

УДК 658.62.018.012

Н.И. Ким<sup>1</sup>, А.Н. Денисенко<sup>2</sup>, А.Р. Трищ<sup>1</sup><sup>1</sup> Українська інженерно-педагогічна академія, Харків<sup>2</sup> ТОВ «ПРОМСТАНДАРТ», Київ

## КВАЛИМЕТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНИВАНИЮ КАЧЕСТВА ОБЪЕКТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ СТАТИСТИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

*Рассмотрен квалиметрический подход к оцениванию объектов различной природы с применением статистических методов. Под объектами различной природы понимается продукция, услуга, изделие, вещество, процесс и все, что подлежит оцениванию с целью управления его качеством. Перечислены существующие математические зависимости, позволяющие переводить разноразмерные показатели качества разнородных объектов в безразмерную величину. Предложен пошаговый алгоритм процесса определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале, который в себя включает два направления, в зависимости от количества и вида существующей информации о случайной величине. Показана методика определения закона распределения случайной величины с использованием кривых Пирсона.*

**Ключевые слова:** объект различной природы; функция желательности; безразмерная шкала; кривые Пирсона.

### Введение

Оценкой качества объектов различной природы занимается наука – квалиметрия, которая изучает их оценивание в количественном выражении с целью получения информации, необходимой для принятия решения о дальнейшем управлении их качеством.

Под объектами различной природы (объект) будем понимать продукцию, услугу, изделие, вещество, процесс или все, что подлежит оцениванию с целью управления его качеством. В квалиметрии, при оценке качества 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. Для управления качеством объекта 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. Еще одним важным источником информации при применении статистических методов являются эффективные оценки параметров законов распределения показателей качества, что требует проведения исследований различными методами и определения наиболее подходящих для каждого отдельного случая.

**Обзор литературы.** В квалиметрии, для оценивания объектов, наиболее широко используются такие виды математических зависимостей между измеренными показателями качества и их оценкой – 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. В большинстве существующих методиках оценки качества объектов с применением нелинейных математических зависимостей, используются приближенные формулы, которые применимы для каждого отдельного объекта и не являются универсальными [1, 3]. В работах [4 – 6] в качестве математических зависимостей использовали двойное экспоненциальное распределение, известное как функция желательности Харрингтона и, используя принцип ее симметрии, получали пять зависимостей, что давало возможность выбора, сделать оценку жесткой, или ослабить ее, то есть пытались сделать ее более универсальной. Авторами [7, 8] для оценки систем управления качеством предприятий и ее процессов был применен такой вид зависимостей, который учитывал только действительное (измеренное значение показателя качества объекта) и его предельно-допустимые значение и параметр формы, изменение которого позволяло сделать оценку жесткой, или ослабить ее. Они применялись для оценивания объектов из за их простоты, но недостатком является неопределенность выбора параметра формы.

В работе [9] предложена универсальная математическая зависимость между измеренным показателем качества объектов и его оценкой на безразмерной шкале, которая учитывает только максимально допустимое и минимально допустимое значение показателя качества объекта. 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.

Поэтому *задачей данной статьи* является предложение алгоритма оценивания закономерностей распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале, как случайной величины, с целью дальнейшего решения практических задач по управлению их качеством.

### Основной материал

Для определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале существует несколько подходов. Первый основан на математическом анализе, в основе которого лежит подбор подходящей математической функции для описания эмпирического распределения. Для определения того, насколько правильно эта функция описывает эмпирическое распределение, используются различные критерии согласия (Пирсона, Колмогорова, Мизеса и др.). Второй подход основан на том, что каждому теоретическому закону распределения показателей качества объектов, как случайных величин соответствуют определенное физическое объяснение характера данного рассеивания. Зная эти условия, можно найти соответствующие им законы распределения. И первый, и второй подход не всегда возможно применить, так как

для первого подхода необходимо большие объемы статистической информации, и согласие эмпирических распределений с теоретическими не гарантирует адекватности закона. Второй подход требует полной априорной определенности, что практически всегда отсутствует, так как характер рассеивания постоянно меняется, а процесс изменения - нестационарен.

