



**И. П. Захаров,
О. А. Новоселов**

Харьковский национальный
университет радиоэлектроники
(ХНУРЭ),

Украина, г. Харьков
E-mail: info@nure.ua

УДК 006:91053.088

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И КАЛИБРОВОЧНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАЛИБРОВОЧНОЙ ЛАБОРАТОРИИ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ АККРЕДИТАЦИИ

DETERMINATION OF THE MEASUREMENT AND CALIBRATION CAPABILITIES OF CALIBRATION LABORATORY IN PROCESS OF ACCREDITATION

Проведен анализ основных особенностей формирования наименьшей достигаемой неопределенности измерения и формы ее выражения при аккредитации калибровочной лаборатории. Рассчитаны коэффициенты охвата для вероятности 0,9545 для различных законов распределения измеряемой величины. Приведена таблица коэффициентов Стьюдента для дробного числа эффективных степеней свободы. Рассмотрены вопросы обеспечения полноты и достоверности представления калибровочных и измерительных возможностей.

Ключевые слова: калибровочная лаборатория, область аккредитации, калибровочные и измерительные возможности, наименьшая достигаемая неопределенность.

The analysis of the main features of the formation of the least achieved uncertainty of the measurement and the form of its expression in the accreditation process of the calibration laboratory is done. The coverage coefficients for the probability of 0.9545 for various laws of the distribution of the measured quantity are calculated. The table of the Student coefficients for a fractional number of effective degrees of freedom is given. The issues of ensuring the completeness and reliability of the representation of calibration and measurement capabilities are considered.

Keywords: calibration laboratory, scope of accreditation, calibration and measurement capabilities, least achieved uncertainty.

Постановка проблемы

В процессе аккредитации калибровочной лаборатории (КЛ) на соответствие требованиям стандарта ГОСТ ИСО/МЭК 17 025 – 2009 [1] формируется ее область аккредитации, которая должна включать калибровочные и измерительные возможности (СМС)¹, определяемые с помощью следующих понятий, перечисленных в п. 5.1 документа ILAC-P 14:01/2013 [2]: «а) измеряемая величина или стандартный образец; б) метод/методика калибровки/измерений и/или тип средства измерений/материала, измеряемого или подлежащего калибровке; в) диапазон измерений и дополнительные параметры при необходимости, например частота приложенного напряжения; г) неопределенность измерений».

Среди вышеперечисленных понятий наиболее существенным, с точки зрения оценки технических возможностей аккредитованной лаборатории, является неопределенность измерений (НИ). Фактически под НИ, указанной выше в п. д, понимают наименьшую, которую аккредитованная КЛ «может достичь во вре-

мя калибровки» [2]. Поэтому в документах Немецкой калибровочной службы (DKD) [3] вместо термина СМС применяется термин «kleinste angebbare Messunsicherheit – наименьшая выдаваемая (назначаемая, указываемая) неопределенность».

Если для национальных метрологических институтов СМС должна быть опубликована в базе данных ключевых сличений BIPM (KCDB) Соглашения CIPM MRA [4], то для КЛ СМС должны быть указаны в «Области аккредитации» лаборатории, полученной от подписанта Соглашения ILAC [2].

Установление СМС является задачей органа по аккредитации [5, п. А. 7], но предварительно КЛ должна сама оценить свои калибровочные возможности по заявленной номенклатуре калибруемых средств измерительной техники (СИТ) и доказать их в процессе аккредитации [2, п. 4.1].

Анализ «Сфер аккредитации» аккредитованных КЛ и выдаваемых ими сертификатов калибровок свиде-

¹ В 2007 году ILAC и BIPM договорились заменить ранее применяемый термин «Best Measurement Capability (BMC)» («Наилучшие измерительные возможности»), используемый для определения областей аккредитации калибровочных лабораторий, на термин СМС, содержащийся в CIPM MRA [2].



тельствует о разном понимании способов оценивания неопределенностей, связанных с СМС [6]. Такое состояние дел требует тщательного анализа термина «наименьшая достигаемая неопределенность» (НДН).

Анализ последних достижений и публикаций

Анализ литературы по данной теме показал, что в странах, которые уже прошли этап аккредитации КЛ, также в свое время сталкивались с проблемой указания НДН [7–9].

