

УДК 006.91.063:53.089.68

В. Н. Скачѣк,
Л. Е. Астафьева,
И. В. Войтек

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАБОЧИХ ЭТАЛОНОВ. ПРАКТИКА УСТАНОВЛЕНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ТРЕБОВАНИЙ К ЕЕ ОРГАНИЗАЦИИ

В статье приведены результаты исследований, проводимых в рамках выполнения научно-исследовательской работы (НИР) «Проведение исследований практики установления и реализации требований к организации метрологического контроля измерительного оборудования, поступающего в БелГИМ, и подготовка на основании анализа их результатов предложений: по установлению схем входов и выходов поступления и выдачи средств измерений через бюро приемки БелГИМ в рамках процедуры проведения метрологического контроля средств измерений (часть 1); по механизму организации метрологического контроля рабочих эталонов, реализации их учета и контроля, формату установления единых требований к оформлению документов по результатам метрологического контроля (часть 2)» в период с 2019 г. по первое полугодие 2020 г. Этим объясняется использование в работе терминологии Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» от 05.09.1995 № 3848-XII, который действовал до 27 ноября 2020 г.

The article presents the results of studies that were carried out as part of the implementation of research project (R&D) «Research of the practice of establishing and implementing the requirements for organization of metrological control of measuring equipment submitted to BelGIM and preparation of proposals based on the analysis of research results: on establishing entry and exit schemes for the receipt and issuance of measuring instruments through the BelGIM acceptance bureau within the framework of the metrological control procedure for the of measuring instruments (part 1); on the mechanism of organizing metrological control of working standards, implementation of their accounting and control, format for establishing uniform requirements for completion of documents based on the results of metrological control (part 2)» in the period from 2019 to the first half of 2020. This explains the use of the terminology of the Law of the Republic of Belarus «On ensuring the uniformity of measurements» dated 05.09.1995 № 3848-XII, which was valid until November 27, 2020.

Любая деятельность, включая выполнение метрологических услуг, может быть трансформирована в производственный поток, рамки которого определяются действиями, связанными с управлением ходом движения заказа от заявки на проведение работ (вход) до готовности к поставке объекта заказа заказчику (выход). В общем случае организация производственного процесса определяется его назначением и имеющимися возможностями по реализации, которые, в свою очередь, определяются не только техническими, но и организационными средствами.

Основной целью проведения первой части НИР, которая была выполнена в 2019 г., является оптимизация организации заявительного процесса (входа) и выдачи выполненного заказа (выхода) с учетом перспективных тенденций развития деятельности по метрологической оценке и качества оказываемых метрологических услуг доступными для БелГИМ ресурсами. Объектами исследования были входы и выходы производственных процессов по проведению поверки, калибровки и ме-

трологической аттестации средств измерений (с 27 ноября 2020 г. метрологическая аттестация как вид метрологической оценки исключена). Классификационные признаки, характеризующие исследуемые объекты, были выбраны согласно существующим в БелГИМ кодификаторам и включали: направления работ, категории вида работ, категории средств измерений, виды измерений, места выполнения работ, виды поступления средств измерений. Для получения данных о состоянии исследуемых объектов использовалась информационная база, сформированная из данных АСУП «Метрология и финансы».

Анализ состояния производственных потоков средств измерений, представляемых в БелГИМ, проводился исходя из специфики метрологических работ. Например, для поверочных работ исследования проводились по следующим направлениям:

- область измерений (по поверочным подразделениям);
- метрологическое назначение средств измерений (эталонные, рабочие средства измерений);

- сфера применения (сфера законодательной метрологии, вне сферы законодательной метрологии);

- вид поверки (первичная – при выпуске из производства, внеочередная – после ремонта и периодическая);

- место поверки (в лаборатории Центра эталонов, поверки и калибровки, вне лаборатории – на месте эксплуатации средств измерений с использованием эталонов БелГИМ, вне лаборатории – на стационарном эталонном оборудовании заказчика).

Разработанные по результатам первой части исследования формализованные варианты входов и выходов проведения поверки и калибровки средств измерений были использованы при разработке проектов нормативных правовых актов, принятых в развитие обновленного Закона Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений».

