European co-operation for Accreditation

Европейское сотрудничество в области Аккредитации
Akkreditatsiya bo'yicha Evropa hamkorligi

EA-10/15

EA Руководство по калибровке цифровых мультиметров

Raqamli multimetrlarni kalibrlash bo‘yicha qo‘llanma

EA Guidelines on the Calibration of Digital Multimeters

НАЗНАЧЕНИЕ

Этот руководящий документ предназначен для улучшения гармонизации в пределах EA калибровки цифровых мультиметров. В отсутствии определенных требований документ может использоваться аккредитованными лабораториями и их клиентами, чтобы сформулировать технически логичную процедуру калибровки таких приборов.

Перевод осуществлен ГУ «Уз НИМ»
под редакцией доцента Садыкова А. Б.

© ГУ «Уз НИМ» Узбекского агентства по техническому регулированию

Авторство

Публикация была первоначально издана EA Комитетом 2 (Техническая деятельность), на основании проекта, разработанного Экспертной Группой EA «DC + LF Электрические величины».

Официальный язык

Текст, при необходимости, может быть переведен на другие языки. Версия на английском языке остается окончательной версией.

Авторское право

Авторское право этого текста поддерживается EA. Текст не может быть скопирован для перепродажи.

Публикация руководства

Этот документ представляет собой консенсус мнений членов EA и предпочтенную практику возможного применения соответствующих пунктов стандартов аккредитации в контексте предмета этого документа. Представленные подходы не являются обязательными и представляют собой руководство для органов по аккредитации и лабораторий их клиентов. Тем не менее, документ был подготовлен в качестве средства активации последовательного подхода к аккредитации лабораторий среди органов членов EA, в частности, тех, кто участвует в Многостороннем соглашении EC.

Дополнительная информация

Для получения дополнительной информации об этой публикации, следует связаться с национальным членом EA. Пожалуйста проверьте наш вебсайт на современную информацию http://www.european-accreditation.org.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ВВЕДЕНИЕ..... 4
2 ТЕРМИНОЛОГИЯ..... 4
3 ПРОЦЕДУРЫ..... 5
3.1 Общие положения..... 5
3.2 Предварительные испытания..... 5
3.3 Последовательность операций 5
3.4 Выбор измеряемых точек..... 6
4 НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ 8
5 СОДЕРЖАНИЕ СЕРТИФИКАТА КАЛИБРОВКИ 8
6 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ..... 11
ТАБЛИЦА 1 12
ТАБЛИЦА 2 13
ПРИЛОЖЕНИЕ A 14

Примеры для составления сертификатов для цифровых мультиметров 10

1 *ВВЕДЕНИЕ*

1.1 Цель этого документа состоит в обеспечении руководящих принципов по калибровке Цифровых Мультиметров (ЦММ) для аккредитованных калибровочных лабораторий (АКЛ). В отсутствии определенных международных письменных стандартов на ЦММ этот документ добавляет рекомендации изготовителя и процедуры калибровки АКЛ.

Даже при том, что эти руководящие принципы не распространяются на вопросы оценки соответствия ЦММ техническим условиям, они предлагают подходящий метод калибровки, на котором может базироваться утверждение соответствия. Для оценки и подтверждения соответствия, читатели могут сослаться на Директиву ILAC G8.

1.2 К категории ЦММ относят многофункциональные измерительные приборы с цифровым отсчетом для измерения величин: напряжение постоянного тока, напряжение переменного тока (низкая частота), постоянный ток, переменный ток (низкая частота), электрическое сопротивление. Эта категория не включает приборы, которые, хотя они также имеют значения одной или более этих величин, прежде всего предназначены для того, чтобы измерить величины различного типа, такие как мощность, энергия и импеданс переменного тока или для измерений в частотах выше чем 1 MHz. Данные руководящие принципы могут также быть применены к цифровым приборам, которые в состоянии измерить только некоторые из упомянутых выше величин (например цифровые вольтметры), но не для групповых приборов или приборов, предназначенных для специализированных применений.

