

Г. М. Тріщ<sup>1</sup>  
О. О. Катрич<sup>1</sup>  
Г. І. Хімічева<sup>2</sup>  
К. М. Черняк<sup>1</sup>  
Д. А. Гузов<sup>1</sup>  
Д. І. Босенко<sup>1</sup>

## КВАЛІМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ВИРОБІВ

<sup>1</sup>Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»;

<sup>2</sup>Київський національний університет технологій та дизайну

*Розглянуто кваліметричний метод оцінювання якості будь-яких виробів — один з перспективних напрямів розвитку оцінок якості, пов'язаний з використанням узагальненого параметра якості. За такого підходу досягається низка переваг, до яких належать підвищення методичної достовірності оцінювання якості, скорочення переліку контрольованих параметрів, можливість уніфікації діагностування тощо. Проте виникають певні труднощі з введенням узагальненого параметра якості. Створення узагальненої оцінки якості виробу потребує розробки єдиної оцінки, яка кількісно визначає якість за його параметрами. Ці труднощі можна подолати шляхом впровадження єдиної штучної метрики для всіх параметрів. Для кожного параметра потрібно визначити стандартний аналог, з єдиною шкалою оцінки якості від нуля до одиниці. Ця шкала має бути однаковою для всіх значень параметрів, і її побудова пов'язана з розподілом якості параметрів.*

*Для знаходження оцінки якості одиничного показника і всього виробу необхідно розглядати сукупність оцінок величин значень чинників, які мають різні розподіли. Розв'язання задачі виконують, застосовуючи єдину штучну метрику для всіх чинників. Це означає, що набору значень кожного чинника потрібно поставити у відповідність певний стандарт, до прикладу, шкалу оцінки від нуля до одиниці. Ця шкала має бути однотипною для всіх значень чинників.*

*Одним з важливих питань є вибір типу оцінки якості виробу. Оцінки можуть бути точкові та інтервальні. Кількісна оцінка, визначена одним числом, так звана точкова оцінка, може давати помилки, особливо у випадку, коли значення визначене експертними методами. Тому пропонується, окрім точкової оцінки якості, знаходити і його інтервальну оцінку. Це дозволить обґрунтованіше керувати якістю.*

**Ключові слова:** кваліметричний метод, якість виробів, екстремальні статистики, функція розподілу, випадкова величина, принцип симетрії, поле допуску.

### Вступ

Підвищення якості виробів є одним з пріоритетних напрямків розвитку промисловості України. Останнім часом питанням якості приділяється багато уваги, проте всі розробки базуються на дослідженнях, виконаних у 70-х і 80-х роках. Загальна якість виробу оцінюється як кінцева величина, що формується сукупністю деяких параметрів якості, які мають певні значення [1]. При цьому чинники, що впливають на параметри якості, розглядаються як дискретні постійні величини.

Формування загальної якості виробу розглядається як таке, що відбувається під дією випадкових впливів різних чинників на будь-які параметри якості. Чим ближче до нуля значення негативно діючого чинника, тим вище значення параметра якості виробу. Тому визначення загальної оцінки якості виробу пов'язано з кількісним визначенням дії сукупності чинників.

Дія кожного чинника в момент часу виготовлення виробу відбувається відповідно до певного закону розподілу. Тому для знаходження оцінки якості параметра і всього виробу необхідно розглядати сукупність оцінок значень факторів, які мають різні розподіли. Розв'язання задачі виконуватимемо за допомогою введення єдиної для всіх чинників штучної метрики. Це означає, що набо-

ру значень кожного чинника потрібно поставити у відповідність певний стандарт, наприклад, шкалу оцінки від нуля до одиниці. Ця шкала має бути однотипною для всіх значень чинників.

Одним з важливих питань є вибір типу оцінки якості виробу. Оцінки можуть бути точкові та інтервальні. Кількісна оцінка, визначена одним числом, так звана точкова оцінка, може давати помилки, особливо у випадку, коли значення визначене експертними методами. Тому доцільно, окрім точкової оцінки якості, знаходити і його інтервальну оцінку. Це дозволить обґрунтованіше керувати якістю.