Объектами исследования второй части НИР, проведенной в первом полугодии 2020 г., стали входы и выходы производственных процессов метрологических услуг, оказываемых БелГИМ, по проведению метрологической оценки рабочих эталонов, включая их поверку и калибровку. Данный объект исследования выделен в отдельную часть, учитывая особую роль рабочих эталонов в обеспечении единства измерений на всех уровнях поверочной и калибровочной деятельности, а также в обеспечении метрологической прослеживаемости. Требования к эталонам определяются действующим законодательством. Новой редакцией Закона «Об обеспечении единства измерений» предусмотрены значительные изменения в части выполнения поверочных и калибровочных работ, затрагивающие полномочия не только государственных метрологических служб, но и метрологических служб иных юридических лиц, а также индивидуальных предпринимателей.

В Законе «Об обеспечении единства измерений» от 05.09.1995 № 3848-XII термин «эталон единицы величины» определялся как «средство измерений, утвержденное в соответствии с правилами, установленными Государственным комитетом по стандартизации Республики Беларусь, в качестве эталона единицы величины». Правила по утверждению средств измерений в качестве эталонов единиц величин (эталон), установленные Госстандартом, ранее были реализованы через ТКП 8.002-2012 «Система обеспечения единства измерений. Эталоны единиц величин. Порядок разработки, утверждения, регистрации, хранения и применения», введенный в действие с 1 января 2014 г., а также через постановление Госстандарта от 13.02.2007 № 6, утвердившее «Положение о Государственном реестре национальных

эталонных единиц величин Республики Беларусь». ТКП 8.002-2012 устанавливал классификацию эталонов и порядок их разработки, утверждения, регистрации, хранения и применения. Требования ТКП предназначены для юридических лиц, занимающихся разработкой, утверждением, регистрацией, хранением и применением эталонов. Так, до 27 ноября 2020 г. эталоны, применяемые в Республике Беларусь, по статусу подразделялись на национальные, исходные и рабочие. Термин «рабочий эталон», заменивший используемый ранее термин «образцовое средство измерений», в ТКП был определен как «эталон, предназначенный для передачи размера единицы величины или шкалы измерений средствам измерений».

Требования к проведению и оформлению метрологического контроля эталонов были установлены в следующих ТКП:

- в ТКП 8.004 – для метрологической аттестации: форма свидетельства о метрологической аттестации содержит требования по указанию назначения средства измерений;

- в ТКП 8.014 – для калибровки: форма свидетельства о калибровке содержит поле «Объект калибровки», в котором должны указываться «наименование эталона/средства измерений/...».

Правила проведения поверки (ТКП 8.003) не содержали специальных требований по указанию статуса поверяемого средства измерений при оформлении результатов метрологического контроля (оценки). Это послужило одной из причин утери базы данных о рабочих эталонах, привело к возникновению риска использования в качестве эталонов рабочих средств измерений и нарушению ТНПА на государственные поверочные схемы в части установления метрологических характеристик разрядных эталонов.

В новой редакции Закона «Об обеспечении единства измерений» изменено определение термина «эталон единицы величины», а именно: «эталон единицы величины – техническое средство (средство измерений, комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения, хранения и передачи единицы величины или шкалы величины». Изменены также другие термины, связанные с эталоном.

Обновленный Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает следующие требования к эталонам.

1. Согласно гл. 3, ст. 15 Закона эталоны единиц величин:

- служат основой для установления значений единиц величин, воспроизводимых и (или) хранимых другими эталонами единиц величин, а также для установления и (или) подтверждения метрологических характеристик средств измерений при поверке и (или) калибровке;

– должны обеспечивать метрологическую прослеживаемость результатов измерений до единиц величин, воспроизводимых национальными эталонами единиц величин, международными эталонами единиц величин или национальными эталонами единиц величин иностранных государств;

– подлежат сличению эталонов единиц величин либо поверке или калибровке.

2. Измерения выполняются с использованием эталонов единиц величин, а также средств измерений, стандартных образцов и методик (методов) измерений. Измерения в сфере законодательной метрологии должны выполняться с использованием эталонов единиц величин, прошедших сличение эталонов единиц величин либо государственную поверку или калибровку, а также с использованием средств измерений, прошедших государственную поверку или калибровку в соответствии с настоящим Законом (гл. 3, ст. 18).

