

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

А. Г. СЕРГЕЕВ Д. Ю. ОРЛОВ

ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Учебное пособие



Владимир 2019

УДК 531.7
ББК 30.10
С32

Рецензенты:

Доктор технических наук, профессор
профессор кафедры автоматизации технологических процессов
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
С. Н. Сысоев

Кандидат технических наук, доцент,
член-корреспондент Российской академии естественных наук
генеральный директор ООО «Научно-технический центр “Композит”»
Е. С. Прусов

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Сергеев, А. Г. Поверка и калибровка средств измерений :
С32 учеб. пособие / А. Г. Сергеев, Д. Ю. Орлов ; Владим. гос. ун-т
им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2019. –
131 с. – ISBN 978-5-9984-1057-4.

Изложены принципы операций поверки и калибровки средств измерений на базе закона РФ № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений». Особое внимание уделено организации проведения поверки и калибровки в реальных условиях эксплуатации средств измерений. Рассмотрены требования к поверке средств измерений, введенные приказом Минпромторга № 1815 от 02.07.2015 г. Рассмотрены отдельные вопросы автоматизации поверочной деятельности. В приложении даны ответы на вопросы, часто возникающие в практике метрологических служб.

Предназначено для студентов вузов 3-го курса всех форм обучения направлений подготовки бакалавров 27.03.01 – Стандартизация и метрология, 27.03.02 – Управление качеством, а также для всех специалистов, связанных с проведением поверок и калибровок различных средств измерений.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 6. Ил. 17. Библиогр.: 44 назв.

УДК 531.7
ББК 30.10

ISBN 978-5-9984-1057-4

© ВлГУ, 2019

ВВЕДЕНИЕ

Значение учебной дисциплины «Поверка и калибровка средств измерений» при подготовке инженеров непрерывно повышается в связи с возрастанием роли метрологии как науки об измерениях во всех областях жизни и деятельности человечества. Усложнение технологий производства приводит к резкому увеличению количества измерений. Количественный метод исследований на основе измерительной информации, получаемой в процессе измерений, контроля и испытаний, в настоящее время широко используется при проектировании и эксплуатации разнообразных инфокоммуникационных систем. Изучение учебной дисциплины «Поверка и калибровка средств измерений» особенно актуально в связи с тем, что постоянное повышение требований к качеству инфокоммуникационных услуг, их безопасности, охране окружающей природной среды зависит от повышения точности и достоверности получаемых результатов измерений. Обеспечить выполнение этих требований можно только при использовании средств измерений, прошедших поверку или калибровку.

Цель преподавания учебной дисциплины: приобретение студентами знаний, умений и навыков в области проведения поверки и калибровки средств измерений (СИ), разработки методик поверки и калибровки СИ, а также их применения при практической деятельности.

Задачи освоения учебной дисциплины: изучение общих методологических основ поверки и калибровки СИ; разработка методик поверки и калибровки СИ; приобретение практических навыков в области проведения поверки и калибровки СИ. В результате освоения учебной дисциплины «Поверка и калибровка средств измерений» формируются различные компетенции.

Студент должен знать:

- организацию и порядок проведения поверки и калибровки СИ;
- методы и средства поверки и калибровки;

- порядок передачи размера единицы физической величины от эталона рабочим СИ;
- методики определения межповерочных и межкалибровочных интервалов для СИ;
- порядок разработки методик поверки и калибровки СИ;
- методики поверки и калибровки различных СИ.

Студент должен уметь:

- эффективно пользоваться нормативными документами (НД) по поверке и калибровке СИ;
- разрабатывать и оформлять методики поверки и калибровки СИ в соответствии с действующими нормативными документами;
- определять межповерочные и межкалибровочные интервалы.

Студент должен владеть: стандартной терминологией, применяемой в области метрологии и технических измерений; методами измерений и средствами поверки и калибровки.

Основные разделы учебной дисциплины («Поверка», «Калибровка» и «Автоматизация поверочно-калибровочных работ») рассматриваются во взаимосвязи с соответствующими разделами метрологии, теории вероятностей, статистики, теории автоматического регулирования. В частности, раздел «Поверка СИ» базируется на освоении следующих тем.

1. Поверка СИ и ее значение в практике измерений. Виды поверки.
2. Организация и порядок проведения поверки СИ.
3. Методы, способы и условия поверки СИ. Понятие поверки и связанные с ним определения. Виды поверки: первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная и экспертная. Особенности их организации и проведения поверки. Обязательная поверка. Области использования СИ, подлежащих обязательной государственной поверке. Органы, проводящие поверку. Место проведения поверки. Представление СИ на поверку. Взаимодействие сторон при поверке. Оплата поверки. Результаты поверки. Оформление результатов поверки. Поверительные клейма. Классификация методов поверки. Характеристика и особенности общих методов поверки: непосредственного сличения, сличения при помощи компаратора или других средств сравнения, метода пря-

мых измерений, метода косвенных измерений. Область использования каждого метода. Способы реализации методов поверки. Комплектная и поэлементная поверка. Нормальные условия измерений при поверке. Влияющие величины, их нормальные и рабочие значения.

4. Система передачи размеров единиц физических величин от эталонов рабочим СИ. Поверочные схемы.

5. Анализ достоверности поверки. Критерии качества поверки СИ. Эталонная база. Национальные, исходные и рабочие эталоны единиц электрических величин и их характеристики. Поверочные схемы, их содержание, структура и построение. Способы графического изображения, оформление элементов и компоновка графических схем. Обоснование параметров поверочных схем. Выбор и обоснование соотношения допускаемых погрешностей эталонных средств поверки и поверяемых СИ. Выбор количества и расположения поверяемых точек. Критерии качества поверки СИ. Порядок их применения. Установление допускаемой погрешности поверки СИ.

6. Методики поверки СИ. Общие требования к нормативным документам по поверке. Классификация и стандартизация по поверке. Основные НД по поверке. Порядок разработки, рассмотрения, утверждения и регистрации НД по поверке. Построение и содержание методики поверки СИ.

Раздел «Калибровка СИ» предусматривает изучение специальных тем.

1. Калибровка СИ и ее значение в практике измерений.
2. Неопределенность измерений.
3. Организация и порядок проведения калибровки СИ.
4. Понятие и сущность калибровки и ее отличие от поверки. Цели, место и значение калибровки в системе обеспечения единства измерений в стране. Нормативная база калибровки. Понятие неопределенности измерений и ее виды. Источники неопределенности. Оценка неопределенности в измерениях. Описание измерения и составление его модели. Оценивание значений и стандартных неопределенностей по типу А и типу В. Анализ корреляций. Составление бюджета неопределенности. Расчет оценки выходной величины и ее стандартной неопределенности. Расчет расширенной неопределенности. Представ-

ление конечного результата измерений. Организация проведения калибровки в России. Порядок проведения калибровки. Построение и содержание методики калибровки. Оформление и содержание свидетельства о калибровке. Калибровочные клейма.

5. Межповерочные (МПИ) и межкалибровочные (МКИ) интервалы СИ. Критерии для определения МПИ (МКИ). Методики определения МПИ (МКИ). Расчет МПИ (МКИ) по показателям надежности. Определение МПИ (МКИ) для СИ с использованием коэффициента метрологической годности. Корректировка МПИ (МКИ) в процессе эксплуатации СИ. Оптимизация МПИ (МКИ) по экономическому критерию.

Раздел «Автоматизация поверочной деятельности» предусматривает рассмотрение вопросов нормативно-правового и технического обеспечения процессов автоматизации при формировании специализированных баз данных.

В приложении приведены вопросы и ответы по организации процедур поверки и калибровки.

Глава 1. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОВЕРКЕ И КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

1.1. Закон «Об обеспечении единства измерений»

Решение важнейших научно-технических задач, в том числе проблемы обеспечения качества продукции, в значительной степени зависит от достижения единства и достоверности измерений. *Единство измерений* – состояние измерительного процесса, при котором результаты всех измерений выражаются в одних и тех же узаконенных единицах измерения и оценка их точности обеспечивается с гарантированной доверительной вероятностью. Существуют различные принципы обеспечения единства измерений (ОЕИ), к основным из которых относят:

- применение только узаконенных единиц физических величин (ФВ);
- воспроизведение ФВ с помощью государственных эталонов;
- применение узаконенных средств измерений, которые прошли государственные испытания, этим СИ переданы размеры единиц ФВ от государственных эталонов;
- обязательный периодический контроль через установленные промежутки времени метрологических характеристик (МХ) применяемых средств измерений;
- гарантия обеспечения необходимой точности измерений при использовании поверенных средств измерений и аттестованных методов выполнения измерений;
- использование результатов измерений только при условии оценки их погрешности с заданной вероятностью;
- систематический контроль за соблюдением правил метрологического обеспечения.

В настоящее время в России действует федеральный закон № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений» (в дальнейшем – Закон). Рассмотрим его основные положения.

Цели Закона состоят в следующем:

- защита прав и законных интересов граждан, установленного правопорядка и экономики Российской Федерации от отрицательных последствий недостоверных результатов измерений;

– содействие научно-техническому и экономическому прогрессу на основе применения государственных эталонов единиц величин и использования результатов измерений гарантированной точности, выраженных в допускаемых к применению в стране единицах;

– создание благоприятных условий для развития международных и межфирменных связей;

– регулирование отношений государственных органов управления Российской Федерации с юридическими и физическими лицами по вопросам изготовления, выпуска, эксплуатации, ремонта, продажи и импорта средств измерений;

– адаптация российской системы измерений к мировой практике.

Особенность рассматриваемого закона в отличие от зарубежных законодательных положений по метрологии заключается в том, что помимо основных сфер его приложения (торговля, здравоохранение, защита окружающей среды, внешнеэкономическая деятельность) он распространяется и на некоторые области производства в части калибровки средств измерений метрологическими службами юридических лиц с использованием эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин. Закон предоставляет право аккредитованным метрологическим службам юридических лиц выдавать сертификаты о калибровке от имени органов и организаций, которые их аккредитовали.

За рубежом в компетенцию федеральных органов власти входит только установление основ законодательства об обеспечении единства измерений. В отличие от практики зарубежных государств с федеративным устройством в России отношения, связанные с обеспечением единства измерений, регулируются только федеральными законодательными актами. Исключение из этого правового положения – предоставление субъектам Федерации возможности принимать нормативные акты по некоторым вопросам государственного метрологического контроля и надзора.

Закон «Об обеспечении единства измерений» устанавливает и законодательно закрепляет основные понятия, принимаемые для целей Закона: единство измерений, средство измерений, эталон единицы величины, государственный эталон единицы величины, нормативные документы по обеспечению единства измерений, метрологическая служба, метрологический контроль и надзор, поверка и калиб-

ровка средств измерений, сертификат об утверждении типа средств измерений, аккредитация на право поверки средств измерений, сертификат о калибровке.

Закон определяет Государственную метрологическую службу (ГМС) и другие службы ОЕИ, метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц, а также виды и сферы распределения государственного метрологического контроля и надзора. Отдельные статьи Закона содержат положения по калибровке и сертификации средств измерений и устанавливают виды ответственности за нарушение Закона.

Закон вводит добровольную систему сертификации средств измерений на соответствие метрологическим нормам и правилам, а также требованиям Российской системы калибровки средств измерений. Стимулом к этому послужили не только проблемы сохранения единства измерений в сферах, не подлежащих государственному метрологическому контролю, но и необходимость повышения качества и эффективности деятельности по созданию парка измерительных средств и защита интересов пользователей средств измерений.

Во исполнение принятого Закона Правительство РФ утвердило ряд документов: «Положение о государственных научно-метрологических центрах», «Порядок утверждения положений о метрологических службах федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц», «Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений». Эти документы вместе с указанным Законом – основные правовые акты по метрологии в России.

Метрологические службы государственных органов управления и юридических лиц организуют свою деятельность на основе положений законов «Об обеспечении единства измерений», «О стандартизации», «О сертификации продукции и услуг», а также постановлений Правительства РФ, административных актов субъектов Федерации, областей и городов, нормативных документов Государственной системы обеспечения единства измерений и постановлений Росстандарта.

В соответствии с действующим законодательством к основным задачам метрологических служб относят обеспечение единства и требуемой точности измерений, повышение уровня метрологического обеспечения производства, метрологический контроль:

– посредством поверки и калибровки средств измерений;

– надзора за состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц, соблюдением метрологических правил и норм;

– выдачи обязательных предписаний, направленных на предотвращение, прекращение или устранение нарушений метрологических правил и норм;

– проверки своевременности представления СИ на испытания в целях утверждения типа, на поверку или калибровку;

– определения соответствия выпускаемых СИ утвержденному типу.

Сферы приложения Закона: торговля; здравоохранение; защита окружающей среды; экономическая и внешнеэкономическая деятельность; некоторые сферы производства, связанные с калибровкой (поверкой) средств измерений метрологическими службами, принадлежащими юридическим лицам, проводимой с применением эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин.

Все определения, утвержденные в Законе, базируются на официальной терминологии Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ).

В основных статьях закона регламентируются:

1) структура организации государственных органов управления обеспечением единства измерений;

2) нормативные документы, обеспечивающие единство измерений;

3) установленные единицы измерения физических величин и государственные эталоны единиц величин;

4) средства измерений;

5) методы измерений.

Закон утверждает Государственную метрологическую службу и занимающиеся обеспечением единства измерений метрологические службы государственных органов управления, а также формы осуществления государственного метрологического контроля и надзора.

В Законе содержатся статьи, регламентирующие калибровку и поверку СИ и их сертификацию, определяются виды ответственности за нарушения Закона, а также утверждаются состав и полномочия Государственной метрологической службы.

1.2. Метрологический контроль и надзор

Метрологический контроль и надзор – деятельность, осуществляемая органом Государственной метрологической службы или метрологической службы (МС) юридического лица для проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм.

По содержанию контроль и надзор идентичны. Различие заключается в полномочиях субъектов, их осуществляющих. Контроль – сравнение фактических (текущих) значений характеристик контролируемого объекта с их заданными значениями. Метрологический контроль – сравнение фактических (текущих) значений метрологических характеристик контролируемого объекта с их заданными значениями. Надзор – наблюдение за исполнением субъектом обязательных требований (предписаний). Метрологический надзор – наблюдение за исполнением субъектом обязательных метрологических требований (предписаний).

Осуществляют государственный метрологический контроль и надзор (ГМКиН) субъекты метрологии. К ним относят Государственную метрологическую службу РФ, метрологические службы федеральных органов исполнительной власти и юридических лиц, международные метрологические организации.

Установленные Законом проверки проводятся на предприятиях, деятельность которых относится к сферам распространения ГМКиН. Аккредитация МС юридических лиц на право проведения надзора осуществляется в соответствии с рекомендациями МИ 2492-98 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на техническую компетентность в осуществлении метрологического надзора».

Государственный метрологический контроль и надзор, осуществляемые с целью проверки соблюдения метрологических правил и норм, распространяются на жизненно важные для государства сферы деятельности, перечисленные в Законе. Объекты ГМКиН: средства измерений, эталоны, методики выполнения измерений, количество товаров, другие объекты, предусмотренные правилами законодательной метрологии (рис. 1).



Рис. 1. Государственный метрологический контроль и надзор

Примеры СИ – объектов ГМКиН:

– в здравоохранении: средства измерений кровяного давления, медицинские термометры, аналитические весы, шприцы, камеры и приборы счета клеток, средства взвешивания;

– в области охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда: дозиметры при контроле уровня радиации, шумомеры, шинные манометры для автомобилей, приборы для измерений содержания окиси углерода в выхлопных газах автомобилей;

– в сфере торговых операций: СИ для контроля количества товара, в частности длины (жесткие и гибкие метры, измерительные ленты, штангенциркули, микрометры), площади (планиметры и мерильные машины для измерения площади поверхностей), объема (бутыли и бочки с указанием номинального объема, колбы, мерники, мерные цилиндры, градуированные пробирки, пипетки), массы (гири и весы различных типов), температуры (термометры) и т. д.

Нужно иметь в виду, что СИ одного и того же назначения могут быть и не быть объектом ГМКиН. Например, СИ длины на национальных и международных соревнованиях являются объектом ГМКиН, а в рядовых работах на садовом участке – нет. Прибор для измерения давления в промышленных установках (манометр) – объект ГМКиН, если используется для контроля давления ГМКиН в паровом котле. А манометр в резервуарах, работающих под низким давлением, не является объектом ГМКиН, так как неточные измерения не станут причиной аварийной ситуации.