*Метою дослідження є розробка методики інтегральної оцінки рівня якості параметрів, що впливають на загальну якість виробу, яка б враховувала зміну чинників у процесі формування якості.*

### Результати досліджень

Для знаходження оцінок звернемося до розділу теорії ймовірності та математичної статистики — теорії асимптотичних розподілів екстремальних статистик. З цієї теорії випливає, що вони мають такі властивості. Якщо випадкові величини  $X_1, X_2, \dots, X_n$  розташовані в порядку зростання їхніх значень  $X_{(1)} \leq X_{(2)} \leq \dots \leq X_{(n)}$ , то до цього статистично неупорядковані  $X_i$  стають упорядкованими залежними величинами  $X_{(i)}$ , оскільки вони пов'язані між собою зазначеною нерівністю. Якщо припустити, що сукупність  $X_1, X_2, \dots, X_n$  та їхніх  $n$  незалежних випадкових величин має ту саму функцію розподілу  $F(x)$ , то функція розподілу найбільшої порядкової статистики  $X_{(n)}$  визначається формулою

$$F_n(x) = P\{X_{(n)} \leq x\} = P\{\text{всі } X_i \text{ не перевищують } x\} = F^n(x), \quad (1)$$

де  $P$  — ймовірність;  $x$  — поточне значення випадкової величини.

Функція розподілу найменшої порядкової статистики

$$F_1(x) = P\{X_{(1)} \leq x\} = 1 - P\{X_{(1)} > x\} = 1 - P\{\text{всі } X_i > x\} = 1 - [1 - F(x)]^n.$$

Для обмежених розподілів випадкова величина має верхню або нижню межі, які є верхньою межею для найбільшого значення або нижньою межею для найменшого. Дослідженнями асимптотичної поведінки  $X_{(n)}$  у вибірці обсягом  $n$  з функцією розподілу  $F(x)$  займалися багато вчених — фахівців з математичної статистики [2]—[8]. Наведемо деякі з основних положень, отриманих у галузі асимптотичного розподілу екстремального значення випадкової величини  $X_{(n)}$ . Для довільного розподілу  $X_{(n)}$ , навіть після відповідної нормалізації, може не мати граничний розподіл. Проте, як показано в [9], якщо такий граничний розподіл існує, то він належить до одного з трьох типів:

$$F_1(x) = \exp(-\exp(-x)), \quad -\infty < x < \infty; \quad (2)$$

$$F_2(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0, \alpha > 0, \\ \exp[-(-x)^\alpha], & x > 0; \end{cases} \quad (3)$$

$$F_3(x) = \begin{cases} \exp[-(-x)^\alpha], & x \leq 0, \alpha > 0, \\ 1, & x > 0. \end{cases} \quad (4)$$

У [9] також показано, що клас граничних розподілів для  $F^n(a_n x + b_n)$ , де  $a_n > 0$  і  $b_n$  — відповідним чином вибрані сталі і, містить лише закони типу  $F_k(x)$  ( $k = 1, 2, 3$ ) нормалізованого найбільшого члена вибірки  $X_{(n)}$ .

Зазначимо, що коли вихідна функція щільності розподілу випадкової величини  $F(x) = f(x)$  симетрична, то найбільше  $X_{(n)}$  і найменше  $X_{(1)}$  значення випадкової величини розподілені взаємно симетрично

$$F_1(-x) = 1 - F_n(x), \quad i \quad f_1(-x) = f_n(x).$$

Тому, знаючи розподіл  $X_{(n)}$ , можна отримати  $X_{(1)}$ . У загальному випадку, для несиметричного вихідного розподілу функції щільності  $f_1(x)$  найменшого значення буде симетрична функція щільності  $f_n(x)$  найбільшого його значення у вибірках з генеральної сукупності із взаємно симетричним вихідним розподілом, тобто

$$f_1(x) = n [1 - F(x)]^{n-1} f(x) \text{ і } f_n(x) = n [F(x)]^{n-1} f(x).$$

Цей взаємозв'язок називають принципом симетрії [8]. Практично вона означає, що дослідження екстремальних значень можна звести до дослідження тільки найбільшого значення випадкової величини.

