

БЮЛЕТИН

В ПОМОЩ НА СПЕЦИАЛИСТА

**Ръководство за калибриране
EURAMET/cg-02/v 2.0.**

Уважаеми специалисти в областта на измерванията,

Настоящото ръководство е едно от 20-те ръководства за калибриране, публикувани от EURAMET, Европейската организация на метрологичните институти в Европа. То е предназначено за хармонизиране на изискванията и за подпомагане прилагането на единен подход при акредитация на лаборатории и при изпълнение на процедурите за калибриране.

Ръководствата за калибриране на EURAMET представят добрата метрологична практика, но нямат задължителен характер.

Авторските права на ръководствата за калибриране са собственост на © EURAMET e.V. 2007.

Оригиналните документи на английски език са публикувани на Интернет страницата на EURAMET - www.euramet.org.

Преводите на български език са извършени от експерти на Българския институт по метрология в съответствие с *Общите условия за превод* на публикациите на EURAMET от 2 юни 2008 г.

Преведените публикации не са предназначени за търговски цели. Те могат да се разпространяват *само от БИМ и Съюза на метролозите в България* *безплатно* в печатна или електронна форма.

Преводът и издаването на ръководствата е осъществено със съдействието на Съюза на метролозите в България в помощ на специалистите от лаборатории, фирми и други организации, извършващи калибрирания и измервания.

май 2011 г.

**Ръководство на БИМ
Ръководство на СМБ**

РЪКОВОДСТВО за
калибриране
EURAMET/cg-02
Version 2.0 (03/2011)

Калибриране на компаратори за крайшни мерки

03/ 2011

Цел

Този документ е разработен, за да подобри съответствието и взаимното признаване на резултатите от калибриране, получени от лабораториите при калибриране в климатизирани помещения.

Авторство и отпечатване

Този документ е разработен от Техническия Комитет за Дължина на Еврамет.

Второ издание – Март 2011 г.

Първо издание – Ноември 2007 г.

Еврамет

Бундесале 100

D-38116 Брауншвайг

Германия

e-mail: secretariat@euramet.org

тел. +49 531 592 1960

Официален език

Документът е публикуван на английски език. Секретариатът на Еврамет може да разреши да се извърши превод и на други езици, ако са спазени условията и областта на приложение. В случай на несъгласуваност или разминаване между превода и оригинала, е необходимо да се използва оригиналът.

Копиране

Правата за копиране на този документ (Еврамет cg-02, версия 2.0 – на английски език) се държат от EURAMET © e.V.2010. Текстът не може да бъде копиран за препродажба и не може да бъде препечатван, освен изцяло. Отделни части могат да бъдат копирани само с разрешението на Секретариата на Еврамет.

ISBN 978-3-942992-01-5

Пояснения за ръководството

Този документ дава насоки за измерване на практика в определените области. Чрез прилагане на препоръките, представени в този документ лабораториите могат да дадат резултати от калибриране, които да бъдат признати и приети в цяла Европа. Предложенията не са задължителни, а само като ръководство на лабораториите за калибриране.

Документът е разработен да бъде средство за подпомагане и създаване на последователност от дейности при акредитиране на лаборатория.

Трети лица, например Националните органи по акредитация, могат да използват ръководството като вътрешен справочник, но на своя отговорност. В тези случаи трябва да се информира Еврамет.

При поискване Еврамет може да включва трети лица за консултации, когато се планира преглед на ръководството. Моля, регистрирайте се за тази цел при ~~на~~ секретариата на Еврамет.

Този документ и информацията съдържаща се в него, не са гаранция или пък подходящи за използване във всеки конкретен случай. В никакъв случай Еврамет, авторите, или всеки друг, свързан в създаването на документа, не носят отговорност за каквито и да са повреди, възникнали след неговото прилагане. Страните, използващи това ръководство, трябва да обезщетят съответно Еврамет.

Допълнителна информация

За допълнителна информация относно този документ, може да се свържете с вашето национално контактното лице на Техническия Комитет за Дължина на Еврамет (www.euramet.org).

| | |
|--|----|
| 1. Увод..... | 7 |
| 2. Обхват и област на приложение..... | 7 |
| 3. Терминология..... | 7 |
| 4. Изходни еталони..... | 7 |
| 5. Пример за извършване на калибриране..... | 8 |
| 5.1. Подготовка за калибриране | 8 |
| 5.2. Измерване на централната дължина по сравнителен метод | 8 |
| 5.3. Измерване с мостообразната краищна мярка по сравнителен метод | 9 |
| 5.4. Отклонения f_0 и f_u от централната дължина | 9 |
| 6. Изчисляване на резултатите..... | 9 |
| 6.1. Основен преглед | 9 |
| 6.2. Критерий за одобрение | 9 |
| 7. Неопределеност от измерване..... | 10 |
| 8. Сетификат за калибриране..... | 10 |
| 9. Справки..... | 10 |
| Приложение А | |
| A1. Разлики в централната дължина l_c | 11 |
| A2. Разлика в централната дължина на мярка №6..... | 11 |
| A3. Отклонения f_0 и f_u от централната дължина..... | 11 |