равный двум с точностью до 6 знака после запятой ($k_{0,9545} = 2,000\,002\,444$).

Если закон распределения измеряемой величины отличен от нормального, то необходимо указывать соответствующий коэффициент охвата (см. табл. 1) также для вероятности 95,45%. Для расчета таких коэффициентов охвата можно воспользоваться формулами, приведенными в табл. 1 [12]. Для сравнения в табл. 1 приведены значения коэффициентов охвата для вероятности 0,95.

Таблица 1

Коэффициенты охвата для разных законов распределения измеряемой величины

Закон распределения измеряемой величины				
Арсинусный	Равномерный	Трапецевидный	Треугольный	Нормальный
Общие выражения для расчета коэффициента охвата				
$\sqrt{2} \sin\left(\frac{\pi p}{2}\right)$	$\sqrt{3}p$	$\sqrt{3} \frac{1+\alpha-2\sqrt{(1-p)\alpha}}{\sqrt{1+\alpha^2}}$	$\sqrt{6}[1-\sqrt{(1-p)}]$	$\Phi^{-1}(p/2)$
Значения коэффициентов охвата для уровня доверия $p=0,9545$				
1,411	1,653	1,653...1,927	1,927	2
Значения коэффициентов охвата для уровня доверия $p=0,95$				
1,41	1,645	1,645...1,902	1,902	1,96

В табл. 1 обозначено $\alpha=0,1...1$ – соотношение стандартных неопределенностей 2-х равномерных законов, образующих трапецевидный; $\Phi^{-1}(p/2)$ – значение обратной функции Лапласа в точке $p/2$.

Наиболее полное разъяснение понятия «НДН» было дано в приложении А к документам EA-4/02:1999 [5] и DKD-3:2010 [3], хотя в новой редакции документа EA-4/02 M:2013 [10] это понятие уже не разъясняется, а дается ссылка на документ ILAC P14:12/2010, аналогичный [2]. Кроме того, подробное разъяснение понятия НДН дается в приложении А документа United Kingdom Accreditation Service M3003:2012 [11].

Формулирование цели статьи

Целью статьи является анализ основных особенностей формирования НДН при аккредитации КЛ.

Изложение основного материала

1. Цель опубликования СМС

Целью опубликования СМС является обеспечение «сравнения возможностей различных КЛ, в частности лабораторий, аккредитованных различными органами по аккредитации» ([3,5], п. А. 2). НДН «используются потенциальными клиентами аккредитованных лабораторий, чтобы оценить возможность проведения определенной калибровочной работы в лаборатории или вне ее (на стороне)» ([3,5], п. А. 1).

2. Форма выражения НДН

В соответствии с пунктом 5.3 [2] НДН должна быть выражена в виде расширенной неопределенности, имеющей определенную вероятность охвата, равную приблизительно 95%. Выражение «приблизительно 95%» на самом деле подразумевает вероятность 95,45% (см. пункт E2(c) приложения E [10]), которой при нормальном законе распределения измеряемой величины соответствует коэффициент охвата

Таблица 2

Значения коэффициентов Стьюдента для дробного числа степеней свободы v_{eff}

v_{eff}	$t_{0,9545; v_{eff}}$	$t_{0,95; v_{eff}}$	v_{eff}	$t_{0,9545; v_{eff}}$	$t_{0,95; v_{eff}}$	v_{eff}	$t_{0,9545; v_{eff}}$	$t_{0,95; v_{eff}}$
1,0	13,968	12,706	3,0	3,307	3,182	5,0	2,649	2,571
1,1	11,203	10,277	3,1	3,245	3,125	5,1	2,633	2,556
1,2	9,364	8,649	3,2	3,188	3,073	5,2	2,617	2,541
1,3	8,074	7,501	3,3	3,137	3,025	5,3	2,603	2,527
1,4	7,131	6,657	3,4	3,089	2,981	5,4	2,589	2,514
1,5	6,418	6,017	3,5	3,045	2,940	5,5	2,575	2,502
1,6	5,864	5,517	3,6	3,005	2,902	5,6	2,562	2,490
1,7	5,424	5,119	3,7	2,967	2,868	5,7	2,550	2,478
1,8	5,067	4,795	3,8	2,932	2,835	5,8	2,539	2,468
1,9	4,773	4,527	3,9	2,900	2,805	5,9	2,527	2,457
2,0	4,527	4,303	4,0	2,869	2,776	6,0	2,517	2,447
2,1	4,318	4,112	4,1	2,841	2,750	6,1	2,506	2,437
2,2	4,140	3,949	4,2	2,814	2,725	6,2	2,496	2,428
2,3	3,985	3,807	4,3	2,789	2,702	6,3	2,487	2,419
2,4	3,850	3,683	4,4	2,766	2,680	6,4	2,478	2,410
2,5	3,732	3,575	4,5	2,743	2,659	6,5	2,469	2,402
2,6	3,627	3,478	4,6	2,722	2,639	6,6	2,460	2,394
2,7	3,534	3,392	4,7	2,702	2,621	6,7	2,452	2,386
2,8	3,450	3,315	4,8	2,684	2,603	6,8	2,444	2,379
2,9	3,375	3,245	4,9	2,666	2,586	6,9	2,436	2,372