1.3 Информация, приведенная в разделах 3 и 4, может быть проигнорирована, полностью или частично, в случае требования клиента, явно и в зарегистрированной форме, что прибор быть калиброван согласно другим соответствующим методам.

2 *ТЕРМИНОЛОГИЯ*

2.1 **Калибровка**. Совокупность операций , устанавливающих , при заданных условиях , соотношение между значениями величин по показаниям измерительного прибора или измерительной системы , или значений, представленных материальной мерой или стандартным образцом, и соответствующими значениями, воспроизводимыми эталонами (VIM 6.11) .

2.2 **Регулировка (измерительного прибора)**. Операция приведения измерительного прибора в рабочее состояние, пригодное для использования (VIM 4.30). В зависимости от прибора, регулировка может быть выполнена с помощью физической регулировки (внутренних компонентов) или с помощью встроенных программ прибора.

2.3 **Метрологическое подтверждение**. Совокупность операций, необходимых для обеспечения того, чтобы единица измерительного оборудования находилась в состоянии соответствия требованиям к ее назначению (ISO 10012).

2.4 **Разрешение (устройства отображения)**. Наименьшая разница между показаниями отображающего устройства, которые могут быть осмысленно отличаться (VIM 5.12). Для цифровых приборов - функция разрешения часто выражается числом цифр, отображаемых прибором.

2.5 **Диапазон показаний**. Набор значений, ограниченных крайними показаний (VIM 4.19).

2.6 Полная шкала. Абсолютный максимум показаний прибора в указанном диапазоне.

2.7 Функциональная проверка/поверка. Испытание/поверка выполненные на приборе для проверки правильности выполнения его функций.

2.8 Самокалибровка / автокалибровка. Внутренний процесс калибровки прибора с целью повышения его точности.

2.9 Коэффициент амплитуды. Отношение максимального значения сигнала переменного тока к его среднему квадратическому (rms) значению

3 *ПРОЦЕДУРЫ*

3.1 Общие положения

3.1.1 Процедура должна гарантировать, что прибор при калибровке предоставляет пользователю прослеживаемые результаты измерений. Пользователь должен иметь возможность использовать результаты измерений, приведенные в сертификате калибровки во время метрологического подтверждения прибора.

3.2 Предварительные испытания

3.2.1 Если возможно, следующие процедуры должны быть выполнены в качестве предварительных: функциональные проверки (TEST) мультиметра и, если прибор позволяет, самокалибровка (ACAL , SELFCAL , и т.д.), для приведения прибора в определенном состоянии.

3.3 Последовательность операций

3.3.1 В зависимости от заявленной структуры калибровки ЦММ и требований заказчика, могут быть выполнены три различных последовательности операций:

a) Калибровка перед регулировкой
- Регулировка
- Калибровка после регулировки

b) - Калибровка
- Регулировка

c) - Регулировка
- Калибровка

3.3.2 Последовательность a) является стандартной последовательностью. Калибровка перед регулировкой предоставляет информацию о поведении инструмента в период, прошедший с предыдущей калибровки. Регулирование приводит показания прибора в пределы спецификаций производителя. Калибровка после регулировки документирует состояние прибора после того, как регулирование было выполнено

3.3.3 Если оказывается, что прибор поддержал свою точность в высоко удовлетворительным образом, возможно, не выполнять регулирование и переходить к последовательности b). Пределы, которые не должны быть превышены по результатам калибровки, для того, чтобы это стало возможным, необходимо выбрать таким образом, чтобы прибор остается в пределах нормы, предположительно в течение следующего периода использования.

3.3.4 Например, для приборов не высокой точности с ручным типом регулирования, которые, как правило, имеют низкий дрейф по отношению к спецификации, пределы отклонения между прикладываемым значением и отсчетом, могут быть установлены в 70 % годовой спецификации, заявленной изготовителем, во всех точках измерения, и 50 %, если точка соответствует значению, для которого прибор был отрегулирован. Для других, более точных приборов, предел может быть установлен в 50 % спецификации для всех точек измерения.