1. Увод

1.1. Целта на документа е да подобри и съгласува дейностите при извършване на калибриране с краищни мерки. Той може да бъде използван от лабораториите като ръководство за създаване на процедури за калибриране. Разработването му е базирано на DKD - R4 - 1: 1994 [Справка 1] и ISO 3650 [Справка 2]. В първата част (раздели 2, 3 и 4), са посочени основните определения и минимума технически изисквания за калибриране на компаратори за краищни мерки. Във втората част е описано самото естество на калибриране и са дадени някои практични съвети. В раздели 5 и 6 е представен пример за извършване на калибриране. Посочено е, че лабораториите, прилагащи ISO/IEC 17025, е необходимо да валидират процедурите си за калибриране. Това би могло да доведе както до принципни изменения, така и до изменения в модела, показан в този документ.

2. Обхват и област на приложение

2.1. Ръководството се отнася за уреди за калибриране на краищни мерки с номинална стойност на дължината до 100 mm по сравнителен контактен метод (ISO 3650, точка 7.4.). Калибрирането се извършва с помощта на краищни мерки. Ръководството е създадено само за уреди, притежаващи два срещуположни измервателни накрайници, които осъществяват механичен контакт с работните повърхности на краищните мерки.

2.2. **Състав:** Компараторът се състои от основа, измервателна маса с устройство за позициониране на краищните мерки, два индикатори, свързани с електронно измервателно устройство и интерфейс, ако е необходимо.

2.3. **Място на калибриране:** Компараторът трябва да се калибрира на мястото, на което се използва, за да бъдат взети под внимание условията на заобикалящата среда, влияещи на резултата от измерване.

3. Терминология

3.1. Определенията, използвани в това ръководство, са в съответствие с Международния Стандарт ISO 3650 [Справка 2].

l_n номинална стойност на дължината на краищната мярка

l_c стойност на дължината на краищната мярка в централната част (централна дължина)

f_o = *l_{max}* – *l_c* разликата между максималната стойност на дължината и дължината в централната част

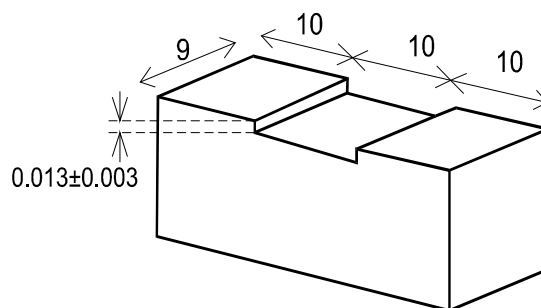
f_u = *l_c* – *l_{min}* разликата между дължината в централната част и минималната стойност на дължината

Вариацията в дължината, при измерване в центъра и четирите ъгли на краищната мярка, може да се изрази, чрез *f_o* и *f_u* (ISO 3650, точка 7.4.4.)

4. Изходни еталони

4.1. Калибриране на компаратор се извършва с краищни мерки, като за предпочитане е да се използват 6 двойки (чифта) със следните дължини:

| Двойка №. | Номинална дължина mm | |
|--------------|----------------------|-------|
| | A | B |
| 1 | 0.5 | 0.5 |
| 2 | 1.0 | 1.005 |
| 3 | 1.0 | 1.01 |
| 4 | 4.0 | 4.0 |
| 5 | 100.0 | 100.0 |
| 6 | 6.0 | 6.0* |



* мостообразна краищна мярка

- 4.2. Всички краищни мерки трябва да са от един и същи материал, и с нанесен идентификационен номер. Работните им повърхности да отговарят по качество на клас K (ISO 3650), т.е. отклонението от равнинност и вариацията на дължината, да не надвишават съответните допуски. Краищна мярка B от двойка №6 е мостообразна, което позволява да бъде сравнена чувствителността на долния индикатор с чувствителността на горния. Едната ѝ работна повърхност е равнинна (плоска), а другата е разделена на три части с почти еднакви размери (9 mm x 10 mm). Средната част е с номинална стойност на дължината 6 mm, а другите две с (13 ± 3) μm по-дълги. Освен това трябва да има възможност за притриване откъм равнинната си работна повърхност. Вариацията в дължината ѝ не трябва да надвишава 0.05 μm в централната част (в диаметър от 7 mm) и 0.2 μm в изпъкналите части. Мостообразни краищни мерки се предлагат от няколко производители.
- 4.3. Разликата между централните дължини l_c на краищни мерки A и B за двойки от 1 до 5, както и отклоненията f_o и f_u от централната дължина на краищни мерки B от двойки 2 и 3, трябва да бъдат калибрирани с разширена неопределеност ($k=2$) по-малка или равна на 0.02 μm . Краищните мерки от двойка №6 не е необходимо да бъдат калибрирани.

