

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО
КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НА ЕЕ КАЧЕСТВО**

Н. В. МЯСИЩЕВ

32 Государственный научно-исследовательский испытательный институт
МО РФ, Мытищи, Россия, e-mail: nmayysishev@gmail.com

Предложена количественная мера качества технической системы. Получены математические модели, устанавливающие ее зависимость от вероятностей ошибочных решений при контроле технической системы.

Ключевые слова: *техническая система, качество, допуск, контроль.*

Quantitative measure of quality of technical system is proposed. The mathematical models, establishing dependence of erroneous decisions at the control of technical system, are received.

Key words: *technical system, quality, tolerance, control.*

Под качеством в общем случае понимают степень соответствия присущих характеристик требованиям [1], которые могут выдвигать как непосредственные заказчики (потребители) технической системы (ТС), так и другие заинтересованные стороны. Очевидно, что характеристики ТС должны максимально соответствовать предъявляемым к ним требованиям, поэтому мерой ее качества может служить отклонение фактических значений характеристик от требуемых. Однако значения большей части характеристик нельзя определить непосредственно при измерениях, поэтому при проектировании ТС выбирают совокупность контролируемых параметров, функционально связанных с характеристиками, которые можно измерить известными методами [2]. Как правило, определяют номинальное значение каждого контролируемого параметра, при котором характеристика ТС полностью соответствует требованиям, и пределы допустимых значений, в рамках

которых ухудшение характеристики еще приемлемо для потребителя. Проводя периодический контроль нахождения параметров в пределах допустимых значений, потребитель может судить о качестве ТС и предпринимать, в случае необходимости, корректирующие действия.

Известно [3], что из-за погрешности измерения параметров ТС в процессе контроля возможны ошибки 1-го и 2-го рода. Ошибка 1-го рода α заключается в принятии решения по результатам контроля, что параметр ТС (а следовательно, и ее характеристика) лежит вне пределов допустимых значений, тогда как в действительности он находится в пределах допуска. Ошибка 2-го рода β , наоборот, заключается в принятии решения по результатам контроля о нахождении параметра в пределах допуска, хотя в действительности он выходит за его пределы.

Ошибка 1-го рода вынуждает пользователя выполнять корректирующие действия по поиску и устранению несуществующего отказа ТС, что в общем случае приводит к дополнительным затратам на ее эксплуатацию и тем самым снижает качество (экономическую эффективность). Кроме того, ошибки 1-го рода влекут за собой снижение такой важной характеристики ТС, как готовность к применению. В частности, в [2] отмечается, что коэффициент готовности существенно зависит от вероятности α , поскольку во время поиска несуществующего отказа ТС нельзя использовать по назначению.

Ошибка 2-го рода приводит к тому, что в процессе контроля не выявляется выход контролируемого параметра ТС за пределы допустимых значений, при этом ее продолжают применять по назначению. В таком случае несоответствие характеристики ТС требованиям становится неприемлемым, и пользователю необходимо определить степень риска при ее использовании, т. е. отклонение значения контролируемого параметра от предельно допустимого значения.

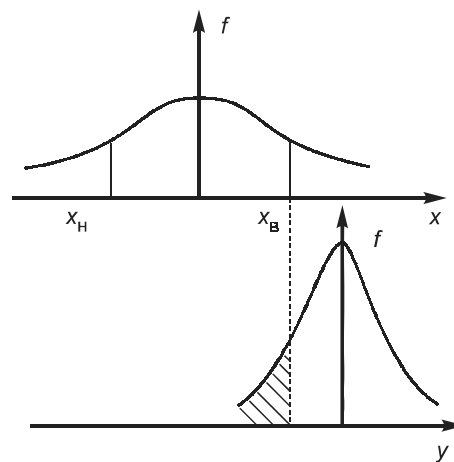


Рис. 1. Определение отклонения контролируемого параметра от его предельно допустимого значения при ошибке 2-го рода β

Пусть контролируемый параметр ТС имеет плотность распределения $f(x)$ с дисперсией σ_x^2 , а его значение для обеспечения приемлемого уровня качества должно находиться в пределах от x_n до x_b . Плотность распределения погрешности измерения параметра обозначим $f(y)$, а ее дисперсию – σ_y^2 . Для определения отклонения контролируемого параметра от его предельно допустимого значения в случае ошибки 2-го рода β можно использовать подход, сущность которого проиллюстрирована на рис. 1.

