Ламнауэр Н.Ю., канд. техн. наук, доц.
Украинская инженерно-педагогическая академия

РАСЧЕТ ОБОБЩЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ КАЧЕСТВА ДЕТАЛИ

lamnaouernatali@mail.ru

Повышение качества продукции машиностроения является актуальной проблемой в современных условиях рынка. Основная задача технологии машиностроения, как науки, состоит в разработке теории технологического обеспечения и в повышении качества изделий машиностроения. Высокое качество продукции машиностроения может быть достигнуто благодаря применению новых методов управления качеством.

В статье уделено внимание научно-техническим методам управления качеством продукции, в состав которых входят вероятностно-статистические методы. Эти методы имеют большую популярность при оценке качества изделий машиностроения.

Исследования показали, что применение предложенного метода расчета обобщенного показателя качества детали с использованием дискретной смеси нормализированных асимптотических распределений наименьшего и наибольшего значений первого типа, дает более высокую точность оценки по сравнению с используемыми ранее методами.

Ключевые слова: *качество, управление, деталь, оценка, вероятностно-статистические методы.*

Введение. Качество изделия зависит от многих факторов и имеет множество показателей. [1]. Оценка качества деталей выполняется по показателям качества. Однако многие из них имеют разную размерность. Приведение показателей качества к безразмерному показателю проводилось Харрингтоном [2]. Для расчета обобщенного показателя качества применяются оценки средневзвешенного арифметического, средневзвешенного геометрического или средневзвешенного гармонического показателя качества [3]. Использование коэффициентов весомости, которые определяются экспертным путем и со временем меняются, приводит к необъективной оценке качества [4].

Так как метод Харрингтона даёт заниженное значение параметра качества, то наряду с нормализированным асимптотическим распределением наибольшего значения первого типа применим распределение наименьшего значения первого типа [5].

Методология. Метод расчета обобщенного показателя качества детали строится на основе расчетных формул, которые получены с использования вероятностно-статистических методов.

Основная часть. Харрингтон [2] предполагает, что полученные значения, которые выявляются с помощью экспертных и не экспертных оценок показателя качества, явно завышены. Поэтому может быть применено предельное асимптотическое распределение первого типа [5]:

$$\Phi_1(x) = \exp(-\exp(-x)) \quad (-\infty < x < \infty) \qquad (1)$$

Это нормализированное распределение не имеет параметров. Поэтому возможен достаточно простой переход от значения параметра к вероятности, которая определяет качество объекта. Это позволяет привести показатели качества для их оценок к общей безразмерной единице измерения в относительных величинах.

Поскольку вероятность попадания случайной величины в интервал (-3;3) для модели (1) равна 0,951, то, по Харрингтону [2], максимальное значение соответствует числу 3, а минимальное -3.

Перерасчет нормированной величины x предлагаем провести через значение параметра качества в натуральных единицах измерения величины R по формуле деления отрезка в данном отношении [6]:

$$x = (-3 + 3\lambda) / (1 + \lambda),$$

где $\lambda = (R - \min R) / (\max R - R)$, и max$R$, min$R$ – соответственно минимальная и максимальная экспертная оценка показателя качества.

Расчет показателя качества детали по полученным значениям геометрически представлен на рисунке 1.

Предполагая, что это значение параметра качества явно занижено, также можно применить предельное нормализованное асимптотическое распределение наименьшего значения первого типа [5]:

$$\Phi_2(x) = 1 - \exp(-\exp(x)) \quad (-\infty < x < \infty). \quad (2)$$

Применение данного распределения даст нам завышенную оценку качества объекта. Отметим, что не всякие распределения одновременно могут иметь асимптотическое распределение наибольшего и наименьшего значения первого типа. Но такие распределения существуют, так, например, это нормальное и ряд других [7].

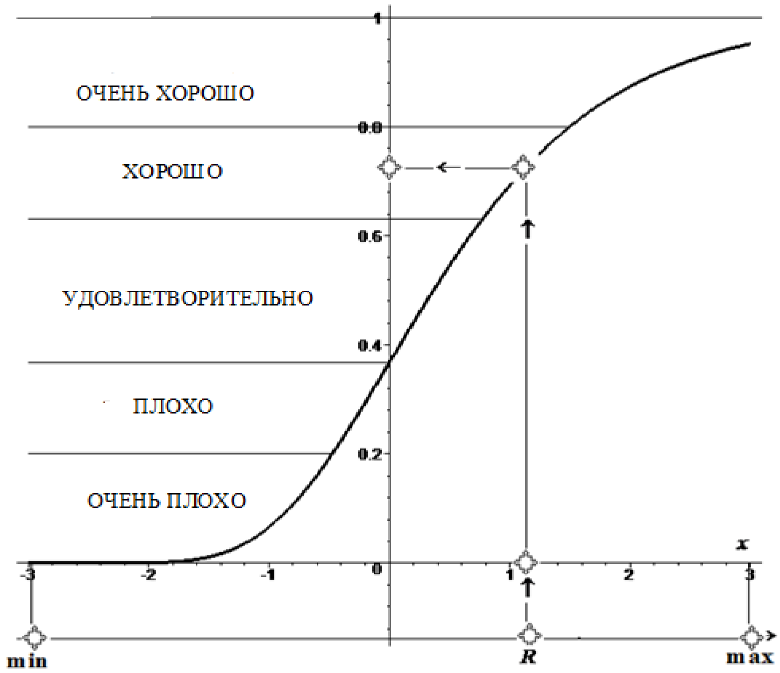

Рис. 1. Геометрическое представление оценки параметра качества детали по методу Харрингтона с применением аффинных преобразований

