

УДК 006.91

Р.М. Трищ<sup>1</sup>, М.В. Москаленко<sup>1</sup>, О.Е. Малецкая<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Украинская инженерно-педагогическая академия, Харьков, Украина

<sup>2</sup> Национальный научный центр «Институт метрологии», Харьков, Украина

## МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ: РАЗРАБОТКА И ПРОБЛЕМЫ

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с разработкой методик калибровки средств измерительной техники, предусматривающих оценку неопределенности измерений. Актуальность вопроса связана с необходимостью реализации требований международных документов. Проанализированы международные и национальные требования к разработке методик калибровки.*

**Ключевые слова:** калибровка средств измерительной техники, методика калибровки, неопределенность измерений, оценка неопределенности измерений при калибровке, сертификат калибровки.

### Введение

**Постановка проблемы.** На протяжении нескольких лет в Украине обсуждается проблема – так какая же должна быть процедура калибровки средства измерительной техники (далее – СИТ). В соответствии с Законом Украины «О метрологии и метрологической деятельности» [1] это, с одной стороны, прототип метрологической аттестации (установление в определенных условиях метрологических характеристик СИТ), с другой стороны, это контроль метрологических характеристик СИТ, которые используются вне сферы распространения государственного метрологического надзора. Введение в действие в Украине ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [2], который на протяжении нескольких лет используется для аккредитации испытательных лабораторий, требует нового подхода к калибровке СИТ. При этом должна быть введена в действие процедура калибровки в соответствии с требованиями нового международного метрологического словаря [3], которая предполагает установление метрологических характеристик с указанием неопределенности измерений при проведении калибровки. При этом в течение 2010-2011 гг. разрабатывалась новая редакция Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности», которая была принята Верховной Радой 22.12.2012 г. Но в январе 2012 г. этот закон был ветоирован президентом Украины в связи с тем, что представленная редакция не вносила существенных изменений в действующую государственную метрологическую систему, на основе международной практики. Таким образом, было принято решение о необходимости адаптации метрологической системы Украины с международной метрологической практикой. Анализ потребности национальной экономики во внедрении международного понятия «калибровка», показал, что такая потребность есть для незначительного количества

предприятий и организаций Украины. Однако необходимость гармонизации с международными правилами для устранения технических барьеров в торговле и выпуска конкурентоспособной продукции потребует в некоторых случаях проведения калибровки СИТ с установлением неопределенности измерений. А это приведет к тому, что будут необходимы соответствующие методики калибровки СИТ.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Задача, рассматриваемая в этой статье, направлена на обеспечение единого подхода к разработке методик калибровки СИТ, предусматривающих реализацию международной практики ее проведения и представления результатов.

Вопросы, связанные с внедрением международного определения калибровки СИТ, оценкой неопределенности при калибровке разработкой методик калибровки, рассматривались, в частности, в таких публикациях, как [4 – 7].

**Формулирование цели статьи.** Проанализировать проблемы, связанные с разработкой методик калибровки, реализующих международный подход к проведению этой процедуры, проявившиеся при разработке таких методик в различных видах измерений.

### Изложение основного материала

При проведении калибровки СИТ в виде контроля метрологических характеристик в соответствии с ДСТУ 3989-2000 [8] могут использоваться методики поверки СИТ, в которых также предусмотрен контроль метрологических характеристик СИТ, установленных при проведении государственных приемочных испытаний или метрологической аттестации. Методики поверки разрабатываются в соответствии в ДСТУ-Н РМГ 51:2006 [9]. Этот документ устанавливает классификацию, порядок разработки, принятия (утверждения), регистрации и издания, а также основные требования к построе-

нию, изложению, оформлению и содержанию этих методик. Документ РМГ 51 основан на сложившейся за долгие годы метрологической практики и его положения приняты 8 странами СНГ.

Для разработки методик калибровки для контроля метрологических характеристик СИТ не было необходимости разрабатывать аналогичный документ. Это связано с тем, что практически эти 2 процедуры (поверка и калибровка) ничем с технической точки зрения не отличаются, а отличие заключается лишь в статусе исполнителя, который проводит эту процедуру.