3.3.5 Если состояние калибруемого прибора, когда он приходит в АКЛ, не имеет отношения к заявителю, возможно опустить предварительную калибровку и переходить к последовательности c). Это может быть в случае, если прибор никогда не был представлен на периодическую калибровку, или если операции были проведены, например, ремонт, который значительно изменил его метрологические характеристики. Эта последовательность может быть выбрана только по явному требованию заказчика или, если ремонт был осуществлен, непосредственно перед калибровкой, в АКЛ или в лаборатории , непосредственно связанных с ней .

3.3.6 Регулировка должна быть выполнена в соответствии с методом, предписанным изготовителем. Все операции, перечисленные в руководстве по эксплуатации прибора, должны выполняться, за исключением операций особого характера.

3.3.7 Обычно процедуры калибровки должны быть выполнены настройкой прибора таким образом, чтобы иметь возможность получить лучшую точность измерений. Для ЦММ высокой точности, для сокращения времени калибровки, может быть использована менее требовательных настройка, если увеличением неопределенности можно пренебречь по отношению к спецификации .

3.4 Выбор измеряемых точек

3.4.1 Определение минимального набора точек измерения для калибровки родового ЦММ должно быть достаточно гибким, чтобы позволить применение к различным моделям приборов. Настраивая набор точек измерения для определенной модели ЦММ, АКЛ должна рассмотреть рабочие принципы прибора, чтобы определить наиболее подходящие точки калибровки. Руководство по выбору точек калибровки может иногда быть получено из инструкций изготовителя, хотя пункты, перечисленные в ней не обязательно считать исчерпывающими.

3.4.2 Из-за широкого разнообразия типов приборов, необходимо найти критерии, на основе которых подразделять ЦММ на категории, чтобы сортировать число точек калибровки и уровни неопределенности в соответствии с точностью и применением прибора. В этом документе, исходным параметром, используемым для этой цели, является разрешение считывания, выраженное в количестве цифр отсчета; Если это число изменяется от одной функции прибора к другой, исходным выбирается максимальное число.

3.4.3 Могут быть идентифицированы две главных категории. Первая включает рабочие приборы низкой точности, с решением не больше, чем 4 1/2 разрядов (отсчет по дисплею не более, чем 50000). Типичный прибор в этой категории - переносной ЦММ, используемый в значительной степени для измерений производственного профиля. Для этой категории инструментов Таблица 1 перечисляет набор рекомендуемых точек калибровки.

3.4.4 Вторая категория группирует приборы с более передовыми характеристиками, в частности настольные приборы, с решением от 5 1/2 до 8 1/2 разрядов. Эти аппараты, обычно используемые для более требовательных измерений или как лабораторные эталонные приборы. В Таблице 2 приведен набор рекомендуемых точек измерения для этой категории.

3.4.5 В таблицах измеряемые точки выражены в процентах от полной шкалы. Количество точек измерения, указанные для каждого диапазона следует понимать как нижний предел. Приведенные значения являются ориентировочными и должны толковаться гибко, с учетом характеристик приборов и требований заказчика. В частности, необходимо адаптировать общие значения таким образом, чтобы включать в себя все точки измерения, требуемые изготовителем прибора и приведенные в инструкции по эксплуатации.

3.4.6 Замечания, которые должны быть рассмотрены для правильной интерпретации таблиц 1 и 2, приведены в ниже.

3.4.6.1 Для измерения напряжение, тока и сопротивления на постоянном токе, предполагается, что предварительная установка нуля выполняется на каждом диапазоне, когда эта функция доступна. Для постоянного напряжения с низкой термо ЭДС для обнуления можно использовать короткое замыкание входа. Для измерения постоянного тока входная цепь остается открытой. В случае измерения сопротивления по двух проводной схеме, компенсация сопротивления провода будут получена замыканием проводов на стороне измеряемого резистора. В случае измерения сопротивления по четырех проводной схеме, компенсацию смещения обычно получают путем замыкания токовых и потенциальных измерительных проводов. Специальные процедуры установки нуля, приведенные в инструкции по эксплуатации прибора, должны быть соблюдены. В случае, если прибор не может компенсировать смещение, нулевое измерение следует включить в список точек измерения .