Для решения этой задачи – определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале необходимо применить комплекс различных методов на разных этапах ее решения в зависимости от количества существующей статистической информации. Необходимо максимально эффективно использовать существующую информацию за счет применения комплекса методов и методик, дополняющих друг друга информацией и сужая поле неопределенности при решении поставленной задачи. На рис. 1 представлен алгоритм определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале. Из алгоритма (рис. 1) видно, что для определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале необходимо иметь определенность в части знания физической сущности

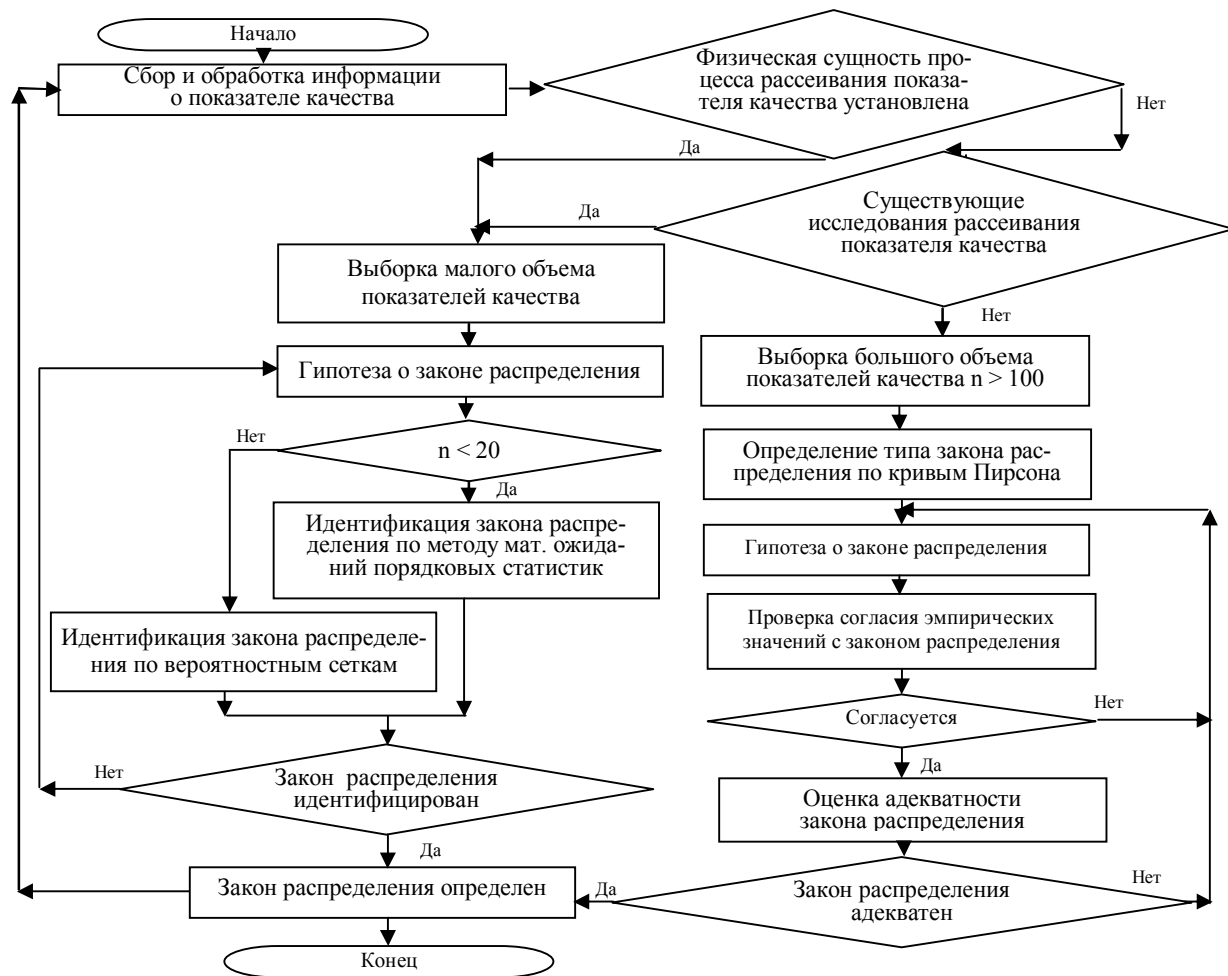


Рис. 1. Алгоритм процесса определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале

процесса распределения показателей качества, или существующих исследований, проведенных ранее на массовых экспериментах. В случае отсутствия такой информации, задачу необходимо решать другим путем, и начинать ее решение нужно из определения типа кривой Пирсона, к которым относится распределение таких величин.

Известно, что распределения Пирсона полностью определяется первыми четырьмя моментами, поэтому достаточно найти коэффициент асимметрии и коэффициент эксцесса, чтобы определить тип кривой. Таким образом, если вдоль осей декартовой системы координат откладывать отрезки, отвечающие величинам  $b_1$  и  $b_2$ , то в плоскости различным типам кривых Пирсона будут соответствовать области, кривые и точки. На рис. 2 представлена область плоскости ( $b_1$  и  $b_2$ ), где  $b_1$  - квадрат коэффициента асимметрии,  $b_2$  - коэффициент эксцесса.

