

# **БЮЛЕТИН**

**В ПОМОЩ НА СПЕЦИАЛИСТА**

**Ръководство за калибриране  
EURAMET/cg-15/v.01**

## **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](http://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-15/v.01

## Указания за калибриране на цифрови мултимери

---

Юли 2007

### Цел

Този документ е предназначен да подобри хармонизирането на Указанията за калибриране на цифрови мултимери. Когато няма специфични изисквания, той може да бъде използван от лабораториите за калибриране и техните клиенти за формулиране на технически обоснована процедура за калибриране на тези уреди.

## **Авторство**

Този документ първоначално е публикуван от Комитет 2 на ЕА (Технически дейности), въз основа на проект, разработен от експертната група на ЕА „Постояннотокови и променливотокови величини при ниски честоти“ (DC + LF Electrical Quantities). Той е преработен и преиздаден от Техническият Комитет на ЕВРАМЕТ по електричество и магнетизъм.

## **Официален език**

Версията на английски език на тази публикация е окончателната версия. Секретариатът на ЕВРАМЕТ може да даде разрешение за превод на този текст на други езици, при спазване на определени условия, достъпни при поискване. В случай на несъответствие между смисловото значение на превода и това на версията на английски език, оригиналната публикация е с предимство.

## **Авторско право**

Авторското право на тази публикация (EURAMET/cg-15/v.01 – версия на английски език) е собственост на © EURAMET e.V.2007. Тя е публикувана първоначално от ЕА, като Guide EA-10/15. Текстът не може да не бъдат копиран за препродажба и не може да бъде възпроизвеждан по друг начин, освен изцяло. Извлечения могат да се вземат само с разрешение на Секретариата на ЕВРАМЕТ.

## **Публикации на Ръководството**

Този документ представя предпочитаната практика за това как съответните точки на стандартите за акредитация могат да бъдат прилагани в контекста на съдържанието на този документ. Използваните подходи не са задължителни и са предназначени като ръководство на лабораториите за калибриране. Документът е изготвен като средство за подпомагане прилагането на последователен подход при акредитация на лаборатории.

Не е посочено, нито се дава гаранция, че този документ или информацията, която се съдържа в него, ще бъдат подходящи за всяка конкретна цел. В никакъв случай ЕВРАМЕТ, авторите или което и да е друго лице, свързани със създаването на този документ, не са отговорни за каквито и да са щети, възникнали в резултат на използването на информацията, която се съдържа тук.

## **Допълнителна информация**

За повече информация относно тази публикация се обърнете към Вашия национален представител в Техническият комитет по електричество и магнетизъм на ЕВРАМЕТ. (вж. [www.euramet.org](http://www.euramet.org)).

## Съдържание

1. Въведение .....	7
2. Терминология.....	7
3. Процедура.....	8
3.1. Общи съображения .....	8
3.2. Предварителни проверки.....	8
3.3. Последователност на операциите .....	8
3.4. Определяне на точки на измерване .....	9
4. Неопределеност на измерването .....	10
5. Съдържание на сертификата за калибриране .....	11
6. Библиография.....	15
Таблица 1 .....	16
Таблица 2 .....	17
Приложение А .....	19
Примери за съставяне на свидетелства за цифрови мултимери .....	19



## **1. Въведение**

**1.1.** Целта на този документ е да даде указания за калибрирането на цифрови мултиметри (Digital Multimeters - DMM) на акредитираните лаборатории за калибриране (АЛК). По липса на специфични международни стандарти за DMM, този документ допълва препоръките на производителя и процедурите за калибриране на АЛК.

Независимо от това, че тези указания не са предназначени за вземане на решение за оценка на съответствието на DMM със спецификацията, те предлагат подходящ метод за калибриране, на който може да се основе твърдение за съответствие. За оценяване и докладване на съответствие, читателят може да направи справка с документа на IAC Guideline G8 (Указание G8).

**1.2.** Този документ се отнася за категорията средства за измерване, които представляват многофункционални измервателни уреди с цифрово показание/индикация за измерване на величините: постоянно напрежение (DC voltage), променливо напрежение (AC voltage) (ниски честоти), постоянен ток (DC current), променлив ток (AC current) (ниски честоти), съпротивление. Тази категория не включва средства за измерване, които, въпреки че също измерват една или повече от тези величини, са предназначени преди всичко за измерване на величини от различен вид като например мощност, енергия, импеданс при променлив ток (AC impedance) или за измервания при честоти, по-високи от 1 MHz. Дадените указания могат също да се прилагат за цифрови уреди, които могат да измерват само някои от величините, споменати по-горе (например цифрови волтметри), но не за уреди за табло или уреди, разработени за специално предназначение.

**1.3.** Информацията, дадена в параграф 3 и 4 по-долу, може да бъде пренебрегната напълно или частично, в случай на изричната молба на клиента, дадена в писмена форма, уредът да бъде калибриран в съответствие с други подходящи методи.

