

УДК 658.62.018.012

Н.И. Ким, Р.М. Трищ

Українська інженерно-педагогічна академія, Харків

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАССЕЙВАНИЯ БЕЗРАЗМЕРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

*Предлагается универсальная математическая зависимость между измеренным показателем качества объектов различной природы и его оценкой на безразмерной шкале, которая 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, услуг и др. Построены гистограммы, вид которых позволяет выдвинуть гипотезы, что при моделировании показателей качества за нормальным законом распределения, закон распределения их оценок на безразмерной шкале близок к закону равной вероятности, а при моделировании показателей качества за законом равной вероятности, близок к закону арксинуса.*

**Ключевые слова:** качество, безразмерные показатели, оценка, продукция, процессы.

### Введение

Качество продукции или услуги в последнее время стало новой философией предприятий, которые стремятся к развитию для достижения успеха в конкуренции на рынке. Особенно такая философия актуальна для предприятий Украины во время их стремления на европейский и мировой рынки. Предприятия - лидеры мировой экономики доказали, что для достижения поставленных высоких целей в области качества продукции или услуг важное место занимают разработка и внедрения различных систем управления качеством, которые предполагают постоянный процесс мониторинга, анализа и постоянного управления.

Как известно из высказываний ведущего ученого в области качества У. Шухарта: «Управлять можно только тем, что можно измерить». Так как объекты управления качеством имеют разную природу (изделие, вещество, процесс, явление и др.) и не всегда можно измерить их показатели качества, то приходится их оценивать различными существующими методами. Даже измерение показателя качества является его оценкой, учитывая погрешность прибора для измерения и неопределенность самого процесса измерения. Оценкой качества объектов различной природы занимается наука – квалиметрия, которая дает основу в виде количественных данных (фактов) для управления, ведь одним из принципов систем управления качеством ISO серии 9000 является принцип оценивания, основанного на фактах.

В квалиметрии, при оценке качества различных объектов важное место занимает вид зависимости между измеренным показателем качества и его оценкой на безразмерной шкале, так как показатели качества не всегда распределены равномерно и не всегда имеют линейную математическую зависимость с их оценкой. Но для управления процессом

часто приходится применять статистические методы оценивания и управления, где, в качестве основной информации необходимо знать не закон распределения показателя качества в его единицах измерения, а знать закон распределения его оценок на безразмерной шкале.

**Обзор литературы.** С классификации методов комплексной оценки качества, наиболее широко используются такие виды зависимостей - линейная, нелинейная, и зависимость, не выражена в явном виде. В рамках данной статьи остановимся на нелинейных зависимостях, так как они соответствуют идеологии процесса оценки качества и могут быть универсальными для оценки объектов различной природы.

Разработка объективных математических зависимостей - трудоемкое и актуальная задача, которая требует глубокого и всестороннего исследования объекта, чем можно объяснить то, что в большинстве существующих методиках оценки качества используются достаточно приближенные формулы, которые слабо отражают главные идеологические принципы процесса оценки качества [1, 2].

В методике Харрингтона математическая зависимость оценки показателя качества определяется экспоненциальной функцией, которая соответствует распределению экстремальных значений в выборках случайных величин. Главным недостатком при применении такого вида функций является то, что используется однотипный вид зависимости для оценки разнородных показателей качества.

В работах [4 - 6] в качестве зависимости для перевода разноразмерных показателей качества в безразмерную величину брали за основу тоже экспоненциальный вид зависимости, и, используя принцип ее симметрии, получали пять зависимостей, что давало возможность выбора, сделать оценку жесткой, или ослабить ее.

Авторами [7, 8] для оцінки систем управління якістю підприємств і її процесів були використані такі види залежностей, який учивав тільки дійсне (вимірне значення показателя якості процесу), його мінімально - допустиме і максимально - допустиме значення і параметр форми, змінення якого дозволяло зробити оцінку жорсткої, або ослабити її. Так, наприклад, якщо параметр форми змінювати від 0,1 до 1 з кроком 0,1, то функції будуть вигнутими вгору. Якщо параметр форми змінювати від одиниці до десяти з кроком 1, то функції будуть вигнутими вниз. Такі функції успішно застосовувалися для оцінювання об'єктів різної природи із-за їх простоти, але недоліком є секрет вибору коефіцієнта форми.

Незважаючи на те, що існують різні функції для отримання оцінок якості різних об'єктів оцінювання, поки немає досліджень закономірностей, отриманих оцінок, як випадкової величини, що є умовою для застосування статистичних методів оцінювання і управління якістю. Тому завданням даної статті є знаходження універсальної математичної залежності між показателями якості об'єкта і їх оцінкою на безрозмірній шкалі і вивчення закону їх розподілу, як випадкової величини.