По мнению ряда метрологов, решающих прикладные задачи, перечень СИ, подпадающих под ГМКиН, необоснованно расширен, так как охватывает 70 – 80 % всех измерений в народном хозяйстве. Избыточность перечня серьезно усложняет задачу исполнения закона. Ни в одной промышленно развитой стране государство не берет под свой контроль столь объемную часть измерений. Так, в Германии ГМКиН охвачено не более 20 – 25 % СИ.

Разница между понятиями «контроль» и «надзор» во многом обусловлена тем, кто является инициатором контроля – административный орган или хозяйствующий субъект. Сравним понятия «контроль» и «надзор» в сфере технического регулирования и стандартизации. В надзорной деятельности инициатива принадлежит административному органу. Инициатива хозяйствующего субъекта может быть обусловлена желанием приобрести разрешение на определенный вид деятельности (свидетельство об аккредитации, сертификат). Объем административного вмешательства и его процедурный порядок определены в надзорной и контрольной деятельности. Однако деятельность по надзору регламентирована гораздо более жестко, чем

деятельность по контролю. Систематический характер надзорной деятельности определяется планом.

Выводы административного органа по надзору оформляются в виде акта. Орган по надзору может применить меры предупреждения и пресечения и обязан наложить административные санкции в случае обнаружения административного правонарушения.

Административный орган по контролю исследует объект (деятельность, продукцию, метрологическое обеспечение). По итогам проверки хозяйствующему субъекту предлагаются рекомендации о целесообразности внесения изменений.

В табл. 1 приведен анализ понятий «контроль» и «надзор».

Таблица 1

Сравнение функций контроля и надзора

Критерий	Контроль	Надзор
Цель	Выражение мнения о соответствии/несоответствии продукции, работ, услуг, метрологического обеспечения нормативно-правовым требованиям	Выявление факта наличия/отсутствия нарушения нормативно-правовых требований, выявление ответственного (виновного) субъекта
Характер деятельности	Хозяйственная деятельность	Административная (исполнительная) деятельность
Основание возникновения	Гражданско-правовой договор	Нормативно-правовые акты, распоряжения государственного органа
Предмет	Выявляет все факторы, которые нарушают качество и безопасность продукции, снижают надежность метрологического обеспечения	Выявляет события административного правонарушения
Управленческие связи	Горизонтальные связи с элементами вертикальных связей, добровольность, отчет перед хозяйствующим субъектом	Вертикальные связи, принудительный характер, отчет перед вышестоящим органом об исполнении
Возмездность	Оплата хозяйствующим субъектом	Бюджетные средства
Результат	Улучшение качества продукции, работ, услуг, метрологического обеспечения	Обеспечение безопасности продукции, работы, услуги, пресечение и профилактика административных правонарушений

1.3. Испытания для утверждения типа СИ

Государственный метрологический контроль включает в себя:

- утверждение типа средств измерений;
- поверку средств измерений, в том числе эталонов;
- лицензирование деятельности юридических и физических лиц по изготовлению и ремонту средств измерений.

Утверждение типа СИ необходимо для новых марок (типов) СИ, предназначенных для выпуска из производства или ввоза по импорту. Указанная процедура предусматривает обязательные испытания СИ, принятие решения об утверждении типа для дальнейшей государственной регистрации и выдачи сертификата об утверждении типа.

Таким образом, утверждение типа, по существу, подтверждает соответствие СИ законодательно установленным требованиям и призвано гарантировать получение достоверных результатов измерений в законодательно регулируемой области.

Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений включает в себя:

- испытания средств измерений для целей утверждения их типа;
- принятие решения об утверждении типа, его государственную регистрацию и выдачу сертификата об утверждении типа;
- испытания средств измерений на соответствие утвержденному типу;
- признание утверждения типа или результатов испытаний типа средств измерений, проведенных компетентными организациями зарубежных стран;
- информационное обслуживание потребителей измерительной техники.

Решение об утверждении типа принимается Росстандартом по результатам обязательных испытаний СИ. Испытания СИ проводятся государственными научными метрологическими центрами, аккредитованными в качестве государственных центров испытаний СИ (ГЦИ СИ). Решением Ростехрегулирования в качестве ГЦИ СИ могут быть аккредитованы специализированные организации вне системы Ростехрегулирования. Например, ряд СИ медицинского назначения проходит испытания в ГЦИ системы Минздравсоцразвития России.

Испытания проводят по утвержденной программе, которая может предусматривать определение метрологических характеристик конкретных образцов СИ и экспериментальную апробацию методики поверки.

Государственный метрологический центр испытаний средств измерений имеет собственную организационную структуру, персонал, испытательное оборудование, средства измерений, помещения, а также условия, обеспечивающие проведение испытаний СИ. Для каждого сотрудника установлены требования к уровню образования, профессиональной подготовке, техническим знаниям и опыту работы в области испытаний СИ. Каждая единица испытательного оборудования и СИ регистрируется в ГЦИ СИ. Испытательное оборудование, необходимое для проведения испытаний в аккредитованной области, должно быть аттестовано и иметь соответствующий документ. Средства измерений, необходимые для проведения испытаний в аккредитованной области, должны иметь свидетельство о поверке или сертификат о калибровке, а стандартные образцы веществ и материалов должны отвечать требованиям соответствующих нормативных документов по обеспечению качества измерений.

При испытаниях СИ для целей утверждения их типа проверяют соответствие технической документации и технических характеристик СИ требованиям технического задания, технических условий и распространяющихся на них нормативных и эксплуатационных документов, включающих методики поверки.

Положительные результаты испытаний – основание для принятия решения об утверждении типа средств измерений, которое удостоверяется сертификатом об утверждении типа. Средства измерений, на которые выданы сертификаты об утверждении типа, подлежат регистрации в Государственном реестре в разделе «Средства измерений утвержденных типов». Заявитель наносит на средства измерений, тип которых утвержден, и на эксплуатационную документацию, сопровождающую каждый экземпляр средств измерений, знак утверждения типа средств измерений, форма и размеры которого стандартизованы.

Некоторые особенности имеют испытания для целей утверждения типа измерительных систем (ИС), которые представляют собой, согласно ГОСТ Р 8.596-2002 «ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения», совокупность измери-

тельных, связующих, вычислительных компонентов, образующих измерительные каналы (ИК), и вспомогательных устройств (компонентов измерительной системы), функционирующих как единое целое. Здесь возникают трудности при попытках перенести на случай ИС все те методические принципы и подходы, которые используются при проведении испытаний обычных средств измерений (измерительных преобразователей, измерительных приборов и т. д.).

Термин «испытание» обязательно предполагает какое-либо внешнее воздействие на объект, подвергаемый испытаниям. Это хорошо видно, к примеру, в случае климатических и прочностных испытаний, вибрационных испытаний и испытаний на радиационную устойчивость, испытаний на надежность и т. п. Обычные СИ при утверждении типа должны проходить именно подобного рода испытания, при проведении которых должны варьироваться все те внешние воздействующие факторы, которые влияют на метрологические характеристики испытываемых средств измерений. Прибор или измерительный преобразователь нетрудно поместить, например, в климатическую камеру, что не всегда удается сделать с ИС.

Связка слов «испытание для целей утверждения типа» прочно вошла в метрологическую практику, в сознание метрологов и воспринимается как некая объективная данность. Непреложным представляется тот факт, что без испытаний нельзя утвердить тип средства измерений, в том числе и тип ИС.

Опыт проведения испытаний ИС показывает, что первоочередной проверкой, которая осуществляется специалистами ГЦИ СИ, является проверка комплектации ИС из средств измерений утвержденных типов и возможности осуществления их поверки в установленном порядке. При положительных результатах этой первоочередной проверки на следующем этапе должна решаться одна из главных задач «испытаний» ИС – оценивание пределов допускаемой относительной погрешности измерений заданных параметров и установление соответствия характеристик погрешности измерений установленным требованиям. Эта часть работы выполняется расчетным методом.

В соответствии с международными соглашениями, заключенными Россией с другими странами, может быть принято решение о признании результатов испытаний или утверждения типа, что является основанием для внесения типа импортируемых средств измерений в Государственный реестр и их применения в Российской Федерации.

На испытания СИ для целей утверждения их типа заявитель представляет:

- образец (образцы) средств измерений;
- программу испытаний типа, утвержденную ГЦИ СИ;
- технические условия (если предусмотрена их разработка), подписанные руководителем организации-разработчика;
- эксплуатационные документы, а для средств измерений, подлежащих импорту, – комплект документации фирмы-изготовителя, прилагаемый к поставляемому средству измерений, с переводом на русский язык;
- нормативный документ по поверке при отсутствии раздела «Методика поверки» в эксплуатационной документации;
- описание типа по специальной форме с фотографиями общего вида;
- документ организации-разработчика о допустимости опубликования описания типа в открытой печати.

Количество представляемых на испытания образцов средств измерений и экземпляров документов, а также необходимость представления дополнительных документов определяются программой испытаний. Кроме того, по согласованию с ГЦИ СИ заявитель может представлять необходимые для испытаний оборудование и СИ, которые ему возвращаются после проведения испытаний.

Контроль соответствия СИ утвержденных типов осуществляют путем проведения испытаний их на соответствие утвержденному типу. Испытания проводят органы Государственной метрологической службы по месту расположения изготовителей или пользователей в сроки, установленные при утверждении типа средств измерений.

Испытания на соответствие СИ утвержденному типу проводят:

- при наличии информации от потребителей об ухудшении качества выпускаемых или импортируемых СИ;
- внесении в их конструкцию или технологию изготовления изменений, влияющих на их нормированные метрологические характеристики;
- истечении срока действия сертификата об утверждении типа.

Для проведения испытаний на соответствие средств измерений утвержденному типу в присутствии представителя предприятия-изготовителя методом случайной выборки отбираются образцы СИ из

числа принятых службой технического контроля в количестве, установленном стандартами или техническими условиями для периодических испытаний. В число отобранных образцов, как правило, должны входить все модификации СИ, внесенные в Государственный реестр.

Продолжительность испытаний на соответствие СИ утвержденному типу не должна превышать двух месяцев. Испытания проводятся по программе, утвержденной ГЦИ СИ при проведении испытаний СИ для целей утверждения их типа.

Информационное обслуживание заинтересованных юридических и физических лиц данными об утвержденных типах СИ осуществляется Всероссийским научно-исследовательским институтом метрологической службы (ВНИИМС). Информация об утверждении типа СИ и решение о его отмене публикуются в официальных изданиях Ростехрегулирования.

Лицензирование – выполняемая в обязательном порядке процедура выдачи лицензии юридическому или физическому лицу на осуществление им деятельности, не запрещенной законодательством РФ. Лицензии выдают органы ГМС на территориях субъектов РФ. Основание для выдачи юридическому или физическому лицу (лицензиату) лицензии – положительные результаты проверки компетентными органами условий осуществления деятельности.

Так, лицензиаты, претендующие на получение лицензии на ремонт СИ для сторонних организаций (причем на коммерческой основе), должны иметь рабочее помещение, соответствующее требованиям к организации ремонта и условиям хранения СИ, необходимое технологическое оборудование, ремонтную документацию, квалифицированные кадры, выполняющие работы по ремонту, наладке СИ, аттестат аккредитации на право поверки СИ данного типа или договор на проведение поверки данных СИ с организацией, обладающей этим правом. Лицензия выдается на срок не более пяти лет. Повторное лицензирование может быть осуществлено по сокращенной или полной программе по решению компетентного органа.

Осуществление всех видов ГМК – это, по-существу, предоставление метрологических услуг, которые оплачиваются владельцем СИ в соответствии с законом об обеспечении единства измерений.

1.4. Характеристика государственного метрологического надзора

Государственный метрологический надзор осуществляется:

- за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами единиц физических величин, соблюдением метрологических правил и норм на предприятиях, в организациях и учреждениях независимо от их подчиненности и форм собственности в виде проверок выпуска, состояния и применения средств измерений, эталонов и выполнения иных метрологических требований;

- количеством товаров, отчуждаемых при совершении различных торговых операций; данный вид метрологического надзора выполняется в целях определения массы, объема, расхода или других величин, характеризующих количество этих товаров; порядок проведения указанного вида государственного метрологического надзора устанавливается Ростехрегулированием;

- количеством фасованных товаров в упаковках любого вида при их расфасовке и продаже. Надзор осуществляется в тех случаях, когда содержимое упаковки не может быть изменено без ее вскрытия или деформации, а масса, объем, длина, площадь или иные величины, указывающие количество содержащегося в упаковке товара, обозначены на упаковке. Порядок проведения указанного вида государственного метрологического надзора устанавливается также Ростехрегулированием.

Государственный метрологический надзор за выпуском, состоянием и применением СИ, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм проводится в соответствии с правилами ПР 50.2.002-94 «ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм».

Согласно порядку, установленному Ростехрегулированием, государственный метрологический надзор за выпуском, состоянием и применением средств измерений включает в себя следующие операции:

- проверку соблюдения основных правовых и юридических требований при выпуске средств измерений, например проверки наличия аттестатов аккредитации на право проведения поверок, наличия утвержденной в установленном порядке конструкторской и технологической документации и т. п.;

- проверку соответствия выпускаемых средств утвержденному типу;
- проверку соблюдения метрологических требований к техническим средствам, используемым при выпуске средств измерений;
- проверку соблюдения метрологических требований к процедурам испытаний СИ, в том числе выполнение требований документов, регламентирующих порядок испытаний СИ и их поверку;
- проверку наличия эталонов, необходимых для первичной поверки СИ, требований к процедуре поверки эталонов и т. д.

Государственный метрологический надзор за аттестованными методиками выполнения измерений (МВИ) проводят для обеспечения точности результатов измерений и достоверности результатов контроля и испытаний (сведение к рациональному минимуму вероятности ошибочных решений по результатам измерений, контроля и испытаний).

Рассматриваемый метрологический надзор включает в себя:

- контроль полноты сведений о МВИ;
- проверку выполнения требований об обязательной аттестации;
- проверку соблюдения установленного порядка и процедур аттестации МВИ.

К основным задачам государственного метрологического контроля и надзора за соблюдением метрологических правил и норм относятся:

- определение соответствия выпускаемых СИ утвержденному типу;
- определение состояния и правильности применения СИ, в том числе эталонов, применяемых для поверки средств измерений;
- определение правильности использования аттестованных методик выполнения измерений;
- контроль соблюдения метрологических правил и норм.

Аккредитация метрологических служб юридических лиц на право аттестации методик выполнения измерений и проведения метрологической экспертизы документов осуществляется на основании правил ПР 50.2.013-97 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право аттестации методик выполнения измерений и проведения метрологической экспертизы документов» и допускается при следующих условиях:

- наличие аттестованных метрологической службой методик выполнения измерений, отчетов исследовательских работ;
- наличие экспертных заключений по документам категорий, указанных в заявленной области аккредитации;
- внедрение в практику метрологической экспертизы основных положений методических документов Ростехрегулирования;
- наличие оборудования, необходимого для проведения работ по аттестации методик выполнения измерений в заявленной области;
- наличие стандартов и других нормативных документов Государственной системы обеспечения единства измерений, других нормативных документов в области деятельности аккредитуемой организации и др.

При выполнении государственного метрологического контроля и надзора за соблюдением метрологических правил и норм часто совершаются ошибки. Типичные ошибки в аккредитованных испытательных лабораториях – применение неаттестованного испытательного оборудования; проведение измерений по неаттестованным методикам выполнения с неизвестной точностью результатов измерений; отсутствие или недостаточное использование системы внутрилабораторного и межлабораторного контроля точности результатов измерений; несоблюдение метрологических правил и норм.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные принципы обеспечения единства измерений.
2. Каковы цели федерального закона № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений»?
3. Что такое государственный метрологический контроль и надзор?
4. Кто осуществляет ГМКиН?
5. Что означает понятие «утверждение типа СИ»?
6. В каких случаях проводят испытания на соответствие СИ утвержденному типу?
7. Каковы цели государственного метрологического надзора за аттестованными методиками выполнения измерений?
8. На основании какого нормативного акта проводится аккредитация метрологических служб юридических лиц на право аттестации методик выполнения измерений и проведения метрологической экспертизы документов?