## **2. Терминология**

**2.1. Калибриране.** Съвкупност от действия, които при определени условия установяват зависимостта между стойностите на величината, показани от измервателен уред или измервателна система или стойностите, представени от мярка или сравнителен материал и съответните стойности, реализирани от еталоните (VIM 6.11).

**2.2. Настройване (на измервателен уред).** Действие за привеждане на измервателния уред в състояние, подходящо за неговото използване (VIM 4.30). В зависимост от възможностите на уреда, настройването може да се извърши чрез физическо настройване (на вътрешни компоненти) или специализиран програмен продукт (фърмуер) на уреда.

**2.3. Метрологично потвърждаване.** Съвкупност от операции, необходими за потвърждаване, че средството за измерване отговаря на изискванията за предвидената употреба (ISO 10012).

**2.4. Разделителна способност (на показващо устройство)** Най-малката разлика между показанията на показващото устройство, която може да бъде различена (VIM 5.12). За цифрови уреди характеристиката „разделителна способност“ често се изразява чрез броя разреди/цифри, които уредът показва.

**2.5. Обхват на показанието.** Съвкупност от стойности, ограничени от крайните показания (VIM 4.19).

**2.6. Пълна скала.** Пълната максимална индикация (показание) на един уред за определен обхват.

**2.7. Функционален тест/проверка.** Тест/проверка, извършен за даден уред за да се провери дали неговите функции работят правилно.

**2.8. Самокалибриране/автокалибриране.** Процес на вътрешно калибриране на уред, с цел подобряване на неговата точност.

**2.9. Крест фактор** (коефициент на амплитудата). Отношение между максималната стойност на променливотоков сигнал и неговата ефективна стойност.

### **3. Процедура**

#### **3.1. Общи съображения**

3.1.1 Процедурата трябва да осигури, че уредът, който се калибрира, дава на потребителя проследими резултати от измерване. Потребителят трябва да може да използва резултатите от измерване, докладвани в сертификата за калибриране, по време на метрологичното потвърждаване на уреда.

#### **3.2. Предварителни проверки**

3.2.1 Ако са налични, предварително трябва да бъдат извършени следните процедури: функционална проверка (TEST) на мултимера и, ако уредът позволява, самопроверка (ACAL, SELFCAL, и т.н.) с цел уредът да се приведе в определено състояние.

#### **3.3. Последователност на операциите**

3.3.1 В зависимост от калибрационното състояние (статус) на цифровия мултимер (DMM) при получаване и от изискванията на клиента, могат да се изпълнят три различни последователности на работа:

- |                                   |                   |                  |
|-----------------------------------|-------------------|------------------|
| а) Калибриране преди настройване; | в) - Калибриране; | с) - Настройване |
| - Настройване                     |                   | – Калибриране    |
| - Калибриране след настройване    |                   |                  |

3.3.2 Последователността съгласно подточка а) е стандартната последователност. Калибрирането преди настройване осигурява информация за поведението на уреда за изтеклия период от време след предишното калибриране. Настройването поставя показанията на уреда в границите на спецификациите на производителя. Калибрирането след настройване документира състоянието на уреда след като е извършено настройването.

3.3.3 Ако се окаже, че уредът е запазил точността си в задоволителна степен, е възможно да не се извършва настройване и да се следва последователността, посочена в подточка в). Границите, които резултатите от калибриране не трябва да превишават, за да е възможно това, трябва да бъдат избрани по начин, който предполага, че уредът остава в границите на спецификациите си по време на следващия период на използване.

3.3.4 Например за уреди с ниска точност и с ръчно настройване, които обикновено имат малък дрейф спрямо спецификацията, границите на отклонението между приложената величина и показанието могат да бъдат определени като 70 % от годишната спецификация, декларирана от производителя, за всички точки на измерване, и 50 %, ако точката съответства на стойност, за която е направено настройване на уреда. За други по-точни уреди, границата може да бъде определена като 50 % от спецификацията за всички точки на измерване.



3.3.5 Ако калибрационното състояние на уреда, при пристигане в АЛК, не е от практическо значение за клиента, е възможно да се пропусне предварителното калибриране и да се следва последователността, определена в подточка с). Такъв може да бъде случаят, ако уредът никога не е представян на периодично калибриране, или ако операциите, които са били извършвани, например ремонт, значително са променили неговите метрологични характеристики. Такава последователност може да бъде избрана само по изричното искане на клиента или ако е извършен ремонт непосредствено преди калибриране от АЛК или от лаборатория, пряко свързана с него.

3.3.6 Настройването трябва да се извършва съгласно метода, определен от производителя. Всички операции, изброени в инструкцията за работа на уреда трябва да бъдат извършени, с изключение на тези, които са от специфично естество.

3.3.7 Обикновено процедурите за калибриране трябва да се извършват при такава конфигурация на уреда, че да може да се получи най-добрата точност на измерване. За високоточните DMM, за да се намали времето за калибриране, може да се използва и конфигурация, която не осигурява най-добрата точност на измерване, ако нарастването на неопределеността е пренебрежимо спрямо спецификацията.