Значения коэффициентов Стьюдента для уровней доверия 0,9545 и 0,95 и дробного числа степеней свободы, получаемого при использовании формулы Велча-Саттерсвейта, приведено в табл. 2 [13].

Примеры заполнения «Сферы аккредитации» аккредитованных КЛ

№ примера	Типы или группы средств измерительной техники	Диапазон или точка измерений, в которой проводится калибровка	Метрологические характеристики	Расширенная неопределенность $U(k=2)$	Примечание
1	Гиря	10 г	Класс точности E_1	0,010 мг	1
2	Катушка сопротивления	10 кОм	Класс точности 0,1	0,004%	
3	Средства измерения малых углов	0–10°	1 разряд по ДСТУ 7212	0,3"	
4	Расходомер газа (сухой воздух)	1 мл/мин – 10 мл/мин	±1,0%	0,65%	
5	Вольтметр постоянного тока	0–1 В		(11 ppm+2,9 мкВ)	2
6	Микрометры МК	0–600 мм	$\Delta = \pm(2-20)$ мкм	(2,31–23,09) мкм	3
7	Меры длины концевые плоскопараллельные	0,1–1000 мм	2 разряда по ДСТУ 3741	(0,05+0,5·L) мкм, L в м	4
8	Вольтметр переменного тока	1 В (60 Гц) 10 В (60 Гц) 1 В (1 кГц) 10 В (1 кГц)		93 ppm 91 ppm 110 ppm 100 ppm	

Примечания.

1. Значение U завышено. В соответствии с табл. 1 ГОСТ OIML R 111-1-2009 [14] предел допускаемой погрешности (MPE) для гири класса E_1 массы 10 г равен 0,020 мг. Расширенная неопределенность для гири этого класса не должна быть больше $1/3 \text{ MPE} = 0,0067$ мг (п. 5.2 ДСТУ OIML R111-1).
2. Значение U при напряжении 1 В будет равно [11]: $U(1\text{В}) = \sqrt{(11 \cdot 10^{-6} \cdot 1\text{В})^2 + (2,9 \cdot 10^{-6} \text{В})^2} = 11,4 \cdot 10^{-6} \text{В}$.
3. Значения НДН указаны более чем с двумя значащими цифрами. Не указан способ интерполирования с целью получения неопределенности промежуточных значений.
4. Значение U для меры длиной 1 м будет равно: $U(1\text{ м}) = 0,05 + 0,5 \cdot 1 = 0,55$ мкм.

Анализ табл. 1, 2 показывает, что максимальное отличие в коэффициентах охвата, рассчитанных для уровней доверия 0,9545 и 0,95 для одних и тех же законов распределения измеряемой величины, не превышает 2% (для нормального закона распределения) и 13% (для распределения Стьюдента при $\nu_{\text{eff}}=1$), однако это отличие может являться причиной недоразумений, поскольку в тексте CIMP MRA ([4], приложение С) предписывается указание расширенной неопределенности измерений в сертификатах калибровки НМИ для уровня доверия 0,95 точно.

При записи НДН, также как и при записи расширенной неопределенности в сертификатах калибровки она округляется не более чем до двух значащих цифр. При этом числовое значение измеряемой величины должно оканчиваться цифрой того же разряда, что и округленная неопределенность.

