

УДК 658.62.018.012

**ЗАЛЕЖНІСТЬ МІЖ ВИМІРЯНИМИ ПОКАЗНИКАМИ ЯКОСТІ ОБ'ЄКТІВ  
РІЗНОЇ ПРИРОДИ ТА ЇХ ОЦІНКОЮ НА БЕЗРОЗМІРНІЙ ШКАЛІ**©Трищ Р. М.<sup>1</sup>, Кіпоренко Г. С.<sup>1</sup>, Кім Н. І.<sup>2</sup>*Українська інженерно-педагогічна академія<sup>1</sup>**Миколаївський національний аграрний університет<sup>2</sup>***Інформація про авторів:**

**Трищ Роман Михайлович:** ORCID: 0000-0003-3074-9736; trich\_ukr.net; доктор технічних наук; завідувач кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

**Кіпоренко Ганна Сергіївна:** ORCID: 0000-0002-6498-6142; a.kiporenko@ukr.net; кандидат технічних наук; доцент кафедри охорони праці, стандартизації та сертифікації; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

**Кім Наталія Ігорівна:** ORCID: 0000-0001-9582-4675; natali.kim.1992@yandex.ru; асистент кафедри механізації і електрифікації сільськогосподарського виробництва; Миколаївський національний аграрний університет; вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54010, Україна.

В статті проаналізовано існуючі види залежностей між вимірними показниками якості об'єктів різної природи та їх оцінкою на безрозмірній шкалі та показано їх переваги та недоліки. Визначено ряд особливостей розглянутих залежностей, серед яких те, що вони не містять жодних параметрів, тому немає необхідності їх оцінювати. Крім того, користуючись принципом симетрії, можна отримати ряд проміжних залежностей, що дозволяє оптимізувати вимоги до якості об'єкту. Також показано, що всі залежності мають експоненційний вигляд і ніколи не перетинають значення «одиниця» та перетинають значення «нуль» на осі абсцис, що відповідає ідеології якості.

Запропоновано новий вид залежностей, які враховують тільки максимально допустиме та мінімально допустиме значення показника якості об'єкту та може застосовуватися як для оцінювання якості продукції, так і для оцінювання якості процесів та послуг. Змінюючи параметр форми, можна змінювати крутизну залежності, при цьому не змінювати точку перегину, яка зафіксована по середині поля допуску на показник якості. Такий тип залежності можна вважати універсальним.

**Ключові слова:** залежність, безрозмірна шкала, оцінка, показник якості, параметр форми.

**Трищ Р. М., Кіпоренко А. С., Кім Н. І.** «Зависимость между измеренными показателями качества объектов различной природы и их оценкой на безразмерной шкале».

В статье проанализированы существующие виды зависимостей между измеренным показателем качества объектов различной природы и их оценкой на безразмерной шкале и показано их преимущества и недостатки. Определен ряд особенностей рассмотренных зависимостей, среди которых то, что они не содержат никаких параметров, поэтому нет необходимости их оценивать. Кроме того, пользуясь принципом симметрии, можно получить ряд промежуточных зависимостей, что позволяет оптимизировать требования к качеству объекта. Также показано, что все зависимости имеют экспоненциальный вид и никогда не пересекают значение «единица» и пересекают значение «ноль» на оси абсцисс, что соответствует идеологии качества.

Предложен новый вид зависимостей, который учитывает только максимально допустимое и минимально допустимое значение показателя качества объекта и может применяться как для оценки качества продукции, так и для оценки качества процессов и услуг. Изменяя параметр формы, можно изменять крутизну зависимости, при этом не менять точку перегиба, которая зафиксирована в середине поля допуска по показателю качества. Такой тип зависимости можно считать универсальным.

**Ключевые слова:** зависимость; безразмерная шкала; оценка; показатель качества; параметр формы.

*Trisch R., Kiporenko A., Kim N.* Relation between measurable indicators of quality features of different nature and their assessment to scale dimensionless”.

The article analyzes the existing types of relationships between the measured indicators of quality of objects of different nature and their assessment on a dimensionless scale and show their advantages and disadvantages. Detected number of features considered dependencies, including the fact that they do not contain any parameters, so there is no need to evaluate them. In addition, using the principle of symmetry, it is possible to obtain a number of intermediate dependencies, that allows you to optimize the quality requirements of the object. It also shows that all curves have an exponential form and never cross the value of "unit" and cross the value "zero" on the x-axis, which corresponds to the quality of ideology.

A new kind of dependency, which takes into account only the maximum and minimum allowable value of an indicator of quality of the object and can be used to assess the quality of products, and to evaluate the quality of processes and services. By changing the shape, you can change the slope of addiction, it does not change the inflection point, which is fixed in the middle of the tolerance on the quality score. This type of dependence can be considered universal.