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

$\mu_k^*$  - оценка центрального момента случайной величины  $k$  - го порядка, которая имеет вид:

$$\mu_k^* = \frac{1}{n-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^k ,$$

где  $n$  - объём выборки и  $\bar{x}$  - выборочное среднее значение величины оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале. Нахождение по эмпирическим значениям оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале  $b_1$  и  $b_2$  позволит выдвинуть гипотезу о предполагаемом законе распределения. Для проверки гипотезы можно применить такие математические методы, как критерий Колмогорова,  $\chi^2$ -Пирсона, и др. Использование классических критериев согласия, позволяет решить только задачу - противоречит или нет та или иная гипотеза экспериментальной функции распределения показателей качества, как случайной величины. Недостатком такого подхода является то, что непроворочие не значит адекватность, поэтому для выяснения адекватности модели распределения целесообразно использовать

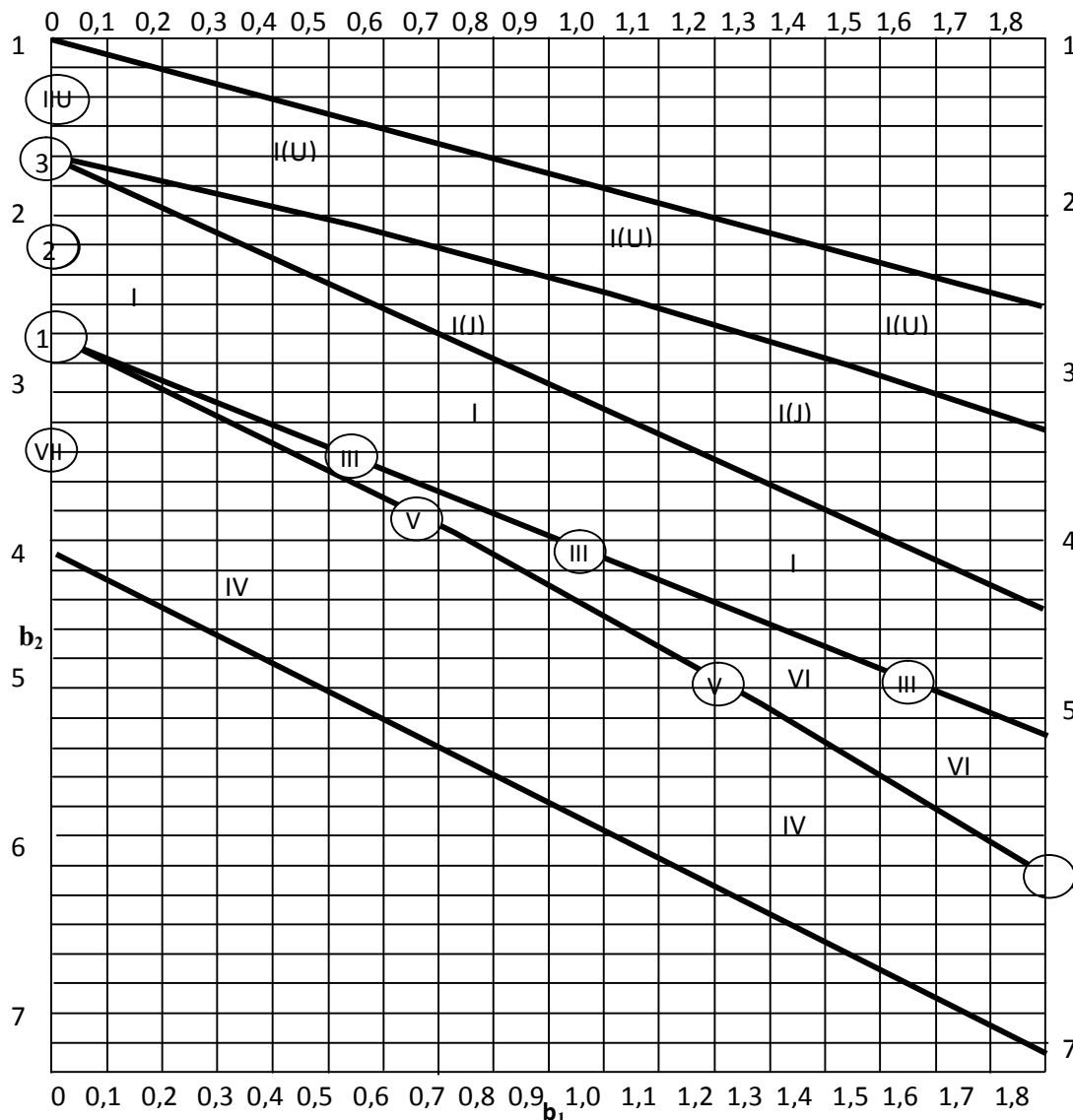


Рис. 2. Области в плоскости ( $b_1$  и  $b_2$ ) для различных законов распределений