3. Представление НДН для диапазона значений измеряемой величины

В «Сфере аккредитации» измеряемая величина может быть представлена дискретными значениями или диапазоном значений. Первый случай затруднений не вызывает, т. к. для каждого дискретного значения

измеряемой величины указывают НДН в абсолютной или относительной форме (примеры 1 и 2 табл. 3).

В случае представления измеряемой величины диапазоном значений, НДН может выражаться одним из нижеследующих способов [2, п. 5.2].

3.1. Единичное значение НДН в абсолютной или относительной форме, которое относится ко всему диапазону измерений. Это возможно в следующих случаях:

- когда значение НДН, выраженное в абсолютном виде U_{Abs} (с помощью таких же единиц, как и измеряемая величина), не зависит от значения измеряемой величины y в указываемом диапазоне (пример 3, табл. 3);
- если есть возможность (без ущерба для репутации лаборатории) указать максимальное из оцениваемых в диапазоне значений НДН²;
- при наличии линейной зависимости между значениями измеряемой величины и значениями НДН можно указать единственное значение НДН в относительном виде³ $U_{\text{REL}} = U_{\text{Abs}} / |y|$ (в безразмерных единицах или процентах), при этом диапазон измеряемой величины не должен начинаться с нуля (пример 4, табл. 3);

² Не допускается указывать открытые интервалы (например, ([2], п. 5.2 д).

³ Для устранения двусмысленности факт использования относительных расширенных неопределенностей при указании СМС должен быть четко идентифицирован.

Таблица 4

Функции для замены переменных при реализации линейной интерполяции

Наименование функции	Вид функции	$\bar{U} = \varphi(U)$	$y^* = \psi(y)$	$U = \varphi^{-1}(U^*)$
Показательная	$U = A_0 e^{A_1 y}$	$U^* = \ln U$	$y^* = y$	$U = \exp(U^*)$
Степенная	$U = A_0 y^{A_1}$	$U^* = \ln U$	$y^* = \ln y$	$U = \exp(U^*)$
Логарифмическая	$U = A_0 + A_1 \ln y$	$U^* = U$	$y^* = \ln y$	$U = U^*$
Гиперболическая	$U = A_0 + A_1 / y$	$U^* = U$	$y^* = 1/y$	$U = U^*$
Дробно-линейная функция первого вида	$U = 1/(A_0 + A_1 y)$	$U^* = 1/U$	$y^* = y$	$U = 1/U^*$
Дробно-линейная функция второго вида	$U = y/(A_0 + A_1 y)$	$U^* = 1/U$	$y^* = 1/y$	$U = 1/U^*$

- в случае одновременного присутствия в бюджете неопределенности вкладов, не зависящих от значения измеряемой величины и вкладов, пропорциональных значению измеряемой величины, в документе М3003:2012 [11] предлагается оценивать отдельно расширенные неопределенности этих вкладов, соответственно, в абсолютном и относительном виде и записывать общую расширенную неопределенность как $\pm(U_{REL} + U_{ABS})$. Для нахождения значения общей неопределенности следует использовать выражение⁴ (пример 5, табл. 3):

$$U = \sqrt{[U_{REL} \cdot y]^2 + U_{ABS}^2} \quad (1)$$

- 3.2. Диапазон значений НДН, соответствующий диапазону измеряемой величины. В этом случае «КЛ должна разработать соответствующий способ выполнения интерполирования с целью получения неопределенности промежуточных значений», поскольку «не должно быть никакой двусмысленности при выражении СМС» ([2], п. 5.2, б).

Эта ситуация наиболее распространена в отечественных КЛ, которые для диапазона входных величин $y_{min} \dots y_{max}$ указывают диапазон расширенных неопределенностей $U_{min} \dots U_{max}$ не приводя способа выполнения интерполяции (пример 6, табл. 3). В этом случае чаще всего (но не всегда) U_{min} соответствует y_{min} , а U_{max} соответствует y_{max} .

Следует отметить, что представление зависимости двумя известными базовыми точками $(y_{min}; U_{min})$, $(y_{max}; U_{max})$ по умолчанию должно соответствовать линейной интерполяционной формуле:

$$U = U_{min} + (y - y_{min}) \frac{U_{max} - U_{min}}{y_{max} - y_{min}}, \quad (2)$$

по которой можно вычислить значение НДН U в любой точке y указанного диапазона измеряемой величины.