З усіх трьох асимптотичних розподілів найбільшого члена вибірки найважливіше (2). Пов'язано це з тим, що з його допомогою розв'язується багато практичних задач [8], [9]. Оскільки воно виділяється серед інших, його часто називають розподілом екстремального значення, хоча це не зовсім правильно, оскільки цей термін підходить до всіх розподілів (2), (3), (4).

Якщо ймовірність  $P(x) = 1 - F(x)$  того, що спостереження перевершить  $x$ , зведеться до нуля, принаймні не повільніше, чим  $e^{-x}$ , то такий розподіл називається розподілом експоненціального типу. Усі вищеперелічені розподіли (2), (3) і (4) є розподілами експоненціального типу. До них належать і низка інших розподілів, таких як нормальний та інші.

Характер наближення такого розподілу найбільших значень випадкової величини до асимптотичної форми не однаковий для різних вихідних розподілів. Але якщо в якості вихідного розподілу взяти асимптотичний розподіл екстремальних значень, то за постулатом стійкості асимптотична форма досягається вже коли  $n = 2$ . Варто зазначити, що та сама функція розподілу в області найменших значень випадкової величини може належати до одного типу, а в області найбільших — до іншого. Важливим є той факт, що перший граничний розподіл (2) не має ніяких параметрів, тому немає необхідності проводити їхнє оцінювання, про що не можна сказати для розподілу (3) і (4), за виключенням, коли  $\alpha = 1$ . Це положення справедливо і для всіх трьох асимптотичних розподілів найменшого значення випадкової величини. Так, для асимптотичного розподілу найменшого члена вибірки

$$F_5(x) = 1 - \exp(-\exp(x)), \quad -\infty < x < \infty. \tag{5}$$

Тому можливий достатньо простий перехід від значень впливу чинника до ймовірнісного значення якості об'єкта. Е. Харрінгтон [10] для оцінки якості об'єкта від дії певного чинника застосував асимптотичний розподіл найбільшого значення (2). Проте розподіл (5) дає занижену оцінку якості.

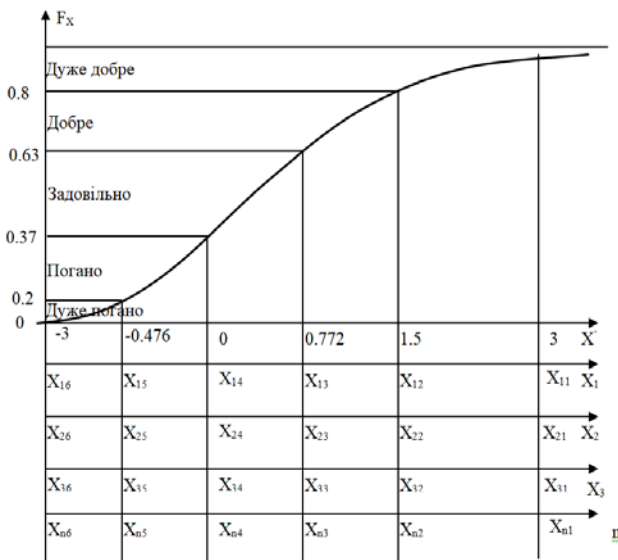


Рис. 1. Загальний вигляд нормалізованого асимптотичного розподілу першого типу (2)

Оскільки нормалізований асимптотичний розподіл першого типу (2) немає параметрів, то Е. Харрінгтон [10] застосував розподіл (5) для переходу від значення показника якості до його ймовірності, яка визначає якість об'єкта (рис. 1). У цьому випадку якість визначається за формулою (2). Але розподіл (5) припускає, що ми маємо щоразу найбільше значення параметра, тобто усі значення явно завищені. Це допущення дає нижню межу оцінки якості для розподілів, які мають експонентний вигляд.

