

УДК 006.91

О.А. Новоселов

Публичное акционерное общество «АрселорМиттал Кривой Рог», Кривой Рог

АККРЕДИТАЦИЯ КАЛИБРОВОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ – ГАРАНТИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ И ОБЪЕКТИВНОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

В статье рассмотрен вопрос качества проведения калибровки средств измерительной техники в отсутствие национальных стандартов, отвечающих нормам новой редакции Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности».

Ключевые слова: калибровка, калибровочная лаборатория, методика калибровки, неопределенность измерения, аккредитация, прослеживаемость результатов калибровки средств измерительной техники.

Введение

Постановка проблемы. Новая редакция Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности» (Закон) [1], вступившая в действие с 01.01.2016 года, законодательно закрепила определение термина «калибровка», согласно международному словарю по метрологии VIM [2].

В статье 27 Закона [1] указаны субъекты хозяйствования, которые проводят калибровку:

- научные метрологические центры;
- метрологические центры, калибровочные лаборатории (КЛ), аккредитованные национальным органом Украины по аккредитации (НААУ);
- метрологические центры, КЛ, которые имеют документально подтвержденную прослеживаемость своих эталонов до национальных эталонов, эталонов других государств или международных эталонов соответствующих единиц измерения.

На 01.03.2016 в Украине насчитывалось 13 КЛ, аккредитованных НААУ на соответствие требованиям стандарта ДСТУ ISO/IEC 17025 [2]. Из них 9 КЛ государственных научно-производственных центров стандартизации, метрологии и сертификации, и всего лишь 4 КЛ частных предприятий. Для сравнения, в Белоруссии имеется 47 аккредитованных КЛ, в Чехии – 123, в Великобритании – 488 (данные взяты из официальных сайтов национальных органов по аккредитации).

Малое количество аккредитованных КЛ свидетельствует о том, что многие КЛ не считают необходимостью аккредитоваться на право выполнения калибровки средств измерительной техники (СИТ), потому как положение Закона [1] позволяет им заниматься калибровкой, доказав прослеживаемость своих эталонов. Документальное подтверждение прослеживаемости эталонов таких лабораторий будет доказываться свидетельствами калибровок, выданными научными метрологическими центрами или аккредитованными НААУ КЛ. Но далее, выполнять калибровку СИТ для собственных нужд

своих предприятий или для сторонних заказчиков, КЛ должны по методикам, в которых прописана процедура оценивания неопределенности измерения. Это требование исходит из гармонизированного с [3] определения термина «калибровка».

В настоящее время в Украине имеется ограниченное количество стандартизованных методик калибровки СИТ. КЛ, аккредитованные НААУ, сами разрабатывали и проводили валидацию методик калибровки СИТ, заявленных в «Сфере аккредитации». Научно-метрологические институты (НМИ), являющиеся подписантами Соглашения о взаимном признании национальных эталонов, сертификатов калибровки и результатов измерений, которые выполняются в НМИ (Соглашение СІРМ МРА) [4], также разрабатывали свои процедуры оценивания неопределенности измерения при калибровке СИТ.

Проблема состоит в компетентности калибровочной деятельности метрологических центров и КЛ, имеющих только документально подтвержденную прослеживаемость своих эталонов.

Анализ последних достижений и публикаций. Вопросу калибровки СИТ в свете новой редакции Закона [1] посвящен ряд публикаций в отечественных метрологических изданиях. В статье [5] сделан вывод об обязательной оценке неопределенности измерения во время калибровки СИТ. Автор статьи [6] предлагает провести оценивание пригодности имеющихся стандартных методик поверки для калибровки СИТ, дополнить их типовыми методиками расчета неопределенности при калибровке и использовать в работе. В статье [7] отмечено, что для реализации положений Закона [1], необходима разработка национальных стандартов, отвечающих правилам и нормам Закона [1].

Цель статьи – привлечь внимание метрологического сообщества Украины к проблеме качества выполнения калибровки СИТ и совершенствованию законодательства по метрологии для обеспечения единства измерений в стране.