Кроме того, возможна реализация линейной интерполяции зависимости значений $\bar{U}$ от y^* , полученных после предварительной замены переменных $\bar{U} = \varphi(U)$; $y^* = \psi(y)$. В этом случае значение НДН будет находиться по формуле:

$$U = \varphi^{-1} \left[U_{min}^* + (y^* - y_{min}^*) \frac{U_{max}^* - U_{min}^*}{y_{max}^* - y_{min}^*} \right], \quad (3)$$

где $\varphi^{-1}(U^*)$ – функция, обратная $\varphi(U)$.

В табл. 4 представлены прямые и обратные функции для реализации линейной интерполяции с заменой переменных [15].

Здесь A_0 и A_1 – постоянные коэффициенты, не требующие определения при такой форме представления НДН.

Следует отметить, что такое представление НДН требует от КЛ проведения предварительной работы по интерполяции зависимости $U = f(y)$, а для потенциальных клиентов КЛ – работы по вычислению значений НДН с использованием зависимостей (2) или (3) по указанному в «Сфере аккредитации» границам диапазонов измеряемой величины и НДН и способу интерполяции. Кроме того, этот случай не предусматривает возможности выражения зависимости НДН от влияющего параметра (частоты, температуры и т.д.) Поэтому более простой и информативной для клиентов КЛ формой представления НДН является задание функции в явном виде.

- 3.3. Функция в явном виде, определяющая зависимость значений НДН от измеряемой величины и влияющего параметра. Чаще всего такое представление встречается в «Сферах аккредитации» в виде линейной функции измеряемой величины (пример 7, табл. 3):

$$U = A_0 + A_1 y, \quad (4)$$

но возможны и другие виды зависимостей (полиномиальные или указанные в табл. 3). Например, при калибровке измерителя емкости на частоте 1 кГц, НДН задана следующим уравнением [7]:

$$U = 3 + 100 \cdot D + (0,01 + 7,5/C)/V, \text{ мкФ/Ф}, \quad (5)$$

где C – измеряемая емкость;

D – тангенс угла потерь;

V – измерительное напряжение.

Такая форма представления требует от КЛ дополнительной работы по аппроксимации получаемой зависимости НДН, которую не всегда возможно осуществить во всем диапазоне изменения измеряемой величины и влияющего параметра. Выходом из этой ситуации является табличная (матричная) форма представления НДН.

- 3.4. Матрица, в которой значения НДН зависят от значений измеряемой величины и дополнительных параметров.

⁴ Эта формула справедлива, если оба коэффициента охвата при вычислении и равны 2 (т.е. при приписывании нормального закона распределения обеим составляющим).



В этом случае весь диапазон изменения измеряемой величины разбивается на поддиапазоны, на которых НДН выражается единственным значением или функцией в явном виде. При наличии зависимости НДН от дополнительного параметра применяют вложенные таблицы (пример 8, табл. 3). Достоинством такого способа представления является его простота, а недостатком – громоздкость, затрудняющая наглядность выражения получаемых зависимостей. Поэтому документ рекомендует применение графической формы представления НДН.

3.5. Графическая форма, обеспечивающая соответствующее разрешение по каждой из осей для получения как минимум двух значащих знаков для неопределенности. Эта форма наиболее наглядна для функции одной переменной, однако табличная форма «Сферы аккредитации» КЛ не предусматривает представление НДН графиком или диаграммой. Кроме того, при наличии зависимости НДН от двух и более переменных, ее представление в виде поверхности уже не дает выигрыша в наглядности [7].

4. Полнота и достоверность представления НДН

Как следует из требований нормативных документов, при указании НДН необходимо обеспечить, чтобы она была не только наименьшей, но и достигаемой в лаборатории «в рамках своей нормальной работы» ([3,5], п. А. 3). НДН оцениваются «для «более или менее повседневных» типов калибровок в лаборатории», которые не предусматривают «обширные исследования и дополнительные мероприятия», направленные на уточнение НДН ([3,5], п. А. 3).

КЛ «должны представить доказательство того, что... неопределенности измерений оказываются равными тем, которые охвачены СМС» ([2], п. 5.4). При этом «орган по аккредитации не должен ограничиваться только расчетом неопределенности. При проведении надзора или по поручению должны проводиться многочисленные сличения, которые «подкрепляют» расчеты» ([3,5], п. А11).