Вважаючи, що показник якості підпорядковується такому закону розподілу, який має асимптотичний розподіл найбільшого і найменшого значення першого типу, отримуємо як завищене, так і занижене значення якості процесу, тобто інтервал показника якості. Для отримання точкової оцінки якості можна оцінку якості взяти у вигляді середнього значення цієї інтервальної оцінки.

$$F_3(x) = \frac{(\exp(-\exp(-x)) + 1 - \exp(-\exp(x)))}{2}. \tag{6}$$

Зазначимо, що функція  $F(x)$  є функція розподілу випадкової величини  $x$ . На рис. 2 показано, що дані асимптотичні розподіли можуть слугувати інтервальною оцінкою якості за фіксованого значення  $x$ , а середнє їхнє значення — точковою оцінкою якості.

Отримаємо також проміжні залежності, використовуючи принцип симетрії

$$F_2(x) = \frac{F_1(x) + F_3(x)}{2} = \frac{3\exp(-\exp(-x)) + 1 - \exp(-\exp(x))}{4}; \tag{7}$$

$$F_4(x) = \frac{F_3(x) + F_5(x)}{2} = \frac{\exp(-\exp(-x)) + 3(1 - \exp(-\exp(x)))}{4}. \tag{8}$$

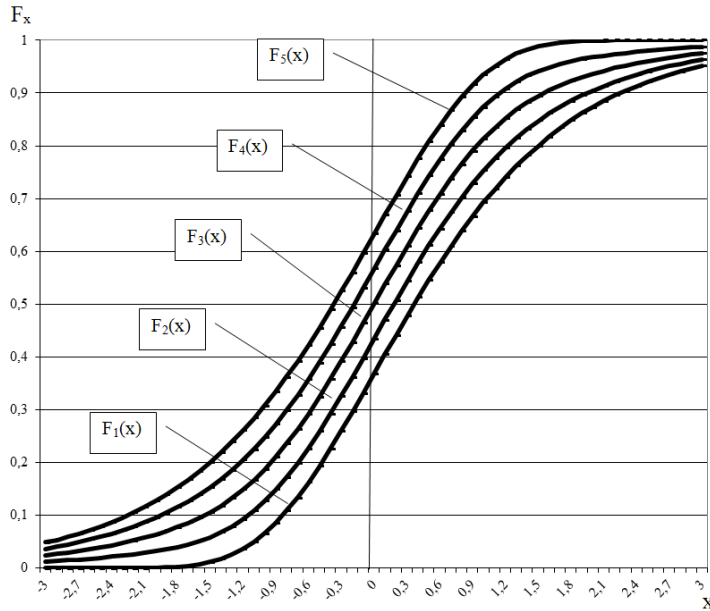


Рис. 2. Асимптотичні розподіли першого типу для найбільшого і найменшого значення оцінки  $k$  впливу чинника на якість параметра та їхнє середнє: 1 — найбільше; 2 — середнє; 3 — найменше

Визначимо шкалу у безрозмірному вигляді в діапазоні (0; 1) з кроком 0,1, оскільки недоцільно розглядати якість виробів з градацією, запропонованою в [11], а також це значно полегшить практичне застосування методу для оцінювання якості. Знаючи безрозмірну шкалу оцінювання і вигляд залежності (наприклад,  $F_1(x)$ ), можемо знайти проміжну шкалу:

$$x = -\ln\left(\ln\left(\frac{1}{F_x}\right)\right), \tag{9}$$

де  $F_x$  змінюється в діапазоні (0; 1) з кроком 0,1.

Числові безрозмірні значення на шкалі оцінювання і відповідно на проміжній шкалі подано в таблиці 1.