специальные эмпирические характеристики, чувствительные к краям функции распределения случайной величины. Такими характеристиками могут быть  $\lambda$  – характеристика и  $\mu$  – характеристика. Форма таких кривых как « $\lambda$  - характеристика» и « $\mu$  - характеристика», установленная по опытным данным, является одним из существенных оснований для выбора того или иного аналитического типа функции распределения. Сущность методики применения чувствительных характеристик заключается в том, что существуют их теоретические кривые для различных законов распределения. Необходимо построить эмпирические кривые и совместить их с теоретическими. Если они похожи за своим характером и достаточно близки, то закон распределения можно считать адекватным. Методика применения чувствительных характеристик для определения закона распределения представлена в работе [10] и может быть использована для проверки адекватности закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале.

## Выводы

Рассмотрен квалиметрический подход к оцениванию объектов различной природы с применением статистических методов. Перечислены существующие математические зависимости, позволяющие переводить разноразмерные показатели качества разнородных объектов в безразмерную величину и изучены их достоинства и недостатки. Предложен пошаговый алгоритм процесса определения закона распределения оценок показателей качества объектов на безразмерной шкале, который в себя включает два направления, в зависимости от количества и вида существующей информации о случайной величине. Показана методика определения закона рас-

пределения случайной величины с использованием кривых Пирсона.

## Список літератури

1. Азгальдов Г. Г. О квалиметрии / А. А. Азгальдов, Э. П. Паїхман. – 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 „ХПИ”*, 2006. – Вип. 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. – Х., 2014. – 166 с.
9. Н.И. Ким. Закономерности рассеивания безразмерных показателей качества объектов различной природы. / Н.И. Ким, Р.М. Трищ. // *Системы управління навігації та зв'язку*. – 2016. - №4(40). – С. 143 – 145.
10. Трищ Р.М. Развитие научных основ управления качеством в машиностроении в условиях ограниченного количества информации: Дисс. ... д-ра техн. наук. / Р.М. Трищ. - Х. : УИПА, 2007. - 323 с.

Надійшла до редколегії 15.04.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Б. Кононов, Харківський національний університет Повітряних Сил, Харків.

## КВАЛІМЕТРИЧНИЙ ПІДХІД ДО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ОБ'ЄКТІВ РІЗНОГО ПРИРОДИ СТАТИСТИЧНИМИ МЕТОДАМИ

Н.І. Кім, А.М. Денисенко, А.Р. Трищ

*У статті розглянуто кваліметричний підхід до оцінювання об'єктів різної природи із застосуванням статистичних методів. Під об'єктами різної природи розуміється продукція, послуга, виріб, речовина, процес і все, що підлягає оцінюванню з метою управління його якістю. Перераховано існуючі математичні залежності, що дозволяють переводити різнорозмірні показники якості різнорідних об'єктів в безрозмірну величину і вивчені їх переваги і недоліки. Запропоновано покроковий алгоритм процесу визначення закону розподілу оцінок показників якості об'єктів на безрозмірну шкалою, який в себе включає два напрямки, в залежності від кількості та виду існуючої інформації про випадковій величині. Показана методика визначення закону розподілу випадкової величини з використанням кривих Пирсона.*

**Ключові слова:** об'єкт різної природи; функція бажаності; безрозмірна шкала; криві Пирсона.

## QUALIMETRIC APPROACH TO ESTIMATE THE QUALITY OF OBJECTS OF VARIOUS NATURE BY STATISTICAL METHODS

N.I. Kim, A.M. Denisenko, A.R. Trishch

*The article considers a qualimetric approach to the estimation of objects of different nature using statistical methods. Objects of a different nature are products, services, products, substances, processes and all that are subject to evaluation in order to manage its quality. The existing mathematical dependencies are listed, which allow to translate different-sized indicators of the quality of heterogeneous objects into a dimensionless quantity and study their advantages and disadvantages. A step-by-step algorithm is proposed for determining the law of distribution of estimates of object quality indicators on a dimensionless scale, which includes two directions, depending on the number and type of existing information about the random variable. The technique for determining the distribution law of a random variable using the Pearson curves is shown.*

**Keywords:** object of different nature; Desirability function; Dimensionless scale; Pearson curves.