3. Согласно гл. 3, ст. 20 Закона метрологическая прослеживаемость до единиц величин Международной системы единиц (СИ) может быть обеспечена путем:

– прямого воспроизведения единицы величины национальным эталоном при подтверждении этого воспроизведения путем сличения национального эталона с международным эталоном или национальным эталоном иностранного государства;

– передачи в процессе поверки размера единицы величины от национального эталона или эталона иностранного государства средству измерений согласно схеме передачи размера единицы величины (поверочной схеме), установленной техническими актами по обеспечению единства измерений;

– передачи в процессе калибровки размера единицы величины от национального эталона или эталона иностранного государства средству измерений согласно схеме передачи размера единицы величины (иерархической схеме калибровки), установленной рекомендациями международных и региональных организаций по метрологии, в которых участвует Республика Беларусь, национальных метрологических институтов иностранных государств или владельцем средства измерений.

4. Установление и (или) подтверждение метрологических, а также технических характеристик эталонов единиц величин осуществляется при проведении метрологической оценки (гл. 5, ст. 26).

5. Национальные эталоны и эталоны единиц величин используются при проведении испытаний или метрологической экспертизы в целях утверждения типа средства измерений или утверждения типа стандартного образца (гл. 5, ст. 27).

6. Эталоны единиц величин используются при проведении экспериментальных исследований ме-

тодики (метода) измерений в зависимости от ее назначения (гл. 5, ст. 31).

Основным назначением эталонов является хранение и воспроизведение единицы величины для передачи ее размера другим эталонам и рабочим средствам измерений. Под передачей размера понимается приведение размера величины, хранимой средством измерений, к размеру единицы, воспроизводимой эталоном. Эта процедура осуществляется как при поверке средств измерений, так и при калибровке.

Для поверки передача размера от эталона нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений выполняется в соответствии с государственными поверочными схемами (ГПС), представляющими собой документы, устанавливающие метрологическое соподчинение эталонов и порядок передачи размера единицы рабочим средствам измерений. Кроме ГПС, предусмотрено применение локальных поверочных схем, разрабатываемых метрологами государственной метрологической службы, метрологических служб иных юридических лиц и индивидуальными предпринимателями, которые осуществляют поверку средств измерений.

Для калибровки передача размера единицы величины осуществляется согласно иерархической схеме калибровки, установленной рекомендациями международных и региональных организаций по метрологии, национальных метрологических институтов иностранных государств или владельцем средства измерений.

Рабочие эталоны являются промежуточными звеньями между национальными эталонами и рабочими средствами измерений в цепочке метрологической прослеживаемости и передачи размера единицы величины. Согласно Закону метрологическая прослеживаемость является свойством результата измерения, в соответствии с которым этот результат может быть соотнесен



с национальным эталоном единицы величины или иной основой для сравнения через документированную неразрывную цепь поверок средств измерений и (или) калибровок. Определение этого термина распространяется на рабочие эталоны, участвующие как в процессе калибровки, так и в проведении поверки средств измерений. Исходя из этого рассмотрение «соотнесения» «через документированную неразрывную цепь» возможно по двум направлениям: для калибровки – построение иерархической схемы калибровки, для поверки – передача размера единиц измерений на основании поверочных схем. Признанных рекомендаций, детально прописывающих вопросы установления и демонстрации метрологической прослеживаемости для отдельных видов измерений, нет. Существует только упоминание о виртуальной цепочке передачи размера единицы от ее определения к месту применения.

Предлагаемые в проведенной НИР подходы к созданию иерархических схем могут служить моделью для их разработки, при этом оставляя свободу в выборе установления эталонов на различных уровнях цепи и в определении самих уровней (число, связи между уровнями, подуровни или параллельные ветви и т. д.). Кроме того, данные исследования могут быть полезны при разработке иерархических схем калибровки как на национальном уровне с учетом потребностей экономики и в соответствии с международными рекомендациями, так и организациями, создающими калибровочные цепи для своих средств измерений.

Структура иерархической схемы может включать уровни национальной иерархической схемы и ее связь с объектами международной иерархической схемы. Условно национальную иерархическую схему можно разделить на четыре уровня.