Таблиця 1

Числові безрозмірні значення на шкалах оцінювання

$F(x)$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
X	-3	-0,834	-0,476	-0,187	0,087	0,366	0,67	1,03	1,5	2,25	3

З рис. 2 видно, що той самий продукт може оцінюватися за однією з п'яти залежностей, і, хоча вони мають загальний вигляд, результати оцінок будуть різними. Наприклад, якщо показник якості продукту займає середнє значення, як показано лінією на рисунку, то в залежності від вибраної функції отримуватимемо різні оцінки якості на безрозмірній шкалі. За використання різних залежностей оцінка показника якості становитиме 0,37; 0,43; 0,5; 0,56; 0,63 відповідно. Різниця (інтервал) між найбільшою і найменшою оцінкою показника якості дорівнюватиме

$$H = F_5 - F_1 = 0,63 - 0,37 = 0,26.$$

Для показників якості, у яких оптимальне (найкраще) значення прямує до нижньої межі поля допуску, залежності між одиничними різновимірними значенням та їхніми оцінками на безрозмірній шкалі будуть мати вигляд, як показано на рис. 3. Залежності побудовано за умови, що найліпше значення показника якості  $x$  знаходиться у лівій крайній точці на осі абсцис.

Ці значення асимптотичних розподілів можуть служити межами інтервальної оцінки  $k$  впливу на якість фіксованих значень чинника  $x$ , а середнє їхніх значень — точковою оцінкою впливу чинника.

На основі цих даних побудуємо графік зміни інтервалу оцінки  $k$  впливу чинника  $x$  (рис. 4). Найбільша величина інтервалу з  $x = 0$  дорівнює 0,264, і зі збільшенням  $x$  або його зменшенням вона різко падає. Це означає, що інтервальна оцінка впливу на якість за граничних значень чинника практично збігається з точковою.

Таким чином, інтервальні оцінки величини впливу чинника на якість, що формує якість виробу, обчислюються за формулами (2) і (5), а точкову оцінку обчислюють за формулою (6).

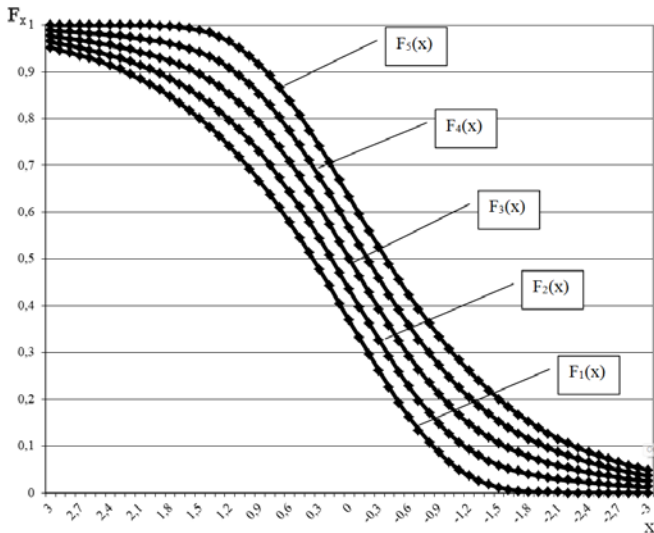


Рис. 3. Залежності показників якості та їхні оцінки на безрозмірній шкалі для другої групи показників якості процесів

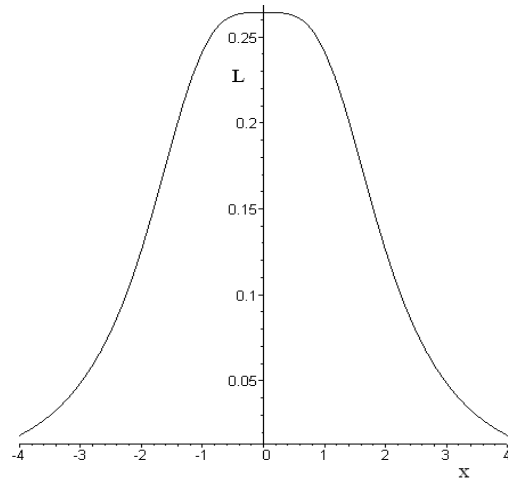


Рис. 4. Графік зміни величини інтервалу оцінки  $k$  впливу чинника  $x$  на якість параметра