Глава 2. ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

2.1. Организация проведения поверок СИ

В сферах действия государственного метрологического контроля и надзора юридические и физические лица, производящие средства измерений или выпускающие их после ремонта, ввозящие средства измерений и использующие их в целях эксплуатации, проката или продажи, обязаны своевременно представлять СИ на поверку (по РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения»). *Поверка СИ* – совокупность операций, выполняемых с целью подтверждения соответствия СИ установленным метрологическим требованиям. Цель поверки – это прежде всего определение и подтверждение полного соответствия СИ установленным техническим нормам.

Процедура распространяется на все средства, которые имеют законодательно утвержденный тип, в случае выпуска из серийного производства, после длительного периода работы, в случае хранения и ремонта. Обязательной поверке подвергаются приборы, которые имеют применение в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Анализ сфер распространения государственного метрологического контроля и надзора показывает, что более 50 % парка средств измерений должны подвергаться поверке. Учитывая, что на территории РФ эксплуатируется около 1,5 млрд СИ, ежегодная потребность в поверке составляет 750 – 1200 млн единиц.

Термин «аттестация» применяют для испытательного оборудования. Это процедура, удостоверяющая его пригодность для данных испытаний. Аттестации СИ сейчас нет. Аттестуется только испытательное оборудование. В принципе, и термина «госповерка» сейчас нет, хотя его часто употребляют, когда хотят подчеркнуть, что СИ поверено в государственном органе.

Поскольку поверка проводится с целью оценки погрешности, то эта операция – одно из звеньев передачи размера единицы физической величины от эталона до рабочего СИ.

Поверка СИ предусматривает: соблюдение условий их эксплуатации; внешний осмотр; опробование работоспособности; подготовительные работы и определение метрологических характеристик поверяемого СИ.

Соблюдение условий эксплуатации заключается в том, что поверка СИ должна проходить при нормальных условиях, в качестве которых приняты: температура окружающего воздуха (20 ± 5) °С; атмосферное давление (100 ± 4) кПа ((750 ± 30) мм рт. ст.); относительная влажность воздуха (65 ± 15) %; напряжение сети переменного тока ($220 \pm 4,4$) В с частотой ($50,0 \pm 0,5$) Гц.

Подготовительные работы предусматривают установку средств поверки так, чтобы они не нагревались от внешних источников тепла, не испытывали вибраций, толчков и ударов; подведение заземлений как к средствам поверки, так и к поверяемым приборам (если это предусмотрено инструкцией по эксплуатации); прогрев средств в течение необходимого времени (если это предусмотрено технической документацией); оснащение всем необходимым дополнительным оборудованием, приборами и инструментом.

При внешнем осмотре устанавливают наличие комплекта необходимой документации, отсутствие механических повреждений или неисправностей регулировочных и соединительных элементов, отсчетных шкал, переключателей и других устройств, влияющих на эксплуатационные показатели.

Опробование работоспособности поверяемых средств заключается в оценке возможности установки «на нуль» всех приборов, легкости и плавности перемещения ручек настройки; возможности управления прибором в заданных пределах; четкости фиксации переключателей, совпадения указателей с соответствующими отметками на шкалах. Как правило, опробование работоспособности проводится в соответствии с инструкцией по эксплуатации поверяемого СИ. Если хотя бы один поверяемый параметр не удовлетворяет заданным требованиям, то поверка прекращается и поверяемое СИ классифицируется как непригодное к эксплуатации.

Поверка СИ осуществляется МС при наличии соответствующего разрешения Ростехрегулирования. В перечень СИ, подлежащих

обязательной государственной поверке, включены: СИ, применяемые в органах государственной МС; исходные рабочие эталоны предприятий; рабочие СИ, используемые для учета материальных ценностей, топлива и энергии при взаимных расчетах, в торговле, для защиты окружающей среды и обеспечения безопасности труда. Предельный срок нахождения СИ в органах государственной поверки не должен превышать 15 дней.

Технически процедура поверки представляет собой сравнение числового значения физической величины, измеренной поверяемым средством измерения, со значением, измеренным средством измерения более высокой точности – эталоном. При этом погрешность эталона должна быть в три раза меньше погрешности поверяемого средства измерения.

Поверка СИ – это регулярная (в зависимости от межповерочного интервала (после первичной поверки)) перепроверка СИ на соответствие тем метрологическим характеристикам (диапазон, цена деления, дискретность, погрешность, класс точности), которые были определены при утверждении типа СИ и записаны в описании типа.

Допускается также проведение поверочных работ не только персоналом МС, но и работниками других подразделений, например контролерами ОТК при выпуске новых СИ и ремонте СИ в эксплуатации, лицами, непосредственно использующими СИ. В последнем случае поверка необходима для сохранения заданной точности. В частности, рабочие, использующие универсальные СИ (например, микрометры), получают в индивидуальное пользование набор концевых мер. В документации на технологический процесс указано, как часто рабочий должен сличать СИ с мерой, при этом протокол не ведется.

Оформление, регистрация ведомственной МС в органах Ростехрегулирования и получение права на поверку отдельных видов СИ осуществляются в соответствии с ГОСТ 8.513-84 «ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения». Классификация видов поверок приведена на рис. 2.



Рис. 2. Классификация видов поверок

Первичной поверке подлежат все СИ при выпуске из производства и ремонта, а также поступающие по импорту.

Периодической поверке подлежат СИ, находящиеся в эксплуатации или на хранении, через определенные межповерочные интервалы, установленные государственным органом с расчетом обеспечения пригодности СИ на период между поверками. Первый межповероч-

ный интервал устанавливают при утверждении типа средства измерений, а последующие планируют на основе статистики отказов и экономических показателей.

Внеочередную поверку проводят для работающего СИ при корректировании МПИ, повреждении клейма, пломбы, утрате документов, необходимости удостовериться в исправности СИ (изменение условий эксплуатации или ее интенсивности после длительного хранения), а также при установке СИ, являющихся комплектуемыми изделиями, после истечения половины гарантийного срока.

Инспекционная поверка необходима при осуществлении государственного надзора или контроля юридических лиц за состоянием и применением СИ.

Экспертную поверку проводят при возникновении спорных вопросов относительно МХ, исправности СИ и пригодности их к применению. Поверку осуществляют органы ГМС по письменному требованию заинтересованных лиц.

В целом рассмотренные выше методы поверки реализуются с помощью способов комплектной и поэлементной поверки.

Комплектный способ состоит в том, что СИ поверяют в полном комплекте его составных частей в реальных (или приближенных к ним) условиях эксплуатации. Это позволяет в ходе поверки выявить сопутствующие дефекты (например, дефекты монтажа СИ и вспомогательных устройств, неисправности коммутационной аппаратуры и т. п.).

Поэлементный способ поверки заключается в предварительном определении погрешностей отдельных составных частей поверяемого СИ. Затем по полученным данным расчетным путем вычисляют погрешности всего СИ. Кроме того, этот способ широко используют при поверке СИ, сложных по конструкции (например, многодиапазонных СИ для измерения различных физических величин).

Сертификация СИ – это процедура, положительным результатом которой является гарантия того, что СИ соответствует стандарту или определенным требованиям. Добровольная сертификация СИ осуществляется системой органов, формально не относящихся ни к изготовителю, ни к потребителю. Кроме полной сертификации могут проводиться сертификационные испытания по отдельным параметрам, например на электромагнитную совместимость.

При комплектной поверке средство измерений поверяют в полном комплекте его составных частей, без нарушения взаимосвязей между ними. Погрешности, которые при этом определяют, рассматривают как погрешности, свойственные поверяемому средству измерений как единому целому. При этом средство измерений находится в условиях, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации, что позволяет в ходе поверки выявить многие присущие поверяемому средству измерений недостатки: дефекты внутреннего монтажа, неисправности переключающих устройств и т. п. Благодаря простоте и хорошей достоверности результатов комплектной поверке всегда, когда это возможно, отдают предпочтение.

Средства измерений представляются на поверку:

- чистыми;
- расконсервированными;
- с техническим описанием (при наличии в комплекте СИ, указанном в описании типа СИ);
- руководством (инструкцией) по эксплуатации (при наличии в комплекте СИ, указанном в описании типа СИ);
- методикой поверки (при наличии в комплекте СИ, указанном в описании типа СИ);
- паспортом (формуляром) (при наличии в комплекте СИ, указанном в описании типа СИ);
- со свидетельством о последней поверке;
- необходимыми комплектующими устройствами.

Проверяют наличие в лаборатории на каждую единицу СИ необходимой документации (недостающую при необходимости можно запросить либо у разработчика документа, либо в организации, его утвердившей). При этом в случае, если поверяющая организация располагает эксплуатационной документацией и методикой поверки, представлять данные документы на поверку вместе с СИ не обязательно, что и указывается в договоре (контракте) на проведение поверки.

Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования ОЕИ, согласно ст. 13 федерального закона № 102-ФЗ от 26.06.2008 г., «до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке». Возможно также проведение внеочередной поверки, которая обязательна в случаях:

– повреждения знака поверки или пломбы на средстве измерений;

– после проведения повторной регулировки, юстировки или ввода СИ в эксплуатацию после длительного хранения.

В случае невозможности реализации комплектной поверки ввиду отсутствия эталонных средств измерений, их несоответствия требованиям точности или пределам измерений применяют поэлементную поверку. При этом предполагают, что закономерности взаимодействия отдельных частей средства измерений точно известны, а возможности посторонних влияний на его показания исключены и поддаются точному учету.

Иногда применение поэлементной поверки оказывается единственно возможным. Часто ее используют при поверке сложных СИ, состоящих из компаратора со встроенными в него образцовыми мерами. Следует особо отметить, что по результатам поэлементной поверки, если действительная погрешность превышает допускаемую, можно непосредственно установить причину неисправности СИ.

Существенный недостаток поэлементной поверки – ее трудоемкость и сложность реализации по сравнению с комплектной поверкой. Предпочтителен, как уже говорилось, комплектный способ поверки, развитие которого и представляет одну из основных задач МС юридических лиц. Этот способ более приспособлен и для реализации комплексной автоматизации поверочных работ.

Поверитель средств измерений – специалист, наделенный полномочиями осуществлять поверку СИ, имеющий соответствующую подготовку и удостоверение, выданное в установленном порядке. Поверитель может быть сотрудником как организаций, подведомственных федеральному органу исполнительной власти, осуществляющему функции по организации поверки СИ, так и предприятий – изготовителей СИ и предприятий, эксплуатирующих СИ, при наличии у них калибровочных лабораторий. Поверитель должен пройти необходимую подготовку, сдать экзамен на поверителя, получить удостоверение поверителя, в котором указаны виды измерений. В организации, осуществляющей поверку, необходимо разработать и утвердить нормативный правовой документ «Положение о поверителе средств измерений», в котором прописать требования к поверителю, его права и обязанности и, главное, ответственность за нарушение установленных

правил по поверке средств измерений. Каждому поверителю присваивается персональный шифр клейма, по которому можно однозначно идентифицировать поверителя. Кроме того, к поверителю предъявляется ряд специальных требований.

1. Поверитель должен иметь необходимую метрологическую подготовку и соответствовать определенным квалификационным требованиям.

2. Поверитель должен быть независим как от производителей СИ, так и от их пользователей.

3. Полномочия поверителя должны быть удостоверены в установленном порядке.

Сформулируем основные исходные позиции для построения системы поверки СИ.

1. Поверке подлежат только те СИ, которые предполагается применять или применяются для измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

2. Средства измерений поверяются по результатам калибровки, выполненной юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, подтвердившим свою компетентность в области калибровки в установленном порядке.

3. Поверку осуществляют поверители, работающие в организациях, подведомственных федеральному органу исполнительной власти, осуществляющему функции по организации поверки СИ.

4. Поверка оплачивается заказчиком по регулируемым ценам.

5. При организации работ по поверке используются современные информационные технологии, облегчающие процедуры получения и обработки информации и сокращающие время поверки и оформления документов.

2.2. Методы поверки

Под методами поверки понимают методы передачи размера единиц физической величины. В основу классификации применяемых методов положены следующие признаки, в соответствии с которыми СИ могут быть поверены:

1) без использования компаратора или прибора сравнения, то есть непосредственным сличением поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида (непосредственное сличение);

2) сличением поверяемого СИ с эталонным СИ того же вида с помощью компаратора или других средств сравнения;

3) прямым измерением поверяемым СИ значения физической величины, воспроизводимой эталонной мерой;

4) прямым измерением эталонным СИ значения физической величины, воспроизводимой подвергаемой поверке мерой;

5) косвенным измерением величины, воспроизводимой мерой или поверяемым прибором;

6) путем независимой (автономной) поверки.

Рассматриваемые методы поверки могут иметь свои разновидности, однако по своей сути они могут быть сведены к одному из перечисленных ниже методов.

Метод непосредственного сличения без промежуточных приборов довольно прост и широко используется при поверке СИ невысокой точности: штриховых мер длины (линейки, рулетки); мер вместимости (мерные колбы, бюретки); приборов для непосредственного измерения тока, напряжения, частоты; СИ механических величин и т. д. При этом одна и та же физическая величина x измеряется поверяемым СИ (x_n) и рабочим эталоном (x_o). Разность их показаний $\Delta = x_n - x_o$ представляет собой абсолютную погрешность поверяемого СИ. Приводя ее к нормированному значению x_N , получают приведенную погрешность поверяемого СИ $\gamma = (\Delta/x_N) 100 \%$.

Метод прямого измерения по образцовым мерам – разновидность метода непосредственного сличения. Он наиболее широко используется при поверке мер электрических и магнитных величин. Суть его заключается в прямом измерении поверяемым прибором значения физической величины, воспроизводимой мерой. Практическая реализация метода прямых измерений предъявляет к мерам следующие требования:

1) возможность воспроизведения мерой той же физической величины, в единицах которой проградуировано поверяемое СИ;

2) достаточный для перекрытия всего диапазона измерения поверяемого СИ диапазон физических величин, воспроизводимых мерой;

3) соответствие точности меры, а в ряде случаев и ее типа и плавности изменения размера, требованиям, которые предъявляются в документации по поверке данного СИ.

Метод косвенных измерений заключается в использовании прямых измерений и пересчете погрешности в соответствии с известной функциональной зависимостью. При этом необходимо учитывать, что конечный результат всегда содержит погрешности составляющих прямых измерений.

Независимая (автономная) поверка без применения рабочих эталонов используется при поверке особо точных СИ, при фактическом отсутствии более точных СИ. Как правило, этот метод применяют для поверки приборов сравнения – компараторов. Он заключается в сравнении величин, воспроизводимых отдельными элементами поверяемого СИ, с величиной, выбранной в качестве опорной и конструктивно воспроизводимой в самом поверяемом СИ. Например, при поверке m -й декады потенциометра необходимо убедиться в равенстве падений напряжения на каждой n -й ступени этой декады. Выбрав в качестве опорной величины сопротивление первой ступени декады, с помощью компаратора поочередно сравнивают с ней падения напряжения на каждой n -й ступени. Этот метод трудоемок, но позволяет определять поправки с высокой точностью непосредственно на месте эксплуатации поверяемого СИ.

В процессе поверки ведут протокол, куда вносят номинальные характеристики и параметры, в том числе реквизиты рабочего эталона и поверяемого СИ (заводской номер, тип, обозначение и т. п.), результаты каждого измерения. В дальнейшем результаты обрабатывают и на их основании делают вывод о годности СИ к эксплуатации.

Метод сличения с помощью компаратора (прибора сравнения) более точен и позволяет косвенно сравнить две однородные или разнородные физические величины методами противопоставления или замещения. Сам по себе компаратор не содержит образцовых мер или СИ. Наиболее широкое распространение имеют следующие компараторы: образцовые весы для поверки гирь; мосты переменного и постоянного тока для поверки электрических емкостей, индуктивностей, сопротивлений; потенциометры для поверки ЭДС. Основные требования к компараторам – высокая чувствительность и стабильность.

Сличение мер с помощью компаратора осуществляется с использованием той или иной разновидности метода сравнения. При использовании метода противопоставления две сравниваемые величины подаются на разные входы компаратора, а при использовании метода замещения в одну и ту же часть схемы подается сна-

чала одна величина, а потом другая. Общим для этих методов поверки является выработка разностного (дифференциального) сигнала X_{δ} . Если значение X_{δ} сводится к нулю путем изменения значения X_m меры, тогда этот метод называется нулевым; если же значение X_{δ} не равно нулю, – дифференциальным.

При использовании метода противопоставления две сравниваемые величины подаются на входы компаратора одновременно, что позволяет уменьшить воздействие на результаты поверки влияющих величин, которые практически одинаково искажают сигнал.