На первом уровне, как правило, находится национальный эталон государства или эталон, который воспроизводит единицу величины в данной области измерений с наивысшей точностью, что обеспечивается сличениями с национальными эталонами или их калибровкой с эталонами национальных метрологических институтов других стран. В международной практике на данном уровне также располагают эталоны, предназначенные для проверки правильности первичного эталона или его замены в случае потери им своего метрологического качества или его утраты. Первичный эталон воспроизводит величину измерений в определенной области измерений с наивысшей точностью. Эта область может определяться областью применения или диапазоном значений величины. С каждой областью может быть связан национальный эталон, наиболее приспособленный представлять эту единицу, кратное либо дольное значение от нее.

На втором уровне, согласно международной классификации эталонов, находятся вторичные эталоны, сличаемые с первичным эталоном. Они могут быть использованы для калибровки эталонов более низкого уровня точности и применяются в качестве опорных. В метрологической практике нашей страны такая категория эталонов юридически отсутствует. Учитывая исторически сложившуюся традицию передачи размера единиц величин, в качестве вторичных эталонов используются рабочие эталоны высших разрядов точности согласно государственным поверочным схемам.

На третьем уровне располагаются рабочие эталоны, получившие наименование «эталон третьего порядка» и получающие размер величины сличением с опорными эталонами. В нашем случае это рабочие эталоны высших разрядов точности согласно государственным поверочным схемам. По принципу действия или конструкции рабочие эталоны могут отличаться от эталонов второго уровня, учитывая необходимость упрощения их использования, транспортировки либо снижения стоимости.

Методы и средства, которые используются для сличения вторичных (или национальных эталонов, если рабочие эталоны сличаются с ними, минуя вторичные) и рабочих эталонов, являются наиболее важными, так как эталоны не идентичны. В Республике Беларусь для рабочих эталонов применяется процедура калибровки, при которой методы и средства, используемые для калибровки рабочих эталонов по вторичным эталонам (или национальным, если они применяются для калибровки рабочих эталонов), указываются в методиках калибровки, которые разрабатываются индивидуально для каждого метода измерений.

Рабочие эталоны данного уровня применяются в зависимости от законодательства страны:

- для поверки рабочих средств измерений;
- для калибровки средств измерений, рассматриваемых как рабочие эталоны с более низким уровнем точности.

На четвертом уровне находятся рабочие эталоны, сличаемые с эталонами третьего порядка (рабочими). Часто точность этих эталонов удовлетворяет потребностям отраслей промышленности. Однако если необходима более высокая точность рабочих средств измерений, то применяют рабочие эталоны третьего порядка.

В Беларуси третий и четвертый уровни, как правило, совмещены. В отличие от международной практики рабочие эталоны этих уровней применяются для поверки рабочих средств измерений и для калибровки рабочих эталонов с более низким уровнем точности.

Приведенная методология – не единственная для построения иерархической схемы калибровки; в зависимости от обстоятельств другие варианты могут быть более предпочтительными. В любом случае иерархическая схема величины измерений должна иметь для каждого уровня ссылку на методику и указания точности результатов измерений для значений величин, воспроизводимых эталонами. В общем случае иерархические схемы обеспечивают переход с одного уровня на другой путем калибровки средств измерений уровня n , используя эталон уровня $(n - 1)$. Переход с одного уровня иерархической схемы на другой сопровождается снижением точности эталонов. С технической точки зрения не представляется реальным жестко установить соотношения между неопределенностями эталонов двух соседних уровней, так как эти соотношения могут варьироваться от 1:2 до 1:10 в зависимости от величин измерений. Например, для некоторых величин проблемы измерений настолько велики, что увеличение точности в два раза составляет существенный прогресс, в то время как для других величин иногда технически возможно применять соотношение 1:10.

Согласно действующему законодательству при применении некоторых типов рабочих эталонов возможна поверка эталона как альтернатива калибровке (при условии, что она выполняется в соответствии с законодательством).

Передача размера единиц измерений представляет собой совокупность иерархического (в пределах поверочной схемы) сравнения размеров единиц, заложенных в соподчиненных средствах измерений путем их поверки.

Государственную поверочную схему разрабатывают в виде государственного стандарта. Такую схему разрабатывает национальный метрологический институт, являющийся хранителем государственного первичного (национального) эталона единицы соответствующей величины.

