

УДК 53.088.228

З.В.Міхова, студент гр. ВВ-71мн
КПІ ім. Ігоря Сікорського

МЕТОДИКИ ОЦІНЮВАННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАСОБІВ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Анотація. Були запропоновані методики оцінювання індивідуальних метрологічних характеристик ЗВТ з урахуванням комплексу інструментальних характеристик: систематичної похибки, випадкової похибки, варіації і дрейфу.

Ключові слова: методики оцінювання, систематична похибка, випадкова похибка, дрейф, варіація, метрологічні характеристики.

ВСТУП

Необхідність оцінювання метрологічних характеристик (МХ) обумовлена наступними причинами [1]: необхідністю визначення результатів вимірювань і розрахункової оцінки характеристик інструментальної складової похибки вимірювань; розрахунку МХ каналів вимірювальних систем, що складаються з засобів вимірювальної техніки з нормованими МХ; оптимального вибору засобів вимірювань, необхідністю використання в якості контрольованих характеристик при контролі засобів вимірювань на відповідність встановленим нормам.

Тому створення методик оцінювання метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки (МХ ЗВТ) як для одиничного екземпляру, так і типових ЗВТ, а також автоматизація процесу опрацювання результатів експериментальних досліджень та подання цих результатів у відповідності з сучасними вимогами є актуальним для промислової галузі України.

АНАЛІЗ ПОПЕРЕДНІХ РОБІТ

У відповідності з нормативно-технічними документами можуть бути оцінені (проконтрольовані) метрологічні і точнісні характеристики окремих екземплярів виробів (індивідуальні характеристики) і точнісні характеристики конкретного типу виробів (типові характеристики) [1].

На основі аналізу нормативно-технічних документів були проаналізовані та систематизовані МХ, які потрібні оцінювати для одиничного екземпляру і для типового ЗВТ.

Таблиця 1

<i>МХ для екземпляра</i>	<i>МХ для типу</i>
1. Статична характеристика перетворення - $f(x)$	-
2. Похибка, середньоквадратичне відхилення (СКВ) похибки, математичне очікування похибки	2. Межа допустимого значення похибки
3. Систематична складова похибки	3. Межа допустимого значення систематичної складової похибки, математичне очікування систематичної складової похибки, СКВ систематичної складової похибки
4. СКВ випадкової складової похибки	4. Межа допустимого значення СКВ випадкової складової похибки

<i>МХ для екземпляра</i>	<i>МХ для типу</i>
5.Варіація	5.Межа допустимого значення варіації
6.Дрейф вихідного сигналу	6.Допустиме значення дрейфу вихідного сигналу

Далі в статті розглядається індивідуальні МХ ЗВТ, обумовлені різними складовими похибки. Відповідно [1] похибка ЗВТ в загальному вигляді може складатися з наступних компонентів: систематичної складової похибки, випадкової складової похибки, варіації, дрейфа вихідного сигналу. Тому в статті запропоновано методики, що дозволяють оцінити похибку ЗВТ (і за можливості подати показ приладу з невизначеністю) для випадку наявності різних складових похибки даного ЗВТ.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Було виділено 9 методик, які дозволяють оцінити складові похибки, що є суттєвими для даного виду ЗВТ та поєднати їх з урахуванням сучасних вимог. Процес проведення розрахунків автоматизовано за допомогою використання платформи LabVIEW 11.

Таким чином створено методики, які враховують наявність ЗВТ наступних складових:

1. Сумарної похибки Δ_{Σ} (без поділу).
2. Систематичної похибки Δ_s .
3. Систематичної похибки Δ_s та випадкової похибки $\sigma[\Delta_s]$.
4. Систематичної похибки Δ_s та варіації H .
5. Систематичної похибки Δ_s та дрейфа d .
6. Систематичної похибки Δ_s , випадкової похибки $\sigma[\Delta_s]$ та варіації H .
7. Систематичної похибки Δ_s , випадкової похибки $\sigma[\Delta_s]$ і дрейфа d .
8. Систематичної похибки Δ_s , варіації H та дрейфа d .
9. Систематичної похибки Δ_s , випадкової похибки $\sigma[\Delta_s]$, варіації H та дрейфа d .

Розглянемо докладніше на прикладі методики 3, яка дозволяє врахувати наявність систематичної та випадкової похибок ЗВТ. В методиці передбачено застосування еталонного ЗВТ для оцінювання МХ досліджуваного ЗВТ.

Вхідними даними для проведення дослідження є:

- Точки діапазону, в яких проводиться дослідження. Для випадку відсутності варіації обирають точки, що відповідають 0, 25, 50, 75, 100% діапазону вимірювань (перетворень).
- Кількість вимірювань в кожній точці. Нами обрано 10 вимірювань.

Виходячи від границі вимірювання досліджуваного ЗВТ (яка вводиться в програмний компонент) проводиться розрахунок референтних значень вимірюваної величини в досліджуваній точці.

Після проведення дослідження в програму заносять результати показів досліджуваного та еталонного ЗВТ, отримані в цих точках.

МЕТОДИКА ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕННЯ

1. Розрахунок відхилення показів досліджуваного ЗВТ від показів еталонного ЗВТ в кожній точці, Δ_{ji} :

$$\Delta_{ji} = X_{\text{досл } ji} - X_{\text{ref } j}, \quad (1)$$

де $X_{\text{досл } ji}$ - показ досліджуваного ЗВТ в j -тій точці діапазону; дослідження проводиться n раз, $i=1,2,3\dots n$, $X_{\text{ref } j}$ - показ еталонного ЗВТ в j -тій точці діапазону.