3.4.6.2 Число 10 % указывает на начало шкалы; фактическое значение может быть ниже, чем 10 % , возможно нуль для функций постоянного тока. Число 90 % указывает на полномасштабное значение; фактическое значение может изменяться от 50 % до 99 % от полной шкалы для всех функций, за исключением сопротивления, где значение может варьироваться от 30 % до 99 % . Если число 90 % указывается для диапазона по крайней мере с пятью точками измерения, то число, должно быть понято в самом строгом смысле.

3.4.6.3 Значение 50 Hz обозначает точку измерения, предназначенную для калибровки прибора на частоте питания; фактическое значение может изменяться от 40 до 60 Hz или, в лучшем случае, до 100 Hz. Следует отметить, что для приборов высокой точности подключаемых к сети, лучше избегать выполнение этого измерения при 50 Hz из-за возможного биения между частотой приложенного сигнала и частотой сети.

3.4.6.4 Частота 1 kHz обозначает центральное значение частоты, указанное в спецификации, в которых, как правило, прибор настраивается; фактическое значение может изменяться от 200 Hz до 1 kHz в зависимости от модели прибора. Значения частот выше 1 kHz являются ориентировочными, однако их количество является обязательным.

Фактические значения должны быть определены таким образом, чтобы проверить различные частотные диапазоны, определенные в спецификации прибора.

3.4.6.5 При измерениях напряжения переменного тока должны быть приняты меры предосторожности, чтобы значения, приведенные в таблицах 1 и 2, не достигали пределов прибора по амплитуде напряжения в преобразователе напряжение-частота

4 *НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ ИЗМЕРЕНИЙ*

4.1 Неопределенность измерения должна быть оценена для каждого результата измерения согласно руководству EA-4/02 (ранее EAL-R2). В частности, должны быть рассмотрены в этом документе на примере S9 в отношении калибровки переносного цифрового мультиметра на 100 V постоянного тока.

4.2 После калибровки и при нормальных условиях эксплуатации, неопределенность, связанная с показаниями ЦММ, будет комбинацией спецификации ЦММ и неопределенности калибровки.

4.3 В отсутствие других конкретных предложений заявителя, для полноценной калибровки ЦММ неопределенность эталонов, используемых при регулировке, и неопределенность измерений должна быть достаточно низкой, чтобы была возможность пренебречь по сравнению со спецификацией точности производителя. Исходные условия должны быть внесены в спецификации после одного года, поскольку это в целом передают на рассмотрение заявителем в течение периода действия калибровки.

4.4 В качестве примера, соотношения между спецификацией и неопределенностью калибровки в 4:1 обычно достаточно. Отсутствует возможность удовлетворить это требование для ЦММ низкого разрешения, где разрешение отсчета ЦММ доминирует и над спецификацией точности и над неопределенностью калибровки. Также в случае более точного ЦММ, не всегда возможно достигнуть соотношения 4:1 всех функций и диапазонов. АКЛ должна стремиться ограничивать число точек калибровки, где используется соотношение ниже чем 4:1.

5 *СОДЕРЖАНИЕ СЕРТИФИКАТА КАЛИБРОВКИ*

5.1 При составлении сертификата калибровки следует придерживаться руководящих принципов, заложенных в EA публикации EA-4/01. В дополнение к этому руководству для ЦММ считается необходимой следующая информация для обеспечения полного знания операций, выполненных на приборе:

1) Общая информация о калибровке

2) Метод

3) Идентификация используемых процедур

4) Результаты

5) Неопределенность измерения

6) Комментарий

Информация, которая должна предоставляться под каждым заголовком указывается ниже. Примеры сертификатов показаны в Приложении A.

5.1.1 Общие сведения о калибровке. Указывается, при необходимости, дополнительная информации о приборе, объем калибровки и любая другая информация, на которую не распространяются другие заголовки.

5.1.2 Метод. Под этим заголовком приводится вся информация, которая может обеспечить более детальное знание выполненного процесса калибровки; в частности, должны быть рассмотрены перечисленные ниже сведения.