При разработке поверочной схемы одним из основных направлений ее обоснования является выбор числа разрядов рабочих эталонов, что требует анализа (действующего и ожидаемого в течение 5–10 лет) структуры парка рабочих средств измерений и эталонов, их дислокации, а также особенностей методов передачи размеров еди-

ниц. В действующих нормативных документах имеются рекомендации по установлению числа разрядов рабочих эталонов, однако они не учитывают вариантность числа разрядов, современные организационные принципы, особенности передачи размеров единиц, характеристики метрологической надежности средств измерений, а также экономические риски вследствие несоблюдения обеспечения единства измерений. Например, при выборе числа разрядов рабочих эталонов в поверочных схемах для радиоэлектронных средств измерений оптимальным является установление двух или реже трех разрядов рабочих эталонов.

Одним из важных элементов технического обоснования поверочной схемы является выбор рациональных и высокопроизводительных методов передачи размеров единиц от эталонов к рабочим средствам измерений с учетом особенностей областей измерений. В поверочных схемах устанавливаются основные метрологические характеристики (пределы измерений, диапазоны частот и погрешности) рабочих эталонов и рабочих средств измерений. Так, для рабочих средств измерений электрических величин погрешность чаще всего указывается как предел допускаемых значений в относительной форме, а погрешность рабочих эталонов, выраженная в относительной форме, представлена в виде предела допускаемых значений или доверительной погрешностью с вероятностью 0,950 или 0,997. В отдельных поверочных схемах указываются соотношения погрешностей эталонов и поверяемых средств измерений. К примеру, для средств измерений электрических величин в соответствии с ГОСТ 22261-94 они устанавливаются от 1:5 до 1:3.

Опыт обеспечения метрологической прослеживаемости содержится в действующих стандартах поверочных схем или в локальных поверочных схемах, где показаны источник (основа) единицы измерений, метод и точность передачи размера вплоть до рабочих средств измерений. Такие схемы необходимо доработать с указанием неопределенности в звеньях цепочки передачи размера, чтобы осуществлять демонстрацию наличия метрологической прослеживаемости. При этом понятия «погрешность» и «неопределенность» могут быть гармонично использованы без

Таблица 1

Разработанные ГПС в зависимости от года утверждения

Годы	1974–1979	1980–1989	1990–1999	2000–2009	2010–2018
Количество используемых ГПС	2 (3 %)	9 (14 %)	7 (11 %)	8 (13 %)	37 (59 %)

взаимного противопоставления при демонстрации метрологической прослеживаемости.

В Беларуси используются 63 ТНПА, устанавливающие требования к передаче размера единиц величин от эталонов рабочим средствам измерений в соответствии с государственными поверочными схемами. За исключением двух государственных стандартов (СТБ ГОСТ Р 8.667-2012 и СТБ 8029-2006) и двух рекомендаций (МИ 2292-94 и МИ 2060-90) остальные имеют статус межгосударственных стандартов с аббревиатурой ГОСТ.

Временной период, в течение которого произошло утверждение данных ТНПА, устанавливающих требования к государственным поверочным

схемам, составляет более 40 лет (с 1974-го по 2018 г.). Распределение количества ТНПА по годам утверждения представлено в табл. 1.

Один из проблемных вопросов – использование устаревшего термина «образцовые средства измерений», не применяемого в Республике Беларусь. Эта терминология использовалась в ТНПА, утвержденных до 1994 г.

Применяемые ГПС содержат 22 категории эталонов. Для полноты информации в табл. 2 приведены сведения об их распределении по ГПС (по данным на февраль 2019 г.).

Особое внимание в процессе проведения исследований было уделено требованиям, установлен-