#### **3.4. Определяне на точки на измерване**

3.4.1 Определението за минимална съвкупност от точки на измерване за калибриране за широко разпространените DMM трябва да бъде достатъчно общо, за да позволи прилагането му за различни типове (модели) уреди. Когато се определя индивидуално съвкупност от точки на измерване за определен тип DMM, АЛК трябва да вземе предвид принципа на работа на уреда, така че да определи най-подходящите точки на калибриране. Ръководство за избора на точки на калибриране може понякога да бъде взето и от инструкциите на производителя, въпреки че не е задължително списъкът на точки там да е изчерпателен.

3.4.2 Поради голямото разнообразие на типове уреди е необходимо да се намери критерий, на основата на който DMM да се разделят на категории, така че да се класифицира броят на точките на калибриране и нивото на неопределеност в съответствие с точността и използването на уреда. В този документ изходният параметър, използван за тази цел, е разделителната способност на показанието, изразена чрез броя разреди/цифри; ако този брой се променя за различните функции на уреда, определянето е спрямо максималният брой.

3.4.3 Могат да се определят две основни категории. Първата включва работни уреди с ниска точност, с разделителна способност от не повече от 4 1/2 разреди (цифри) (показание на дисплея не по-голямо от 50000). Типичен уред от тази категория е ръчен DMM, широко използван за измервания в производствени линии. За тази категория уреди в Таблица 1 са определени препоръчителните точки на калибриране.

3.4.4. Втората категория групира уреди с по-съвременни характеристики, по-специално уреди за вграждане (стендови уреди), с разделителна способност между 5 1/2 и 8 1/2 разряда. Това е апаратура, която обикновено се използва за измервания с по-високи изисквания или като изходни уреди на лаборатории. В Таблица 2 са дадени препоръчителните точки на измерване за тази категория.

3.4.5 Точките на измерване в таблиците са изразени като процент от стойността на пълната скала. Броят на точките на измерване, посочени за всеки обхват, трябва да се разглежда като долна граница.

Дадените стойности са примерни и трябва да се интерпретират по-свободно, като се вземат предвид характеристиките на уреда и изискванията на клиента. По-конкретно, необходимо е крайните стойности да се адаптират, така че да включват всички точки на измерване, изисквани от производителя на уреда и описани в инструкцията за работа.

3.4.6 За правилното разбиране на Таблица 1 и Таблица 2 трябва да бъдат взети под внимание следните забележки.

3.4.6.1 При измерване на постоянно напрежение, постоянен ток и съпротивление при постоянен ток (DC измервания) се предвижда предварително да извърши нулиране на всеки обхват, когато тази функция е възможна. За нулиране на входа при постоянно напрежение трябва да се използва закъсяваща връзка с малко термоелектродвижещо напрежение. При постоянен ток входната верига трябва да бъде оставена отворена. В случай на 2-проводно измерване на съпротивление трябва да се получи компенсиране на свързващите проводници чрез закъсяване на проводниците от страната на резистора, който се измерва. В случай на 4-проводно измерване на съпротивление, компенсирането на офсата (изместването) обикновено се получава посредством закъсяване на токовите клеми и измерване на напрежението. Специалните процедури за нулиране, които са описани в инструкцията за работа с уреда, трябва да се спазват. В случай, че не може да бъде компенсиран офсата на уреда, към точките на измерване трябва да се включи и измерване на нулата.

3.4.6.2 Числото 10 % показва началната стойност на скалата, действителната стойност може да бъде по-малка от 10 %, възможно е нула за постоянно-токови функциите на уреда. Числото 90 % показва стойността на пълната скала, действителната стойност може да варира от 50 % до 99 % от пълната скала за всички функции с изключение на съпротивление, където може да варира от 30 % до 99 %. Ако числото 90% е определено за обхват с поне 5 точки на измерване, това число трябва да се разглежда като строго зададено.

3.4.6.3 Стойността 50 Hz означава точка на измерване, която е предвидена за да се калибрира уреда при промишлена честота, действителната стойност може да варира от 40 Hz до 60 Hz или, най-много, до 100 Hz. Трябва да се отбележи, че за уреди с висока точност, захранвани от мрежата, е по-добре да се избягва извършване на това измерване при 50 Hz поради възможно взаимодействие (биене) между честотата на приложения сигнал и тази на мрежата.

3.4.6.4 Честотата 1 kHz обозначава централната стойност на честотата, дадена в спецификациите, при която, обикновено, уредът е настроен, действителната стойност може да варира от 200 Hz до 1 kHz в зависимост от модела на уреда. Стойности на честотата, по-големи от 1 kHz, са примерни, но техният брой е задължителен. Действителните стойности трябва да бъдат определени така, че да се проверяват различни честотни ленти, дадени в спецификациите на производителя.