5. Пример за извършване на калибриране

5.1. Подготовка за калибриране

- 5.1.1. Преди калибриране се проверява дали компараторът работи нормално според инструкцията, дадена от производителя. Освен това необходимо е още да се провери:
- Измервателната маса да е без драскотини и да не е износена.
 - Измервателните накрайници да са изправни, а повърхностите им да са със сферична повърхнина. Върховете им трябва да са настроени така, че да бъдат срещуположни един спрямо друг.
 - Измервателната сила на долния и горния индикатори, да са в съответствие със спецификацията на производителя.
 - Правилно и точно придвижване на измервателните накрайници. Измервателната повърхност на долния накрайник, трябва да се отмества под повърхността на измервателната маса.
 - В работно положение, долният измервателен накрайник, трябва да се подава над повърхността на измервателната маса от 20 μm до 100 μm .

5.2. Измерване на централната дължина по сравнителен метод

- 5.2.1. С всяка краищна мярка от двойки № 1 до 5, се извършват пет измервания по сравнителен метод. Измерванията трябва да се повторят, след като се разменят местата на краищни мерки A и B в позициониращото им устройство. След това се пресмятат средноаритметичните стойности и стандартните отклонения за всяка измервателна серия на дадена двойка от краищните мерки (10 измерени стойности).

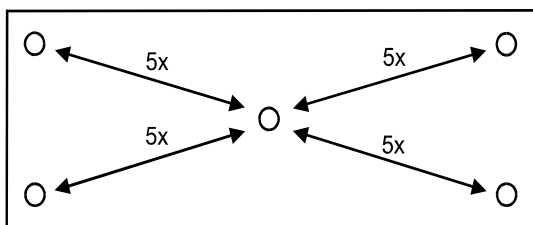
5.3. Измерване с мостообразната краищна мярка по сравнителен метод

5.3.1. С краищните мерки от двойка № 6, се извършат две серии от измервания, като всяка серия съдържа 10 измервания. В първата серия, мостообразната мярка се поставя с равнинната си повърхност върху измервателната маса, а във втората, се обръща. След това се пресмятат средноаритметичните стойности и стандартните отклонения за двете измервателни серии (10 измерени стойности за всяка от двете серии), както и разликата между двете средноаритметични стойности.

5.4. Отклонения f_0 и f_u от централната дължина

5.4.1. Определянето на отклоненията f_0 и f_u от централната дължина, се определят при измерване по пет пъти в четирите ъгли (четири серии) на една от краищните мерки с номинални стойности на дължините 1.005 mm или 1.01 mm, започвайки от центъра на работната повърхност.

След това краищната мярка се завърта на 180° в хоризонталната равнина и се извършва второ измерване по пет пъти в четирите ъгли (още четири серии). Средноаритметичните стойности и стандартните отклонения се пресмятат за всяка от осемте серии. Отклоненията f_0 и f_u от централната дължина, са най-голямата и най-малката от осемте средноаритметични стойности.



6. Изчисляване на резултатите

6.1. Основен преглед

6.1.1. Теоретично, резултатите от измерване и стойностите от калибриране на еталоните, биха могли да се използват при определяне на поправките при калибриране на компаратора и оценяване на неопределеността. На практика, обаче, измерените стойности с компаратора са без поправка с цел опростяване на измервателната процедура. Това е оправдано, тъй като измерваните разлики в дължините са много малки и поправките могат да бъдат пренебрегнати. Тяхното влияние може да се вземе под внимание като принос към неопределеността. В случаите, когато отклоненията надвишават допустимите стойности, компараторът и електрониката му, трябва да бъдат пренастроени.

6.1.2. По-надолу е даден критерият за одобрение на компаратора, на чиято база е оценена неопределеността. Критерият се препоръчва да се прилага при използване на краищни мерки, клас 0, калибрирани с висока точност, при които разширената неопределеност от калибриране е:

$$0.05 \mu\text{m} + 0.5 \times 10^{-6} \times l_n (k = 2)$$

Ако този критерий не е удовлетворен или са допустими по-високи стойности на неопределеността, критерият трябва да бъде променен и да се изчисли неопределеността.