Что касается методик калибровки СИТ, реализующих международное определение калибровки, то к ним требования предъявлены в ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 [2]. Эти требования можно свести к следующим:

- желателен использовать методики, которые установлены в международных, региональных и национальных стандартах, причем четко в сфере их применения, т.е. стандартизованные методики. При этом предпочтение отдается тем методикам, которые были рекомендованы изготовителем СИТ. Однако лаборатория должна подтвердить, что она может правильно использовать стандартизованную методику;

- если лаборатория самостоятельно разрабатывает методику калибровки, то для использования этой методики необходимо подтвердить, что они пригодны и оценены. Кроме того, необходимо поставить в известность заказчика, что будет при калибровке использоваться именно эта методика. При этом методика должна быть согласована с заказчиком, в ней четко должны быть описаны требования заказчика и цель калибровки.

В соответствии с правилами, требованиями и нормами законодательной метрологии в Украине, многие из этих требований соблюдаются на протяжении длительного времени. Например, при разработке стандартизованных методик поверки (калибровки) они рассылаются на рассмотрение в организации, имеющих ведущих специалистов в соответствующем виде измерений, согласовываются с ведущими организациями. Пригодность к применению методики устанавливается компетентными метрологическими организациями при проведении государственных приемочных испытаний или метрологической аттестации СИТ. Однако, процедуры оценивания пригодности методики калибровки СИТ, регистрация полученных результатов, принятия решения о пригодности методики для целевого применения отданы на откуп самой лаборатории. Это предполагает наличие в лаборатории высококвалифицированных специалистов в данной области.

При разработке методик калибровки для собственного применения лабораторией предполагается

наличие квалифицированного персонала и планирование данной работы.

Но в ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 не регламентируется и не предъявляются требования к содержанию методик калибровки.

В ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 предусмотрено, что калибровочная лаборатория должна иметь и применять процедуру оценки неопределенности измерений при проведении калибровки СИТ. Для многих калибровочных лабораторий проведение этой процедуры будет представлять определенную трудность из-за отсутствия реальной методической базы. За последние годы тема оценки неопределенности стала достаточно активно рассматриваться. Однако до настоящего времени отсутствуют национальные нормативные документы, регламентирующие оценку неопределенности для конкретных типов и групп СИТ. Поэтому разработка таких документов ведущими метрологическими организациями становится очень актуальной.

Основной международной организацией, разрабатывающей нормативные документы в этой сфере, является Европейская кооперация по аккредитации (EA), которая издает документы EA, регламентирующие проведение калибровки СИТ и оценки неопределенности измерений. Например, в документе EA 4/02 [10] описываются методы оценки неопределенности при калибровке конкретных групп СИТ: гирь, эталонного резистора, блока мер, датчика мощности, цифрового мультиметра, кронциркуля с нониусом, калибратора температурного блока, бытового счетчика расхода воды и кольцевой меры.

Таким образом, этот документ может быть основой для указания последовательности оценки неопределенности измерений при разработке методики калибровки. В EA 4/02 приведены также рекомендации по оценке неопределенности по типам А и В для типов СИТ, учету корреляции входных величин и разъясняется понятие наилучшей измерительной возможности калибровочной лаборатории. Все это говорит в пользу разработки на основании EA 4/02 национального документа (ДСТУ-Н). Технический комитет стандартизации ТК 63, который действует на базе ННЦ «Институт метрологии», подал такое предложение в план Национальной стандартизации, однако, в какие сроки будет выделено финансирование неизвестно.

Исходя из выше изложенного, можно установить, что методика калибровки должна содержать следующие разделы:

- Сфера применения.
- Нормативные ссылки.
- Операции калибровки.
- Средства калибровки.
- Условия проведения калибровки.

- Требования безопасности.
- Требования к квалификации специалистов по калибровке.
- Подготовка к процедуре калибровки.
- Проведение экспериментальных исследований.
- Обработка экспериментальных исследований.
- Определение погрешности СИТ.
- Оценка неопределенности измерений.
- Оформление результатов калибровки.