## Основной материал

Проведя аналіз існуючих нелінійних залежностей між вимірним показателем якості і його оцінкою на безрозмірній шкалі і враховуючи їх перераховані недоліки пропонується новий вид залежності, який позбавлений перерахованих недоліків і має вигляд:

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

де коефіцієнти  $a$  і  $b$  знаходяться із умов:

$$f(Q_{\min}) = A, \quad f(Q_{\max}) = B,$$

де  $(Q_{\min})$  – мінімально – допустиме значення показателя якості;  $(Q_{\max})$  – максимально - допустиме значення показателя якості. Отсюда:

$$b = b_1^{1/((Q_{\min} - Q_{\max})k)},$$

де  $b_1 = (1 - B)A / ((1 - A)B)$ .

Коефіцієнт  $a$  знаходиться таким чином:

$$a = ((1 - A) / A) \cdot b^{kQ_{\min}}.$$

Залежність (1) має точку перегибу при

$$q_{\text{пер}} = \ln a / (k \ln b)$$

Параметр  $k$  впливає на зсув точки перегибу вздовж осі ОХ. Змінюючи  $k$ , можна керувати вигнутістю функції (1) і, таким чином, отримувати різні оцінки при однакових результатах вимірювань показателя якості.

В графічному вигляді залежність (1) при  $k = 1$ , показана на рис. 1.

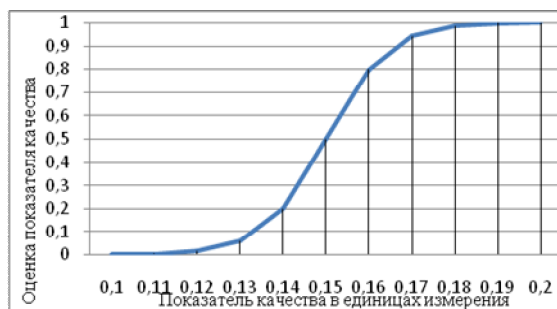


Рис. 1. Вид зависимости (1)

На рис. 1 показаний показник якості вибраний умовно, який змінюється від 0,1 до 0,2 з кроком 0,01, щоб наочно показати вигляд залежності (1). Незалежно від одиниць вимірювань і від класів значень показателя якості на осі ОХ, вигляд і форма залежності не будуть змінюватися. До зміни приведе змінення параметра форми –  $k$ . Як вибрати даний параметр, це мета подальших досліджень.

Із рис. 1 видно, що залежність (1) нелінійна, відповідно значення на осі ОУ будуть розподілені з іншою функцією густоти, ніж вимірні значення показателя якості на осі ОХ. Для перевірки, який вигляд має густина розподілу оцінок показателя якості застосовували метод Монте-Карло. Кількість випадкових величин приймали  $n=200$ . Результати моделювання отримані наступні. При нормальному законі розподілу випадкових величин показателя якості гістограма розподілу їх оцінок на безрозмірній шкалі показана на рис. 2.

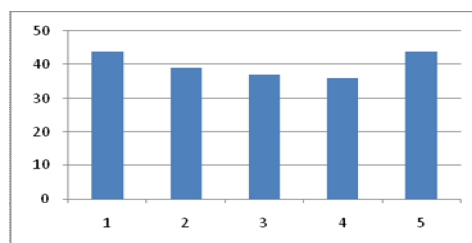


Рис. 2. Гистограмма распределения оценок показателя качества, смоделированного за нормальным законом распределения

При законі розподілу рівної ймовірності випадкових величин показателя якості гістограма розподілу їх оцінок на безрозмірній шкалі показана на рис. 3.

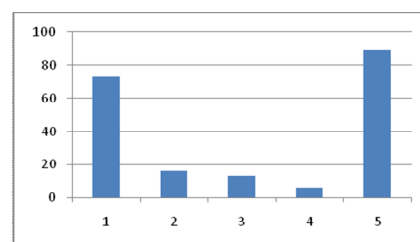


Рис. 3. Гистограмма распределения оценок показателя качества, смоделированного по равномерному закону

Анализ гистограмм позволяет выдвинуть гипотезы, что при моделировании показателей качества методом Монте-Кардоза нормальным законом распределения, закон распределения их оценок на безразмерной шкале близок к закону равной вероятности, а при моделировании показателей качества за законом равной вероятности, близок к закону арксинуса.

