

УДК 53.089.62

## МЕСТО КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОЙ МЕТРОЛОГИИ

Соломахо В.Л.<sup>1</sup>, Цитович Б.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Белорусский национальный технический университет

<sup>2</sup> Белорусский государственный институт повышения квалификации по стандартизации метрологии и управлению качеством

Минск, Республика Беларусь

**Аннотация.** Сравнительный анализ нормирования поверки и калибровки средств измерений документами законодательной метрологии показывает возможность разработки унифицированных методик поверки однотипных СИ в противоположность разработке методик их калибровки. Предложены рекомендации, позволяющие унифицировать методики калибровки СИ для некоторых типовых задач калибровки.

**Ключевые слова:** калибровка, методика калибровки, типовые задачи.

## CALIBRATION METHODS IN MODERN LEGISLATIVE METROLOGY

Solomakho V.L.<sup>1</sup>, Tsitovich B.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Belarusian National Technical University

<sup>2</sup>Belarusian State Institute for Advanced Training in Standardization, Metrology, and Quality Management

Minsk, Republic of Belarus

**Abstract.** A comparative analysis of the calibration and verification standardization in legislative metrology documents reveals the potential for developing unified calibration methods for similar measuring instruments, in contrast to the development of their calibration procedures. Recommendations are proposed to standardize calibration methods for specific calibration tasks.

**Key words:** calibration, calibration methodology, standard calibration tasks.

Адрес для переписки: Соломахо В.Л., пр. Независимости, 65, г. Минск, 220113, Республика Беларусь  
e-mail: vsolo@bntu.by

В Закон РБ об обеспечении единства измерений включено положение об обязательном прохождении поверки всеми СИ, применяемыми в сфере законодательной метрологии. Что же касается СИ, используемых вне сферы законодательной метрологии, то они могут поверяться или калиброваться. Методики калибровки зависят от перечня метрологических характеристик, формируемых заказчиком, которые определяются в ходе проведения процедуры. Такой подход делает практически невозможным стандартизацию методик калибровки. Прямое влияние калибровки на обеспечение единства измерений отсутствует, однако следует признать, что грамотно организованная процедура может быть метрологически полезной.

Идею «согласованности» метрологических характеристик калибруемого СИ с национальным и/или международным эталоном попытались отразить в определении «метрологической прослеживаемости».

«Метрологическая прослеживаемость – свойство результата измерения, в соответствии с которым результат может быть соотнесен с основой для сравнения через документированную непрерывную цепь калибровок, каждая из которых вносит вклад в неопределенность измерений» (РМГ 29).

Для проведения как поверки так и калибровки необходимо использовать СИ, выстроенные в

определенной иерархической последовательности. Сопоставим определения иерархий СИ из РМГ 29.

«Калибровочная иерархия – последовательность калибровок, начиная от основы для сравнения и кончая средством измерения, причем в этой последовательности результат каждой калибровки зависит от результата предыдущей калибровки».

«Поверочная схема – иерархическая структура, устанавливающая соподчинение эталонов, участвующих в передаче единицы или шкалы измерений от исходного эталона средствам измерений (с указанием методов и погрешностей при передаче), утверждаемая в установленном порядке в виде нормативного документа».

Необходимая и достаточная информативность поверочной схемы обеспечена указанием в ней конкретных требований к точности передачи единицы (шкалы) вниз от эталонов с однозначно установленной точностью воспроизведения единицы (шкалы).

Калибровочная иерархия содержит только идею передачи единицы (шкалы) сверху вниз, полагая, что более точные СИ расположены выше менее точных. Реализация такой иерархии, в каждом конкретном случае, требует ее доработки, в основе которой должно быть подтверждение возможности определения действительных метрологических характеристик каждого из калибруемых средств измерений.