Достоинство метода замещения – то, что две сравниваемые величины включаются в одну и ту же часть схемы. Это позволяет исключить погрешности, возникающие вследствие несимметрии схемы компараторов. Недостаток нулевого метода замещения заключается в том, что необходимо иметь меру, позволяющую воспроизводить любое значение измеряемой величины без существенного понижения точности. Особенность дифференциального метода сравнения – возможность получения достоверных результатов сличения даже при использовании сравнительно грубых средств для измерения разности.

На СИ, поверенные органами государственной МС, выдается свидетельство о государственной поверке, а на приборы, поверенные в организации, – аттестат и паспорт.

Аттестат – разовый документ, подтверждающий периодичность поверки и ее результаты. Аттестат хранится непосредственно на рабочем месте.

Паспорт – постоянно действующий документ, который отражает все сведения о приборе, начиная с его ввода в эксплуатацию (отметки о поверках, ремонтах и т. д.). На менее точные и менее ответственные СИ ставят клеймо с указанием времени последней поверки. Свидетельство или аттестат на них не выдают.

Поверительные клейма (государственные или юридических лиц) предназначены для нанесения оттиска на СИ или документы (паспорта, аттестаты, свидетельства) в целях: удостоверения положительных результатов поверки СИ; закрытия доступа к узлам регулирования; погашения предыдущего клейма; опломбирования непригодных СИ. Порядок изготовления, хранения, применения и гашения клейм определен РД 50-597-86 «Правила изготовления, хранения и применения государственных и ведомственных поверительных клейм».

Поверительное клеймо – знак установленной формы, наносимый на средство измерения и подтверждающий его годность к применению. Правила использования поверительных клейм оговорены в ПР 50.2.007-2001 «ГСИ. Поверительные клейма».

Поверительные клейма должны содержать следующую информацию:

- знак Ростехрегулирования (еще имеются клейма со знаком Росстандарта);
- условный шифр органа ГМС;
- две цифры (последние), отмечающие год применения клейма;
- индивидуальный знак поверителя (одна буква русского, латинского или греческого алфавита).

Хранение, учет и состояние поверительных клейм юридических лиц обеспечивает ответственное лицо, имеющее квалификацию поверителя и назначаемое приказом по предприятию; руководство предприятия проводит контроль не реже двух раз в год с соответствующей отметкой в журнале учета клейм.

В процессе эксплуатации информационно-измерительных систем (ИИС) обычно не представляется возможным оценить их погрешности экспериментально. Тогда метрологический надзор за ними может быть осуществлен только одним путем: проверкой всех блоков как отдельных СИ и оцениванием расчетными методами показателей точности ИИС в целом.

Так как ИИС, как правило, должны работать непрерывно, их остановка на период проверки недопустима, поэтому такие ИИС укомплектовывают двойным набором блоков. Снятые для проверки блоки заменяют заведомо годными. При очередном сроке проверки блоки ИИС меняют местами.

К проведению проверки СИ могут быть допущены лица, прошедшие специальное обучение и сдавшие экзамены в учебных заведениях Росстандарта, в органах ГМС. Им Росстандарт поручает проведение аттестации поверителей или участие в комиссии, образуемой руководителем организации, представителями органа ГМС, по программам, согласованным с этим органом.

Проверка СИ может проводиться в стационарных или передвижных лабораториях путем командирования государственных поверителей на предприятия по заявкам последних.

Представленные на поверку СИ должны быть полностью обеспечены необходимой нормативно-технической документацией (НТД) (паспорт, руководство по эксплуатации, ТУ, чертежи, методика поверки и т. п.) и вспомогательным оборудованием. Некоторые поверочные установки внесены в Госреестр.

Требования к помещениям поверочных подразделений и условиям труда поверителей изложены в ряде государственных документов: ГОСТ 8.395-80, РД 50-443-83, МИ 670-84 и ГОСТ 12.0.003-74.

Порядок представления средств измерений на поверку устанавливается Ростехрегулированием, который утверждает перечни групп СИ, подлежащих поверке. Поверка осуществляется согласно правилам ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений».

По решению Росстандарта, право поверки СИ может быть предоставлено аккредитованным метрологическим службам юридических лиц, которые функционируют в соответствии с действующим законодательством и нормативными документами по обеспечению единства измерений. Порядок аккредитации метрологических служб определяется Правительством РФ. Поверочная деятельность, осуществляемая аккредитованными метрологическими службами юридических лиц, контролируется органами ГМС по месту расположения юридических лиц. Ответственность за ненадлежащее выполнение поверочных работ и несоблюдение требований нормативных документов несет орган ГМС или юридическое лицо, метрологической службой которого выполнены поверочные работы средств измерений.

Отметим, что поверка СИ осуществляется физическим лицом, аттестованным в качестве поверителя органом ГМС в соответствии с ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений». Поверитель (физическое лицо) – сотрудник органа ГМС или юридического лица, аккредитованного на право поверки, непосредственно производящий поверку СИ и прошедший аттестацию в установленном порядке.

Результат поверки – подтверждение пригодности средств измерений к применению или признание их непригодными к применению. В первом случае на средство измерения и (или) его техническую документацию наносится оттиск поверительного клейма и (или) выдается свидетельство о поверке. Во втором случае оттиск поверительного

клейма и (или) свидетельство о поверке аннулируется и выписывается свидетельство о непригодности.

При поверке важен выбор оптимального соотношения между допускаемыми погрешностями эталонного и поверяемого СИ. Как правило, это соотношение принимается 1:3, тогда при поверке вводят поправки на показания рабочих СИ. Если поправку не вводить, то это соотношение принимается 1:5.

2.3. Эталоны

Эталон единицы физической величины – это особый вид СИ наивысшей точности, предназначенного для определения, воспроизведения и (или) хранения единицы физической величины с целью передачи ее размера другим СИ.

Эталоны единиц физических величин, используемые при поверке СИ, должны быть аттестованы в соответствии с положением, утвержденным постановлением Правительства РФ от 23.09.2010 г. № 734 «Об эталонах единиц величин, используемых в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений».

Эталоны подразделяются на первичные, вторичные, рабочие, разрядные. *Первичный эталон* – это эталон, воспроизводящий единицу физической величины с наивысшей точностью, возможной в данной области измерений на современном уровне научно-технических достижений. Разновидность первичного эталона – специальные эталоны. Они создаются и утверждаются для воспроизведения единиц физических величин в особых условиях, в которых передача размеров единицы от существующих эталонов технически не осуществима с требуемой точностью. Специальные эталоны воспроизводят единицу физической величины в особых условиях и заменяют в этих условиях первичный эталон.

Первичные эталоны бывают национальными (государственными) и международными. Национальный эталон утверждается в качестве исходного СИ для страны национальным органом по метрологии. Национальный эталон единицы физической величины, признанный решением уполномоченного на то государственного органа, служит основой для установления значений всех других эталонов едини-

цы данной величины. Национальные эталоны хранят и поддерживают национальные органы по метрологии.

Международный эталон, принятый международным соглашением в качестве первичного международного эталона, служит для согласования с ним размеров единиц физических величин, воспроизводимых и хранимых национальными эталонами. Международные эталоны хранит и поддерживает Международное бюро мер и весов (МБМВ). Важнейшая его задача состоит в международных систематических сличениях национальных эталонов крупнейших метрологических лабораторий разных стран с международными эталонами, а также между собой, что необходимо для обеспечения достоверности, точности и единства измерений как одного из важнейших условий международных экономических связей. Сличению подлежат эталоны как основных величин систем СИ (СИ), так и производных. Для каждого эталона установлены определенные периоды сличения.

Таким образом, основное назначение эталонов – служить материально-технической базой воспроизведения и хранения единиц физических величин.

Существует принцип систематизации эталонов по воспроизводимым единицам. Основные единицы системы СИ должны воспроизводиться с помощью национальных эталонов, т. е. централизованно. Дополнительные внесистемные и производные единицы исходя из соображений технико-экономической целесообразности воспроизводятся одним из трех способов:

- 1) централизованно, с помощью единого для всей страны национального эталона;
- 2) частично централизованно (в пределах региона, министерства или ведомства), с помощью нескольких рабочих или исходных эталонов;
- 3) полностью децентрализованно, посредством косвенных измерений, выполняемых в органах Государственной метрологической службы с помощью рабочих эталонов других величин, функционально связанных с измеряемой величиной.

Вторичный эталон – это эталон, получающий размер единицы путем сличения с первичным эталоном рассматриваемой единицы. Он создается с целью обеспечения сохранности и наименьшего износа первичного эталона. По своему метрологическому назначению вторичные эталоны делятся на эталоны-копии, эталоны сравнения, эталоны-свидетели, рабочие эталоны.

Эталон-копия предназначен для хранения единицы и передачи ее размера рабочим эталонам. Эталон сравнения применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличаемы друг с другом. Эталон-свидетель используют для проверки сохранности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты. Эталон-свидетель применяется лишь тогда, когда государственный эталон невоспроизводим.

Рабочий эталон необходим для хранения единицы и передачи ее размера разрядным эталонам высшей точности, а также наиболее точным рабочим СИ. Национальный эталон можно использовать в качестве рабочего, если это предусмотрено правилами хранения и применения эталонов. Национальные эталоны всегда реализуются в виде комплекса СИ и вспомогательных устройств. Вторичные эталоны – в виде комплекса СИ, одиночных эталонов, групповых эталонов, эталонных наборов. Одиночный эталон состоит из одной меры, одного измерительного прибора или одной измерительной установки, обеспечивающих воспроизведение или хранение единицы самостоятельно, без участия других СИ того же типа.

Групповой эталон состоит из совокупности однотипных мер, измерительных приборов или других СИ, применяемых как одно целое для повышения надежности хранения единицы. Размер единицы, хранимой групповыми эталонами, определяется как среднее арифметическое из значений, воспроизводимых отдельными мерами или приборами, входящими в состав группового эталона. Отдельные меры или приборы из его состава могут применяться в качестве одиночных рабочих эталонов, если это допустимо по условиям хранения единиц.

2.4. Построение поверочных схем

Для правильной передачи размеров единиц от эталонов к рабочим СИ составляют поверочные схемы, устанавливающие метрологические соподчинения государственного эталона, разрядных эталонов и рабочих СИ, соподчинение рабочих эталонов и рабочих СИ для обеспечения правильной передачи размеров единиц от эталона к рабочим СИ, которые применяются для измерений в конкретных условиях.

Сущность деления СИ на рабочие эталоны и рабочие СИ заключается не в конструкции и не в точности, а в их назначении. Для

рабочего эталона не так важна величина поправки к его показаниям – важна стабильность и воспроизводимость этих показаний. Рабочие эталоны нельзя применять в качестве рабочих СИ. Из рис. 3 следует, что, например, точность рабочего СИ высшей точности заведомо выше точности СИ для поверки рабочего СИ низшей точности. Однако какой бы точностью ни обладало рабочее СИ, оно не может применяться для поверки другого СИ. Само же рабочее СИ должно поверяться СИ, имеющим большую точность.

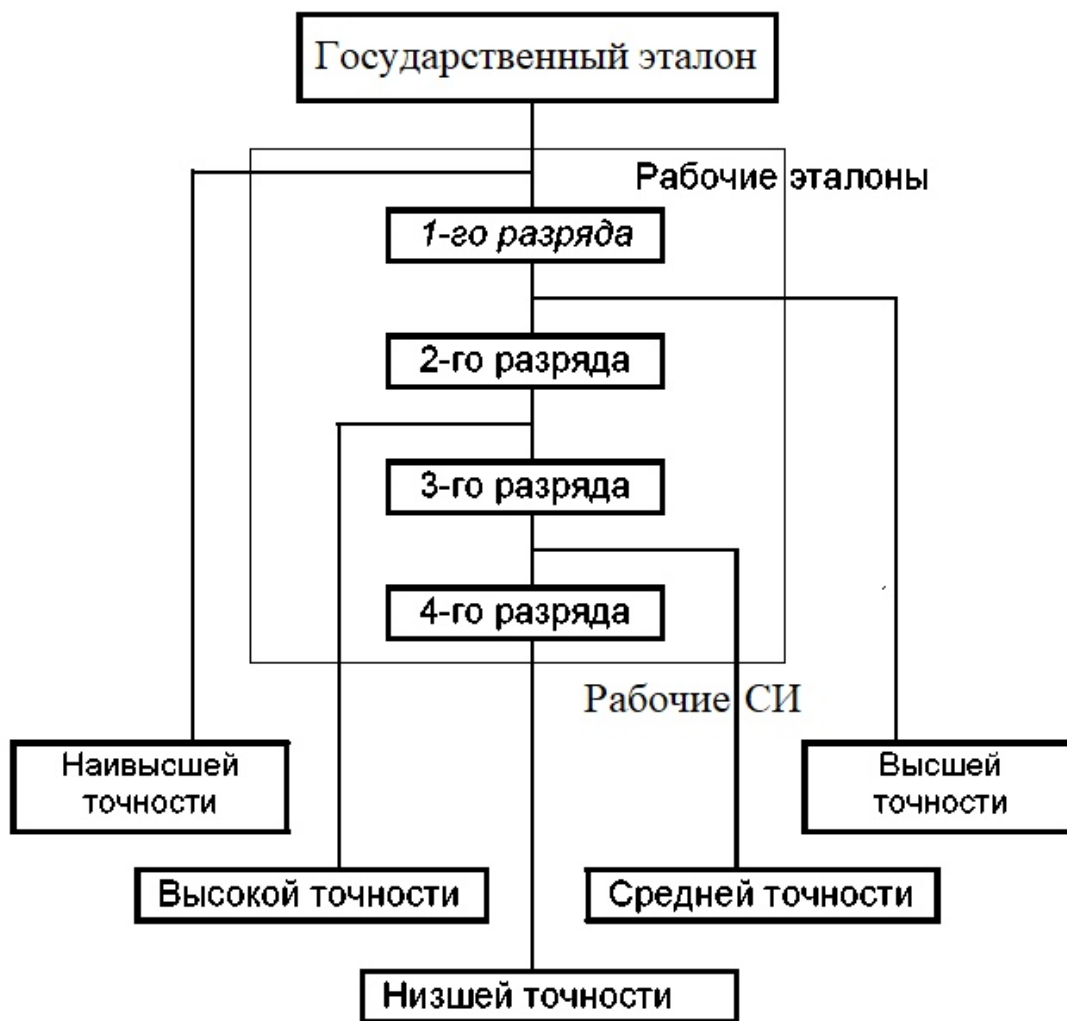


Рис. 3. Схема передачи показаний от эталона к рабочему СИ

Поверочная схема – утвержденный в установленном порядке документ, определяющий средства, методы и точность передачи размеров единиц от государственного эталона размеров единиц рабочим средствам измерений. Поверочные схемы делят на государственные и локальные.

Государственные поверочные схемы регламентируются национальными стандартами и распространяются на все средства измерений данного вида. Во главе этой схемы находится государственный эталон. Государственные поверочные схемы закладываются в основу национальных стандартов.

Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических служб государственных органов управления и юридических лиц. Все локальные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой. Локальные поверочные схемы распространяются на средства измерений, подлежащие поверке соответствующей метрологической службой.

Поверочные схемы состоят из чертежа и текстовой части. На чертеже указывают: наименование средств измерений, диапазоны значений физических величин, обозначения и значения погрешностей, наименования методов поверки. Текстовая часть состоит из вводной части и пояснений к элементам поверочной схемы.

Передачу размера единицы величины образно можно представить в виде одной из схем, приведенных на рис. 4.