Изложение основного материала

Отсутствие национальных стандартов, имеющих достаточную информацию о том, как проводить калибровку конкретных типов или групп СИТ, может привести к нарушению единства измерений в Украине, что отразится на качестве продукции.

Закон [1] отменил аттестацию КЛ и не ввел другой процедуры подтверждения компетентности калибровочной деятельности, как только аккредитация. КЛ, аккредитованные НААУ, ежегодно, в течение периода действия аттестата об аккредитации, проходят аудит, в ходе которого подтверждают свою компетентность согласно стандарту [2].

Правила аккредитации и положения стандарта [2] требуют от КЛ подтверждения своих заявленных калибровочных возможностей посредством участия в межлабораторных сличениях под координацией согласованного с НААУ провайдера.

Стандарт [2] является основополагающим нормативным документом, регламентирующий калибровочную деятельность. Калибровка СИТ важна для аккредитованных испытательных лабораторий, потому как обеспечивает достоверность, объективность и признание на международном уровне результатов испытаний.

Анализ результатов калибровки СИТ, проведенных аккредитованными КЛ и НМИ, показывает, что только аккредитация калибровочной деятельности гарантирует качество выполнения калибровки СИТ. Этот вывод наглядно демонстрирует пример калибровки одного и того же цифрового штангенциркуля, откалиброванного в НМИ и в аккредитованных КЛ. Пример не единичный и является показательным, в плане того, что расчет неопределенности измерения при калибровке штангенциркуля приводится в документе Европейской организации по аккредитации EA-4/02 [8].

Модельное уравнение измерения при калибровке штангенциркуля имеет вид:

$$E_x = I_{ix} - l_s + L_s \times \alpha \times \Delta t + \delta I_{ix} + \delta l_m, \quad (1)$$

где E_x – отклонение показаний штангенциркуля; I_{ix} – показания штангенциркуля в калибруемой точке; l_s – длина применяемой концевой меры длины; L_s – номинальное значение применяемой концевой меры длины; α – средний коэффициент теплового расширения материалов штангенциркуля и концевой меры длины; Δt – разница температур между штангенциркулем и концевой мерой длины; δI_{ix} – поправка на дискретность цифрового отсчетного устройства штангенциркуля; δl_m – поправка на механические эффекты.

Штангенциркуль калибровался по собственным разработанным методикам калибровки. В качестве эталонов применялись плоскопараллельные концевые меры длины 3 разряда. Условия проведения калибровки были практически одинаковые: темпера-

тура окружающей среды – $20,0 \text{ }^\circ\text{C} \div 20,8 \text{ }^\circ\text{C}$, относительная влажность воздуха – $42 \% \div 65 \%$.

Результаты калибровки штангенциркуля сопоставимы между собой, потому как выполнены необходимые условия метрологической сопоставимости – обеспечена метрологическая прослеживаемость результатов измерений и неопределенности измерений вычислены по единому методу, регламентированному «Руководством по выражению неопределенности измерений» (GUM) [9].

Как известно, оценкой точности результата измерения, признаваемой на международном уровне, есть исключительно неопределенность измерения.

В таблице 1 представлены значения расширенных неопределенностей измерения при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-1 с диапазоном измерения от 0,01 мм до 200 мм и шагом дискретности цифрового отсчетного устройства 0,01 мм, взятые из свидетельств калибровки НМИ и аккредитованных КЛ.

Таблица 1

Значения расширенной неопределенности измерений при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-1-200-0,01

Организация, выполнявшая калибровку	Расширенная неопределенность, U, мкм
НМИ-1	1,5
НМИ-2	54,0
КЛ-1	12,6
КЛ-2	11,2

Расширенные неопределенности получены путем умножения суммарной стандартной неопределенности на коэффициент охвата $k = 2$, соответствующего уровню доверия приблизительно равному 95 % при допущении нормального распределения. Оценивание неопределенности проведено в соответствии с [9].