5.1.2.1 Последовательность операций, выполненных на приборе. Эта последовательность может включать в себя, например: функциональную проверку (самопроверка), самокалибровку (например, установка прибора на нуль или калибровка по отношению к внутренним эталонам или линеаризация преобразователей), предварительную калибровку, регулировку, окончательную калибровку. Если любая из перечисленных операций не проводились всеобъемлющим образом, этот факт должен быть указан.

5.1.2.2 Причины выбора последовательности операций и точек измерения. Такими причинами могут быть одна или более из следующих: требование заказчика, инструкции изготовителя, содержащиеся в руководстве пользователя прибора, руководящие принципы EA .

5.1.2.3 Настройки прибора во время калибровки различных функций. Например, если прибор может измерять сопротивление по двух или четырех зажимным схемам, предварительно выбранный способ должен быть указан. Любые установки нуля, выполненные на приборе, также должны быть обозначены и, если есть более чем один вход, тот, который был использован должен быть описан. Эта информация также может быть показана рядом с таблицами результатов.

5.1.2.4 Информация об измерительной цепи (например, подключение клеммы с заземлением), по методу измерения и о порядке следования операций, что обеспечивает правильную оценку полученных результатов.

5.1.2.5 Если ЦММ при испытании чувствителен к коэффициенту амплитуды, должна быть приведена вся соответствующая информация об искажениях калибровочных сигналов переменного.

5.1.2.6 Условия окружающей среды (температура и влажность), при которых проводилась калибровка.

5.1.2.7 Времена стабилизации прибора, касающиеся как промежутка времени, в течение которого инструмент находился в условиях лаборатории, так и (при питании от сети) промежутка времени, в течение которого прибор находился во включенном состоянии перед началом калибровки.

5.1.3 Идентификация используемых процедур. Перечень или идентификация процедур калибровки, используемых для получения измерительных данных.

5.1.4 Результаты. Результаты обычно показывают в таблицах на последующих страницах.

5.1.4.1 Примером набора подходящих заголовков столбцов в таблицах являются «Применяемое значение» (или, например, «Приложенное напряжение»"), «Диапазон прибора»" (если нужно рассмотреть более одного), «Отсчет прибора», «Погрешность показания» и соответствующая «Неопределенность измерений». Для входных величин переменного тока столбец «Применяемое

значение» будет разделен, чтобы дать отдельные столбцы для уровня и частоты на входе. Столбец «Отсчет прибора» также может быть разделен, что позволит привести данные о предварительной калибровке и заключительных результатах калибровки, когда прибор настраивается.

5.1.4.2 В случае одного или более результатов измерений, приведенных в таблицах, полученных при настройках прибора, отличных от указанных в подпункте 5.1.2 «Метод», эти результаты могут быть отмечены и конкретные настройки прибора приведены в примечании ниже таблицы.

5.1.4.3 Единица измерения может быть обозначена рядом с соответствующей величиной или включена в заголовок столбца.

5.1.4.4 Что касается количества цифр, с помощью которых данные должны быть представлены в сертификате, то значение величины должно иметь разрешение, соизмеримые с ее неопределенности. С другой стороны, для отсчета по мультиметру количество цифр должно быть дано в соответствии с разрешением прибора: если отсчет имеет большое количество цифр, несущественные цифры или содержащихся в рамках кратковременной нестабильности отсчета могут быть отброшены.

5.1.5 Неопределенность. Значения неопределенности измерений представляют наряду с соответствующими результатами измерений. Если регулировка была выполнена, в сертификате должны быть представлены также неопределенности примененных эталонов, или, где это уместно, квалифицированы как незначительные по отношению к характеристика прибора .

5.1.5.1 Осведомить пользователя о том, что данные неопределенности учитывают разрешение и кратковременную нестабильность калибруемого прибора.

5.1.5.2 Если ЦММ на основании испытаний чувствителен к коэффициенту амплитуды, воздействие искажений калибровочных сигналов переменного тока должно быть принято во внимание при оценке неопределенности калибровки.

