



Институт Энергетики и Машиностроения
Кафедра Стандартизации, Сертификации и Метрологии

ДИСЦИПЛИНА «ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ИЗМЕРЕНИЙ»

ЛЕКЦИЯ 9. РЕЗУЛЬТАТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Ассоц. проф., PhD Бергалиева С.А.

s.bergaliyeva@satbayev.university

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

СТ РК 2.185-2010 РЕЗУЛЬТАТЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ. ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ. СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ ОБРАЗЦОВ ПРОДУКЦИИ И КОНТРОЛЕ ИХ ПАРАМЕТРОВ

Результат измерений: Значение величины, полученное путем ее измерения.

Погрешность результата измерений: Отклонение результата измерения от истинного (действительного) значения измеряемой величины.

Неопределенность измерений: Параметр, связанный с результатом измерений и характеризующий рассеяние значений, которые можно приписать измеряемой величине.

Испытание образца объекта: Экспериментальное определение значения отдельного параметра образца (пробы) материального объекта при заданных значениях параметров режима работы образца и параметров условий, в которых находится образец.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Если имеется информация о том, что хотя бы одно из указанных в 5.3 условий не выполнено, принимают другую аппроксимацию функции плотности распределения вероятностей погрешности измерений, более соответствующую решаемой измерительной задаче.

В качестве функции плотности распределения вероятностей составляющих погрешности измерений, для которых известны только пределы допускаемых значений, т.е. границы интервала, в пределах которых находится соответствующая составляющая погрешности измерений с вероятностью 1, при расчетах характеристик погрешности измерений принимают закон равномерной плотности, если отсутствует информация об ином виде распределения.

Для расчета характеристик погрешности измерений при проектировании или аттестации МВИ по *СТ РК 2.18* в общем случае используют:

- метрологические характеристики средств измерений, нормированные по ГОСТ 8.009;
- характеристики влияющих величин, определяющие условия измерений, в частности, условия применения средств измерений;
- характеристики объекта измерений, влияющие на погрешность измерений.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

Стандарт устанавливает следующие альтернативные вероятностные и статистические характеристики погрешности измерений:

- среднее квадратическое отклонение погрешности измерений;
- границы, в пределах которых погрешность измерений находится с заданной вероятностью; характеристики случайной и систематической составляющих погрешности измерений.

ПРИМЕЧАНИЕ 1 Возможны случаи, когда границам погрешности измерений приписывают вероятность, равную единице.

ПРИМЕЧАНИЕ 2 Математическое ожидание погрешности измерений не рассматривают в качестве характеристики погрешности измерений, так как оно представляет собой систематическую погрешность, и если ее значение известно, то на нее в результат измерений вводят поправку.

В качестве характеристик случайной составляющей погрешности измерений используют: среднее квадратическое отклонение случайной составляющей погрешности измерений и (при необходимости) нормализованную автокорреляционную функцию случайной составляющей погрешности измерений или характеристики этой функции.

В качестве характеристик систематической составляющей погрешности измерений используют: среднее квадратическое отклонение неисключенной систематической составляющей погрешности измерений или границы, в которых неисключенная систематическая составляющая погрешности измерений находится с заданной вероятностью (в частности, с вероятностью, равной единице).

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

При необходимости средние квадратические отклонения случайной и (или) неисключенной систематической составляющих погрешности измерений сопровождаются указанием принятой аппроксимации закона распределения вероятностей погрешности или его качественным описанием (например, симметричный, одномодальный и т. п.).

В случаях, когда результаты измерений (испытаний) используют (могут быть использованы) совместно с другими результатами измерений, а также при расчетах погрешностей величин, функционально связанных с результатами измерений (например, критериев эффективности, функций потерь, результатов косвенных измерений и др.), в качестве характеристик погрешности измерений применяют, в основном, точечные характеристики погрешности - средние квадратические отклонения погрешности.

В случаях, когда результаты измерений являются окончательными, пригодными для решения определенной технической задачи и не предназначены для совместного использования с другими результатами измерений и для расчетов, применяют, в основном, интервальные характеристики погрешности - границы, в пределах которых погрешность находится с известной (заданной) вероятностью.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

ПРИМЕР 1 Требования к погрешности измерений задают с целью ограничения потерь, вызываемых этой погрешностью. Функция потерь, вызванных погрешностью измерений, имеет квадратичный или V-образный вид. В этом случае погрешность измерений целесообразно задавать допускаемым значением среднего квадратического отклонения, т. к. именно эта характеристика однозначно связана с потерями (с математическим ожиданием потерь) независимо от вида распределения погрешности измерений.

ПРИМЕР 2 Оцениваемую погрешность измерений текущих (мгновенных) значений изменяющейся измеряемой величины используют для расчета погрешности средних величин или технико-экономических показателей за различные интервалы времени. В этом случае целесообразно оценивать следующие характеристики погрешности измерений текущих значений: среднее квадратическое отклонение случайной составляющей и интервал корреляции автокорреляционной функции этой составляющей, а также среднее квадратическое отклонение неисклученной систематической составляющей. Оценки таких характеристик дают возможность учесть влияние интервала времени усреднения и числа наблюдений на случайную составляющую погрешности средних значений

ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТИ

Характеристики погрешности измерений указывают в единицах измеряемой величины (абсолютные) или процентах (долях) от результатов измерений (относительные).