**Key words:** dependence, the dimensionless scale, evaluation, the indicator of quality, the shape parameter.

### **1. Постановка проблеми**

Оцінюванням якості продукції, процесів чи послуг займається наука – кваліметрія. У кваліметрії, при оцінці якості фізичних об'єктів важливе місце займає вид залежності між вимірним показником якості та його оцінкою на безрозмірній шкалі. Адже показники якості не завжди розподілені рівномірно і не завжди мають лінійну математичну залежність з їх оцінкою. Розроблення об'єктивних математичних залежностей – трудомістке та актуальне завдання, яке вимагає глибокого і всебічного дослідження об'єкта, чим можна пояснити те, що в більшості існуючих методиках оцінювання якості використовуються досить наближені формули, які слабо відображають головні ідеологічні принципи процесу оцінювання якості [1]. Тому завданням даної статті являється знаходження такої математичної залежності між показником якості об'єкту та його оцінкою на безрозмірній шкалі, яка би враховувала ідеологію процесу оцінювання якості та була універсальною для оцінювання об'єктів різної природи.

### **2. Аналіз останніх досліджень**

З класифікації методів комплексного оцінювання якості, найбільш широко використовуються такі види залежностей – лінійна, нелінійна, та залежність, що не виражена

в явному вигляді. В межах даної статті зупинимось на нелінійних залежностях, так як вони відповідають ідеології процесу оцінювання якості та можуть бути універсальними для оцінювання об'єктів різної природи. Більш явно нелінійна залежність виражена у формулі, запропонованої польським дослідником А. Томашевським [2]:

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

де  $x$  – дійсне відхилення показника якості;

$\Delta x$  – похибка визначення  $x$ ;

$G$  – гранично допустиме відхилення показника якості від еталонного значення.

У методиці Харрінгтона математична залежність оцінки від показника якості визначається експоненціальною функцією, яка відповідає розподілу екстремальних значень у вибірках випадкових величин [3]:

$$f(q) = \exp(-\exp(-q')) \quad (2)$$

де  $q'$  – значення показника на спеціальній нерівномірній шкалі.

Головним недоліком при застосування виду функцій (1) та (2) являється те, що використовується однотипний вид залежності для оцінювання різнорідних показників якості. В роботах [4-6] в якості залежності для переводу різнорозмірних показників якості в безрозмірну величину брали за основу залежність 2, але, використовуючи принцип її симетрії отримали п'ять залежностей, що давало можливість вибору, чи зробити оцінку жорсткою, чи послабити її.

### 3. Основний матеріал

**Переваги та недоліки існуючих залежностей.** Залежність (2) має подвійний експоненціальний вигляд і має ряд особливостей. По-перше, граничний розподіл екстремальних значень у вибірці випадкових величин можна лінійно перетворити у вираз, який не містить ніяких параметрів, тому немає необхідності в їх оцінюванні, знаходження яких є досить складною математичною задачею. По-друге, так як працює принцип симетрії, маючи граничний розподіл найменшого значення у вибірці, можна отримати граничний розподіл найбільшого значення у вибірці. У третій, користуючись принципом симетрії, можна отримати ряд проміжних функцій, що дозволить оптимізувати вимоги до якості об'єкту. По-четверте, всі залежності дозволяють перевести значення показників якості у безрозмірну шкалу. По-п'яте, всі залежності мають експоненційний вигляд і ніколи не перетинають значення «одиниця» на осі абсцис. Це відповідає ідеології якості, так як якість до одиниці має тільки прагнути. В шосте, всі вони перетинають значення «нуль» на осі абсцис. Це відповідає ідеології якості, так як якість може дорівнювати нулю.

Авторами [7, 8] для оцінювання систем управління якістю підприємств було застосовано такий вид залежностей:

$$f_q = \begin{cases} 0 & Q_i \leq Q_{i\min} \\ \left[ \frac{Q_i - Q_{i\min}}{Q_{i\max} - Q_{i\min}} \right]^k & Q_{i\min} < Q_i < Q_{i\max} \\ 1 & Q_i \geq Q_{i\max} \end{cases} , \quad (3)$$