В п. А. 8 [3,5] отмечается, что «все компоненты, которые имеют существенные вклады в неопределенность измерения, должны приниматься во внимание при оценке НДН». Это касается и вкладов, «обусловленных повторяемостью и воспроизводимостью» ([2], п. 5.4). Это означает, что при оценивании НДН нельзя игнорировать неопределенностями типа А, которые можно было бы минимизировать до нуля, увеличивая до бесконечности число повторных измерений, а также неопределенностями, связанными с влиянием параметров промежуточной прецизионности («время», «оператор», «калибровка», «оборудование») [16].

Если неопределенность измерения зависит от дополнительных параметров, как, например, частота приложенного напряжения при калибровке эталонных сопротивлений, то «должен указываться дополнительный параметр такого рода вместе с измеряемой величиной и НДН, выделенная отдельно для дополнительного пара-

метра. Часто бывает, что НДН указывается как функция соответствующих (упомянутых) параметров» ([3,5], п. А. 9).

При калибровке СИТ необходимо учитывать «вклад, который вызван дрейфом между двумя периодическими калибровками» эталона, применяемого для калибровки ([3,5], п. А8).

Если эталоном является стандартный образец, то при расчете НДН калибруемого СИТ «должны рассматриваться типичные матричные эффекты, интерференции (влияние примесей) и т. п.» ([2], п. 5.5).

5. Концепция «идеального» прибора

Определение НДН должно производиться для «наилучшего существующего средства измерений (BED – best existing device), которое доступно КЛ при выполнении калибровок» ([2], п. 5.4). Это касается обоих типов калибруемых СИТ:

- мер, «с помощью которых определяются, хранятся и воспроизводятся единицы соответствующей величины одного или нескольких значений»;
- измерительных приборов, «которые применяются для измерения соответствующей величины» ([2], п. 1.3).

В отличие от регулярно калибруемых СИТ, BED может представлять собой «прибор с низкими случайными флуктуациями, незначительным температурным коэффициентом, очень маленьким коэффициентом отражения и т.д.» ([11], п. А4). Поэтому лаборатория «при своих повседневных калибровках не имеет право указывать неопределенность измерения меньшую, чем НДН» ([3,5], п. А5).

В связи с этим, при указании НДН возможно не учитывать некоторые эффекты, принимаемые во внимание при рутинной калибровке.

В первую очередь это «эффекты, связанные с эксплуатационными характеристиками, вызванные самим устройством заказчика до или после его калибровки (например, из-за транспортировки)» ([11], п. А6).

Кроме того, при использовании в качестве эталона стандартного образца НДН, как правило, «не включает вклады, возникающие из-за нестабильности или неоднородности материала» и поскольку должна определяться для «типичных стабильных и однородных образцов» ([2], п. 5.5).

Допускается также «не включать значительные по величине вклады неопределенности, связанные с физическими эффектами, которые могут быть приписаны несовершенствам наилучшего средства измерений, подвергаемого калибровке», если «они могут быть отделены от других вкладов». Однако для такого случая необходимо «четко идентифицировать, какие вклады в неопределенность, связанные со средством измерений, не включаются» ([2], п. 5.4).

Выводы

1. Основным параметром, характеризующим качество выполнения калибровки СИТ аккредитованной КЛ, является НДН, которая может быть представлена в виде расширенной неопределенности для веро-

ятности 0,9545 в абсолютном или относительном виде. Оценка НДН во многом зависит от здравого смысла, критического мышления и профессиональной добросовестности персонала КЛ, принимающего участие в ее определении.

2. При представлении измеряемой величины в виде диапазона значений возможны представления НДН в виде единичного значения (в абсолютной, относительной или комбинированной форме); в виде диапазона, для которого необходимо указать способ интерполяции; в виде функции в явном виде, представляющей зависимость НДН от измеряемой величины и дополнительных влияющих параметров; в матричной и графической форме.
3. При представлении НДН необходимо обеспечить ее полноту и достоверность. Для этого при оценке

НДН все компоненты, которые имеют существенные вклады в НИ, должны приниматься во внимание. КЛ должны представить доказательство достижимости ею заявленных НДН, наиболее объективными из которых являются результаты сличений.