Но, полученные НМИ расширенные неопределенности отличаются между собой в 36 раз, тогда как расширенные неопределенности, рассчитанные аккредитованными КЛ, почти одинаковы. Если ознакомиться с заявленными калибровочными возможностями аккредитованных КЛ некоторых стран Европейского Союза по калибровке цифрового штангенциркуля с дискретностью отсчета 0,01 мм, то можно отметить, что расширенные неопределенности измерения находятся в диапазоне от 10 мкм до 30 мкм. То есть, расширенная неопределенность равная 1,5 мкм свидетельствует, что при оценке вкладов в неопределенность измерения учтены не все составляющие. Полученная расширенная неопределенность в 54 мкм свидетельствует о неправильном расчете неопределенности измерения.

Бюджеты неопределенности измерения при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-1 аккредитованными КЛ представлены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Бюджет неопределенности измерения
при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-I-200-0,01 аккредитованной КЛ-1

Входная величина	Стандартная неопределенность, мкм	Тип закона распределения	Коэффициент чувствительности	Вклад неопределенности, мкм
Неопределенность эталона	0,1	нормальный	1	0,1
Разброс значений измеряемой длины	2,4	нормальный	1	2,4
Отклонение от плоскостности и прямолинейности измерительных губок	2,3	равномерный	1	2,3
Отклонение от параллельности измерительных губок	3,5	равномерный	1	3,5
Отклонение от установки нуля	2,9	равномерный	1	2,9
Ошибка отсчета	2,9	равномерный	1	2,9
Выходная величина	Суммарная стандартная неопределенность, мкм	Уровень доверия	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность, мкм
$L_x =$	6,3	0,95	2	12,6

Таблица 3

Бюджет неопределенности измерения
при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-I-200-0,01 аккредитованной КЛ-2

Входная величина	Стандартная неопределенность, мкм	Тип закона распределения	Коэффициент чувствительности	Вклад неопределенности, мкм
Неопределенность калибровки эталонной меры длины	0,02	нормальный	1	0,02
Стандартная неопределенность по типу А	2,3	нормальный	1	2,3
Оценка поправки на дискретность цифрового отсчетного устройства	2,9	равномерный	1	2,9
Оценка отклонения от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей губок	2,3	равномерный	1	2,3
Оценка отклонения от параллельности измерительных поверхностей губок	3,5	равномерный	1	3,5
Оценка разности температур эталонной меры длины и калибруемого штангенциркуля	0	равномерный	1	0
Оценка отклонения температуры окружающей среды от нормальной 20 °С	0,006	равномерный	1	0,006
Выходная величина	Суммарная стандартная неопределенность, мкм	Уровень доверия	Коэффициент охвата	Расширенная неопределенность, мкм
$L_x =$	5,6	0,95	2	11,2

Сопоставление бюджетов неопределенности измерения при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-I аккредитованными КЛ показывает, что составляющие неопределенности, вносимые механическими эффектами, оценены одинаково. Механические эффекты обусловлены зазорами между измерительными поверхностями губок штангенциркуля для измерения наружных размеров, возникающих вследствие отклонения их от плоскостности и от параллельности между собой. Оценка отклонения от плоскостности и прямолинейности измерительных поверхностей губок определяется из допустимого отклонения плоскостности и прямолинейности – 0,004 мм для штангенциркуля с шагом дискретности не более 0,05 мм и длиной большей стороны изме-

рительной поверхности менее 40 мм (требование стандарта ДСТУ ГОСТ 166:2009 [10]). Оценка отклонения от параллельности измерительных поверхностей губок определяется из допуска параллельности на 100 мм длины плоских измерительных поверхностей губок для измерения наружных размеров – 0,02 мм при шаге дискретности не более 0,05 мм (требование стандарта [10]).

Для штангенциркуля ШЦЦ-I с длиной измерительных поверхностей губок $l = 30$ мм, допуск параллельности равен $f = 0,006$ мм.

Температурные составляющие неопределенности измерения при калибровке штангенциркуля незначительны по сравнению с остальными составляющими, поэтому КЛ-1 их не учитывает.

Ошибки отсчета или поправка на дискретность цифрового отсчетного устройства оценена КЛ также одинаково. Только КЛ-1 учитывает эту составляющую дважды, как ошибку отсчета и как отклонение от установки нуля. В руководстве [8] вклад от конечного разрешения штангенциркуля учтен один раз.