3.4.6.5 При измерване на променливо напрежение трябва да се внимава стойностите, дадени в Таблица 1 и Таблица 2, да не достигат границите на уреда по максимално напрежение и волт-честотна характеристика.

#### **4. Неопределеност на измерването**

**4.1.** Неопределеността на измерване трябва да се оценява за всеки резултат от измерване в съответствие с указанията на EA-4/02 (преди EAL-R2). По-специално, трябва да се има предвид примерът S9, който се отнася за калибриране на ръчен цифров мултиметър за 100 V постоянно напрежение.

**4.2.** След калибриране и при нормални условия на използване, присъединената неопределеност към показанията на DMM ще бъде комбинация от спецификацията на DMM и неопределеността на калибриране.

**4.3.** Когато няма друго специфично искане от клиента, за метрологично смислено калибриране на DMM, неопределеността на еталоните, използвани при настройване и неопределеността на измерване трябва да бъдат достатъчно малки, за да бъде възможно да се пренебрегнат в сравнение със спецификацията по точност на производителя. Справка трябва да бъде направена със спецификацията за една година, тъй като това обикновено е отправната точка, отчитана от клиента, по време на периода на валидност на калибрирането.

**4.4.** Като пример, обикновено е достатъчно отношение 4:1 между спецификацията и неопределеността при калибриране. Възможно е това изискване да не може да се изпълни за DMM с малка разделителна способност, когато разделителната способност на показанието на DMM доминира както над точността по спецификация, така и над неопределеността на калибриране. Също така, в случай на по-точни DMM, не винаги е възможно да се достигне отношение 4:1 за всички функции и обхвати. АЛК трябва да се стремят да ограничават броя на точките на калибриране, при които се използва отношение, по-малко от 4:1.

## **5. Съдържание на сертификата за калибриране**

**5.1.** Когато се съставя сертификата за калибриране, трябва да се спазват указанията, изложени в публикацията на ЕА ЕА-4/01. В допълнение на това ръководство, за DMM се счита необходима следната информация, за да се осигури пълно знание за операциите, извършени върху уреда:

- 1) Обща информация относно калибрирането
- 2) Метод
- 3) Идентификация на използваните процедури
- 4) Резултати
- 5) Неопределеност на измерването
- 6) Коментари

Информацията, която трябва да се осигури по всяка от тези позиции, е посочена по-долу. Примери на свидетелства за калибриране са дадени в Приложение А.

**5.1.1 Обща информация относно калибрирането.** Опишете тук, ако е необходимо, допълнителна информация за уреда, степента на калибриране и всяка друга информация, която не е обхваната от други позиции.

**5.1.2 Метод.** Това е позиция, по която се дава цялата информация, която може да осигури подробно знание за извършения процес на калибриране; по-специално информацията, дадена по-долу, трябва да бъде взета предвид:

**5.1.2.1 Последователност на операциите, извършени върху уреда.** Тази информация може да включва, например: функционална проверка (self-test), самокалибриране (например установяване на нулата или калибриране по отношение на вътрешни еталони или линеаризация на преобразувателите), първоначално калибриране, настройване, последно калибриране. Ако някоя от операциите, които са изброени, не са извършени по изчерпателен начин, този факт трябва да бъде посочен.

5.1.2.2 Причини за избора на последователността на операциите и точки на измерване. Такива причини биха могли да бъдат една или повече от следните: заявка на клиента, инструкции на производителя, съдържащи се в ръководството на потребителя за уреда, Ръководства за калибриране на ЕВРАМЕТ.

5.1.2.3 Конфигурирането на уреда по време на калибриране на различните функции. Например, ако уредът може да измерва съпротивление дву и четирипроводно, предварително избраният режим трябва да бъде определен. Всяко установяване на нулата, извършено на уреда, трябва също да бъде посочено и, ако има повече от един вход, този, който е използван, трябва да бъде посочен. Тази информация може също да бъде показана до таблиците с резултатите.

5.1.2.4 Информация относно измервателната верига (например свързване на клема към земя), относно метода на измерване и относно реда на операциите, позволяващ правилно оценяване на получените резултати.

5.1.2.5 Ако калибрираният ДММ е чувствителен към крест-фактора, трябва да се даде всяка подходяща информация относно изкривяването на променливотоковите сигнали на калибриране.

5.1.2.6 Условията на заобикалящата среда (температура и влажност), при които е извършено калибрирането.

5.1.2.7 Времето, необходимо за стабилизиране на уреда, отнасящо се както до продължителността от време, за което уредът е оставен в заобикалящата среда на лабораторията, така също и (ако е захранен от мрежата) продължителността от време, за което той е бил включен, преди началото на калибриране.

**5.1.3 Идентификация на използваните процедури.** Изредете в списък или определете калибрационните процедури, използвани за получаване на данните от измерване.