Для апробації запропонованого методу оцінювання якості будь-яких виробів наведемо приклад оцінювання якості деталі двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) — поршня. Вибір деталі «поршень» ДВЗ обумовлена тим, що вона є однією з найвідповідальніших та масових в автотракторній промисловості та працює в особливо важких умовах експлуатації, що вимагає високих показників якості її виготовлення. Серед великої кількості показників якості деталі «поршень» ДВЗ, обумовлених кресленням, є низка показників, які мають малий запас технологічної точності. Тобто їхнє поле розсіювання наближається до поля допуску, що вимагає великої трудомісткості контрольних операцій для забезпечення роботи без браку. Ці показники якості зазвичай визначають якість деталі «поршень» ДВЗ.

Спершу проводиться вимірвальний експеримент, коли вимірюються перелічені показники якості деталей  $Y_i$  у порядку їхнього виготовлення. Результати вимірювань заносять в таблицю у вигляді відхилень від середини поля допуску, для цього прикладу — див. табл. 2.

Таблиця 2

Експериментальні дані показників якості деталей „поршень ДВЗ” у порядку їх виготовлення

№	$D1$ , мм	$D2$ , мм	$D3$ , мм	Глибина камери згорання, мм	Діаметр пальцевого отвору	Камера стискання, мм	Зміщення пальцевого отвору, мм	Узагальнювальний показник якості деталі «поршень»
	82,867	82,238	81,704	6,59	21,979	26,936	0	
	Допуски							
	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 50$	$\pm 5$	$\pm 60$	$\pm 50$	
Відхилення, мкм								
1	3	-1	1	-10	0	-10	20	0,79
2	-1	1	4	10	0	-10	10	0,77
3	3	1	-3	-10	1	-10	15	0,64
4	-3	-1	-3	-20	1	-10	15	0,68
5	1	-3	-3	10	0	20	15	0,69
6	-3	-3	1	0	2	10	10	0,66
7	-3	-2	1	0	0	0	15	0,71
8	-2	-3	1	0	1	20	15	0,67
9	3	-3	-1	-20	0	0	15	0,62
10	-3	1	-1	-10	0	10	5	0,77

Значення вимірних показників якості переводять у безрозмірну шкалу  $(-3; 3)$ , застосовуючи афінні перетворення, а саме ділення відрізка у заданій пропорції.

Визначаються оцінки одиничних показників якості, використовуючи одну з формул (5)–(8). Для нашого прикладу таких показників 7 і використовується формула (5).

Знаходиться узагальнювальний показник якості, що враховує всі одиничні показники за формулою середнього арифметичного. Для наведеного прикладу результати узагальнювальних показників якості 10 деталей «поршень» занесено в табл. 2.

Для оцінювання якості продуктів пропонуємо застосовувати один з п'яти розподілів екстремальних статистик за таких причин:

- перший граничний розподіл екстремальних значень можна лінійно перетворити у вираз, який не містить будь-яких параметрів, оскільки немає необхідності в оцінюванні параметрів, що є достатньо складною математичною задачею;

- оскільки в цьому випадку працює принцип симетрії, то, знаючи граничний розподіл найбільшого значення, можна отримати граничний розподіл найменшого значення, а також низку проміжних функцій, що дозволить оптимізувати вимоги до якості процесу;

- усі функції дозволяють перевести значення показника якості у безрозмірну шкалу;

- усі функції мають експоненціальний вигляд і ніколи не перетинають значення одиниці на осі абсцис, а тільки прямують до одиниці;

- усі функції мають значення в точці нуль на осі абсцис, що відповідає вимогам якості і, отже, якість може дорівнювати нулю.