Таблица 2

Разработанные ГПС в зависимости от категории эталонов

№	Категория эталонов	Сокращенное обозначение эталонов	Количество ГПС, содержащих данную категорию эталонов
1	Государственный первичный эталон	ГПЭ	40
2	Государственный эталон	ГЭ	3
3	Национальный эталон	НЭ	1
4	Государственный специальный эталон	ГСЭ	5
5	Государственный первичный специальный эталон	ГПСЭ	13
6	Вторичный эталон	ВЭ	32
7	Эталон-копия	Э-К	4
8	Эталон сравнения	ЭС	6
9	Рабочий эталон 0 разряда	РЭ 0 разряда	8
10	Рабочий эталон 1 разряда	РЭ 1 разряда	32
11	Рабочий эталон 2 разряда	РЭ 2 разряда	31
12	Рабочий эталон 3 разряда	РЭ 3 разряда	12
13	Рабочий эталон 4 разряда	РЭ 4 разряда	3
14	Рабочий эталон	РЭ	20
15	Образцовые средства измерений 1 разряда	ОСИ 1 разряда	12
16	Образцовые средства измерений 2 разряда	ОСИ 2 разряда	12
17	Образцовые средства измерений 3 разряда	ОСИ 3 разряда	6
18	Образцовые средства измерений 4 разряда	ОСИ 4 разряда	2
19	Образцовые средства измерений	ОСИ	1
20	Эталон 1 разряда	Э 1 разряда	1
21	Эталон 2 разряда	Э 2 разряда	1
22	Эталонная установка высшей точности	УВТ	1

ным в ГПС к точностным характеристикам рабочих эталонов, которые можно условно разделить на четыре группы (табл. 3).

Наиболее распространенной является вторая группа, которая представлена доверительными абсолютными или относительными погрешностями при доверительной вероятности 0,99, 0,98 или 0,95, а также границами доверительной погрешности рабочих эталонов при доверительной вероятности 0,95. Четвертая группа является «собираательной» – в нее собраны оставшиеся метрологические характеристики, которые не часто встречаются в ГПС.

По результатам анализа требований к метрологическим характеристикам рабочих эталонов и рабочих средств измерений, которые установлены в ГПС, можно сделать следующие выводы.

Во-первых, требования к погрешностям эталонов, установленные в большинстве государственных поверочных схем, отличаются от требований к погрешностям рабочих средств измерений, для чего используются разные технологии получения и обработки результатов измерений при проведении поверки эталонов и рабочих средств измерений и что должно быть отражено в протоколах поверки.

Во-вторых, с учетом того, что в большинстве методик поверки приводится единая форма протокола (следовательно, и единая методика поверки) как для рабочих средств измерений, так и для эталонов, вопросы, связанные с присвоением рабочим эталонам разряда, требуют либо внесения дополнений в действующие методики поверки, либо разработки отдельной методики поверки эталонов.

В-третьих, при оформлении свидетельства о поверке отсутствуют требования указывать принадлежность поверяемого средства измерений к эталону даже при указании в свидетельстве о поверке разряда рабочего эталона; отсутствует ссылка на ГПС.

Одной из задач НИР являлось прогнозирование будущего развития с учетом изменений, которые могут возникнуть в ближайшие 5–10 лет. Планировать перспективу развития БелГИМ можно на основе результатов анализа его метрологической деятельности.

Для совершенствования работ в отношении рабочих эталонов можно выделить следующие перспективные направления:

- разработка НПА или ТНПА, устанавливающих требования не только к национальным, но и

Таблица 3

Группы точностных характеристик рабочих эталонов, установленные в ГПС

Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа – «собираательная»
СКО результата измерений	Предел допускаемой относительной погрешности	Границы доверительной погрешности РЭ при доверительной вероятности 0,95	Расширенная неопределенность измерений при доверительной вероятности 0,95 и коэффициенте охвата $k = 2$
СКО результата сличений	Предел допускаемых основных погрешностей	с учетом нестабильности за межаттестационный интервал	Нестабильность за год
СКО результата поверки	Предел допускаемых абсолютных погрешностей	Доверительные границы абсолютной погрешности РЭ при доверительной вероятности 0,95	Пределы допускаемой нестабильности за год
Суммарное СКО результата измерений ВЭ с ГПЭ при 10 независимых измерениях и др.	Пределы допускаемой относительной основной погрешности	Доверительные границы относительной погрешности РЭ при доверительной вероятности 0,95	Относительная нестабильность за год
Суммарное СКО результата измерений ВЭ при трех независимых измерениях и др.	Предел допускаемой абсолютной погрешности при трех независимых измерениях	Доверительные границы относительной погрешности РЭ при доверительной вероятности 0,95	Суммарная погрешность РЭ
	Предел допускаемых относительных доверительных погрешностей и др.	Доверительные границы относительной погрешности при проведении сличений при доверительной вероятности 0,95 и др.	Пределы допускаемых смещений шкал времени и др.