**Технологія машинобудування**

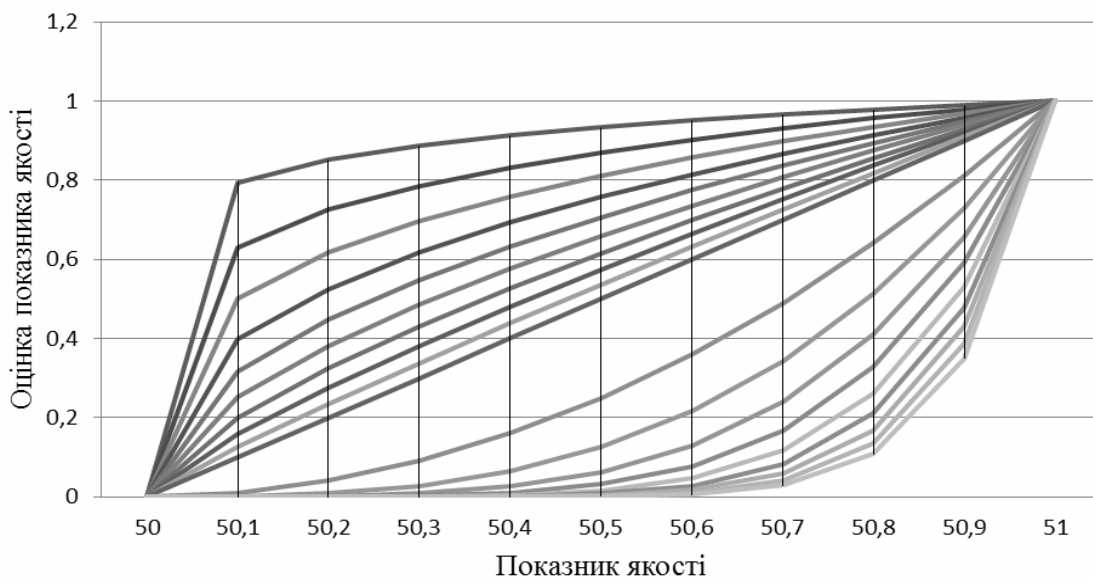
де  $Q_i$  – дійсне (виміряне значення показника якості процесу;

$Q_{i\min}$  – мінімальне значення показника якості процесу;

$Q_{i\max}$  – максимальне значення показника якості процесу;

$k$  – параметр форми.

Якщо параметр форми  $k$  – змінювати від 0,1 до одиниці з кроком 0,1, то функції бажаності будуть вигнутими вгору. Якщо параметр форми змінювати від одиниці до десяти з кроком 1, то функції бажаності будуть вгнута до низу, як показано на рисунку 1.



**Рис. 1** – Вид залежності (3)

Недоліком даного виду залежностей являється те, що необхідно задавати параметр форми  $k$  з допомогою експертів, що може призводити до суб'єктивних рішень.

**Пропонований вид залежності.** Провівши аналіз існуючих нелінійних залежностей та зважаючи на їх перераховані недоліки пропонується новий вид залежностей, які мають вид:

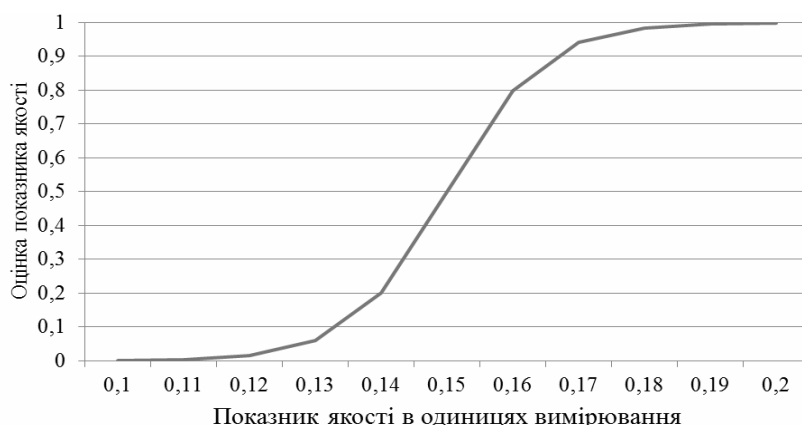
$$f(q) = \frac{1}{1 + ab^{-kq}} \quad (4)$$

де коефіцієнти  $a, b$  знаходяться з умови  $f(Q_{\min}) = A, f(Q_{\max}) = B$ .

В явному вигляді коефіцієнти  $a, b$  знаходяться наступним чином:

$$b = b_1^{\frac{1}{(Q_{\min} - Q_{\max})k}} \quad a = \frac{1 - A}{A} b^{kQ_{\min}}, \text{ де } b_1 = \frac{(1 - B)A}{A}$$

Залежність (4) має точку перегину при  $q_{\text{неп}} = \frac{\ln a}{k \ln b}$ . Параметр  $k$  впливає на зсув точки перегину вздовж осі ОХ. У графічному вигляді залежність (4) при  $k = 1$ , показано на рисунку 2.