**5.1.4 Резултати.** Резултатите обикновено са показани в таблици на следващи страници.

5.1.4.1 Пример за подходящи заглавия на колона в таблицата са: „Приложена стойност“ (или, например, „Приложено напрежение“), „Обхват на уреда“ (ако трябва да се разгледат повече от един), „Показание на уреда“, „Грешка на показанието“ и съответната „Неопределеност на измерване“. За променливотокови входни величини, колоната „Приложена стойност“ трябва да бъде разделена, за да има отделни колони за нивото и честотата на входния сигнал. Колоната „Показание на уреда“ може също да бъде разделена, за да позволи докладване на резултатите от началното калибриране и последното калибриране, когато на уреда е извършено настройване.

5.1.4.2 В случай, че един или повече резултата от измерване, докладвани в таблиците, са били получени за конфигуриране на уреда, различно от това, определено съгласно 5.1.2 Метод, тези резултати трябва да бъдат отбелязани и специфичното конфигуриране на уреда трябва да бъде дадено в забележка под таблицата.

5.1.4.3 Единицата на измерване може да бъде посочена до съответната стойност или включена в заглавието на колоната.

5.1.4.4 Относно броя цифри, с който данните трябва да се докладват в сертификата, стойността на приложената величина трябва да има разделителна способност, която съответства на нейната неопределеност. От друга страна, за показанието на мултимера броят на цифрите, които трябва да бъдат дадени, е свързан с разделителната способност на уреда.

Ако той има голям брой разреди, незначещите цифри или тези, които се съдържат в кратковременната нестабилност на показанието, могат да не се вземат предвид.

5.1.5 **Неопределеност.** Стойностите на неопределеността на измерване се докладват до съответните резултати от измерване. Ако е извършено настройване, в сертификата също трябва да се докладва неопределеността на използваните еталони или да тя бъде определена като пренебрежима по отношение на спецификациите на уреда, където е приложимо.

5.1.5.1 Запознайте потребителя, че в дадената неопределеност е отчетена разделителната способност и кратковременната нестабилност на уреда, който се калибрира.

5.1.5.2 Ако калибрираният DMM е чувствителен към крест-фактора, ефектът от изкривяване на променливотоковите сигнали на калибиране трябва да бъде взет под внимание когато се оценява неопределеността при калибиране.

5.1.5.3 Включете изречение като например: „ Докладваната разширена неопределеност от измерване е заявена като стандартна (средноквадратична) неопределеност на измерване, умножена с коефициент на доверителна вероятност (фактор на покриване)  $k=2$ , съответстващ на вероятност на покриване приблизително 95 %. Стандартната неопределеност на измерване е определена в съответствие с публикация на ЕА ЕА-4/02”.

5.1.5.4 **Бележка за DMM с малка разделителна способност.** В някои случаи комбинираната стандартна неопределеност трябва да съдържа два основни приноса: компонент от крайната разделителна способност на уреда (или от нестабилно показание), обикновено разглеждан като правоъгълно разпределена съставяща, и компонент от други приноси на неопределеност, на който обикновено се приписва нормално разпределение. За да се получи разширена неопределеност с около 95 % интервал на покриване, факторът на покриване ще зависи от отношението между правоъгълната и нормалната компонента и ще варира между  $k=1,65$ , когато правоъгълната компонента преобладава, до  $k=2$ , когато нормалната компонента преобладава. Не е възможно, обаче, да се напише точна формула за  $k$ , и няма ясни, прости апроксимации за това отношение. Отклонението от  $k=2$  става значително (5%), когато разделителната способност е равна на или по-голяма от 1.5 пъти от комбинацията на другите компоненти на неопределеността. Проблемът често се появява за уредите с ниска точност и ограничена разделителна способност (например 3 ½ разреди). Тези уреди обикновено се калибрират за ниска цена и крайният потребител рядко е загрижен за подробните приноси на неопределеност. В този случай изчисляването на отделните фактори на покриване не допринася достатъчно стойност за типичния потребител, за да се оправдае разхода. Препоръката на това ръководство, следователно, е че фактор на покриване  $k=2$  се използва навсякъде в такива случаи, и когато разделителната способност на уреда е значителна (виж по-горе), тогава изречението от предишния параграф може да се промени, както следва:

„Докладваната разширена неопределеност на измерване е заявена като стандартна неопределеност на измерване, умножена с фактор на покриване  $k=2$ , който съответства на вероятност на покриване най-малко 95 %. Стандартната неопределеност е комбинация от правоъгълно разпределен компонент с широчина, равна на  $N$  разряда разделителна способност, и нормално разпределени компоненти. Стандартната неопределеност на измерване е определена в съответствие с публикация на ЕА ЕА-4/02“.

В това изречение N е броят цифри, с които показанието се променя, и за стабилно показание е равен на едно. Информация в такава форма ще позволи на напредналия потребител да получи информацията за двата значителни компонента на неопределеността и да използва тази информация директно в неговите/нейните собствени изчисления на неопределеността.