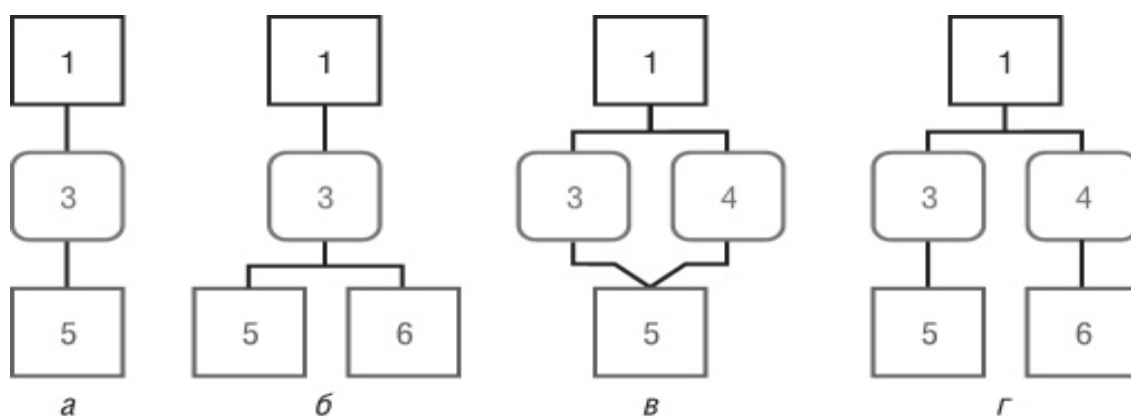


Рис. 4. Элементы графического изображения поверочных схем при передаче размера единицы: а – от эталона 1 к объекту 5 методом 3; б – от эталона 1 к объектам 5 и 6 методом 3; в – от эталона 1 к объекту поверки 5 методом 3 или 4; г – от эталона 1 к объекту поверки 5 методом 3 и объекту 6 методом 4

Методы определения параметров поверочной схемы (число ступеней точности и соотношение погрешностей эталонного и поверяемого СИ) установлены в методике МИ 2230-92 «ГСИ. Методика количественного обоснования поверочных схем при их разработке».

Однозначного ответа на вопрос, во сколько раз погрешность эталонного СИ должна быть меньше, чем допускаемая погрешность рабочего СИ, не существует. Дело в том, что при выборе рабочих эталонов следует учитывать не только погрешности, но и достоверность определения погрешностей поверяемых и эталонных СИ.

Требования к рабочим эталонам в некоторой степени противоречивы. С одной стороны, чем они точнее, тем больше уверенность в правильности поверки. С другой стороны, эти СИ более дорогие и требуют большей осторожности в обращении, стабильность их показаний ниже, чем рабочих СИ. Опыт показывает, что результаты поверки достаточно точны и достоверны, если эталонное СИ в 10 раз точнее поверяемого (т. е. для поверки рабочего СИ класса 1 требуется эталонное СИ класса 0,1).

Это относится к случаю поверки СИ, когда не требуется оценка поправки. Если же нужно определять поправки, то критерием выбора эталонного СИ является не точность поверяемого СИ, а точность определения поправки. Эта точность ограничена степенью постоянства показаний СИ и возможной точностью отсчета.

Например, у СИ класса 0,5 допускаемой погрешности шкала имеет 100 делений. Если вариация его показаний не превышает 0,1 деления (т. е. $\pm 0,1\%$), то такому СИ можно дать поправки, при пользовании которыми погрешности не будут превышать $\pm 0,1$ деления ($\pm 0,1\%$). Другими словами, для поверки такого прибора следует использовать эталонные СИ с погрешностью $\pm 0,01\%$ (из соотношения 1:10). Если же вариация достигает 0,3 деления ($\pm 0,3\%$), то введение поправок теряет смысл и можно вести поверку СИ с погрешностью $\pm 0,05\%$.

Поскольку чаще всего класс точности СИ определяется по приведенной погрешности, то важно, чтобы верхний предел измерения рабочего эталона был равен или несколько превосходил верхний предел поверяемого СИ.

Важно также знать, существуют ли поправки к показаниям рабочего эталона и вариации его показаний? Например, если к СИ класса 0,5 имеются поправки, а вариация его показаний не выходит за пределы, установленные для СИ класса 0,2, то этим СИ можно пользоваться как эталонным для поверки СИ класса 1. Таким образом, требуемая точность эталонных СИ определяется не соотношением классов, а соотношением действительных точностей поверяемого и эталонного СИ. Отсюда при выборе поверочной схемы подлежат расчету:

- параметры метода нормирования погрешностей;
- соотношения между погрешностями смежных СИ;
- число ступеней поверочной схемы.

Число ступеней передачи размера единицы от эталона к данному образцовому СИ определяется количеством разрядов (см. рис. 3). Чем больше разрядов, тем с большей погрешностью передается размер единицы к рабочему СИ. Вследствие этого число разрядов рабочих эталонов должно быть минимальным. При расчете числа разрядов исходят из следующего соотношения: если в разряде j имеем N эталонных СИ, то в разряде $j + 1$ количество их будет

$$N = N_j \eta_j T_{i+1} / t_{i+1}, \quad (1)$$

где η_j – коэффициент использования СИ разряда j ; T_{i+1} – МПИ для СИ разряда $i + 1$; t_{i+1} – время поверки одного СИ разряда $i + 1$. Величина η_j вычисляется так:

$$\eta_j = \frac{t_c - t_{п.з}}{t_p} \alpha_{пр}, \quad (2)$$

где t_c – чистое рабочее время в течение расчетного, например за сутки; $t_{п.з}$ – подготовительно-заключительное время; $t_p = 24$ ч; $\alpha_{пр}$ – относительный коэффициент, учитывающий время на профилактику, ремонт и поверку СИ разряда j .

Например, если в течение суток ($t_p = 24$ ч) СИ используется восемь часов ($t_c = 8$ ч), время $t_{п.з} = 1$ ч, а поверочные и ремонтно-профилактические воздействия занимают 10 % (т. е. 0,1) рабочего времени, то $\alpha_{пр} = 1 - 0,1 = 0,9$ и по формуле (2)

$$\eta_j = \frac{8 - 1}{24} 0,9 = 0,26.$$

Переходя от эталона ($j = 0, N_0 = 1$) к рабочим СИ, можно последовательно найти число эталонных СИ в каждом разряде и число N_m рабочих СИ, обеспеченных поверкой при m ступенях передачи разряда:

$$N_m = N_0 N_1 \dots N_{m-1} = \sum_{j=0}^{m-1} \eta_j \frac{T_{i+1}}{t_{i+1}}. \quad (3)$$

Расчет ведется методом последовательных приближений. Для 1-го разряда при $j_0 = 1$ находят $N_m^{(0)}$. Если $N_m^{(0)}$ меньше подлежащего поверке числа рабочих СИ ($N_m^{(0)} < N_m$), то увеличивают либо коэффициент использования η_i эталонных СИ (наращивают производительность поверочных операций), либо число разрядов. При новом числе разрядов снова вычисляют $N_m^{(1)}$ и так далее до тех пор, пока не будет удовлетворено условие $N_m^{(i)}$. Тогда величина i есть искомое число ступеней поверочной схемы.

Если в поверочной схеме несколько ветвей (см. рис. 4, б – г), то аналогичные расчеты проводят для каждой ветви. Таким образом, суммированием можно получить число эталонных СИ каждого разряда.

При проведении метрологической экспертизы полезно проанализировать метрологическую цепь: измеряемый параметр – необходимая погрешность его измерения – точность измерения по нормативному документу – возможная точность измерения существующими СИ – точность эталонного СИ. Анализ метрологической цепи, построенной на реальных СИ с учетом требований к точности измерений, позволяет оперативно на стадии разработки измерительного процесса оценить существующие возможности или соответствующие требования.

Одна из действенных форм надзора за обеспечением единства измерений – круговые сличения между поверочными органами близлежащих областных центров стандартизации и метрологии (ЦСМ). При этом сравниваются погрешности измерений одной физической величины, полученные разными МС территориальных органов. Допускаемое значение расхождений $A_p = K\Delta$, где K – метрологический запас точности (обычно $K = 1,2$) поверочной схемы; Δ – допускаемая погрешность средств поверки. Единство измерений считается обеспеченным, если $x_i < A_p$, где $x_i = V_i - M$; V_i – результат, полученный i -й ЦСМ; M – средний результат по любым четырем ЦСМ.

Для ряда областей измерений и в первую очередь для физико-химических измерений чрезвычайно перспективное средство повышения эффективности поверочных работ – применение стандартных образцов (СО). Правила работы с СО устанавливает ГОСТ 8.315-97 «ГСИ. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов. Основные положения». Согласно этому документу, *стандартный образец состава и свойств веществ и материалов* – это СИ в виде ве-

щества (материала), состав или свойства которого установлены аттестацией. Можно дать и другое определение: *стандартный образец* – образец вещества (материала) с установленными в результате метрологической аттестации значениями одной или более величин, характеризующими свойство или состав этого вещества (материала).

Стандартные образцы предназначены для обеспечения единства и требуемой точности измерений посредством:

- градуировки, метрологической аттестации и поверки СИ;
- метрологической аттестации методик выполнения измерений;
- контроля показателей точности измерений;
- измерения ФВ, характеризующих состав или свойства веществ (материалов), методами сравнения.

По своему назначению СИ исполняют роль мер, однако в отличие от «классических» мер они имеют ряд особенностей. Например, образцы состава воспроизводят значения ФВ, характеризующих состав или свойства именно того материала (вещества), из которого они изготовлены. Стандартные образцы, как правило, не являются изделиями, они реализованы обычно в виде порции однородного вещества (материала), причем эта порция – полноценный носитель воспроизводимой единицы ФВ, а не ее части. Эта особенность образцов отражена в требованиях к их однородности по составу и свойствам. Однородность материала, из которого сделан образец, имеет принципиальное значение, в то время как для меры такая характеристика часто второстепенна. Стандартные образцы состава и свойств в отличие от мер характеризуются значительным влиянием примесей, структуры материала и др. При использовании СО очень часто необходимо учитывать функции влияния таких параметров.

От сферы действия и области применения зависит уровень утверждения стандартных образцов. По этому признаку они делятся на государственные, отраслевые и стандартные образцы предприятий. Тем СО, которые включены в поверочные схемы, присваиваются ряды.

Стандартные образцы объединяются в типы. Тип – это классификационная группировка образцов, определяющими признаками которых являются одно и то же вещество, из которого они изготовлены, и единая документация, по которой они выполнены. Типы СО допускаются к применению при условии их утверждения и регистрации в

соответствующем реестре. Для каждого типа СО при их аттестации устанавливаются срок действия (не более 10 лет) и определяют метрологические характеристики, которые нормируются в документации на их разработку и выпуск. К ним относятся:

- аттестованное значение – значение аттестационной характеристики образца, им воспроизводимое, установленное при его аттестации и приводимое в свидетельстве с указанием погрешности;

- погрешность аттестованного значения – разность между аттестованным и истинным значениями величины, воспроизводимой той частью образца, которая используется при измерении;

- однородность – свойство образца сохранять постоянство значения величины, воспроизводимой его различными частями, используемыми при измерениях;

- стабильность – свойство образца сохранять значения метрологических характеристик в установленных пределах в течение указанного в свидетельстве срока годности при соблюдении заданных условий хранения и применения;

- функции влияния – зависимость метрологических характеристик образца от изменения внешних влияющих величин в заданных условиях применения.

В целом организация поверочной деятельности в системе Росстандарта осуществляется по схеме, представленной на рис. 5.

При выполнении поверочных работ на территории отдельного региона с выездом на место эксплуатации СИ орган исполнительной власти этого региона обязан оказывать поверителям содействие, в том числе:

- предоставлять им соответствующие помещения;
- обеспечивать их вспомогательным персоналом и транспортом;
- извещать всех владельцев и пользователей СИ о времени поверки.

Вопросы поверки СИ изложены подробно в ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений», МИ 1837-93 «ГСИ. Типовое положение о контрольно-поверочном пункте территориального органа Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии», МИ 3290-2010 «ГСИ. Документация поверочных лабораторий», ПР 50.2.007-2001 «ГСИ. Поверительные клейма», ПР 50.2.012-94 «ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств изме-

рений», МИ 2273-93 «ГСИ. Области использования средств измерений, подлежащих поверке», МИ 2322-99 «ГСИ. Типовые нормы времени на поверку средств измерений».

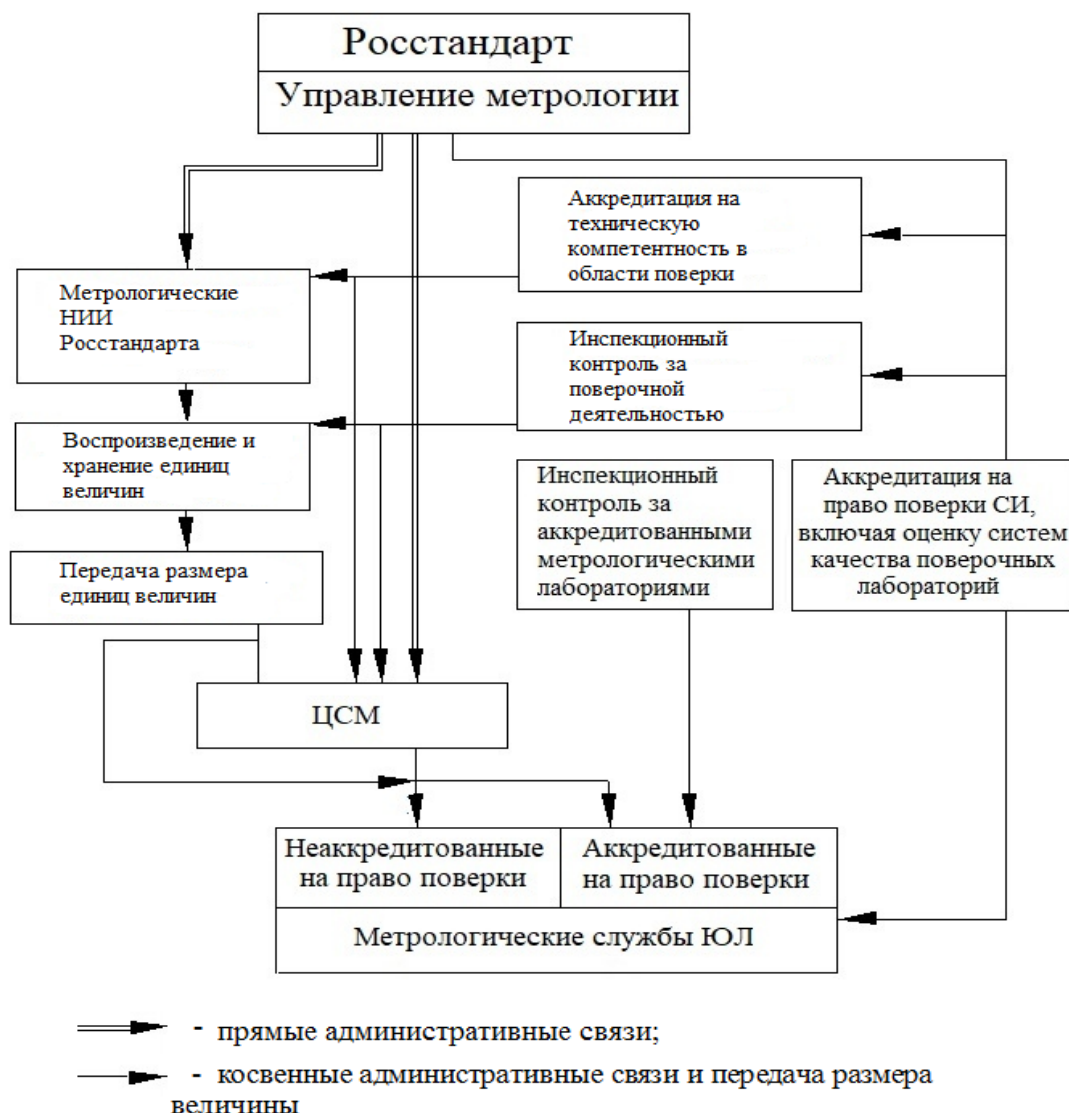


Рис. 5. Организация поверочной деятельности

2.5. Оптимизация межповерочных интервалов

Для обнаружения скрытых метрологических отказов поверки СИ проводят через определенные межповерочные интервалы. Очевидно, что МПИ должен быть оптимальным, так как частые поверки связаны с материальными и трудовыми затратами по их организации и проведению, изъятию СИ из технологического процесса, а редкие поверки могут привести к повышению погрешности измерений из-за метрологических отказов СИ.

Включенные в номенклатурный перечень рабочие СИ (манометры, амперметры, вольтметры, таксометры и др.) подлежат обязательной государственной поверке и имеют вполне определенные, назначенные МПИ. Периодичность же поверок СИ, обслуживаемых МС юридических лиц, должна устанавливаться ведомствами на соответствующей методической основе и базироваться на определенных критериях.

Все методы расчета МПИ можно разделить на экономические и технические, а по используемому математическому аппарату – на вероятностные и детерминированные. Возможны и комбинации этих методов: экономические вероятностные, экономические детерминированные, технико-экономические вероятностные.