**Рис. 2** – Вид залежності (4)**Висновки**

Застосовуючи залежність (4) для отримання оцінок якості на безрозмірній шкалі можна вважати її універсальною, так як вона враховує тільки максимально допустиме та мінімально допустиме значення показника якості об'єкту та може застосовуватися як для оцінювання якості продукції, так і для оцінювання якості процесів, послуг та ін. Змінюючи параметр форми  $k$ , можна змінювати крутизну залежності, при цьому не змінювати точку перегину, яка зафіксована по середині поля допуску на показник якості, що дозволить збільшувати чи зменшувати вимоги до якості об'єктів.

Перспективою розвитку залежності (4) може бути введення додаткових параметрів, які давали можливість зсувати залежність вздовж осі  $OX$  та  $OY$ , що дозволить управляти оцінками якості об'єктів в залежності від вимог споживачів.

**Список використаних джерел:**

1. Азгальдов Г. Г. О кваліметрії / Г. Г. Азгальдов, Э. П. Райхман. – М. : Изд-во стандартов, 1973. – 172 с.
2. Томашевский А. Попытка количественной оценки критериев качеств измерительных приборов / А. Томашевский // *Pomary, automatyko, kontrolia*. – 1966. – № 12. – С. 8-9.
3. Harrington E. C. Jr. The desirability Function. / E. C. Jr. Harrington // *Industrial Quality Control*. – 1965. – April. – P. 494-498.
4. Трищ Р. М. Обобщённая точечная и интервальная оценки качества изготовления детали ДВС / Р. М. Трищ, Е. А. Слитюк // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2006. – № 1. – С. 63-67.
5. Трищ Р. М. Точечная и интервальная оценки качества изделий / Р. М. Трищ, Е. А. Слитюк // *Вісник НТУ „ХПІ”* : зб. наук. пр. – Харків, 2006. – № 27. – С. 96-102.
6. Трищ Г. М. Розробка методології оцінювання процесів систем управління якістю підприємств з урахуванням вимог міжнародних стандартів : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / Г. М. Трищ. – Харків, 2014. – 162 с.
7. Горбенко Н. А. Розробка методології оцінювання процесів систем управління якістю підприємств з урахуванням вимог міжнародних стандартів : дис. ... канд. техн. навк : 05.01.02 / Н. А. Горбенко. – Харків, 2014. – 165 с.
8. Катрич О. О. Развитие кваліметричних методів оцінювання процесів систем управління якістю підприємств відповідно до вимог міжнародних стандартів : дис. ... канд. техн. наук : 05.01.02 / О. О. Катрич. – Харків, 2014. – 166 с.

**References**

1. Azgaldov, G & Raykhman, E 1973, *O kvalimetrii*, Izdatelstvo standartov, Moskva.
2. Tomashevskiy, A. 1966, 'Popytka kolichestvennoy otsenki kriteriev kachestv izmeritelnykh priborov', *Pomary, automatyko, kontrolia*, no. 12, pp. 8-9.
3. Harrington, E 1965, 'The desirability Function', *Industrial Quality Control*, April, pp. 494-498.
4. Trishch, R & Slityuk, E 2006, 'Obobshchennaya tochechnaya i intervalnaya otsenki kachestva izgotovleniya detali DVS', *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, no. 1, pp. 63-67.
5. Trishch, R & Slityuk, E 2006, 'Tochechnaya i intervalnaya otsenki kachestva izdeliy', *Visnik NTU "KhPI"*, no. 27, pp. 96-102.
6. Trishch, H 2014, 'Rozrobka metodolohii otsiniuvannya protsesiv system upravlinnia yakistiu pidpriemstv z urakhuvanniam vymoh mizhnarodnykh standartiv', Kand.tekh.n. thesis, Natsionalnyi universytet "Lvivska politekhnika", Lviv.
7. Horbenko, N 2014, 'Rozrobka metodolohii otsiniuvannya protsesiv system upravlinnia yakistiu pidpriemstv z urakhuvanniam vymoh mizhnarodnykh standartiv', Kand.tekh.n. thesis, Ukrainaska inzhenerno-pedahohichna akademiia, Kharkiv.
8. Katrich, O 2015, 'Rozvytok kvalimetrychnykh metodiv otsiniuvannya protsesiv system upravlinnia yakistiu pidpriemstv vidpovidno do vymoh mizhnarodnykh standartiv', Kand.tekh.n. thesis, Ukrainaska inzhenerno-pedahohichna akademiia, Kharkiv.

Стаття надійшла до редакції 29 листопада 2016 р.