5.1.5.3 Включается фраза, такая как: «*Представленная расширенная неопределенность измерения определяется как стандартная неопределенность измерения, умноженная на коэффициент охвата k = 2, соответствующего вероятности охвата приблизительно 95%. Стандартная неопределенность измерений была определена в соответствии с EA публикации EA- 4 /02*» .

5.1.5.4 ПРИМЕЧАНИЕ для ЦММ низкого разрешения. В некоторых случаях суммарная стандартная неопределенность будет состоять из двух основных составляющих: компонент от конечного разрешения прибора (или от нестабильности показаний), обычно рассматриваемый как прямоугольно распределенный компонент, и компонент от других вкладов в неопределенность, который обычно считают нормального распределения. Для получения расширенной неопределенности с охватом интервала около 95%, коэффициент охвата будет зависеть от соотношения между прямоугольно и нормально распределенными компонентами и будет изменяться от k = 1,65, при преобладании прямоугольного компонента, до k = 2, если нормально распределенный компонент доминирует. Однако, не возможно написать аналитическое выражение для k, и нет никаких очевидных, простых приближений для этого отношения. Отклонение от k = 2 становится существенным (5 %), когда разрешение отсчета равно или больше чем в 1.5 раза комбинации других компонентов неопределенности. Проблема часто возникает для ЦММ низкой точности, ограниченной разрешением прибора (например, 3 ½. разряда). Эти приборы обычно калибруются по низкой цене, и конечный пользователь редко заинтересован в детализации составляющих

неопределенности. В этом случае вычисление отдельных факторов охвата не добавляет достаточно ценности для типичного пользователя, чтобы оправдать расход. Поэтому рекомендация настоящего Руководства, что коэффициент охвата k = 2 используется повсюду в этих случаях, и когда разрешение отсчета является существенным (см. выше), что предложение предыдущего пункта быть измененными следующим образом:

«*Приведенная расширенная неопределенность измерений, указана как стандартная неопределенность измерений, умноженная на коэффициент охвата k = 2, который соответствует вероятности охвата, по крайней мере 95 %. Стандартная неопределенность представляет собой комбинацию прямоугольного распределения с шириной, равной N единиц младшего разряда, и нормально распределенных составляющих. Стандартная неопределенность измерения была определена в соответствии с EA публикации EA- 4 /02*.»

В этом предложении N - количество меняющихся цифр отсчета и равное единице для стабильного отсчета. Запись в этой форме позволяет продвинутому пользователю, восстановить информацию о двух существенных составляющих неопределенности и использовать эту информацию непосредственно в его собственном расчете неопределенности.

5.1.6 Комментарий.

5.1.6.1 Должно быть включено заявление о применимости результатов калибровки, указанных в сертификате. Например, такая фраза как - «Результаты, представленные в данном сертификате, относятся к состоянию прибора на дату калибровки и не несут значения относительно долговременной стабильности прибора».

5.1.6.2 Указываются любые неисправности или обнаруженную аномалию.

5.1.6.3 Если калибровка была выполнена не в помещении АКЛ (калибровка на месте, см. Публикацию EA-4/03), указать местоположение.

6 *НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ*

1) EA-4/01, Требования в отношении сертификатов, выданных аккредитованными калибровочными лабораториями (ранее EAL-R1), ноябрь 1995.

2) EA-4/02, Выражение неопределенности результатов измерений при калибровке (ранее EALR2), апрель 1997.

3) EA-4/03, Требования для аккредитации лабораторий и организаций, выполняющих калибровку на месте установки (ранее EAL-R3), январь 1996.

4) VIM, Международный словарь основных и общих терминов в метрологии, второе издание, 1993.

5) ISO 10012-2, Обеспечение качества измерительного оборудования – Часть 2, первое издание, 1997.

6) ILAC G8:1996 Руководство по оценке и отчетности соответствия спецификациям

ТАБЛИЦА 1

Измеряемые точки для ЦММ низкой точности: разрешение не более чем 4 1/2 разряда.
(***Напряжение постоянного тока*** в процентах от полной шкалы: см. 3.4.6.2.)