Отсутствие конкретики в определении калибровочной иерархии вызвано рядом причин:

- неизвестные требования к точности калибруемого СИ (заранее неизвестно, что пожелает заказчик калибровки);

- неизвестная точность эталона («калибратора»), которая может варьироваться в широких пределах (зависит от доступных ресурсов);

- неизвестная точность передачи единицы (шкалы) вниз от эталона калибруемому СИ (своя для каждой разрабатываемой методики калибровки с учетом точности калибруемого СИ и выбранного «калибратора»).

В поверочной схеме подобные проблемы выбора отсутствуют, поскольку в зависимости от требований к точности поверяемого СИ нормированы точность поверки и используемого эталона.

Проведенный сравнительный анализ подтверждает практическую невозможность выстраивания фиксированной калибровочной иерархии. Можно разработать только некоторые рекомендации по выстраиванию калибровочных иерархий в расчете на предполагаемое распространение типовых методик калибровки с ограниченным набором конкретных целей и задач калибровки СИ.

Калибровка мер, как СИ, которые не осуществляют преобразование сигнала измерительной информации, тут не рассматривается, поскольку требует выхода за содержание представленных определений калибровки.

Опираясь на приведенные выше определения калибровки, можно представить несколько видов типовых методик калибровки СИ, осуществляющих преобразование сигнала измерительной информации. Можно ограничиться рассмотрением калибровки СИ, преобразующих сигнал измерительной информации, на всем диапазоне, поскольку калибровка СИ в ограниченном диапазоне (в предельном случае – в одной точке) есть частные случаи.

Калибровка СИ с целью его последующей верификации является аналогом поверки, причем верификация по всем нормируемым характеристикам есть полный аналог поверки, о чем сказано в примечании 2 к определению поверки в РМГ 29. В последнем случае разработка методик калибровки и поверки СИ полностью совпадают.

Если целью исследования будет получение калибровочной характеристики средства измерений, например, в виде функции или графика и оценки неопределенности на всем диапазоне преобразования СИ, задача практически совпадает с его метрологической аттестацией.

Найденная в ходе исследований систематическая погрешность средства измерений позволит

вносить поправки с целью исключения составляющих систематической погрешности в любой точке диапазона преобразования СИ при его использовании. Корректное внесение поправок позволит избавиться от значимых систематических погрешностей, а неточности, вносимые средством измерений, будут определяться только случайными составляющими, оценку которых при выбранной доверительной вероятности можно представить как границу случайной погрешности или расширенную инструментальную неопределенность.

В подобном случае разработка методики калибровки СИ будет близка к разработке методики его метрологической аттестации. Точность метрологической аттестации СИ зависит от ее цели. Конкретную задачу может поставить заказчик калибровки, а решение достигается в процессе разработки и исследования методики калибровки СИ методом проб и ошибок. Достижение цели (получение удовлетворительной методики калибровки СИ) фиксирует заказчик калибровки по предъявлении разработчиком удовлетворительного результата. Задачей разработчика методики калибровки СИ является нахождение компромисса между желанием заказчика и имеющимися материально-техническими возможностями. Любое калибруемое СИ имеет ограниченную точность и даже весьма квалифицированно разработанное СИ, изготовленное с требуемой точностью, не может достичь уровня национального эталона.

Достаточно часто калибровку осуществляют не по всему континуальному диапазону средства измерений, а в ограниченном числе точек при существенно ограниченном числе повторных экспериментов в каждой из выбранных точек.

Хорошо разработанная и апробированная методика калибровки позволяет получить представительную информацию как о систематической погрешности калибруемого экземпляра СИ, так и о его случайных погрешностях (инструментальной неопределенности).

Такие задачи, как калибровка СИ на ограниченном участке диапазона измерений, калибровка СИ в одной точке диапазона измерений, калибровка для оценивания инструментальной неопределенности, калибровка при накладываемых на точность калибруемых СИ особых требований, в том числе целевой неопределенности тут не рассматриваются, поскольку не могут быть признаны типичными. При решении таких задач можно опираться на предложенные нами рекомендации, поскольку они охватывают достаточно широкий диапазон точностей от наивысшей при метрологической аттестации СИ до весьма умеренной при его верификации.