При экономическом обосновании МПИ основной является следующая концепция: МПИ $\tau_{\text{МПИ}}$ влияет на уровень годовых затрат на поверку $C_{\text{пов}}$ и на уровень годовых потерь Π_{Γ} от неоптимальности параметров технических средств в эксплуатации из-за недостоверной информации (брак в диагностировании, перерасход ресурсов, снижение качества эксплуатации). Межповерочный интервал с учетом конкретных условий эксплуатации СИ выбирают из условия минимума суммарных расходов на поверку и потери за МПИ. То есть целевая функция оптимизации МПИ примет вид

$$(C_{\text{пов}} + E_{\text{пл}}K_{\text{пов}} + \Pi_{\Gamma}) \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $E_{\text{пл}} = 0,06$ – норматив платы за производственные фонды; $K_{\text{пов}}$ – стоимость поверочного оборудования.

Межповерочный интервал можно определить как

$$\tau_{\text{МПИ}} = CN/C_{\text{пов}},$$

где C – текущие затраты на одну поверку СИ; N – годовое количество одноименных СИ, подлежащих поверке.

При техническом подходе МПИ, как правило, устанавливают на основе статистических данных о надежности СИ в условиях реальной эксплуатации. Расчетное значение МПИ можно оценить по формуле

$$\tau_{\text{МПИ}-T}^P = T_0 \ln P_{\text{доп}}, \quad (5)$$

где T_0 – наработка СИ на отказ; $P_{\text{доп}}$ – допускаемая вероятность безотказной работы СИ по метрологическим отказам. Тогда при условии вероятности P безотказной работы СИ в течение МПИ правильность

расчетного значения МПИ с доверительной вероятностью не ниже 0,8 оценивают по соотношению

$$P_{\text{доп}} - 1,28 \sqrt{\frac{P_{\text{доп}}(1 - P_{\text{доп}})}{N}} \leq P \leq P_{\text{доп}} + 1,28 \sqrt{\frac{P_{\text{доп}}(1 - P_{\text{доп}})}{N}}. \quad (6)$$

Если условие не выполняется, то очередной МПИ корректируется по уравнению $\tau_{\text{МПИ-T}} = CP_{\text{МПИ-T}}$, где $C = \ln P / \ln \bar{P}$.

Зависимость коэффициента коррекции от полученных статистических значений P и $P_{\text{доп}}$ с учетом уровня доверительной вероятности 0,85; 0,90; 0,95; 0,99 приведена в табл. 2, где n – количество СИ, забракованных по скрытым отказам однородной группы из N СИ в течение МПИ.

Если из статистического анализа известны параметры потока метрологических отказов в период работы λ_i и в период хранения λ_x , то можно ввести уточнение первого МПИ:

$$\tau_{\text{МПИ-T}} = -T_0 \ln P_{\text{доп}} [K_{\text{и}} - \eta(1 - K_{\text{и}})]^{-1}, \quad (7)$$

где $K_{\text{и}} = T_{\text{ф}}/t_{\text{к}}$, $T_{\text{ф}}$ – фактическая наработка СИ за МПИ; $t_{\text{к}}$ – календарное (нормированное) значение МПИ; $\eta = \lambda_x/\lambda_i$.

Таблица 2

Коэффициент коррекции С

n/N	Коэффициент коррекции С при $P_{\text{доп}}$			
	0,85	0,90	0,95	0,99
0,01	16,20	10,50	5,10	1,00
0,03	5,40	3,50	1,70	0,33
0,05	3,18	2,06	1,00	0,20
0,07	2,24	1,46	0,71	0,14
0,10	1,54	1,00	0,48	0,10
0,15	1,00	0,65	0,31	–
0,20	0,72	0,47	0,23	–
0,25	0,56	0,36	0,18	–
0,30	0,45	0,30	0,14	–
0,35	0,37	0,24	0,12	–
0,40	0,32	0,20	0,10	–
0,45	0,27	0,17	0,08	–
0,50	0,23	0,15	0,07	–

Очевидно, что для повышения достоверности расчетов и установления единого МПИ для данного СИ следует найти функцию, в которой определены как экономические, так и технические показатели с учетом характеристик эксплуатационной надежности. Если это не удастся сделать из-за отсутствия данных или сложности математического моделирования, следует воспользоваться алгоритмом сравнения, приведенным на рис. 6.

Здесь в блоках 1 и 2 рассчитывают МПИ на основе экономического $\tau_{\text{э}}$ и технико-эксплуатационного $\tau_{\text{ти}}$ принципов. Сравнивают их в блоке 3. Если $\tau_{\text{э}} < \tau_{\text{ти}}$, то за МПИ принимают $\tau_{\text{э}}$. Если это условие не выполняется, то в блоке 4 определяют показатели n_i состояния СИ (например, вероятность безотказной работы, производительность, уровень качества и т. п.) на основе экономического и технико-эксплуатационного подходов. Сравнение разных n_i в блоке 5 с заранее заданным значением ε этого показателя дает однозначное решение о принимаемом МПИ.

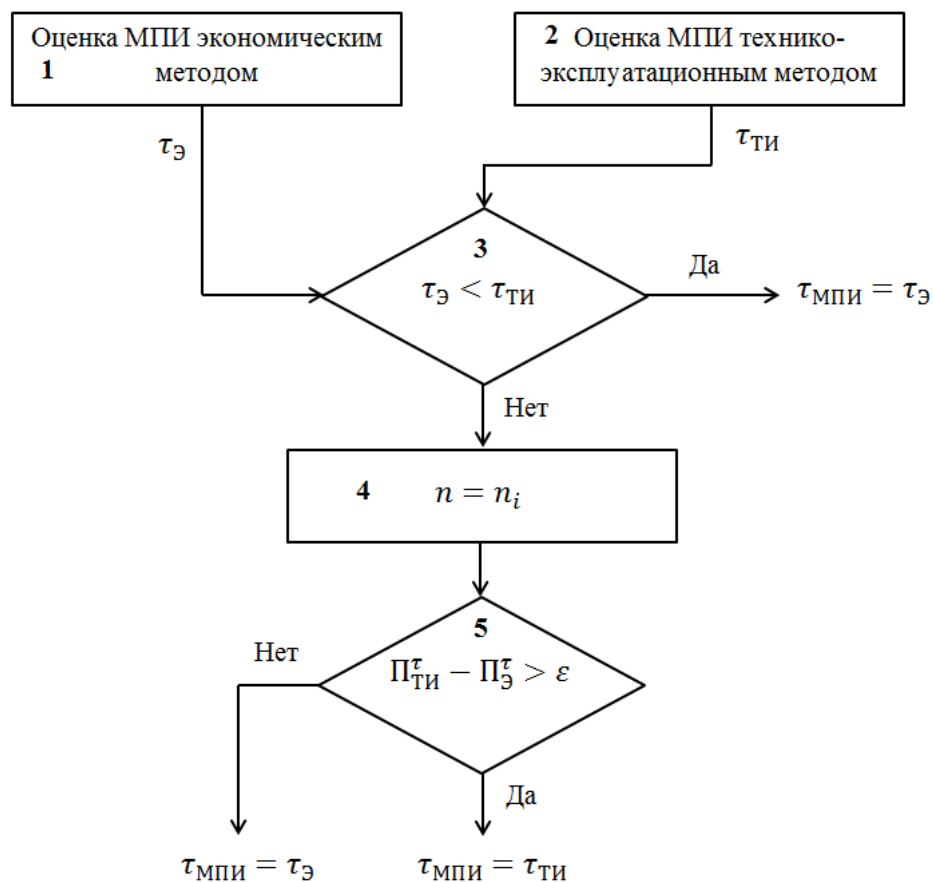


Рис. 6. Алгоритм назначения МПИ со смешанным подходом

Расчетные значения МПИ приводят в соответствии с нормированным рядом: [0,25; 0,50; 0,75; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0; 9,0; 12,0] K (в месяцах), где K – целое положительное число. Этот ряд справедлив как для работающих СИ, так и для СИ, находящихся на хранении.

2.6. Современные (новые) требования к поверке СИ

Приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации № 1815 от 02.07.2015 г. введен новый документ «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». С этого момента отменены следующие нормативные документы:

1) ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений»;

2) ПР 50.2.007-2001 «ГСИ. Поверительные клейма».

Рассмотрим основные отличия нового документа от старых.

1. Термин «знак поверки» включает в себя и поверительное клеймо, и сам знак поверки. Выполненный в виде наклейки, он абсолютно равнозначен поверительному клейму. Таким образом, результаты поверки СИ удостоверяются знаком поверки, и (или) свидетельством о поверке, и (или) записью в паспорте (формуляре) СИ, заверяемой подписью поверителя и знаком поверки, конечно же, если результат поверки положителен.

2. Во всем тексте документа отсутствует упоминание о графике поверки. Вместе с ПР 50.2.006-94 отменены: форма графика поверки, процедура подготовки графика и его согласования с органом государственного регионального центра метрологии (ГРЦМ). Тем не менее для аккредитованных лиц график поверки служит подтверждением выполнения одного из критериев аккредитации (см. приказ Минэкономразвития № 326 от 30.05.2014 г.).

Форма графика поверки и процедура его согласования с поверяющей организацией (в том числе с ГРЦМ) по-прежнему определяются договором между ней и заявителем, в котором также следует учесть ответственность поверяющей организации за сохранность СИ при поверке, так как порядком поверки этот вопрос теперь не регулируется.

Показатели точности, межповерочный интервал, а также методика поверки каждого типа СИ по-прежнему устанавливаются при утверждении типа СИ.

3. Отменена возможность корректировки межповерочных интервалов, которая ранее проводилась совместно ГРЦМ и юридическими лицами – владельцами СИ.

Сравнение объектов регламентирования: ПР 50.2.006-94 и приказа Минпромторга № 1815 – приведено в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительные требования документов

ПР 50.2.006-94	Приказ № 1815
График поверки и его обязательное согласование в ГРЦМ	–
Поверительное клеймо	Знак поверки
Результат поверки – подтверждение пригодности/непригодности СИ к применению	Поверка СИ выполняется в целях подтверждения их соответствия установленным метрологическим требованиям
Корректировка межповерочных интервалов	–
Поверка первичная, периодическая, внеочередная, инспекционная	Поверка первичная, периодическая (в том числе внеочередная)
Ответственность за сохранность СИ при поверке	–
Свидетельство при поверке (ИНН владельца)	Свидетельство при поверке (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ)

4. Информация о предоставлении СИ на поверку теперь в наглядной и доступной форме должна быть доведена до сведения заявителя и размещена в сети Интернет. В документе указано постановление Правительства РФ № 25 от 20.04.2010 г., которое действовало и ранее, но в ПР 50.2.006-94 упомянуто не было. Данное постановление содержит перечень СИ, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений государственными региональными центрами метрологии.

Основные правила предоставления СИ на поверку остались без изменений.

5. Обращено внимание на пользователей тех СИ, которые предназначены для измерений (воспроизведения) нескольких величин или имеют несколько поддиапазонов измерений, но возможности которых используются не в полном объеме. Периодическую поверку данных

СИ допускается проводить для меньшего числа величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений на основании оформленного в произвольной форме письменного заявления владельца СИ при наличии соответствующих указаний в методике поверки. Какие указания «соответствующие», из постановления не следует, поэтому, как и прежде, главное в данной ситуации – наличие письменного заявления владельца СИ.

6. В свидетельстве о поверке теперь отсутствует ИНН владельца СИ, что затрудняет документооборот между поверяющей организацией и заказчиком. При этом появился регистрационный номер СИ в Федеральном информационном фонде по ОЕИ.

Свидетельство о поверке СИ должно содержать:

- номер свидетельства о поверке;
- наименование, тип, модификацию, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по ОЕИ (если в состав СИ входят несколько автономных измерительных блоков, то приводятся их перечень и заводские номера), серию и номер знака предыдущей поверки (если такие серия и номер имеются);
- наименование документа, на основании которого выполнена поверка;
- перечень влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки, с указанием их значений;
- заключение о пригодности СИ (эталона);
- знак поверки.

При наличии требования в методике поверки на оборотной стороне свидетельства указывают метрологические характеристики СИ.

7. Результат поверки (помимо свидетельства) – знак поверки. Как уже было сказано, он может представлять собой отпечаток клейма или наклейку.

На рис. 7 представлен пример поверительного клейма аккредитованного юридического лица с расшифровкой всех используемых обозначений.

Перечень условных шифров поверяющих организаций указан в Федеральном информационном фонде по ОЕИ.

Условный шифр наносится:

- для государственных региональных центров метрологии – двумя прописными буквами основного шрифта русского алфавита (АБ, АВ, АГ и т. д.);

– государственных научных метрологических институтов – одной буквой русского алфавита (А, Б, В и т. д.);

– юридических лиц и индивидуальных предпринимателей – тремя буквами русского алфавита (ААБ, МВ, ААГ и т. д.).

За поверителем могут закрепляться персональные клейма, имеющие индивидуальный знак поверителя.

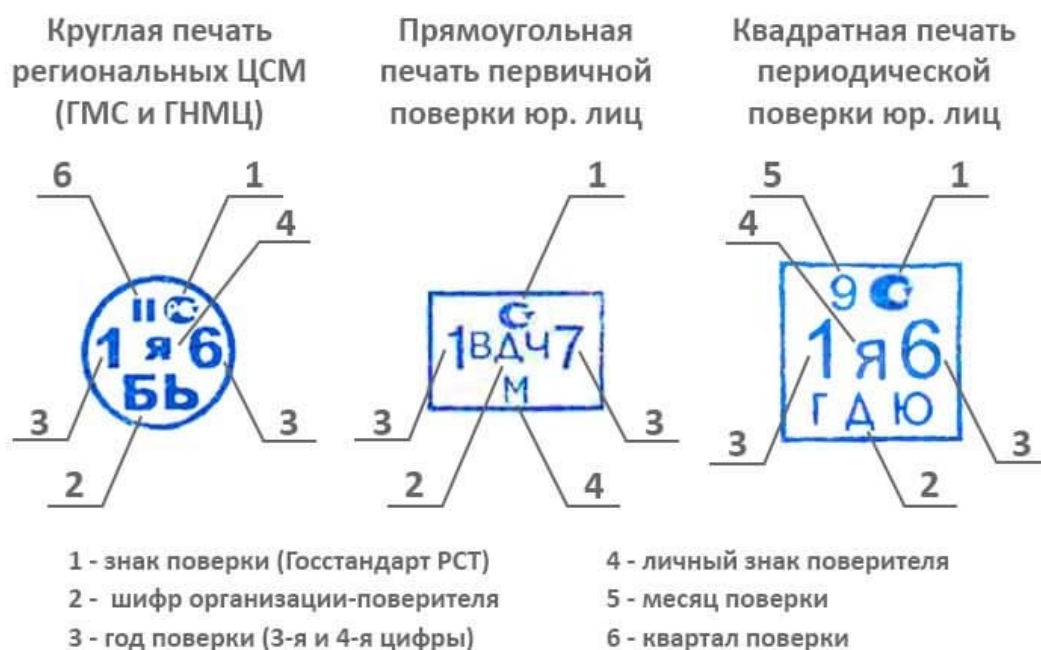


Рис. 7. Пример поверительного клейма аккредитованного юридического лица

Еще одно новшество порядка поверки – указание на постановление Правительства РФ № 311 (далее – Постановление), позволяющее при проведении поверки признавать результаты калибровки.

В соответствии с Постановлением срок действия свидетельства о поверке определяется исходя из интервала между поверками, установленного при утверждении типа СИ, и исчисляется с даты проведения калибровки, указанной в сертификате калибровки. На обратной стороне свидетельства о поверке должно быть указано, что поверка СИ проведена на основании признания результатов калибровки в соответствии с Постановлением. Для признания при поверке СИ результатов калибровки заявитель направляет исполнителю заявку с приложением сертификата калибровки.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятия «поверка СИ». Каковы цели поверки?
2. Какие СИ подлежат обязательной государственной поверке?
3. Назовите основные виды поверок.
4. Что такое периодическая поверка СИ?
5. Что означает сертификация СИ?
6. Какие требования предъявляются к поверителю?
7. Назовите основные методы поверки.
8. Что такое поверительное клеймо?
9. На какие виды подразделяются эталоны?
10. Что такое поверочная схема и для какой цели она составляется?
11. В чем отличие государственных поверочных схем от локальных?
12. Каким образом происходит передача размера единицы величины?
13. Как организована поверочная деятельность в РФ?
14. Каковы новые требования к поверке СИ?