Усі наведені властивості граничних розподілів екстремальних статистик дозволяють використовувати їх для оцінки якості будь-яких продуктів. Оскільки всі продукти різні, їхні показники якості мають різні одиниці вимірювання та оптимальні значення, розроблено уніфіковану систему стандартних залежностей, яка дозволяє оптимально вибирати відповідну залежність для кожного показника якості будь-якого продукту.

## Висновки

Запропоновано метод отримання оцінок показників якості виробів, який враховує нелінійність залежності отриманих оцінок та дійсних значень одиничних показників якості об'єктів кваліметрії. На відміну від наявних нелінійних залежностей, які застосовуються у кваліметрії, запропонована залежність має математичне обґрунтування її адекватності та відповідає принципам кваліметрії. Запропонована залежність описує розподіл екстремальних статистик та не вимагає оцінювання параметрів, що дозволяє її застосовувати для оцінювання будь-яких виробів, тобто бути універсальною.

Оскільки різні вироби мають різну природу та різні одиниці і діапазони вимірювання, то запропоновано застосовувати афінні перетворення, а саме, метод ділення відрізка у заданому відношенні. Застосування такого методу дозволить переводити різнорозмірні показники якості виробів різної природи у безрозмірну шкалу у діапазоні  $(-3; 3)$ . Такі перетворення надають запропонованому методу універсальності та можливості застосування для будь-яких об'єктів кваліметрії.

Позитивним ефектом від застосування запропонованого методу є також і те, що із застосуванням низки функціональних залежностей, можна отримати не одну (точкову) оцінку показника якості, а п'ять оцінок. Адже, якщо застосовувати одну з п'яти залежностей, можна отримати п'ять оцінок на безрозмірній шкалі  $(0; 1)$ . На вибір будь-якої залежності впливає міра важливості показника якості. За використання різних залежностей, оцінка показника якості буде знаходитись у діапазоні  $0,26$  на безрозмірній шкалі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Е. М. Векслер та ін., *Менеджмент якості*. Київ, Україна: «ВД «Професіонал», 2008, 320 с.
- [2] R. A. Fisher, "On the mathematical foundations of theoretical statistics," *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, no. 222, 1922, pp. 309-368.
- [3] T. W. Anderson, and L. S. Stanley, *The Statistical Analysis of Data*, Palo Alto, CA: Scientific Press, 1986, 628 p.
- [4] U. Jakobsson, and A. Westergren, "Statistical methods for assessing agreement for ordinal data," *Scandinavian Journal of Caring Sciences*, no. 19, pp. 427-431, 2005. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6712.2005.00368.x>.
- [5] R. J. Moffat Using, "Uncertainty Analysis in the Planning of an Experiment," *ASME*, no. 107(2), pp. 173-178, June 1985. <https://doi.org/10.1115/1.3242452>.
- [6] H. E. Robbins, "An Empirical Bayes Approach to Statistics," *Breakthroughs in Statistics. Springer Series in Statistics*. Springer: New York, 1992. [https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0919-5\\_26](https://doi.org/10.1007/978-1-4612-0919-5_26).
- [7] S. H. Steiner, and R. J. MacKay, *Statistical engineering*, Quality Press, 2005, 319 p.
- [8] A. Wald, *Sequential analysis*, Courier Corporation, 2004, 212 p.
- [9] R. M. Trishch, i Ye. A. Slityuk, «Obobshchonnaya tochechnaya i interval'naya otsenki kachestva izgotovleniya detali DVS,» *Vostochno-Yevropeyskiy zhurnal peredovykh tekhnologiy*, № 1/2 (19), с. 63-67, 2006.
- [10] E. C. Jr. Harrington, "The desirability Function," *Industr. Quality Control*, pp. 2-9, 1965.