Рассмотрим ситуацию, когда значение контролируемого параметра ТС находится за пределами допуска (например, превышает величину x_b). Вследствие погрешности измерения параметра $f(y)$ существует вероятность того, что в результате контроля параметр ТС будет признан находящимся в допуске (заштрихованная область на рис. 1).

Условная плотность вероятности того, что случайная величина x , находящаяся за пределами допусков, по результатам контроля будет признана лежащей внутри интервала допуска, в соответствии с интегральной формулой Байеса определяется выражением [4]:

$$f(x_{н0}) = \begin{cases} f(x) \int_{x_n - x}^{x_b - x} f(y) dy & \text{при } x \notin [x_n; x_b]; \\ 0 & \text{при } x \in [x_n; x_b]. \end{cases}$$

Среднее значение случайной величины x вычисляется с учетом известных выражений для математического ожидания по формуле

$$\bar{x} = \int_{-\infty}^{\infty} |x| f(x_{н0}) dx.$$

На рис. 2 приведены графики, показывающие влияние отношения среднего квадратического отклонения (СКО) погрешности измерения σ_y к СКО контролируемого параметра σ_x при нормальных законах его распределения на относительное среднее откло-

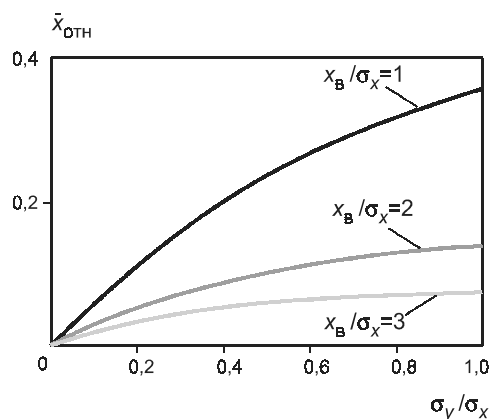


Рис. 2. Зависимость среднего относительного отклонения контролируемого параметра от отношения СКО погрешности измерения и контролируемого параметра

нение контролируемого параметра от его предельно допустимых значений при ошибке 2-го рода β в результате контроля. При этом среднее относительное отклонение рассчитывается по формуле

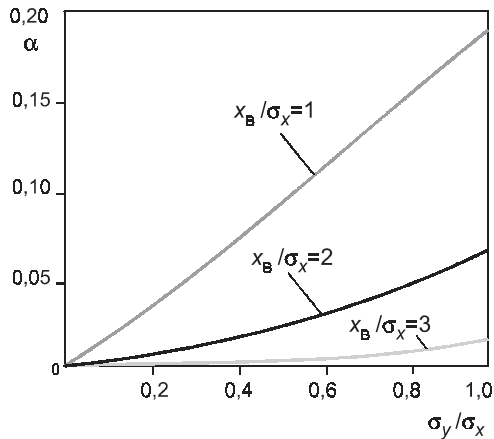


Рис. 3. Зависимость условной вероятности ошибки 1-го рода α при контроле параметров ТС от отношения СКО погрешности измерения и контролируемого параметра

и, следовательно, затраты на ее эксплуатацию увеличиваются при увеличении погрешности измерения, причем эта зависимость проявляется тем больше, чем меньше отношение предельно допустимого значения контролируемого параметра к его СКО.

ЛИТЕРАТУРА

1. **ГОСТ Р ИСО 9000—2001.** Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
2. **Сычев Е. И.** Метрологическое обеспечение радиоэлектронной аппаратуры (методы анализа): Учеб. пособие для вузов. М.: РИЦ «Татьянин день», 1994. С. 277.
3. **Пономарев Н. Н. и др.** Автоматическая аппаратура контроля радиоэлектронного оборудования (вопросы проектирования) /Под ред. Н. Н. Пономарева. М.: Сов. Радио, 1985.
4. **Вентцель Е. С.** Теория вероятностей. М.: 1958. С. 462.

Дата принятия 30.11.2010 г.

$$\bar{x}_{\text{отн}} = (\bar{x} - x_B) / x_B.$$

Как следует из рис. 2, это влияние тем больше, чем меньше соотношение между предельно допустимым значением контролируемого параметра и его СКО.

На рис. 3 представлены графики, иллюстрирующие зависимость условной вероятности ошибки 1-го рода α при контроле параметров ТС от отношения СКО погрешности измерения σ_y к СКО контролируемого параметра σ_x . Приведенные графики показывают, что вероятность ошибки 1-го рода при контроле ТС