2. Розрахунок систематичної похибки:

$$\Delta_{sj} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \Delta_{ji}, \text{ де } n - \text{кількість вимірювань в точці діапазону.} \quad (2)$$

3. Розрахунок середньоквадратичного відхилення (СКВ) в кожній точці діапазону:

$$\sigma[\Delta_j] = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum (\Delta_{ji} - \Delta_{sj})^2}, \quad (3)$$

4. Оцінювання максимального значення систематичної похибки за діапазоном:

$$\Delta_{s \max} = \max_{j=1\dots k} \{\Delta_{sj}\}, \text{ де } l - \text{кількість точок по діапазону.} \quad (4)$$

5. Оцінювання максимального значення СКВ за діапазоном:

$$\sigma_{\max} = \max \sigma[\Delta_j] \quad (5)$$

6. Оцінювання сумарної похибки (розрахунок розширеної невизначеності показу ЗВТ). Враховуючи те, що ми маємо систематичну складову та СКВ випадкової складової, то оцінювання сумарної похибки (розрахунок розширеної невизначеності показу ЗВТ) можливе в двох варіантах:

- Якщо систематична складова не перевищує подвоєного СКВ випадкової складової похибки $\Delta_s \leq 2\sigma[\Delta_s]$, то ці складові можуть бути поєднанні за формулою:

$$\Delta_{\Sigma}(P=0,95) = \pm \max\{|\Delta_{s \max} + 2\sigma_{\max}[\Delta]|; |\Delta_{s \max} - 2\sigma_{\max}[\Delta]|\}, \quad (6)$$

де $\Delta_{\Sigma}(P=0,95)$ - сумарна похибка ЗВТ з рівним довіри $P=0,95$.

В цьому випадку розширена невизначеність показу ЗВТ може бути обраною такою, що дорівнює цій сумарній похибці:

$$U(P=0,95) = \Delta_{\Sigma}(P=0,95), \quad (7)$$

- Якщо систематична складова перевищує подвоєне СКВ випадкової складової похибки $\Delta_s > 2\sigma[\Delta_s]$, тоді ці складові потрібно подавати окремо: зазначати систематичну складову (або зміщення), що дорівнює $\Delta_{s \max}$ та випадкову складову $\sigma_{\max}[\Delta]$, яка може розглядатися як стандартна невизначеність показу ЗВТ $u = \sigma_{\max}[\Delta]$.

Запропоновані методики реалізовані у вигляді системи оцінювання МХ ЗВТ з використання платформи LabView 11 (на прикладі методики 3). На рисунку 1(а, б, в) зображені результати роботи системи.

Исследуемое значение	0 Крп	0,25 Крп	0,5 Крп	0,75 Крп	1 Крп
1	0,46882	25,3815	50,4766	75,5158	100,777
2	-0,44852	25,6822	50,0881	75,8655	100,797
3	-0,19061	25,4544	50,8437	75,9483	101,393
4	-0,07121	24,841	50,4201	75,4636	100,798
5	0,31680	25,1457	50,7459	75,9109	100,676
6	0,26370	25,6362	50,2996	75,9711	100,556
7	0,42432	25,1337	50,5711	75,8317	101,348
8	0,46897	25,6335	50,0266	75,663	100,962
9	0,00352	25,0341	50,6977	75,4124	101,167
10	-0,01825	25,7296	50,5291	75,3464	101,386

Рисунок 1.(а) Вхідні данні для оцінювання складових похибки ЗВТ

Абсолютная погрешность в точке (при 10-кратном повторе)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,46882	0,38148	0,47656	0,51584	0,77710					
2	-0,44852	0,69221	0,08812	0,86551	0,79701					
3	-0,19061	0,45441	0,84567	0,94654	1,3949					
4	-0,07121	-0,1590	0,42013	0,46356	0,78578					
5	0,31680	0,14563	0,74585	0,91087	0,67604					
6	0,26370	0,63821	0,29955	0,97105	0,55639					
7	0,42432	0,13371	0,57114	0,83168	1,34817					
8	0,46897	0,65351	0,02657	0,66299	0,96236					
9	0,00352	0,03408	0,69766	0,41242	1,16709					
10	-0,01825	0,72962	0,52910	0,34637	1,38612					

Рисунок 1.(б) Розрахунок абсолютної похибки за точками діапазону

Расчет средней погрешности	0,121561	0,37239	0,47004	0,69268	0,985091
СКО	0,31325	0,31313	0,27014	0,2408	0,314791
max (Расчет средней погрешности)	0,985091				
max (СКО)	0,314791				

Рисунок 1.(в) Розрахунок оцінок складових похибки ЗВТ

ВИСНОВКИ

Запропоновано дев'ять методик оцінювання індивідуальних метрологічних характеристик засобів вимірювальної техніки (МХ ЗВТ), які впроваджено при розробці системи оцінювання МХ ЗВТ. Дана система дозволяє швидко оцінити сумарну складову похибки ЗВТ у відповідності до сучасних вимог - із зазначенням розширеної невизначеності показу ЗВТ або зміщення та стандартної невизначеності ЗВТ в залежності від співвідношення між складовими похибки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- [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] З.В.Михова. Оценивание неопределенности показаний средств измерительной техники при наличии комплекса инструментальных составляющих погрешности. XIV Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених «Ефективність інженерних рішень у приладобудуванні», м. Київ, Україна.

Наук. керівник – доцент Шведова В.В.