Дадим краткую характеристику некоторым из этих разделов, в которых наиболее часто допускаются неточности.

В разделе «Сфера применения» должно быть четко указано, на какие именно типы или группы СИТ, распространяется данная методика, а также степень соответствия методики соответствующим документам международных организаций. При этом, если методика разработана в конкретной аккредитованной калибровочной лаборатории, должны быть приведены ее наилучшие измерительные возможности применительно к этим СИТ. В отличие от методики поверки, в которой в этом разделе указывается установленный межповерочный интервал, в методике калибровке в соответствии с пунктом 5.10.4.4 ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 рекомендации о периодичности проведения калибровки не приводятся.

В разделе «Нормативные ссылки» приводятся только те нормативные документы, на которые есть ссылки в тексте методики.

В разделе «Операции калибровки» указывают такие операции калибровки: внешний осмотр, опробование, определение метрологических характеристик, оценка неопределенности измерений. Могут указываться и другие операции, связанные с конструкцией СИТ, например, проверка шероховатости измерительной поверхности.

В разделе «Средства калибровки» указывают перечень технических средств, применяемых при калибровке по данной методике: СИТ, вспомогательное оборудование, стандартные образцы, материалы обязательно с метрологическими или техническими их характеристиками.

Также как при поверке, так и при калибровке в методике должны быть приведены указания случаев, при которых калибровка прекращается.

Раздел «Проведение экспериментальных исследований» содержит описание всех операций калибровки. В отличие от методик поверки количество повторных наблюдений в исследуемых точках, в соответствии с рекомендациями ЕА 4/02, должно быть более 10. Если наблюдений меньше 10, то должна быть рассмотрена надежность оценки неопределенности по типу А или применены другие методы для оценки этого вида неопределенности.

Оформление результатов калибровки должно соответствовать требованиям подраздела 5.10 ДСТУ ISO/IEC 17025:2006. Для этого в ДСТУ 3989 были внесены изменения, которыми предусмотрена соответствующая форма свидетельства о калибровке. Четыре национальных метрологических института Украины, которые по результатам оценки их систем управления Форумом качества КООМЕТ, имеют право калибровки в соответствии с требованиями ISO/IEC 17025, по результатам калибровки выдают сертификат калибровки по форме, установленной рекомендациями КООМЕТ.

В свидетельстве о калибровке и сертификате калибровки межкалибровочный интервал устанавливается только по требованию заказчика. При калибровке СИТ обязательно выдается протокол калибровки.

Одним из интересных вопросов при калибровке остается номенклатура определяемых метрологических характеристик. В ЕА 4/02 этот вопрос не рассматривается. В приложениях этого документа в каждом конкретном случае определяется оценка измеренного значения и результатом калибровки является измеренное значение с указанием расширенной неопределенности. Это значение неопределенности может быть рассчитано в соответствии с [10-13] с учетом сказано выше. Однако, в соответствии с другими международными документами, например [14,15], разработчиками СИТ устанавливается именно погрешность, которая нормируется максимально допускаемой погрешностью. При этом СИТ после их изготовления проверяются по различным модулям именно на соответствие погрешности. Поэтому остается открытым вопрос по значению погрешности СИТ при калибровке.

## **Выводы**

Введение в Украине международного определения калибровки СИТ приводит к появлению реальных проблем в калибровочных лабораториях. При этом ведущие метрологические организации Украины в лице национальных метрологических институтов уже вплотную подошли к этим проблемам, практически их преодолели и могут оказывать методическую помощь другим калибровочным лабораториям.

Но калибровка СИТ в территориальных органах, на предприятиях и в организациях приведет к значительным проблемам, оговоренным в [4]. При этом многие страны решили эти проблемы элементарно просто, исходя из того, что для производства важно именно контролировать метрологические характеристики СИТ, а не устанавливать их в какой краткосрочный момент времени. Это решение заключалось в ведении понятия поверки для собственных нужд, как процедуры контроля метрологи-

ческих характеристик на самом предприятии. Очевидно, что это было бы целесообразно учесть при переработке Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности».