#### **5.1.6 Коментари.**

5.1.6.1 Изявление, отнасящо се до валидността на резултатите от калибриране, докладвани в сертификата, трябва да бъде включено. Например, едно изречение като *„Резултатите, докладвани в този сертификат, се отнасят до състоянието на уреда към датата на калибриране и не носят никакво заключение относно дълговременната стабилност на уреда”*.

5.1.6.2 Посочете всяка открита неизправност или аномалия.

5.1.6.3 Ако калибрирането не е извършено в помещенията на АЛК (калибриране на място, виж Публикация EA-4/03), посочете мястото.

## **6. Библиография**

1. EA-4/01, Requirements Concerning Certificates Issued by Accredited Calibration Laboratories (Изисквания към сертификатите, издавани от акредитирани лаборатории за калибриране) (previously EAL-R1), Nov 1995.
2. EA-4/02, Expressions of the Uncertainty of Measurements in Calibration (Изразяване на неопределеността от измерване при калибриране) (previously EALR2), Apr 1997.
3. EA-4/03, Requirements for the Accreditation of Laboratories and Organisations Performing Site Calibration (Изисквания към акредитираните лаборатории и организации, извършващи калибриране на място), (previously EAL-R3), Jan 1996.
4. VIM, International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology (Международен речник на основни и общи термини по метрология) second edition, 1993.
5. ISO 10012-2, Quality Assurance for Measuring Equipment – Part 2 (Осигуряване на качеството на измервателно оборудване – част 2), first edition, 1997.
6. ILAC G8:1996 Guidelines on Assessment and Reporting of Compliance with Specification (Указания за оценяване и докладване на съответствие със спецификацията)

**Таблица 1**

Точки на измерване за DMM с ниска точност: разделителна способност не повече от 4 1/2  
разряда.

(Стойностите на точките на измерване са дадени като процент от пълната скала: виж 3.4.6.2)

**Постоянно напрежение**

Обхвати на уреда	Точки на измерване	
	Брой	Стойности
Всички	3	10%, 90%, -90%
Един (междинен)	5-7	10%, 30%(1), 50%, 70% <sup>[1]</sup> , 90% -10%, -90%

**Постоянен ток**

Обхвати на уреда	Точки на измерване	
	Брой	Стойности
Всички	1	90%
Един (междинен)	2	90%, -90%
Със стойност >1A	2	50%, 90%

**Съпротивление**

Обхвати на уреда	Точки на измерване	
	Брой	Стойности
Всички	1	90%
Един (междинен)	1-2	10% <sup>[1]</sup> , 90%
Най-ниският	2	0%, 90%

**Променливо напрежение**

Обхвати на уреда	Точки на измерване		
	Брой	Стойности и честоти	
Всички	2-6	10% <sup>[1]</sup> , 90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz <sup>[1]</sup>
Ном.стойност <0.5V	4	10%, 90%	50 Hz, 1 kHz
Един (междинен)	6	10%, 50% 90%	50 Hz or 1 kHz 50 Hz и 1, 20, 100 kHz
Ном.стойност >200V	4	10%, 90%	50 Hz, 1 kHz

**Променлив ток**

Обхвати на уреда	Точки на измерване		
	Брой	Стойности и честоти	
Всички	2	90%	50 Hz, 1 kHz
Един (междинен)	2-3	10% <sup>[1]</sup> 90%	1 kHz 50 Hz, 1 kHz

<sup>1</sup> Стойности на честотата, при която трябва да се калибрират само уреди с разделителна способност, равна на 4 1/2 разряда



**Таблица 2**

Точки на измерване за DMM с висока точност: разделителна способност 5 ½ разряда или повече.  
(Стойностите на точките на измерване са дадени като процент от пълната скала: виж 3.4.6.2).

**Постоянно напрежение**

Обхвати на уреда	Точки на измерване	
	Брой	Стойности
Всички	3-4	10%, 50% <sup>L2]</sup> , 90%, -90%
Един (междиен)	7	10%, 30%, 50%, 70%, 90%, -10%, -90%
Със стойност >200V	4	10%, 50%, 90%, -90%

**Постоянен ток**

Обхвати на уреда	Точки на измерване	
	Брой	Стойности
Всички	2-3	10%, 90%, -90% <sup>L2]</sup>
Един (междиен)	3	10%, 90%, -90%
Със стойност >1A	3	10%, 50%, 90%

**Съпротивление**

Обхвати на уреда	Точки на измерване	
	Брой	Стойности
Всички	2	10%, 90%

**Променливо напрежение**

Обхвати на уреда	Точки на измерване		
	Брой	Стойности и честоти	
Всички	8	10%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz
		90%	50 Hz и 1, 20, 50, 100 kHz
Ном.стойност < 0.5V	6	10% -90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz
Един (междиен)	13	10%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz 1 kHz
		30%,50%,70% 90%	50 Hz и 1, 20, 50, 100, 300, 1000 kHz
Номинална стойност >200V	8	10% 50%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz 1 kHz, 50 kHz
		90%	50 Hz, 1 kHz, 30 kHz