Глава 3. КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

3.1. Общие положения

Средства измерений, не подлежащие поверке (для которых государственный метрологический контроль и надзор не обязательны), для обеспечения их метрологической исправности могут подвергаться калибровке при выпуске их из производства или ремонта, при импорте, эксплуатации, прокате и продаже.

Процедура очень похожа на поверку. Калибровка тоже включает в себя ряд последовательных действий, цель которых – определение точных значений метрологических показателей. Результат калибровки – разрешение или запрещение последующего использования СИ.

Процедура калибровки не имеет индивидуально разработанных схем, поэтому проводится по параметрам поверки. Средства измерений, которые прошли процедуру калибровки, подтверждаются нанесением на них специального знака соответствия. Для документального подтверждения организация, которая провела процедуру, может выдать специальный сертификат.

Калибровка – совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и (или) пригодности к применению средства измерений, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору (Р РСК 002-06 «Российская система калибровки. Основные требования к методикам калибровки, применяемым в Российской системе калибровки»).

По результатам калибровки определяют *действительное* значение измеряемой величины, показываемое данными СИ, или поправки к его показаниям. Можно оценить погрешность СИ и ряд других метрологических характеристик.

Калибровка – это добровольная операция, которую может выполнять метрологическая служба (если таковая имеется) любого предприятия, однако добровольность проведения калибровки не подразумевает под собой освобождения метрологической службы предприятия от соблюдения всех необходимых требований, главное из которых – это обязательная «привязка» рабочего измерительного устройства к государственному (национальному) эталону. Таким образом, процесс калибровки можно охарактеризовать как составную

часть государственной системы, обеспечивающей единство измерений. А с учетом того, что национальная система гарантирования единства измерений гармонизована с международными нормами и правилами измерений, калибровка включена в мировую систему, обеспечивающую единство измерений.

Принципиальное отличие калибровки от поверки состоит в следующем: при калибровке определяются и подтверждаются действительные характеристики СИ, а при поверке определяется и подтверждается соответствие СИ установленным требованиям. Исходя из этого, результаты калибровки могут быть более информативны, чем результаты поверки. Однако на практике и поверка, и калибровка проводятся с использованием эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц величин, при этом для калибровки используются поверочная схема и методики поверки.

Калибровка СИ проводится метрологическими службами юридических лиц с использованием средств калибровки – эталонов, соподчиненных государственным эталонам единиц физических величин. Метрологические службы должны обеспечить передачу размера единиц от государственных эталонов калибруемым средствам измерений. Результаты калибровки средств измерений удостоверяются калибровочным знаком, наносимым на средства измерений, или сертификатом о калибровке, а также записью в эксплуатационных документах.

Примечание: существуют и другие виды калибровки, такие как настройка и юстировка (например, у электронных весов).

В структуре Росстандарта для проведения калибровочных работ создан специальный орган – Российская система калибровки (РСК) – как совокупность субъектов деятельности и калибровочных работ, направленных на обеспечение единства измерений в сферах, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

Выполняющие калибровку СИ юридические лица и индивидуальные предприниматели в добровольном порядке могут быть аккредитованы в области обеспечения единства измерений.

Калибровка заменила ранее существовавшую в нашей стране ведомственную поверку и метрологическую аттестацию средств измерений. В отличие от поверки, которую осуществляют органы Государственной метрологической службы, калибровка может проводиться любой метрологической службой (или физическим лицом) при наличии надлежащих условий для квалифицированного выполнения

этой работы. Калибровка – добровольная операция, и ее может выполнить также и метрологическая служба самого предприятия. Это еще одно отличие от поверки, которая, как уже сказано выше, обязательна и подвергается контролю со стороны органов ГМС.

Однако добровольный характер калибровки не освобождает метрологическую службу предприятия от необходимости соблюдать определенные требования. Главное из них – прослеживаемость, т. е. обязательная «привязка» рабочего средства измерений к национальному (государственному) эталону. Таким образом, функцию калибровки следует рассматривать как составную часть национальной системы обеспечения единства измерений.

Выполнение указанного требования («привязки» к эталону) важно и с другой точки зрения: измерения – это неотъемлемая часть технологических процессов, они непосредственно влияют на качество продукции. В этой связи результаты измерений должны быть сравнимы, что достигается только передачей размеров единиц от государственных эталонов к рабочим СИ и соблюдением норм и правил законодательной метрологии. Доверие к продавцу продукции подкрепляется сертификатами о калибровке средств измерений, выданными от имени авторитетной национальной метрологической организации.

Внедрение калибровки в России имеет свои особенности. В западных странах калибровочные работы расширялись и развивались, вырастая из потребностей повышения конкурентоспособности продукции, при этом поверке (как обязательной процедуре) подлежала довольно ограниченная номенклатура средств измерений. В России же калибровка – продукт разгосударствления процессов контроля за исправностью приборов. Отказ от всеобщей обязательности поверки вызвал к жизни процедуру калибровки. Такой процесс либерализации метрологического контроля не всеми приветствуется и не проходит гладко. Метрологам как Государственной метрологической службы, так и метрологических служб предприятий приходится переходить от привычных, отработанных десятилетиями форм взаимодействия к новым отношениям.

Итак, основной целью организации и проведения калибровки СИ является обеспечение единства и требуемой точности измерений при производстве и эксплуатации СИ. Калибровочная деятельность реализуется метрологическими службами предприятий, аккредитованными в установленном порядке. Контроль за калибровочной дея-

тельностью метрологических служб предприятий осуществляют организации, аккредитовавшие данную метрологическую службу на право калибровки СИ.

Правовые основы калибровки средств измерений определяются ст. 23 закона РФ «Об обеспечении единства измерений». Закон устанавливает границы применения калибровки: «средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже». Согласно закону, заинтересованные метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ. Порядок аккредитации устанавливается Госстандартом России. В целях реализации этого положения на основе анализа организации национальных калибровочных служб Англии, США, ФРГ и других стран, а также в соответствии с руководствами ИСО/МЭК, стандартами EN 45001, 45002, 45003 и системой сертификации ГОСТ Р разработан документ ПР 50.2.018-95 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ».

Указанный документ устанавливает:

- порядок регистрации аккредитующих органов, порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц и требования к ним;
- формы контроля за аккредитованными метрологическими службами, порядок аннулирования аттестата аккредитации, правила ведения реестра РСК.

В становлении и развитии российской калибровочной службы проблему составляет ее нормативное обеспечение. Практически пока не существует методик калибровки, не установлены межкалибровочные интервалы с учетом конкретных групп приборов, не разработаны нормативы по стоимости калибровочных работ. Но вместе с тем внедрение и развитие калибровочных работ в России началось с временного применения достаточно хорошо разработанной ранее нормативной базы метрологической аттестации и поверки.

Межкалибровочным интервалом аналогично понятию межповерочного интервала называют календарный промежуток времени, по истечении которого средство измерений должно быть направлено на калибровку независимо от его технического состояния.

Различают три вида межкалибровочных (межповерочных) интервалов:

– единый для всех средств измерений данного типа интервал, устанавливаемый на основе нормативных документов на этот тип средств измерений. В этом случае межповерочный (межкалибровочный) интервал определяется Госстандартом РФ при утверждении типа средства измерений по результатам испытаний. При этом учитываются показатели метрологической безотказности и среднее значение времени использования средств измерений в нормальных условиях;

– интервал, установленный в соответствии с конкретными условиями эксплуатации средств измерений данного типа в организациях и на предприятиях. Если назначенный интервал не совпадает с указанным в нормативных документах на данный тип средств измерений, его величину следует согласовать с Госстандартом или аккредитованной им ведомственной метрологической службой. Для средств измерений, которые не подлежат госнадзору, межкалибровочный интервал определяется по решению метрологической службы юридического лица;

– интервалы для средств измерений, предназначенных для ответственных измерительных операций, например измерений, связанных с безаварийной работой атомных электростанций, газопроводов и т. п.

Индивидуальные интервалы предусмотрены также для вторичных и разрядных эталонов. Третий вид интервалов связан с учетом календарного времени эксплуатации средств измерений, так как из-за старения их деталей и узлов возрастают погрешности, что обуславливает сокращение межповерочных интервалов. Согласование назначенных интервалов аналогично описанному для второго вида. Общее для всех видов межповерочных (межкалибровочных) интервалов – учет показателей метрологической безотказности средств измерений, в частности такой ее составляющей, как средняя наработка на метрологический отказ. Этот показатель может быть определен в процессе испытаний средства измерений, по результатам которых рассчитывают время достижения наименьшего заданного значения вероятности отказа. Это время и служит основой для установления межповерочного (межкалибровочного) интервала.

Результаты калибровки средств измерений, выполненной аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами или индивидуальными пред-

принимателями, могут быть использованы при поверке средств измерений в порядке, установленном федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в области обеспечения единства измерений. «Положение о признании результатов калибровки при поверке СИ в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений» утверждено постановлением Правительства России № 311 от 02.04.2015 г.

Результат калибровки позволяет либо присвоить значения измеряемых величин показаниям, либо определить поправки к показаниям.

Положение, при котором *государственная* функция осуществляется с привлечением *частной организации*, вполне соответствует международной тенденции, озвученной в МД 16 МОЗМ «Принципы обеспечения метрологического контроля». При этом указывается, что при необходимости *частная организация* обязана предоставить государственному органу все интересующие его сведения о ресурсах, имеющихся для выполнения оговариваемых работ, и обеспечить беспрепятственный доступ компетентным в данном виде работ представителям государственного органа к месту проведения работ с целью проверки правильности их проведения и соблюдения установленных требований.

Документом, определяющим отношения между юридическим лицом (индивидуальным предпринимателем), осуществляющим калибровку СИ (Сторона 1), и органом, имеющим полномочия от государства по выполнению государственной функции поверки СИ (Сторона 2), может быть соглашение о признании результатов калибровки при поверке СИ. Данное соглашение должно утверждаться руководителями обеих сторон.

Введение в действие изложенного порядка применения результатов калибровки при поверке СИ выгодно всем: калибровщикам – потому что не ограничивает их сферу деятельности; поверителям – потому что позволяет осуществлять поверку СИ, используя не только свои технические возможности; пользователю СИ – потому что у него появляется больше возможностей для более выгодного и оперативного решения своих проблем. Наконец, это выгодно и всем тем, ради кого установлены обязательные требования к измерениям и очерчена сфера государственного регулирования в области обеспечения един-

ства измерений, – гражданам и государству в целом, так как позволяет обеспечить поверкой все те СИ, которые по тем или иным причинам (недоступность, финансовые затраты, отсутствие технических возможностей у ЦСМ) не были обеспечены поверкой.

В реальных условиях нередко наряду с калибровкой и поверкой осуществляют операции градуировки. *Градуировка* – экспериментальное определение градуировочной характеристики СИ, т. е. установление соответствия между входным сигналом измерительной информации и показанием прибора. При градуировке либо размечается шкала показаний прибора, либо определяются поправки к каждому делению шкалы. Например, весы, используемые на рынках, регулярно проверяют относительно стандартных весов. Если они работают в указанных пределах погрешности, их опломбируют. Пломба указывает на соответствие законодательным требованиям. Весы, в которых предел погрешности превышен, должны быть отрегулированы и только затем опломбированы. Если регулировка невозможна, их либо конфискуют, либо удаляют пломбу, подтверждающую корректность их работы. Это значит, что весы больше не соответствуют законодательным требованиям. Простые измерительные устройства часто проверяют без определения точных значений погрешности, вынося решение: годен ли инструмент для использования или нет, что зависит от того, находится ли его погрешность в пределах, установленных спецификацией.

Регулировка может быть автоматической, полуавтоматической или ручной. Многие инструменты могут быть «обнулены» поворотом потенциометра или другого устройства. Некоторые инструменты имеют встроенные устройства для регулировки чувствительности до правильного значения. Такое устройство может, например, быть эталонным весом в электронных весах.

3.2. Организация и порядок проведения калибровки

Метрологическая служба для организации и проведения калибровочных работ должна располагать средствами калибровки, персоналом, помещениями.

Метрологическая служба должна иметь средства калибровки, отвечающие требованиям нормативных документов по калибровке и соответствующие области аккредитации. Средства калибровки

должны содержаться в условиях, обеспечивающих их сохранность и защиту от повреждений. Потребность метрологических служб (калибровочных лабораторий) в средствах калибровки определяется по МИ 2314-94 «Кодификатор групп средств измерений».

Метрологическая служба должна иметь актуализированную документацию, включающую в себя: положение о метрологической службе (калибровочной лаборатории); аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ; должностные инструкции; графики поверки средств калибровки; графики калибровки средств измерений; нормативно-технические документы на калибровку (поверку, методики, инструкции, методические указания и т. д.); техническое описание и инструкции по эксплуатации на средства калибровки и средства измерений; паспорта на средства измерений и средства калибровки; документы, определяющие порядок учета и хранения информации и результатов калибровки (протоколы, рабочие журналы, отчеты и т. п.); документы об образовании и аттестации специалистов, выполняющих калибровку средств измерений (дипломы, свидетельства, сертификаты, удостоверения); акты о состоянии производственных помещений.

Метрологическая служба должна иметь систему обеспечения качества, соответствующую ее деятельности в области калибровки и объему выполняемых работ.

К персоналу калибровочных лабораторий предъявляются следующие требования. Специалисты метрологической службы должны иметь профессиональную подготовку и опыт калибровки средств измерений в заявленной области аккредитации. Для каждого специалиста должны устанавливаться функции, обязанности, права и ответственность, требования к образованию, техническим знаниям и опыту работы, что должно быть отражено в должностной инструкции. Специалист, выполняющий калибровку СИ, должен быть аттестован в установленном порядке. Подготовка и аттестация персонала должна осуществляться в соответствии с требованиями РД 34.11.112-96 «Методические указания. Порядок аттестации персонала метрологических служб (калибровочных лабораторий) предприятий электроэнергетики на право выполнения калибровочных работ».

Калибровочные лаборатории должны соответствовать по производственной площади, состоянию и обеспечиваемым в них условиям требованиям применяемых нормативно-технических документов по ка-

либровке, санитарным нормам и правилам, требованиям безопасности труда и охраны окружающей среды. Потребность метрологических служб (калибровочных лабораторий) в производственных площадях определяется по МИ 670-84 «Методические указания. Определение потребности поверочных подразделений в производственных ресурсах».

Возможны следующие варианты организации калибровочных работ:

- предприятие самостоятельно организует у себя проведение калибровочных работ и не аккредитуется ни в какой системе;

- предприятие, заинтересованное в повышении конкурентоспособности продукции, аккредитуется в Российской системе калибровки на право проведения калибровочных работ от имени аккредитовавшей его организации;

- предприятие аккредитуется в РСК с целью выполнения калибровочных работ на коммерческой основе;

- предприятия, аккредитовавшиеся на право поверки средств измерений, одновременно получают аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ по тем же видам (областям) измерений;

- метрологические институты и органы Государственной метрологической службы регистрируются в РСК одновременно как органы аккредитации и как калибровочные организации;

- предприятие аккредитуется в качестве калибровочной лаборатории в зарубежной калибровочной службе открытого типа.

Виды калибровки СИ предусматривают первичную, периодическую и внеочередную калибровку. Первичной калибровке подлежат СИ при выпуске из ремонта и при ввозе по импорту. Периодическую калибровку должны проходить все СИ через определенные межкалибровочные интервалы, кроме СИ, находящихся на длительном хранении. Средства измерений, находящиеся в эксплуатации (на хранении), могут подвергаться внеочередной калибровке при повреждении калибровочного клейма или в случае утери сертификата о калибровке; при вводе в эксплуатацию СИ после длительного хранения (более одного межкалибровочного интервала); при неудовлетворительной работе СИ.

Результаты калибровки СИ удостоверяются калибровочным клеймом, сертификатом о калибровке, оформлением протокола, записью в паспорте. Форма калибровочного клейма установлена РД 153-34.0-11.411-98 «Положение о калибровочных клеймах». Форма сертификата о калибровке приведена на рис. 8.

_____ (наименование акционерного общества)

_____ (наименование метрологической службы энергопредприятия)

СЕРТИФИКАТ № _____

О КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Срок действия до _____

(число, месяц, год)

№ _____

(наименование средства измерений)

Тип _____
Предел измерений _____
Принадлежит _____
Год выпуска _____
Действительные значения метрологических характеристик _____

На основании результатов калибровки признан годным и допущен к применению в пределах действительных значений метрологических характеристик

Место калибровочного знака	Главный метролог или специалист, проводивший калибровку
(подпись)	_____ (инициалы, фамилия)

«__» _____ 20.... г.