6.2. Критерий за одобрение

6.2.1. Стандартните отклонения, определени съгласно параграфи 5.2, 5.3 и 5.4, не трябва да надвишават $0.015 \mu\text{m}$. Максимално допустимото отклонение на средните стойности съгласно параграф 5.2 и максимално допустимото отклонение на f_0 и f_u , съгласно параграф 5.4, от стойностите в сертификата за калибриране на еталоните (краищните мерки), да бъдат в интервала $\pm 0.03 \mu\text{m}$. Разликата между средните стойности, съгласно параграф 5.3, да бъде в интервала $\pm 0.03 \mu\text{m}$.

7. Неопределеност от измерване

7.1. Неопределеността се изчислява, базирайки се на критерия за одобрение. Вземайки под внимание случайния принос върху средноаритметичната стойност от поне пет измервания, разделителната способност на електронния индикатор ($0.01 \mu\text{m}$), остатъчната разлика в чувствителността на двата индикатори, качеството на измервателната маса и неопределеността от калибриране на двата индикатори, се получава разширена неопределеност $U = 0.03 \mu\text{m} + 0.002xD$, ако измерената разлика на D , не надвишава $10 \mu\text{m}$. Тази неопределеност съответства на комбинираната средноквадратична неопределеност, умножена по коефициент на доверителен интервал $k=2$, в съответствие с GUM [Справка 3].

7.2. Неопределеността на компаратора трябва да се вземе под внимание при изчисляване на неопределеността при калибриране на краищни мерки. Тя не трябва да съдържа влиянието на температурата и качеството на работните повърхности на краищните мерки.

8. Сертификат за калибриране

8.1. Сертификатът за калибриране трябва да съдържа следната информация:

- (а) Място на калибриране и използвания уред.
- (б) Идентификация на еталоните и какви стойностите имат от сертификата им за калибриране.
- (в) Производител, тип и сериен номер на съставните части на компаратора.
- (г) Настройки на електронния уред по време на калибриране (обхват на измерване, разделителна способност на показващото устройство и др.).
- (д) Температурата на заобикалящата среда по време на измерването.
- (е) Резултатите от измерване се представят в таблична форма (виж Приложението).

9. Справки

1. DKD - R4 - 1: 1994. *Auswahl und Kalibrierung von Endmaßmeßgeräten zur Verwendung als Normalgeräte in Kalibrierlaboratorien.*
2. ISO 3650:1998. *Geometrical Product Specifications (GPS) – Length Standards – Gauge blocks.*
3. ISO Guide to expression of Uncertainty in Measurement, first edition 1995, ISO (Geneva).

Приложение А

Пример за таблично представяне на резултатите от калибриране на компаратор за краищни мерки.

A1 Разлики в централната дължина l_c

| Двойка No | Номинална стойност на дължината | | Идент. № на краищните мерки | Стойност от сертификата за калибриране C $(B - A) / \mu\text{m}$ | Средноаритметична стойност от измерване M $(B - A) / \mu\text{m}$ | Разлика $C - M$ μm | Стандартно отклонение $(B - A) / \mu\text{m}$ |
|-----------|---------------------------------|-----------|-----------------------------|--|---|-------------------------------------|--|
| | A mm | B mm | | | | | |
| 1 | 0.5 | 0.5 | | | | | |
| 2 | 1.0 | 1.005 | | | | | |
| 3 | | 1.010 | | | | | |
| 4 | 4 | 4 | | | | | |
| 5 | 100 | 100 | | | | | |

A2 Разлика в централната дължина на двойка №6

| Двойка No | Номинална стойност на дължината | | Идент. № на краищните мерки | Средноаритметична стойност от измерване | | Разлика между средноаритметичните стойности μm | Стандартно отклонение | |
|-----------|---------------------------------|-----------|-----------------------------|---|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | A m | B mm | | Краищна мярка В равнинната повърхност е отдолу (Поз. d) $(B - A) / \mu\text{m}$ | Краищна мярка В равнинната повърхност е отгоре (Поз. u) $(B - A) / \mu\text{m}$ | | Поз. d $(B - A) / \mu\text{m}$ | Поз. u $(B - A) / \mu\text{m}$ |
| 6 | 6 | 6 | | | | | | |

A3 Отклонения f_0 and f_u от централната дължина

| Номинална стойност на дължината | Идент. № | Стойност от сертификата за калибриране | Средноаритметична стойност от измерване | Разлика | Стандартно отклонение |
|---------------------------------|----------|--|---|-----------------------------|--------------------------------|
| | | C | M | $C - M$ | Максимална стойност от 8 серии |
| mm | | $f_0 \mu\text{m} \quad f_u$ | $f_0 \mu\text{m} \quad f_u$ | $f_0 \mu\text{m} \quad f_u$ | μm |
| | | | | | |

Превод: инж. Веселин Гавалюгов, БИМ – ГД „НЦМ“