**Променлив ток**

Обхвати на уреда	Точки на измерване		
	Брой	Стойности и честоти	
Всички	3-4	10% 90%	1 kHz
			50 Hz, 1 kHz, 5 kHz <sup>1-3-1</sup>

<sup>2</sup> Стойности, които трябва да се калибрират само за най-прецизните уреди (разделителна способност равна на или по-голяма от 7 ½ разряда в Vcc)

<sup>3</sup> Честота, при която трябва да се калибрират само уреди с разделителна способност, равна или по-голяма от 6 ½ разряда



## **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

### **Примери за съставяне на сертификати за калибриране на цифрови мултимери**

#### **Пример 1**

##### **ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ ОТНОСНО КАЛИБРИРАНЕТО**

Калибриран е 3 ½ разреден ръчен цифров мултимер за функциите: постоянно напрежение, променливо напрежение, постоянен ток, променлив ток, съпротивление.

##### **МЕТОД**

Калибрирането на уреда е извършено в точките, посочени в Ръководство на ЕВРАМЕТ EM/cg/15, в съответствие с инструкциите на производителя, дадени в ръководството на потребителя. Както е договорено с клиента, не е извършвана настройка на мултимера. Преди извършването на дадените в този сертификат измервания успешно е изпълнена процедура на самонастройване („Test”) на уреда.

Температурата на заобикалящата среда е била в обхвата от 22 °С до 24 °С, а относителната влажност между 40 %rh и 60 %rh.

##### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ ПРОЦЕДУРИ**

Идентификация: A01VDC, A02VAC, A05IDC, A08IAC, A09RES.

##### **РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНЕТО**

Резултатите от калибриране са посочени в таблиците на следващите страници.

##### **НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ ПРИ КАЛИБРИРАНЕТО**

Стойностите на докладваната неопределеност в таблиците с резултатите е получена, като са взети под внимание всички допринасящи за неопределеността фактори, въздействащи върху измерването, включително тези, произтичащи от разделителната способност и кратковременната нестабилност на уреда, който се калибрира.

Докладваната разширена неопределеност на измерване е обявена като стандартна неопределеност, умножена с коефициент на покриване  $k=2$ , който съответства на вероятност на покриване най-малко 95 %. Стандартната неопределеност е комбинация от правоъгълно разпределен компонент с ширина, равна на 1 цифра от разделителната способност и нормално разпределени компоненти. Стандартната неопределеност на измерване е определена съгласно Публикация на ЕА ЕА-4/02.

##### **КОМЕНТАРИ**

Резултатите, докладвани в този сертификат, се отнасят за състоянието на уреда към датата на калибриране и не дават заключение по отношение на дълговременната стабилност на уреда.

**Таблица 1. Функция: Постоянно напрежение**

Приложено напрежение	Уред		Резултат от измерване	
	Обхват	Показание	Грешка	Неопределеност
+20.00 mV	100 mV	+20.0 mV	0.00 mV	0.06 mV
+100.00 mV		+99.9 mV	-0.10 mV	0.06 mV
-100.00 mV		-99.9 mV	0.10 mV	0.06 mV
+0.2000 V	1 V	+0.200 V	0.0 mV	0.6 mV
+1.0000 V		+0.999 V	-1.0 mV	0.6 mV
-1.0000 V		-0.999 V	1.0 mV	0.6 mV
+2.000 V	10 V	+2.00 V	0 mV	6 mV
-2.000 V		-2.00 V	0 mV	6 mV
+10.000 V		+9.99 V	-10 mV	7 mV
+15.000 V		+ 14.98 V	-20 mV	8 mV
-15.000 V		-14.97 V	30 mV	8 mV
+20.00 V	100 V	+20.0 V	0.00 V	0.06 V
+100.00 V		+99.8 V	-0.20 V	0.07 V
-100.00 V		-99.7 V	0.30 V	0.07 V
+200.0 V	1000 V	+200 V	0.0 V	0.6 V
+1000.0 V		+997 V	-3.0 V	0.7 V
-1000.0 V		-996 V	4.0 V	0.7 V

**Таблица 2. Функция: Променливо напрежение**

Приложено напрежение		Уред		Резултат от измерване	
Стойност	Честота	Обхват	Показание	Грешка	Неопределеност
100.00 mV	50 Hz	100 mV	99.9 mV	-0.10 mV	0.10 mV
100.00 mV	1 kHz		99.7 mV	-0.30 mV	0.10 mV
1.0000 V	50 Hz	1 V	0.998 V	-2.0 mV	1.0 mV
1.0000 V	1 kHz		0.999 V	-1.0 mV	1.0 mV
2.000 V	1 kHz	10 V	2.02 V	20 mV	6 mV
10.000 V	50 Hz		10.03 V	30 mV	10 mV
10.000 V	1 kHz		10.01 V	10 mV	10 mV
10.000 V	20 kHz		9.91 V	-90 mV	10 mV
10.000 V	100 kHz		9.81 V	-190 mV	20 mV
15.000 V	1 kHz		14.98 V	-20 mV	13 mV
100.00 V	50 Hz	100 V	99.8 V	-0.20 V	0.10 V
100.00 V	1 kHz		99.5 V	-0.50 V	0.10 V
1000.0 V	50 Hz	1000 V	995 V	-5.0 V	1.0 V
1000.0 V	1 kHz		992 V	-8.0 V	1.0 V

