii* [About qualimetrii]. Moscow, Izdatelstvo standartov Publ., 1973, 172 p.
3. Tomashevskiy A. Popytka kolichestvennoy otsenki kriteriyev kachestva izmeritel'nykh ustroystv [Attempt to quantify the quality criteria of measuring devices]. *Pomary, avtomatyko, kontrolia*, 1966, Vol. 12, pp. 8–9.
4. Harrington E. C. Jr. The desirability Function. *Industrial Quality Control*, 1965, Vol. 21, pp. 494–498.
5. Avilov V. A. *Matematiko-statisticheskiye metody tekhniko-ekonomicheskogo analiza proizvodstva* [Mathematical and statistical methods of technical and economic analysis of production]. Moscow, Economics, 1967, 264 p.
6. Trishch R. M., Slityuk E. A. *Obobshchonnaya tochehnaya i interval'naya otsenki kachestva izgotovleniya detali DVS* [Generalized point and interval evaluation items ICE workmanship]. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2006, Vol. 1/2 (19), pp. 63–67.
7. Trishch R. M., Slityuk E. A. *Tochehnaya i interval'naya otsenki kachestva izdeliy* [Spot and interval evaluation of product quality]. *Bulletin of the NTU "KhPI". Collection of scientific works*, 2006, Vol. 27, pp. 96–102.
8. Trishch R., Maletska O., Cherniak O., Semionova Ju., Jancis V. Analysis of the requirements of international and national standards for measurement methods and metrological equipment. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 2020, Vol. 1 (11), pp. 156–162, doi: 10.30837/2522-9818.2020.12.075.
9. Cherniak O., Trishch R., Kim N., Ratajczak S. Quantitative assessment of working conditions in the workplace. *Engineering Management in Production and Services*, 2020, Vol. 12, no. 2, pp. 99–106, doi: 10.2478/emj-2020-0014.
10. Trishch R., Cherniak O., Kupriyanov O., Luniachek V., Tsykhanovska I. Methodology for multi-criteria assessment of working conditions as an object of qualimetry. *Engineering Management in Production and Services*, 2021, Vol. 13, no. 2, pp. 107–114, doi: 10.2478/emj-2021-0016.
11. Ginevičius R., Trishch H., Petraškevičius V. Quantitative assessment of quality management systems' processes. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 2015, Vol. 28, no. 1, pp. 1096–1110, doi: 10.1080/1331677X.2015.1087676.
12. Cherniak O., Trishch R., Denysenko A. *Metodyka otsynuyannya shkidlyvykh chynnykiv, yaki vplyvayut' na zdorov'ya robitynkiv mashynobudivnoho pidpryemstv* [Methods of assessing the harmful factors affecting the health of workers of a machine-building enterprise]. *Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies*, 2019,

- Vol. 5 (1330), pp. 70–76, doi: 10.20998/2413-4295.2019.05.09.
13. Ginevičius R., Podvezko V. A feasibility study of multicriteria methods application to quantitative evaluation of social phenomena. *Business: Theory and Practice*, 2008, Vol. 9, pp. 81–87, doi: 10.3846/1648-0627.2008.9.81-87.
 14. Ginevičius R., Podvezko A. The evaluation of financial stability and soundness of Lithuanian Banks. *Ekonomiska istraživanja: znanstveno stručni časopis*, 2013, Vol. 26, no. 2, pp. 191–208.
 15. Ginevičius R., Suhajda K., Šimkūnaitė J. Lithuanian experience of quantitative evaluation of socioeconomic system position by multicriteria methods. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 2014, Vol. 110, pp. 952–960, doi:10.1016/j.sbspro.2013.12.941.
 16. Šimelytė A., Antanavičienė J. The effect of investment promotion on FDI flows: A case of the Baltic States. *Business: Theory and Practice*, 2013, Vol. 14, no. 3, pp. 200–208, doi: 10.3846/btp.2013.21.
 17. Beinoraitė Š., Drejeris R. Model for measuring the entrepreneurship of the population. *Business: Theory and Practice*, 2014, Vol. 15, no. 2, pp. 199–209, doi: 10.3846/btp.2014.20.
 18. Krivka A. Complex evaluation of the economic crisis impact on Lithuanian industries. *Journal of Business Economics and Management*, 2014, Vol. 15, pp. 299–315, doi: 10.3846/16111699.2013.867277.
 19. Brauers W., Ginevičius R., Podvezko A. Development of a methodology of evaluation of financial stability of commercial banks. *Panoeconomicus*, 2014, Vol. 61, no. 3, pp. 349–367, doi: 10.2298/PAN1403349B.
 20. Hashemkhani Zolfanir S., Maknoon E., Zavadskas K. Multiple Nash equilibriums and evaluation of strategies. New application of MCDM methods. *Journal of Business Economics and Management*, 2015, Vol. 16, no. 2, pp. 290–305, doi: 10.3846/16111699.2014.967715.
 21. Sorocolat N., Fatieieva L. *Otsinyuvannya yakosti protsesiv systemy upravlinnya bezpekoyu pratsi, z-hidno vymoh mizhnarodnoho standartu ISO 45001:2018* [Quality assessment of the occupational safety management system processes according to the requirements of the ISO 45001:2018 international standard]. *Engineering*, 2022, Vol. 29, pp. 89–96, doi: 10.32820/2079-1747-2022-29.

Відомості про авторів (About authors)

Сороколат Наталія Андріївна – Українська інженерно-педагогічна академія, аспірантка кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-0140-9364; e-mail: n.a.sorokolat@gmail.com.

Sorocolat Nataliia – postgraduate student Department of Automation, Metrology and Energy-efficient Technologies, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0002-0140-9364; e-mail: n.a.sorokolat@gmail.com.

Фатєєва Ліна Юріївна – Українська інженерно-педагогічна академія, аспірантка кафедри автоматизації, метрології та енергоефективних технологій; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0002-6460-0772; e-mail: linafat81@gmail.com

Fatieieva Lina – postgraduate student Department of Automation, Metrology and Energy-efficient Technologies, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0002-6460-0772; e-mail: linafat81@gmail.com

Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:

Сороколат Н. А., Фатєєва Л. Ю. Застосування функції помилок для оцінювання якості об'єктів кваліметрії. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. № 4 (14). С. 53-58. doi:10.20998/2413-4295.2022.04.08.

Please cite this article as:

Sorocolat N., Fatieieva L. Application of the error function for assessing the quality of qualimetry objects. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2022, no. 4 (14), pp. 53–58, doi:10.20998/2413-4295.2022.04.08.

Надійшла (received) 27.11.2022