

УДК 53.088.228

З.В.Михова, студент гр. ВВ-71мн
КПИ им. Игора Сикорского

ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПОКАЗАНИЙ СРЕДСТВ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ ПРИ НАЛИЧИИ КОМПЛЕКСА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОГРЕШНОСТИ

Анотация. Предложен способ оценивания расширенной неопределенности показания типового средства измерительной техники (СИТ) с учетом комплекса его инструментальных характеристик: систематической погрешности, случайной погрешности, вариации и дрейфа на основе исследования индивидуальных характеристик группы СИТ.

Ключевые слова: систематическая погрешность, случайная погрешность, дрейф, вариация, неопределенность измерения, метрологические характеристики средств измерительной техники.

ВВЕДЕНИЕ

Комплекс инструментальных составляющих погрешности в общем случае состоит из систематической составляющей погрешности, случайной составляющей погрешности, вариации и дрейфа показаний, которые оцениваются как индивидуальные характеристики согласно ГОСТ 8.508-84.

Однако для практических целей важно оценить суммарную погрешность для серии средств измерительной техники (СИТ) одного типа, что позволяет установить предельные значения погрешности для каждого экземпляра данного СИТ. Если СИТ является показывающим, то результат измерения удобно охарактеризовать неопределенностью его показаний.

АНАЛИЗ ПРЕДЫДУЩИХ РАБОТ

При точной оценке индивидуальной погрешности изделий (СИТ) с существенными случайной составляющей погрешности, вариацией и дрейфом интервал, в котором с вероятностью не менее заданной находится погрешность Δ_{Σ} данного экземпляра изделий, может быть определен расчетным методом по неравенствам (по ГОСТ 8.508-84) [1]:

при линейном дрейфе

$$\Delta_c - K \sqrt{\frac{\sigma^2}{12} + \frac{d_m^2}{12} + \sigma^2(\Delta)} < \Delta_{\Sigma} < \Delta_c + K \sqrt{\frac{\sigma^2}{12} + \frac{d_m^2}{12} + \sigma^2(\Delta)}, \quad (1)$$

при произвольном дрейфе

$$\Delta_c - K \sqrt{\frac{\sigma^2}{12} + \sigma^2(d) + \sigma^2(\Delta)} < \Delta_{\Sigma} < \Delta_c + K \sqrt{\frac{\sigma^2}{12} + \sigma^2(d) + \sigma^2(\Delta)}, \quad (2)$$

где σ - вариация; d_m - максимальное за время эксперимента значение дрейфа; $\sigma(d)$ - СКО дрейфа; K - в зависимости от заданной вероятности P_d .

Вариация показаний измерительного прибора - разность показаний прибора в одной и той же точке диапазона измерений при плавном подходе "справа" и подходе "слева" к этой точке. Вариация показаний представляет собой алгебраическую разность наибольшего и наименьшего результатов при многократном измерении одной и той же величины в неизменных условиях. Вариация характеризует нестабильность показаний измерительного прибора.

Дрейф показаний средства измерений - изменение показаний средства измерений во времени, обусловленное изменением влияющих физических величин или других факторов.

В качестве коэффициента K допускается использовать пределы допускаемых значений, согласно ГОСТ 8.508-84 [1].

Таблица 1. Пределы допускаемых значений

$РД$	0,90	0,95	0,99
K	1,6	1,8	2,0

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования было получение оценки суммарной погрешности для типовых СИТ с существенной случайной составляющей погрешности, существенными вариацией и дрейфом.

При этом необходимо получить оценки характеристик: вариации, систематической погрешности, СКО случайной составляющей погрешности и дрейфа в формуле (1) и (2) для серии изделий (СИТ) одного типа.

Оценку систематической погрешности типового СИТ предлагаем оценить следующим образом. Проводим экспериментальное оценивание индивидуальных систематических погрешностей каждого СИТ Δ_i и в качестве окончательного значения выбираем максимальное из всех полученных.

$$\max\{\Delta_{S_i}\} = \Delta_{S_{min}} \quad (3)$$

Для СКО случайной составляющей погрешности $\sigma[\Delta]$ также проводим экспериментальное оценивание СКО случайной составляющей погрешности каждого СИТ. Но в этом случае, целесообразно будет использование, для комплексного исследования, усредненное его значение по серии индивидуальных характеристик СИТ [2], так как вероятность того, что погрешность будет максимальна - мала.

$$\sigma^2[\Delta] = \frac{\sigma^2[\Delta_1] + \sigma^2[\Delta_2] + \dots}{n} \quad (4)$$

где n - количество СИТ.

Экспериментальное оценивание проводим и для дрейфа d . Стандартное отклонение для характеристики дрейфа совокупности СИТ находим по формуле

$$\sigma_{min}[d] = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (d_i - \bar{d})^2}{n-1}} \quad (5)$$

где d_i - значение дрейфа каждого СИТ.

Соответствующим образом мы проводим экспериментальное оценивание вариации каждого СИТ. И в качестве окончательного значения выбираем СКО индивидуальных вариаций.

$$\sigma_{min}[\epsilon] = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\epsilon_i - \bar{\epsilon})^2 / n - 1} \quad (6)$$

где ϵ_i - значение вариации каждого СИТ.

Таким образом модифицированная формула приобретает вид:

$$\Delta_{\Sigma} > \Delta_S - K\sigma_{\Sigma} = \Delta_S - K\sqrt{\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{\Delta}^2} \quad (7)$$

$$\Delta_{\Sigma} < \Delta_S + K\sigma_{\Sigma} = \Delta_S + K\sqrt{\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{\Delta}^2} \quad (8)$$

Для того, что б можно было представить результат измерения СИТ с неопределенностью, в качестве K выбираем (согласно рекомендациям ДСТУ - Н РМГ 43:2006):

При $P = 0,95$, то $K = 2$.

При $P = 0,99$, то $K = 3$.

При этом, если систематическая погрешность меньше доверительного интервала, обусловленного случайной погрешностью $\Delta_S < K \cdot \sqrt{\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{\Delta}^2}$, то расширенную неопределенность принимаем равной

$$U_{расшир.неопр.} = \Delta_S + K \cdot \sqrt{\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{\Delta}^2}.$$

Если больше $\Delta_S > K \cdot \sqrt{\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{\Delta}^2}$, то расширенная неопределенность

равна $U_{расшир.неопр.} = K \cdot \sqrt{\sigma_{\epsilon}^2 + \sigma_d^2 + \sigma_{\Delta}^2}$, однако при этом дается информация о поправке, которую нужно ввести. Поправка равна систематической погрешности с противоположным знаком.

ВЫВОДЫ

Предложен способ оценивания расширенной неопределенности показания типового СИТ с учетом комплекса его инструментальных характеристик: систематической составляющей погрешности, случайной составляющей погрешности, вариации и дрейфа показаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 8.508-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологические характеристики средств измерений и точностные характеристики средств автоматизации ГСП. Общие методы оценки и контроля.
2. ДСТУ ГОСТ ИСО 5725-1:2005 Точність (правильність і прецизійність) методів та результатів вимірювання. Частина 1. Основні положення та визначення (ГОСТ ИСО 5725-1:2003, IDT).
3. ДСТУ - Н РМГ 43:2006 ДСТУ-Н РМГ 43:2006 Метрологія. Застосування Руководства по выражению неопределенности измерений (РМГ 43-2001, IDT)

Науч. руководитель – доцент Шведова В.В.