Оценка неопределенности калибровки эталонной меры длины определяется путем деления значения расширенной неопределенности измерения при калибровке концевых мер длины на коэффициент охвата, которые указаны в «Сертификате калибровки». Разница в 5 раз между полученными КЛ стандартными неопределенностями эталонов, свидетельствует об их калибровке в разных НМИ.

Стандартные неопределенности по типу А у обеих КЛ практически одинаковы.

Подробный анализ бюджетов неопределенностей измерений при калибровке штангенциркуля ШЦЦ-І аккредитованными КЛ показывает, что имеются некоторые отличия в оценке источников стандартной неопределенности типа В, однако данные отличия не приводят к существенной разнице между расширенными неопределенностями.

Проведенное, таким образом, межлабораторное сравнение результатов измерений при калибровке штангенциркуля показывает, что аккредитация КЛ, гарантирует точные и достоверные результаты калибровки СИТ. Это объясняется также тем, что при аккредитации используются специально разработанные критерии и процедуры для определения технической компетентности КЛ. Органом по аккредитации проводится всесторонняя экспертная оценка всех факторов, влияющих на выработку калибровочных данных, на основе международного стандарта [2], используемого для оценки КЛ во всем мире.

Выводы

1 Качество выполнения калибровки СИТ гарантирует только соответствие КЛ требованиям стандарту [2], подтверждаемое аккредитацией в НААУ.

2. Для реализации положений Закона [1] в области калибровки и обеспечения единства измерений в Украине, необходима разработка типовых (стандартизованных) методик калибровки СИТ.

3. Для обеспечения качества результатов калибровки СИТ, необходима организация проверки компетентности КЛ посредством межлабораторных сличений.

Список литературы

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність»// Відомості Верховної Ради (ВВР). – 2014. – № 30. – ст. 1008.
2. ДСТУ ISO/IEC 17025:2006 Загальні вимоги до компетентності випробувальних та калібрувальних лабораторій.
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. Bureau International des Poids et Mesures 1999 Mutual Recognition of National Measurement Standards and of Calibration and Measurement Certificates issued by National Metrology Institutes.
5. Коцюба А.Н. Особенности калибровки СИТ в соответствие новой редакции Закона Украины «О метрологии и метрологической деятельности» / А.Н. Коцюба // Метрологія і прилади. – 2015. – № 2. – С. 50-54.
6. Одноралов В.Н. Калибровка и поверка СИТ: отличие и сходство / В.Н. Одноралов // Метрологія і прилади. – 2015. – № 2. – С. 55-60.
7. Марков Б.Ф. Новый Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности». Основные положения и особенности / Б.Ф. Марков // Украинский метрологический журнал. – 2015. – № 1. – С. 5-11.
8. EA - 4/02. Expression of the uncertainty of measurement in calibration. (Выражение неопределенности измерений при калибровках).
9. ISO/IEC Guide 98-3:2008 Uncertainty of measurement — Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).
10. ДСТУ ГОСТ 166:2009 Штангенциркулі. Технічні умови.

Поступила в редколлегию 4.04.2016

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

АКРЕДИТАЦІЯ КАЛІБРУВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ – ГАРАНТІЯ ДОСТОВІРНОСТІ І ОБ'ЄКТИВНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАНЬ

О.А. Новоселов

У статті розглянуто питання якості проведення калібрування засобів виміральної техніки у відсутність національних стандартів, що відповідають нормам нової редакції Закону України «Про метрологію і метрологічну діяльність».

Ключові слова: калібрування, калібрувальна лабораторія, методика калібрування, невизначеність вимірювання, акредитація, прослідкованість результатів калібрування засобів виміральної техніки.

ACCREDITATION OF CALIBRATION ACTIVITIES - GUARANTEE OF RELIABILITY AND CREDIBILITY OF MEASUREMENT

O.A. Novoselov

In the article the question of the quality of the calibration of measuring instruments in the absence of national standards that meet the standards of the new edition of the Law of Ukraine "About metrology and metrological activity".

Keywords: calibration, calibration laboratory, calibration technique, measurement uncertainty, accreditation, traceability of the results of calibration of measuring equipment.