4. КЛ при своих повседневных калибровках не имеет право указывать НИ меньшую, чем НДН. Поэтому при выражении НДН применяется концепция «идеального прибора», от характеристик которого не должна зависеть НДН. Допускается не включать значительные по величине вклады НИ, связанные с физическими эффектами, которые могут быть приписаны несовершенствам наилучшего средства измерений, подвергаемого калибровке, если они могут быть отделены от других вкладов, идентифицируя эти вклады в «Области аккредитации» КЛ.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ ИСО/МЭК 17 025 – 2009 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных (ISO/IEC 17 025:2005, IDT).
2. ILAC-P 14:01/2013 «ILAC Policy for Uncertainty in Calibration», NEQ.
3. DKD-3:2010 Angabe der Messunsicherheit bei Kalibrierungen.
4. Mutual recognition of national measurement standards and of calibration and measurement certificates issued by national metrology institutes. Paris, 14 October 1999.
5. EA-4/02:1999 Expression of the uncertainty of measurement in calibration.
6. Новоселов О. А. Наилучшая измерительная возможность аккредитованной калибровочной лаборатории // Неопределенность измерений: научные, нормативные, прикладные и методические аспекты: Тезисы докладов XIV Международного научно-технического семинара, 8 сентября 2017 г., г. Сосополь, с. 77–78.
7. Горский Ю., Горская Я. Внедрение неопределенности измерений в Чешской республике // Украинский метрологический журнал. – 2007. – № 2, с. 3–7.
8. Хорский Ю. Оценивание неопределенности при аккредитации калибровочных и испытательных лабораторий // Системы обработки информации. – 2008. – Выпуск 4 (71). – С. 15–18.
9. Константина В. Р. Некоторые вопросы по оценке неопределенности в лабораторной практике // Системы обработки информации. – 2011. – Выпуск 1 (91). – С. 12–15.
10. EA-4/02 M:2013 Evaluation of the uncertainty of measurement in calibration.
11. M3003:2012 The Expression of Uncertainty and Confidence in Measurement. Edition 3.
12. Захаров И. П., Климова Е. А. Применение метода эксцессов для получения достоверной оценки расширенной неопределенности // Системы обработки информации. – 2014. – Вып. 3 (119). – С. 24–28.
13. Захаров И. П., Климова Е. А. Расчет значений коэффициента Стьюдента для дробного числа степеней свободы // Системы обработки информации. – 2010. – Вып. 4 (85). – С. 43–47.
14. ГОСТ OIML R 111-1-2009 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Гири классов E (1), E (2), F (1), F (2), M (1), M (1-2), M (2), M (2-3) и M (3). Часть 1. Метрологические и технические требования.
15. Захаров И. П., Кукуш В. Д. Теория неопределенности в измерениях. Учеб. пособие. – Харьков: Консум, 2002 – 256 с.
16. ГОСТ Р ИСО 5725-3-2002 Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Часть 3. Промежуточные показатели прецизионности стандартного метода измерений.

Дата принятия 18.02.2018

НОВОСТИ ВНИИМС

ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДИРЕКТОРА ИНСТИТУТА

Уважаемые коллеги и партнеры!

Примите поздравления со Всемирным днем метрологии от Всероссийского научно-исследовательского института метрологической службы и от меня лично.

Потребности в результатах измерений, выполняемых с наилучшей возможной точностью, постоянно растут, что связано с активным внедрением передовых технологий и динамичным развитием производственных возможностей предприятий и компаний – представителей различных отраслей российской экономики.

Центральная роль метрологии в этом процессе неоспорима, с ее помощью формируются «мосты доверия» между участниками экономической деятельности, без которых невозможно обеспечить трансфер техно-

логий, внедрение новых разработок, реализацию продукции, формирование всей инфраструктуры качества.

Позвольте пожелать Вам дальнейших успехов на пути развития российской метрологии и расширения ее технических возможностей, обеспечивающих высокоточные измерения и передовые прикладные исследования. Всего того, что способствует развитию национальной экономики, обеспечению безопасности страны, охране окружающей среды, благополучию и защите прав граждан.

Директор ФГУП «ВНИИМС»,
профессор, А. Ю. Кузин
19.05.2018