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*	
	No.	Значения
Все	3	10%, 90%, -90%
Один (промежуточный)	5-7	10%, 30%[1], 50%, 70%[1], 90% -10%, -90%

Постоянный ток

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*	
	No.	Значения
Все	1	90%
Один (промежуточный)	2	90%, -90%
Со значением ≥ 1A	2	50%, 90%

Электрическое сопротивление

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*	
	No.	Значения
Все	1	90%
Один (промежуточный)	1-2	10%[1], 90%
Наименьший	2	0%, 90%

Напряжение переменного тока

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*		
	No.	Значения и частоты	
Все	2-6	10%[1], 90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz[1]
Ном. значение < 0.5V	4	10%, 90%	50 Hz, 1 kHz
Один (промежуточный)	6	10%, 50% 90%	50 Hz or 1 kHz 50 Hz and 1, 20, 100 kHz
Ном. значение >200V	4	10%, 90%	50 Hили kHz **и**

Переменный ток

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*		
	No.	Значения и частоты	
Все	2	90%	50 Hz, 1 kHz
Один (промежуточный)	2-3	10%[1] 90%	1 kHz 50 Hz, 1 kHz

ПРИМЕЧАНИЕ (1) Значения или частоты, выбираемые только для приборов с решением, равным 4 1/2 разряда

ТАБЛИЦА 2

Измеряемые точки для ЦММ высокой точности: разрешение 5 1/2 разрядов или больше. (Значения измеряемых точек приведены в процентах от полной шкалы: см. 3.4.6.2.)

Напряжение постоянного тока

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*	
	No.	Значения
Все	3-4	10%, 50%[(1)], 90%, -90%
Один (промежуточный)	7	10%, 30%, 50%, 70%, 90%, -10%, -90%
Со значением > 200V	4	10%, 50%, 90%, -90%

Постоянный ток

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*	
	No.	Значения
Все	2-3	10%, 90%, -90%[1]
Один (промежуточный)	3	10%, 90%, -90%
Со значением ≥ 1A	3	10%, 50%, 90%

Электрическое сопротивление

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*	
	No.	Значения
Все	2	10%, 90%

Напряжение переменного тока

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*		
	No.	Значения и частоты	
Все	8	10% 90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz 50 Hz **и** 1, 20, 50, 100 kHz
Ном. значение < 0.5V	6	10% - 90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz
Один (промежуточный)	13	10% 30%,50%,70% 90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz 1 kHz 50 Hz **и** 1, 20, 50, 100, 300, 1000 kHz
Номинальное значение >200V	8	10% 50% 90%	50 Hz, 1 kHz, 20 kHz 1 kHz, 50 kHz 50 Hz, 1 kHz, 30 kHz

Переменный ток

Диапазоны прибора	*Измеряемые точки*		
	No.	Значения и частоты	
Все	3-4	10% 90%	1 kHz 50 Hz, 1 kHz, 5 kHz[(2)]

[(1)] Значения должны быть выполнены только на высокоточных приборах (разрешение равное или более чем 7 ½ разрядов в Vcc)

[(2)] Частоты должны быть выполнены только на приборах с разрешением равным или более чем 7 ½ разрядов

ПРИЛОЖЕНИЕ A

Примеры составления сертификатов для цифровых мультиметров

Пример 1

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О КАЛИБРОВКЕ
Переносной цифровой мультиметр на 3½ разряда был калиброван по функциям: напряжение постоянного и переменного тока, постоянный и переменный ток, электрическое сопротивление.

МЕТОД
Калибровка прибора была проведена в точках, указанных в EA публикации EA-10/15, следуя инструкциям производителя, приведенным в руководстве пользователя. По согласованию с заявителем, регулировка мультиметра не осуществлялась. Перед выполнением измерений, приведенных в данном сертификате, процедура самопроверки прибора («Тест») была успешно выполнена.

Окружающая температура была в диапазоне (22 – 24) °C и относительная влажность от40 % до 60 %.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОЦЕДУР
Идентификация: A01VDC, A02VAC, A05IDC, A08IAC, A09RES.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ
Результаты калибровки показаны в таблицах на следующих страницах.