к рабочим эталонам, которые составляют ориентировочно 1 % от общего количества всего парка средств измерений;

- создание в БелГИМ как в национальном метрологическом институте банка данных рабочих эталонов, учитывая их значимость для обеспечения единства измерений и метрологической прослеживаемости, особенно в условиях децентрализации поверочных и калибровочных работ;

- определение политики в отношении разработки государственных поверочных схем в виде государственных стандартов или проведения актуализации стандартов, устанавливающих требования к ГПС, действующим в Республике Беларусь;

- проведение ревизии действующих на территории Республики Беларусь методик поверки рабочих эталонов в части требований, предъявляемых к рабочим эталонам;

- разработка методики определения точностных характеристик рабочих эталонов, установленных в ГПС при определении разрядов рабочих эталонов;

- разработка локального документа БелГИМ об организации и порядке проведения метрологической оценки рабочих эталонов.

Результаты проведенного анализа могут быть использованы отделами для организации и проведения метрологической оценки рабочих эталонов, а также для внесения необходимых изменений в документы системы менеджмента качества Центра эталонов, поверки и калибровки БелГИМ в части совершенствования форм документов, заполняемых при входе и выдаваемых при выходе производственного процесса при метрологической оценке.

Список использованной литературы

1. ISO/IEC Guide 99:2007 Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM).

2. JCGM 200:2012 Международный словарь по метрологии. Основные и общие понятия и соответствующие термины (VIM).

3. РМГ 29-2013 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.

4. Закон Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» от 5 сентября 1995 г. № 3848-XII.

5. Протокол о проведении согласованной политики в области обеспечения единства измерений / Приложение № 10 к Договору о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г. (ред. Протокола от 08.05.2015).

6. OIML G 19:2017 Роль неопределенности измерений при принятии решений об оценке соответствия в законодательной метрологии.

7. JCGM 100:2008 Оценивание данных измерений. Руководство по выражению неопределенности измерений.

8. ILAC 10:01/2013 Политика ILAC в области прослеживаемости результатов измерений.

9. ILAC-P14:01/2013 Политика ILAC в отношении неопределенности при калибровках.

10. COOMET R/GM/15:2020 Рекомендации COOMET. Порядок оформления сертификатов калибровки, выдаваемых национальными метрологическими институтами в рамках CIPM MRA.

11. ТКП 8.002-2012 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Эталоны единиц величин. Порядок разработки, утверждения, регистрации, хранения и применения.

12. СТБ 8025-2005 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверочные схемы. Построение и содержание.

13. Законодательная метрология и международная торговля. Международный центр торговли. Всемирная торговая организация. Качество экспортируемых товаров // Бюллетень ВТО. – 2004. – № 74.

14. OIML D 3:1982 Юридическая квалификация средств измерений.

15. OIML D 5:1982 Принципы создания иерархических схем для средств измерений.

16. OIML D 8:2004 Эталоны. Выбор, признание, применение, хранение и документация.

17. OIML D 23:1993 Принципы метрологического контроля оборудования, используемого для поверки.

18. Рейх, Н. Н. Метрологическое обеспечение производства: учеб. пособие / Н. Н. Рейх, А. А. Тупиченков, В. Г. Цейтлин; под ред. Л. К. Исаева. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 248 с.

19. Фридман, А. Э. Основы метрологии. Современный курс / А. Э. Фридман. – СПб.: НПО «Профессионал», 2008. – 284 с.

20. Балалаев, В. А. Теория систем воспроизведения единиц и передачи их размеров: учеб. пособие / В. А. Балалаев, В. А. Слаев, А. И. Сняжков; под ред. В. А. Слаева. – СПб.: НПО «Профессионал», 2004. – 1160 с.

Виктория Николаевна СКАЧЁК,

начальник производственно-методического отдела общей метрологии БелГИМ;

Лидия Евгеньевна АСТАФЬЕВА,

ведущий инженер по метрологии производственно-методического отдела общей метрологии БелГИМ;

Ирина Владимировна ВОЙТЕК,

ведущий инженер по метрологии производственно-методического отдела общей метрологии БелГИМ

Дата поступления 07.06.2021