## Пример 2

### ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ ОТНОСНО КАЛИБРИРАНЕТО

Цифровият мултимер е калибриран за функциите: постоянно напрежение, променливо напрежение, постоянен ток, променлив ток, съпротивление.

### МЕТОД

Следните операции са извършени на уреда съгласно заявката на клиента и Ръководство за калибриране на ЕВРАМЕТ ЕМ/cg/15.

1. Стабилизиране: 24 часа преди калибриране уредът е захранен от електричната мрежа и поставен в условията на заобикалящата среда на лабораторията.
2. Функционална процедура за само-проверка (FULL TEST) – положителен резултат.
3. Процедура за само-калибриране (AUTOCAL) – няма грешки в работната процедура.
4. Първоначално калибриране.
5. Настройване – всички операции, посочени в параграф 4.1 на ръководството за работа са извършени.
6. Заключително калибриране.

Точките на измерване при калибриране включват точките, препоръчани от ръководството за работа и са в съответствие с Ръководство за калибриране на ЕВРАМЕТ ЕМ/cg/15.

Конфигурирането на уреда по време на калибриране е посочено до таблиците с резултати.

Измерванията на постоянно напрежение и съпротивление са извършени след закъсяване на входа и установяване на показанията на уреда на нула (за всеки използван обхват); подобна процедура е извършена за измерванията на постоянен ток, при отворена токова верига.

По време на калибрирането околната температура е била между 22 °С и 24 °С, относителната влажност - между 40% rh и 60% rh.

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ НА ИЗПОЛЗВАНАТА ПРОЦЕДУРА

Идентификация: A01VDC, A02VAC, A05IDC, A08IAC, A09RES.

### РЕЗУЛТАТИ ОТ ИЗМЕРВАНЕ

Резултатите от калибриране са показани в таблиците на следващите страници.

### НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ ПРИ КАЛИБРИРАНЕ

Стойностите на докладваната неопределеност в таблиците с резултатите е получена, като са взети под внимание всички допринасящи за неопределеността фактори, въздействащи върху измерването, включително тези, произтичащи от разделителната способност и кратковременната стабилност на уреда, който се калибрира.

Докладваната разширена неопределеност на измерване е обявена като стандартна неопределеност, умножена с коефициент на покриване  $k=2$ , който съответства на вероятност на покриване приблизително 95 %<sup>4</sup>. Стандартната неопределеност на измерване е определена съгласно Публикация на ЕА ЕА-4/02.

<sup>4</sup> Тук се предполага Гаусово вероятностно разпределение. Трябва да бъде посочена както стойността на  $k$ , така и вероятността на покриване. Доверителната вероятност.

### КОМЕНТАРИ

Резултатите, докладвани в този сертификат, се отнасят за състоянието на уреда към датата на калибриране и не дават заключение по отношение на дълговременната стабилност на уреда.

Функция: постоянно напрежение  
 Конфигурация на уреда

NDIG 8  
 FILT ON  
 NPL 100  
 Input FRONT

**Table 1 - Calibration results with DC voltage**

Applied Voltage (mV)	Instrument Range (mV)	Instrument Reading		Measurement result		
		Initial Calibration (mV)	Final Calibration (mV)	Initial error (10 <sup>-5</sup> )	Final error (10 <sup>-5</sup> )	Uncertainty (10 <sup>-5</sup> )
1.0000	100	+ 1.0008	+ 1.0005	80	50	31
-1.0000		-1.0002	-1.0003	20	30	31
10.0000		+ 10.0012	+ 10.0005	12	5.0	4.0
100.0000		+ 100.0020	+ 100.0002	2.0	0.2	1.3
-100.0000		-100.0015	-100.0005	1.5	0.5	1.3
(V)	(V)	(V)	(V)	(10 <sup>-6</sup> )	(10 <sup>-6</sup> )	(10 <sup>-6</sup> )
0.500000	1	+0.500005	+0.500001	5.0	2.0	6.0
1.000000		+ 1.000012	+ 1.000002	12.0	2.0	5.5
-1.000000		-1.000010	-1.000001	10.0	1.0	5.5
1.500000		+ 1.500015	+ 1.500004	10.0	2.7	5.3
2.000000	10	+2.000015	+2.000003	7.5	1.5	5.3

*(само част от таблицата за постоянно напрежение е докладвана в този пример)*

*Превод: инж. Петя Аладжем, БИМ – ГД „НЦМ“*