### Список литературы

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 11.02.1998 р. № 113/98-ВР із змінами, внесеними згідно із Законом України від 15.06.2004 р. № 1765-ІV.
2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій (ISO/IEC 17025:2005, IDT).
3. ISO/IEC Guide 99:2007 International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM) (Международный словарь по метрологии – Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM)).
4. Трищ Р.М., Москаленко М.В., Малецька О.Є. Аналіз вимог до калібрування засобів вимірювальної техніки на національному і міжнародному рівнях / Р.М. Трищ, М.В. Москаленко, О.Є. Малецька // Метрологія та прилади. – 2011. – № 5. – С. 56-60.
5. Захаров И.П. Оценивание неопределенности измерений при проведении калибровок / И.П. Захаров // Метрология и приборы. – 2007. – № 1. – С. 31-42.
6. Захаров И.П. Методы, модели и алгоритмы оценивания неопределенности измерений при проведении калибровок / И.П. Захаров, С.В. Водотыка, Е.Н. Сачева // Математическая, статистическая и компьютерная поддержка качества измерений: тезисы Международного научно-технического семинара.
7. Малецька О.Є. Формирование системы нормативных документов по оценке неопределенности измерений / О.Є. Малецька // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. – X.: ХУПС, 2007. – Вип. 6 (64). – С. 63-64.

8. ДСТУ 3989-2000 Метрологія. Калібровка средств измерительной техники. Основные положения, организация, порядок проведения и оформления результатов.

9. ДСТУ-Н РМГ 51:2006 Метрологія. Документи на методики поверки средств измерений.

10. EA 4/02 Expression of the uncertainty of measurement in calibration (Оценка неопределенности измерений при калибровке).

11. Керівництво з вираження невизначеності у вимірюваннях / Пер. на укр. мову М.В. Москаленко. – GUM:1993, First edition, 1993, ISO: Geneva, 1995.

12. МІ 13.002-2003. Методика обґрунтування рівнянь вимірювань та оцінки методичної складової похибки (невизначеності) результатів вимірювань. Харків: ХДНДІМ, 2003 – 11 с.

13. РМУ 13-064-2008 Метрологія. Методика расчета неопределенности измерений при проведении калибровки средств измерительной техники.

14. Директива 2004/22/ЄС Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу на вимірювальні прилади від 31 березня 2004 року та додатки I, B, F, G і MI-001 – MI-010 до неї.

15. OIML R 34:1979 Accuracy classes of measuring instruments (Классы точности средств измерений).

Поступила в редколлегию 10.01.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. И.П.Захаров, Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, Украина.

### МЕТОДИКИ КАЛІБРУВАННЯ: РОЗРОБЛЕННЯ ТА ПРОБЛЕМИ

Р.М. Трищ, М.В. Москаленко, О.Є. Малецька

В статті розглядаються питання, пов'язані з розробленням методик калібрування засобів вимірювальної техніки, які передбачають оцінку невизначеності вимірювань. Актуальність питання пов'язана з необхідністю реалізації вимог міжнародних документів. Проаналізовані міжнародні і національні вимоги щодо розроблення методик калібрування.

**Ключеві слова:** калібрування засобів вимірювальної техніки, методика калібрування, невизначеність вимірювань, оцінка невизначеності вимірювань під час калібрування, сертифікат калібрування.

### METHODS OF CALIBRATION: DEVELOPMENT AND PROBLEMS

R.M. Trysch, M.V. Moskalenko, O.E. Maletskaya

The paper addresses issues related to development of methods calibration of measuring instruments, which provide for assessment of measurement uncertainty. The urgency of the issue connected with the necessity of implementation of international documents. Analyzed international and national requirements for the development of calibration techniques.

**Keywords:** calibration of measuring instruments, methods of calibration, measurement uncertainty, estimation of measurement uncertainty during calibration, calibration certificate.