ПРИМЕР 1 Запись в техническом задании на разработку МВИ расхода жидкости (норма).

Норма на абсолютную погрешность измерений расхода жидкости: $\Delta_p = \pm 0,2 \text{ м}^3/\text{с}$, $P = 0,95$. Условия, при которых погрешность измерений должна находиться в заданных границах: диапазон значений измеряемого расхода от $10 \text{ м}^3/\text{с}$ до $50 \text{ м}^3/\text{с}$, температура жидкости от $15 \text{ }^\circ\text{C}$ до $30 \text{ }^\circ\text{C}$, кинематическая вязкость жидкости от $1 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ до $1,5 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

ПРИМЕР 2 Запись в аттестате МВИ добротности катушки индуктивности (приписанная погрешность).

Наибольшее возможное значение среднего квадратического отклонения случайной составляющей абсолютной погрешности измерений $\sigma_M[\Delta] = 0,08$; наибольшее возможное значение среднего квадратического отклонения неисключенной систематической составляющей абсолютной погрешности измерений $\sigma_M[\Delta_s] = 0,1$. Условия, для которых определены характеристики погрешности измерений: диапазон значений измеряемой добротности от 50 до 80; диапазон частот тока, протекающего через катушку, от 50 Гц до 300 Гц; диапазон температур среды, окружающей катушку и применяемые средства измерений, от $15 \text{ }^\circ\text{C}$ до $25 \text{ }^\circ\text{C}$; коэффициент нелинейных искажений тока не более 1 %.

ПРИМЕЧАНИЕ При практических записях характеристик погрешностей измерений необязательно каждый раз записывать словами название характеристики и условия, которым они соответствуют. Целесообразно записывать их условными обозначениями, приложив отдельный список обозначений.

При регистрации характеристик погрешности измерений с помощью автоматических устройств рекомендуется обозначать характеристики словами и не использовать условные обозначения

ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Результат измерений представляют именованным или именованным числом.

Совместно с результатом измерений представляют характеристики его погрешности или их статистические оценки. Если результат измерений или определенная группа результатов измерений получены по аттестованной МВИ, то их можно сопровождать вместо характеристик погрешности измерений ссылкой на свидетельство об аттестации МВИ, удостоверяющее характеристики погрешности получаемых при использовании данной МВИ результатов измерений и условия ее применимости.

Если результат измерений получен по такой МВИ, когда характеристики погрешности измерений оценены в процессе самих измерений или непосредственно после или перед ними, результат сопровождают статистическими оценками характеристик погрешности измерений.

Допускается представление результата измерений доверительным интервалом, покрывающим с известной (указываемой) доверительной вероятностью истинное значение измеряемой величины. В этом случае статистические оценки характеристик погрешности измерений отдельно не указывают.

ПРИМЕЧАНИЕ Такая форма представления результатов измерений допускается в случаях, когда характеристики погрешности измерений заранее не установлены и погрешность измерений оценивают в процессе самих измерений или непосредственно после или перед ними.

ФОРМЫ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

ПРИМЕР Запись в протоколе результата измерений расхода жидкости, полученного по неаттестованной МВИ. Статистические оценки характеристик погрешности измерений определены в процессе измерений:

а) Результат измерений $10,75 \text{ м}^3/\text{с}$; $\text{СТ}[\text{Д}] = 0,08 \text{ м}^3/\text{с}$; $\langle 5[A_s] \rangle = 0,10 \text{ м}^3/\text{с}$.

Условия измерений: температура жидкости $20 \text{ }^\circ\text{C}$, кинематическая вязкость $1,5 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$;

б) Значение измеряемого расхода - в интервале от $10,50$ до $11,00 \text{ м}^3/\text{с}$ с доверительной вероятностью $0,95$. Условия измерений: температура жидкости $20 \text{ }^\circ\text{C}$, кинематическая вязкость $1,5 \times 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ХАРАКТЕРИСТИК ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ И КОНТРОЛЕ ПАРАМЕТРОВ ОБРАЗЦОВ (ПРОБ) ПРОДУКЦИИ

В стандарте рассматриваются следующие области использования измерений.

Определение значения отдельного параметра образца (пробы) материального объекта при заданных значениях параметров режима работы образца и параметров условий, в которых находится образец (далее - параметров условий испытаний); данную экспериментальную операцию в настоящем стандарте называют испытаниями образца объекта (далее - образца).

Контроль параметра образца (пробы) на соответствие требованию, заданному в виде $x_1 < x < x_h$ при $\hat{x}_i = \hat{x}_{iN}, \dots, \hat{x}_m = \hat{x}_{mN}$, где x - истинное значение контролируемого параметра образца; x_h и x_1 - верхняя и нижняя границы допускаемых значений параметра x , соответственно; $\hat{x}_1, \dots, \hat{x}_m$ - параметры условий контроля; $\hat{x}_{1N}, \dots, \hat{x}_{mN}$ - номинальные значения параметров условий контроля; m - количество существенно влияющих и, следовательно, учитываемых условий контроля.

СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!

*Ассоц. проф., PhD Бергалиева С.А.
s.bergaliyeva@satbayev.university*