Для ограниченных распределений случайная переменная имеет верхнюю и нижнюю границы, которая, тем самым, служит верхней границей для наибольшего значения, или нижней границей для наименьшего.

Принимая, что качество параметра имеет асимптотическое распределение наибольшего и наименьшего значения первого типа, получаем как завышенное, так и заниженное значение качества детали, то есть интервал качества при любой допустимой гарантии. Задаваясь разной гарантией или долей необходимого качества детали, возможна точечная его оценка. Получение данной оценки использует дискретную смесь и ее свойства [8]. В этом случае при заданной или найденной доле необходимого качества p, где $0 \le p \le 1$, имеем оценку показателя качества K_j

$$K_j = p \cdot \exp(-\exp(-x)) + (1-p) \cdot (1 - \exp(-\exp(x))) . \quad (3)$$

На рисунке 3.2 представлены графики показателя качества K_j при разных значениях доли качества p.

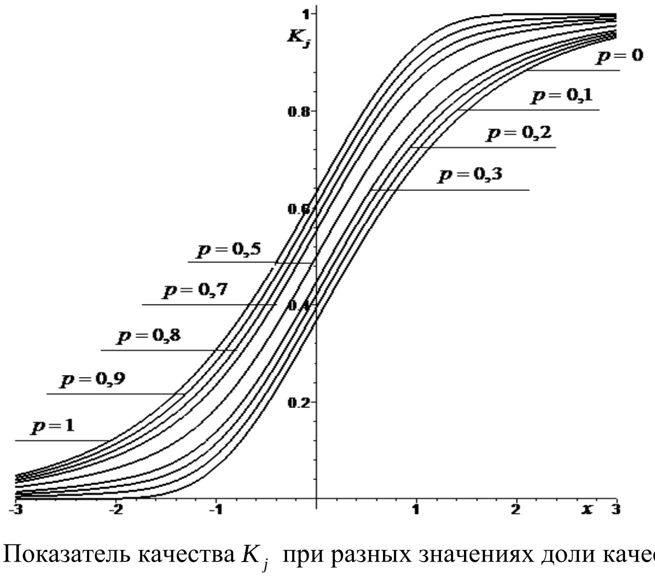

Рис. 2. Показатель качества K_j при разных значениях доли качества p

Отметим, что дискретная смесь распределений случайных величин (3) есть функция распределения [8]. Отсюда имеем, что данная функция распределения случайной величины X имеет плотность распределения:

$$f(x) = p\cdot\exp(-x-e^{-x}) + (1-p)\cdot\exp(x-e^{x}) \quad (4)$$

На рисунке 3 представлен график модели (4) при $p = 0,1$

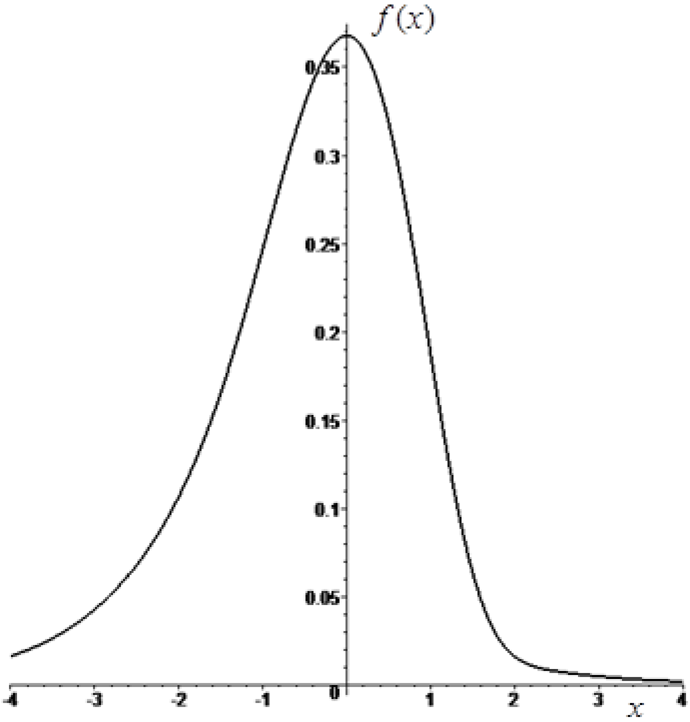

Рис. 3. График плотности распределения (4) при параметре $p = 0,1$.

Для полученной модели (3) найдем числовые характеристики.