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ КАЛИБРОВКИ
Значения неопределенности, приведенные в таблицах результатов, были получены с учетом всех факторов неопределенности, влияющих на измерения, в том числе связанных с разрешением и с кратковременной стабильности калибруемого прибора.

Представленная расширенная неопределенность измерений указана как стандартная неопределенность измерения, умноженная на коэффициент охвата k = 2, соответствующий вероятности охвата примерно 95 %. Стандартная неопределенность представляет собой комбинацию прямоугольного распределения с шириной, равной единице младшего разряда, и нормально распределенных составляющих. Стандартная неопределенность измерения была определена в соответствии с EA публикации EA- 4 /02 .

КОММЕНТАРИЙ
Результаты, приведенные в данном сертификате, относятся к состоянию прибора на дату калибровки и не содержат значений относительно долгосрочной стабильности прибора.

Таблица 1– Функция: Напряжение постоянного тока

Входное напряжение	Прибор		Результат измерения	
	Диапазон	Отсчет	Погрешность	Неопределен-ность
+ 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: Напряжение переменного тока

Входное напряжение		Прибор		Результат измерения	
Значение	Частота	Диапазон	Отсчет	Погрешность	Неопределен ность
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

ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О КАЛИБРОВКЕ

Цифровой мультиметр был калиброван по функциям: напряжение постоянного и переменного тока, постоянный и переменный ток, электрическое сопротивление.

МЕТОД

Следующие операции были выполнены на приборе в соответствии с требованием заявителя и Публикацией EA No EA-10/15.

1. Стабилизация: в течение 24 часов, предшествующих калибровки прибор питается от сети и размещен в лабораторных условиях .

2. Функциональная процедура самопроверки (FULL TEST) - положительный результат.

3. Процедура самокалибровки (AUTOCAL) - нет ошибок в рабочем процессе.

4. Предварительная калибровка.

5. Регулировка – выполнены все операции, обозначены в пункте 4.1 инструкции по эксплуатации.

6. Окончательная калибровка.

Измеряемые точки калибровки включают точки, рекомендованные в инструкции по эксплуатации в соответствии с EA публикацией EA -10/ 15 .

Параметры настройки прибора во время калибровки обозначены наряду с таблицами результатов.

Измерения напряжения постоянного тока и сопротивления были выполнены после короткого замыкания входа и установки отсчета прибора на нуль (для каждого используемого диапазона); аналогичная процедура была проведена для постоянного тока при разомкнутой цепи тока.

Во время калибровки температура окружающей среды была от 22 °C до 24 °C, относительная влажность - от 40 % до 60 %.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОЦЕДУР

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ

Результаты калибровки показаны в таблицах на следующих страницах.

НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬ КАЛИБРОВКИ

Значения неопределенности, приведенные в таблицах результатов, были получены с учетом всех факторов неопределенности, влияющих на измерения, в том числе связанных с разрешением и с кратковременной стабильности калибруемого прибора.

Представленная расширенная неопределенность измерений указана как стандартная неопределенность измерения, умноженная на коэффициент охвата k = 2, соответствующий вероятности охвата примерно 95 % [(1)]. Стандартная неопределенность измерений была определена в соответствии с EA публикации EA-4/02..

[(1)] Здесь предполагается распределение вероятностей Гаусса. Должны быть приведены значения коэффициента k и вероятность охвата.

КОММЕНТАРИЙ
Результаты, приведенные в данном сертификате, относятся к состоянию прибора на дату калибровки и не содержат значений относительно долгосрочной стабильности прибора.

Функция: вольтметр постоянного тока

Настройки прибора
NDIG 8
FILT ON
NPL 100
Input FRONT

Таблица 1 – Результаты калибровки напряжением постоянного тока

Входное напряжение	Диапазон прибора	Показания прибора		Результат измерения		
		Первичная калибровка	Финальная калибровка	Первичная погрешность	Финальная погрешность	Неопределенность
(mV)	(mV)	(mV)	(mV)	(10^{-5})	(10^{-5})	(10^{-5})
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^{-6})	(10^{-6})	(10^{-6})
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

(в этом примере приведена только часть таблицы для напряжения постоянного тока)