Доказывать выдвинутые гипотезы можно разными способами. Один из способов основан на математическом анализе, в основе которого лежит подбор подходящей функции для описания эмпирического распределения. Для определения того, насколько правильно эта функция описывает опытное распределение, используются различные критерии согласия (Пирсона, Колмогорова, Мизеса и др.). Второй подход основан на том, что каждому теоретическому закону распределения соответствует вполне определенные условия функционирования технологических процессов. Зная эти условия, можно найти соответствующие им законы распределения.

Еще один способ заключается в определении типа кривой Пирсона, к которым относится распределение таких величин. Как известно, Распределение Пирсона полностью определяется первыми четырьмя моментами. Поэтому достаточно найти коэффициент асимметрии и коэффициент эксцесса, чтобы определить тип этой кривой. При больших выборках вычисление оценок  $b_1$  и  $b_2$  не составляет труда:

$$\sqrt{b_1} = \mu_3^* / (\mu_2^*)^{3/2}; \quad b_2 = \mu_4^* / (\mu_2^*)^2,$$

$$\mu_k^* = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^k,$$

где  $\bar{X}$  – выборочное среднее значение величины оценки контролируемого показателя качества.

Используя массовые испытания по измерению действительных значений показателей качества объектов различной природы и получая их оценки на безразмерной шкале, можно исследовать их законы распределения, как случайной величины, что позволит эффективно оценивать и управлять качеством объектов различной природы с помощью статистических методов.

#### ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗСІЮВАННЯ БЕЗРОЗМІРНІ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ОБ'ЄКТІВ РІЗНОГО ПРИРОДИ

Н.І. Кім, Р.М. Тріщ

*Пропонується універсальна математична залежність між вимірним показником якості об'єктів різної природи і його оцінкою на безрозмірною шкалою, яка враховує тільки максимально допустимий і мінімально допустиме значення показника якості об'єкта і може застосовуватися як для оцінки якості продукції, так і для оцінки якості процесів, послуг та ін. Побудовано гістограми, вид яких дозволяє висунути гіпотези, що при моделюванні показників якості за нормальним законом розподілу, закон розподілу їх оцінок на безрозмірною шкалою близький до закону рівної ймовірності, а при моделюванні показників якості за законом рівної ймовірності, близький до закону арксинуса.*

**Ключові слова:** якість, безрозмірні показники, оцінка, продукція, процеси.

#### LAWS OF DISPERSION QUALITY INDICATORS DIMENSIONLESS OBJECTS OF DIFFERENT NATURE

N.I. Kim, R.M. Trishch

*Proposed a universal mathematical relationship between the measured indicator of quality of objects of different nature and assessment on a dimensionless scale, 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, services and others. histograms, whose form allows you to put forward the hypothesis that the modeling of the quality indicators for the normal distribution law, the law of distribution of their assessments on a dimensionless scale similar to the law of equal probability, and in modeling the quality indicators for the law of equal probability, close to the arc sine law.*

**Keywords:** quality, dimensionless figures, evaluation, products, processes.

## Вывод

Предлагается зависимость между измеренным показателем качества и его оценкой на безразмерной шкале, которую можно считать универсальной, так как она 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, услуг и др. Используя метод Монте-Карло построили гистограммы, вид которых позволяет выдвинуть гипотезы, что при моделировании показателей качества за нормальным законом распределения, закон распределения их оценок на безразмерной шкале близок к закону равной вероятности, а при моделировании показателей качества за законом равной вероятности, близок к закону арксинуса.

## Список литературы

1. Азгальдов Г.Г. О кваліметрії / А.А. Азгальдов, Э.П. Райхман. – М.: Изд-во стандартов, 1973. – 172с.
2. Томашевский А. Попытка количественной оценки критериев качеств измерительных приборов / А. Томашевский // *Potary, automatyko, kontrolia*. – 1966. – № 12. – С. 8-9.
3. Harrington E. C. Jr. The desirability Function / E. C. Jr. Harrington // *Industrial Quality Control*, 1965 – P. 494-498.
4. Трищ Р.М. Обобщенная 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 „ХПИ”*. – Х.: НТУ „ХПИ”, 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 / Трищ Г.М. – Харків, 2014. – 162 с.
7. Горбенко Н.А. Розробка методології оцінювання процесів систем управління якістю підприємств з урахуванням вимог міжнародних стандартів : дис. канд. техн. наук : 05.01.02 / Горбенко Н.А. – Харків, 2014. – 165 с.
8. Катрич О.О. Розвиток кваліметричних методів оцінювання процесів систем управління якістю підприємств відповідно до вимог міжнародних стандартів : дис. канд. техн. наук : 05.01.02 / Катрич О.О. – Харків, 2014. – 166 с.

Надійшла до редколегії 16.10.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.С. Гордеев, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, Харків.