Так как для предельного распределения наибольшего члена выборки (1) математическое ожидание: $M(X) = C$ - (постоянная Эйлера) =0,5772157…, а дисперсия: $D(X) = \pi^2/6 - C^2$ [9], то для модели (4) с использованием дискретной смеси математическое ожидание:

$$M(X) = pC - (1-p)C \quad (5)$$

Параметр p может быть найден по методу моментов, где математическое ожидание $M(X)$ приравнивается к выборочному среднему $\bar{x} = \sum_{i=1}^{l} x_i / l$, l - число экспериментов показателя качества.

Отсюда, оценка линейного коэффициента p имеет вид:

$$p = \frac{\bar{x} + C}{2C} \quad (6)$$

Для нахождения верхней и нижней границы нормированного значения x по одному эксперименту, с надежностью 0,99 примем, что $p = 0,5$, так как не может быть как сверх плохого, так и сверх хорошего качества. Для этого решим уравнение:

$$(\exp(-\exp(-x)) + 1 - \exp(-\exp(x)))/2 = 0,99$$

Решение данного уравнения дает нам значение x=3,901938658. Отсюда имеем, что практический интервал изменения значения x имеет вид: (-3,9;3,9). Данный интервал можно пересчитать, если будет найдено p из решения уравнения:

$$p\cdot\exp(-\exp(-x)) + (1-p)\cdot(1 - \exp(-\exp(x))) = 0,99 \quad (7)$$

Для нахождения нормированного значения случайной величины по одному эксперименту применяем аффинные преобразования [6], которые сохраняют отношение деления отрезка в данном отношении:

$$x = (-3,9 + 3,9\lambda)/(1+\lambda). \quad (8)$$

Для нескольких экспериментов показателя качества нормированного значения случайной величины x в формуле (8) заменяем число 3,9 на число, полученное из решения уравнения (7).

Отсюда, применяя формулы (1), (2) и найденное x по формуле (8), находим интервальную оценку качества фактора, а применяя формулу (3) - точечную оценку качества.

Получив формулу для определения обобщенного показателя качества с использованием дискретной смеси, можно предложить метод его расчета:

1. С использованием принципа Парето [10] выявить наиболее влияющие на качество изделия его параметры.

2. Для оценки каждого показателя предлагается провести 3 эксперимента.

3. По формуле $\overline{x} = \sum_{i=1}^{3} x_i / 3$ найти среднее значение каждого из показателей качества.

4. По формуле $p = \dfrac{\overline{x} + C}{2C}$ найти линейный коэффициент для оценки каждого показателя K_j.

5. Применяя формулу деления отрезка в данном отношении, определить нормированные значения x для каждого показателя.

6.Подставить полученные данные в формулу:

$$K_j = p \cdot \exp(-\exp(-\overline{x})) + (1-p) \cdot (1 - \exp(-\exp(\overline{x})))$$

и получить K_j

7.Оценить комплексный показатель качества с использованием формулы $K = \sqrt[m]{\prod_{j=1}^{m} K_j}$, где m - количество показателей качества детали или по формуле $K = \min_{1 \le j \le m} K_j$.

Выводы. В ходе проведения исследований было предложено для оценки обобщенного показателя качества детали применять расчетную формулу с использованием дискретной смеси нормализированных асимптотических распределений наименьшего и наибольшего значений первого типа. Получена оценка линейного коэффициента для формулы дискретной смеси с использованием метода моментов. Используя полученные результаты, предложен метод оценки обобщенного показателя качества детали, обеспечивающий высокую точность оценки. Все это позволяет решать задачи, связанные с управлением качества в машиностроении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лавриненко М.З. Технология машиностроения и технологические основы автоматизации. К: «Вища школа», 1982. 320 с.

2. Harrington, E.C. The Desirability Function. Industrial Quality Control, April 1965. С. 494-498.

3. Шор Я.Б. Методы комплексной оценки качества продукции. М: «Знание»,1971. 57 с.

4. Ламнауэр Н.Ю. Обобщенный показатель качества сборки изделия // Машинобудування. Збірник наукових праць. Українська інженерно-педагогічна академія. 2010. №6. С. 206-215.

5. Гумбель Э. Статистика экстремальных значений. М: Мир. 1965. 450 с.

6. Смирнов Ю.М. Курс аналитической геометрии. Издательство: Едиториал УРСС, 2011г. 222 с. ISBN: 978-5-354-01400-2.

7. Кендалл М., Стьарт А. Теория распределений: Пер. с англ./ Под ред. А.Н. Колмогорова. М.: «Наука». Главная редакция физ.-мат.литературы. 1966. 588 с.

8. Пугачев B.C. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб. пособие. - 2-е изд., исправл. и доп. М.: Физматлит, 2002. 496 с. ISBN: 5-9221-0254-0.

9. Дейвид Г. Порядковые статистики. М: Наука.1979. 337с.

10. Ефимов В.В. Управление качеством: Учеб. пособие. Ульяновск: УлГТУ. 2000. 141 с. ISBN 5-89146-168-4.