Рекомендована кафедрою комп'ютеризованих електромеханічних систем і комплексів ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 6.08.2024

**Трищ Галина Михайлівна** — канд. техн. наук, доцент кафедри мехатроніки та електротехніки, e-mail: trich\_@ukr.net ;

**Катрич Олег Олександрович** — канд. техн. наук, старший викладач кафедри мехатроніки та електротехніки, e-mail: o.katrich@kernel.ua ;

**Черняк Катерина Миколаївна** — аспірантка кафедри мехатроніки та електротехніки, e-mail: olena-cherniak@ukr.net ;

**Гузів Дмитро Андрійович** — аспірант кафедри мехатроніки та електротехніки;

**Босенко Дмитро Іванович** — аспірант кафедри мехатроніки та електротехніки.

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»;

**Хімичева Ганна Іванівна** — д-р техн. наук, професор, професор кафедри комп'ютерно-інтегрованих технологій та вимірювальної техніки, e-mail: anna.khimicheva.ai@gmail.com .

Київський національний університет технологій та дизайну

**H. M. Trishch**<sup>1</sup>  
**O. O. Katrych**<sup>1</sup>  
**H. I. Khimicheva**<sup>2</sup>  
**K. M. Cherniak**<sup>1</sup>  
**D. A. Huzov**<sup>1</sup>  
**D. I. Bosenko**<sup>1</sup>

## Qualimetric Method of Product Quality Assessment

<sup>1</sup>National Aerospace University “Kharkiv Aviation Institute”;

<sup>2</sup>Kyiv National University of Technology and Design

*The article discusses the qualimetric method of assessing the quality of any product. One of the promising areas of development of quality assessment is associated with the use of a generalized quality parameter. This approach achieves a number of advantages, including increasing the methodological reliability of quality assessment, reducing the list of controlled parameters, the possibility of unifying diagnostics, etc. However, this raises certain difficulties associated with the introduction of a generalized quality parameter. Building a generalized product quality assessment is associated with the creation of a single assessment that quantifies quality through its parameters. The difficulties encountered can be resolved by introducing an artificial metric that is common to all parameters. The set of values of each parameter should be matched with some standard analog, with a single scale of quality assessment from zero to one. This scale should be the same for all parameter values. The construction of this scale is related to the distribution of parameter quality.*

*To find the quality assessment of a single indicator and the entire product, it is necessary to consider a set of estimates of the values of factors with different distributions. The solution to the problem is found by introducing an artificial metric that is uniform for all factors. This means that the set of values of each factor must be matched to a certain standard, for example, a rating scale from zero to one. This scale should be the same for all factor values.*

*One important issue is the choice of the type of product quality assessment. Assessments can be point and interval. A quantitative assessment determined by a single number, the so-called point estimate, can be erroneous, especially when the value is determined by expert methods. Therefore, it is proposed that, in addition to the point estimate of quality, its interval estimate should also be found. This will allow for more reasonable quality management.*

**Keywords:** qualimetric method, product quality, extreme statistics, distribution function, random variable, principle of symmetry, tolerance field.

**Trishch Halyna M.** — Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor of the Chair of Mechatronics and Electrical Engineering, e-mail: trich\_@ukr.net ;

**Katrych Oleh O.** — Cand. Sc. (Eng.), Senior Lecturer of the Chair of Mechatronics and Electrical Engineering, e-mail: o.katrich@kernel.ua ;

**Khimicheva Hanna I.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of Computer-Integrated Technologies and Measuring Engineering, e-mail: anna.khimicheva.ai@gmail.com ;

**Cherniak Kateryna M.** — Post-Graduate Student of the Chair of Mechatronics and Electrical Engineering, e-mail: olena-cherniak@ukr.net ;

**Huzov Dmytro A.** — Post-Graduate Student of the Chair of Mechatronics and Electrical Engineering;

**Bosenko Dmytro I.** — Post-Graduate Student of the Chair of Mechatronics and Electrical Engineering