Рис. 8. Форма сертификата калибровки

Если СИ по результатам калибровки признано непригодным к применению, калибровочное клеймо гасится, сертификат о калибровке аннулируется, делаются соответствующие записи в паспорте и СИ направляется на ремонт. В случае непригодности СИ к ремонту выдается справка на списание с указанием конкретных причин непригодности.

Примечание. Допускается устанавливать другой класс точности или предел основной погрешности на СИ, если метрологические характеристики калибруемого СИ не соответствуют установленным техническим требованиям. Область применения таких СИ определяется потребителем.

Протоколы с результатами калибровки хранятся не менее срока периодичности калибровки, установленного для данного СИ.

Таким образом, калибровка, результаты которой могут быть признаны при проведении поверки, должна быть проведена юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем, аккредитованным на проведение калибровки СИ в соответствии с законодательством РФ об аккредитации в национальной системе аккредитации.

При поверке СИ признают результаты калибровки:

- если они соответствуют значениям метрологических и технических характеристик этого типа СИ, приведенным в его описании;
- срок, прошедший с даты проведения последней калибровки средства измерений, не превышает интервал между поверками средства измерений, установленный при утверждении типа этого СИ.

Основаниями для непризнания результатов калибровки при поверке СИ являются несоответствие требованиям к результатам калибровки и (или) сроку, прошедшему с даты проведения последней калибровки СИ, что указано в п. 10 постановления Правительства РФ № 311 от 02.04.2015 г.

3.3. Организация Российской системы калибровки

На сегодняшний день еще не определены предпочтительные варианты организации калибровочного дела в России. Но о принципах организации РСК уже можно говорить. Российская система калибровки базируется на таких принципах, как добровольность вступления; обязательная передача размеров единиц от государственных эталонов рабочим средствам измерений; профессионализм и техническая компетентность субъектов РСК; самокупаемость.

Основным стимулом вступления в РСК должно быть стремление к возрастанию степени доверия потребителей к показателям качества продукции. Активизирует этот процесс и развивающаяся в стране система аккредитации испытательных лабораторий, которая охватывает и калибровочные организации. Кроме того, членство в РСК обеспечивает надлежащее информационное обеспечение калибровочной деятельности. Самокупаемость РСК рассматривается как вполне реальный принцип, поскольку потребность в точных и достоверных результатах измерений возрастает.

Необходимость создания РСК диктуется следующими доводами. Известно, что измерения – это вид деятельности, требующий време-

ни, квалифицированного персонала, дорогостоящего оборудования, но при этом, как правило, не увеличивающий количество производимой продукции, а скорее удорожающий ее. Перед изготовителями продукции всегда стоит задача минимизации измерительных процедур, особенно повторных и дублирующих. К таким процедурам относится входной контроль сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий при условии, что они прошли выходной контроль на предприятии-поставщике. Чтобы не осуществлять входной контроль, надо доверять результатам чужого выходного контроля. Так появилась потребность в третьем, независимом, компетентном лице, которое, во-первых, установит общие правила осуществления деятельности по калибровке средств измерений, во-вторых, оценит и подтвердит компетентность в выполнении этих работ. Чтобы обеспечить взаимное доверие к результатам измерений, а следовательно, и результатам калибровки средств измерений, в чем были заинтересованы изготовители и потребители любой продукции, продавцы и покупатели товаров, создавались национальные калибровочные службы. Иначе говоря, у субъектов могут быть противоположные интересы в отношении результатов измерений. И именно общие требования и «третейский», независимый, судья обеспечивают доверие к результатам их деятельности.

Зачастую любые ведомственные (отраслевые) системы калибровки в лучшем случае решают задачу унификации деятельности по калибровке средств измерений и обеспечения доверия «внутри» ведомства. Но никак не вне его. Интересы потребителя деятельности этого ведомства могут не только не приниматься в расчет, но и быть ущемлены.

В законе РФ «Об обеспечении единства измерений» появилась статья «Калибровка средств измерений», в которой сказано, что средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже. В следующем пункте данной статьи говорится: «На основе договоров, заключаемых с государственными научными метрологическими центрами или органами Государственной метрологической службы, заинтересованные метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ. В этих случаях аккредитованным метрологическим службам юридических лиц предоставляется право выдавать сертификаты о калибровке от имени органов и организаций, которые их аккредитовали».

Отдельные положения нормативно-правовых актов, таких как ПР 50.2.016-94 «ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ», ПР 50.2.017-95 «ГСИ. Положение о Российской системе калибровки», ПР 50.2.018-95 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ», вошли в закон «Об обеспечении единства измерений». В результате в Российской системе калибровки появилось более сотни равноправных аккредитующих органов, координацию деятельности которых осуществлял ВНИИМС.

В настоящее время, согласно ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», только один орган подтверждает соответствие калибровочной лаборатории установленным требованиям – ВНИИМС. Основная задача ВНИИМС – организация деятельности метрологических служб юридических лиц.

Российская система калибровки – совокупность добровольно объединившихся юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых в части организации и выполнения калибровочных работ направлена на обеспечение единства измерений в стране вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений и осуществляется в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами.

Основная цель функционирования РСК – это создание условий для международного признания результатов калибровки и обеспечение доверия к качеству выполнения калибровочных работ со стороны клиентов и партнеров юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, зарегистрированных в РСК и осуществляющих калибровочную деятельность в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами.

Деятельность Российской системы калибровки ни в коей мере не дублирует деятельность Росаккредитации по аккредитации на техническую компетентность в выполнении калибровочных работ. Основная задача Росаккредитации – констатация соответствия калибровочной лаборатории критерию аккредитации. Основная задача РСК – оказание помощи в достижении соответствия требованиям РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Эксперты органов по аккредитации в соответствии с международными правилами не имеют права консультировать аккредитуемые лаборатории, они должны быть морально и материально независимы от субъекта аккредитации (индифферентны к нему). Эксперты РСК приме-

няют все свои знания и опыт, чтобы оказать максимальную помощь калибровочным лабораториям в организации их калибровочной деятельности с целью достижения соответствия установленным в РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 требованиям. Причем это делается не только во время процедуры оценки и подтверждения компетентности, но и на всем протяжении действия свидетельства о регистрации в РСК.

Российская система калибровки строится на следующих принципах:

- 1) добровольность вступления;
- 2) обязательность передачи размеров единиц от государственных эталонов рабочим СИ;
- 3) техническая компетентность;
- 4) самоокупаемость.

Структура РСК приведена на рис. 9.



Рис. 9. Структура РСК

Субъекты РСК:

– государственные научные метрологические центры (метрологические институты Росстандарта) и органы Государственной метрологической службы, зарегистрированные в РСК как аккредитующие органы, имеющие право аккредитовать метрологические службы юридических лиц на право калибровки средств измерений;

– Росстандарт – центральный орган РСК, координирующий деятельность субъектов РСК;

– ВНИИМС, осуществляющий функции по организационному, методическому и информационному обеспечению деятельности РСК;

– совещательный орган РСК – Совет РСК, образованный Росстандартом для формирования и обсуждения решений центрального органа РСК по вопросам технической политики.

Правовые основы калибровки СИ определяются ст. 23 закона РФ «Об обеспечении единства измерений».

Основой РСК служат аккредитованные метрологические службы юридических лиц, обязанные соблюдать требования к выполнению калибровочных работ и обеспечивать их качество, соответствовать требованиям аккредитации, проводить калибровку только по тем областям измерений, которые входят в область аккредитации, а также поверять свои эталоны в установленные сроки. Деятельность РСК регулируется правилами ПР 50.2.016-94 и ПР 50.2.017-95. К основным направлениям деятельности РСК относят:

– регистрацию органов, осуществляющих аккредитацию метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ;

– аккредитацию метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ;

– калибровку средств измерений;

– инспекционный контроль за соблюдением аккредитованными метрологическими службами требований к проведению калибровочных работ – контроль, осуществляемый уполномоченным лицом или метрологическим органом с целью установления того, что средство измерений соответствует заданным требованиям, подтвержденным при поверке.

Основные требования к выполнению калибровочных работ устанавливаются в Руководстве по качеству организации и выполне-

нию калибровочных работ. Оно предусматривает следующие разделы: политика в области качества, область деятельности, средства калибровки и документация, персонал и помещения.

Средства, применяемые для калибровки СИ (рабочие эталоны), должны быть соподчинены государственным эталонам, т. е. иметь действующие свидетельства о поверке. Существенно и то, что при рассмотрении споров в суде, арбитражном суде, государственных органах управления РФ результаты калибровки, оформленные надлежащим образом, могут быть использованы в качестве доказательства.

Предприятие – собственник СИ само определяет номенклатуру СИ, охватываемых сферой государственного метрологического контроля и надзора. Иными словами, не все СИ, прошедшие испытания с целью утверждения типа, должны обязательно поверяться. Часть их может калиброваться без права применения в сферах ГМКиН до возобновления их поверки.

Календарный промежуток времени, по истечении которого СИ должно быть направлено на калибровку независимо от его технического состояния, называют межкалибровочным интервалом.

Необходимость установления межкалибровочного периода утверждает РМГ 74-2004 «ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений»: «В процессе испытаний апробируется методика калибровки СИ. Методика должна содержать рекомендации по установлению межкалибровочного интервала». Логически непротиворечивый вывод из изложенного состоит в том, что по результатам калибровки владельцу СИ можно рекомендовать срок следующей калибровки (межкалибровочный интервал времени), если сам владелец в этом заинтересован и если для этого у калибровочной лаборатории есть основания (данные о долговременной стабильности данного конкретного экземпляра СИ). Но никакой юридической ответственности за несоблюдение этого срока и за поведение СИ в течение этого срока владелец и лаборатория, выполнившая калибровку, не несут.

В рамках РСК разработаны рекомендации, которые соответствуют требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 и устанавливают основные требования к построению, содержанию, порядку утверждения и регистрации испытательных лабораторий, а также к оценке пригодности методик калибровки, применяемых в Российской системе калибровки.

3.4. Методология калибровки

Методика калибровки – документ, регламентирующий процедуру проведения калибровки.

Сертификат о калибровке – документ, удостоверяющий факт и результаты калибровки средств измерений и выдаваемый организацией, осуществляющей калибровку.

По назначению методики калибровки подразделяют:

- на предназначенные для калибровки СИ, относящихся к одной или нескольким группам СИ;
- предназначенные для калибровки СИ одного или нескольких типов;

– предназначенные для калибровки единичных экземпляров СИ.

Разработчиками методики калибровки могут быть:

- научные метрологические центры или научно-исследовательские институты, специализирующиеся на разработке новых методов и СИ в конкретных областях применения;
- изготовители (разработчики) СИ;
- пользователи СИ (клиенты калибровочной лаборатории);
- калибровочные лаборатории.

В соответствии с требованиями ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 при калибровке должны использоваться методики калибровки, которые отвечают потребностям клиентов, преимущественно методики, приведенные в международных, региональных или государственных стандартах.

Основные положения по изготовлению, применению, хранению и гашению калибровочных клейм приведены в ПР РСК 002-95 «РСК. Калибровочные клейма».

При проведении совместных работ с зарубежными странами, а также в случае выдвижения данного требования заказчиком включение раздела «Неопределенность измерений» обязательно. В соответствии с РМГ 43-2001 «ГСИ. Применение “Руководства по выражению неопределенности измерений”» (далее – Руководство) существует два подхода к оцениванию параметров (характеристик) точности измерений. Один из подходов основан на терминах, применяемых в традиционной метрологии и национальных системах обеспечения единства

измерений государств – участников Шанхайской организации сотрудничества (ШОС).

Таким образом, в случае необходимости раздел «Неопределенность измерений» может быть заменен разделом «Погрешность оценки метрологических характеристик средств измерений», в котором приводятся значения и (или) процедуры определения значений погрешности оценки метрологических характеристик.

Оценка пригодности методики калибровки может быть осуществлена одним из следующих методов или их сочетанием:

- проведение калибровки с использованием эталонов или стандартных образцов с более высокими точностными характеристиками;
- сравнение результатов, полученных с помощью других признанных методик калибровки;
- межлабораторные сравнения;
- систематическое оценивание факторов, оказывающих влияние на результаты калибровки;
- оценивание неопределенности результатов калибровки на основе научного осмысления теоретических принципов метода калибровки и практического опыта.

Диапазоны и точности оценок метрологических характеристик средств измерений, определенные в процессе калибровки (так же как неопределенность результатов калибровки, чувствительность и разрешающая способность средства измерений, линейность характеристики, пределы сходимости и воспроизводимости результатов измерений, устойчивость и (или) чувствительность к внешним воздействиям и помехам и т. д.), получаемые с помощью методик калибровки, пригодность которых подтверждена как соответствующих назначению, должны удовлетворять потребностям заказчика.

Методики калибровки, оформленные в качестве самостоятельного нормативного документа и утвержденные одним из государственных научных метрологических центров, регистрируются в базе данных нормативных документов в области метрологии, ответственным за ведение которой является ВНИИМС.

По мере продвижения вверх по поверочной схеме от рабочих мер и измерительных приборов к эталонам неизбежно сокращается число мер, различных по номинальному значению, поэтому на некоторой ступени поверочной схемы разность номинальных значений

поверяемой в ближайшей к ней по разряду исходной меры иногда превышает диапазон измерения измерительного прибора соответствующей данному разряду точности. В этих случаях поверка осуществляется способом калибровки.

Калибровка, по сути, заключается в сравнении различных мер, их сочетаний или отметок шкал в различных комбинациях и вычислении по результатам сравнений значений отдельных мер или отметок шкалы, исходя из известного значения одной из них. В результате сравнения получают систему уравнений, решив которую находят действительные значения мер. Если число уравнений равно числу поверяемых мер, то действительные значения мер и погрешности их аттестации находят с помощью методов обработки результатов косвенных измерений. Однако для повышения точности аттестации мер стремятся увеличить число уравнений. Тогда действительные значения мер определяют по схеме обработки результатов совокупных измерений.

Система калибровки действует на основе ряда документов, в частности правил ПР 50.2.017-95 «ГСИ. Положение о Российской системе калибровки», ПР 50.2.016-94 «ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ», ПР 50.2.018-95 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ», Р РСК 001-95 «РСК. Типовое положение о калибровочной лаборатории», ПР РСК 002-95 «РСК. Калибровочные клейма», РМГ 115-2011 «ГСИ. Калибровка средств измерений. Алгоритмы обработки результатов измерений и оценивания неопределенности».

Следует отметить, что в рамках РСК действует рекомендация Р РСК 002-06 «Основные требования к методикам калибровки, применяемым в Российской системе калибровки», утвержденная Научно-методическим центром РСК 22 мая 2006 г. Она устанавливает основные требования к построению, содержанию, порядку утверждения и регистрации, а также к оценкам пригодности методик калибровки, применяемых в РСК. Рекомендация предназначена для аккредитующих органов РСК, метрологических служб юридических лиц, аккредитованных на право проведения калибровочных работ в РСК, а также для разработчиков методик калибровки, предназначенных для применения в РСК. Однако указанный документ разработан в соот-

ветствии с требованиями ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2000 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», принятого постановлением Госстандарта России от 7 июля 2000 г. № 183-ст, и не учитывает, что с 1 июля 2007 г. приказом Ростехрегулирования от 27 декабря 2006 г. № 506-ст введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р ИСО/МЭК 17025-2006 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий». Таким образом, требуются обновление нормативной базы, разработка новых рекомендаций, инструкций, уточнение стандартов и других документов.

Контрольные вопросы

1. Что такое калибровка СИ? В чем ее отличие от поверки СИ?
2. Кем осуществляется калибровочная деятельность?
3. Каким нормативным актом определяются правовые основы калибровки?
4. Что такое межкалибровочный интервал?
5. Какие предусмотрены виды калибровки СИ?
6. В каких случаях при поверке СИ признают результаты калибровки?
7. Каковы принципы организации Российской системы калибровки?
8. Какова основная цель функционирования РСК?
9. Назовите субъекты РСК.
10. Что такое методика калибровки?

Глава 4. СОПОСТАВЛЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ

4.1. Различия в принципах проведения поверки и калибровки

Основные формы обеспечения единства измерений – поверка и калибровка СИ. Поверка СИ – подтверждение соответствия СИ установленным обязательным метрологическим требованиям, а калибровка определяет действительные значения метрологических характеристик СИ на момент калибровки.

В случае поверки показатели точности СИ, межповерочный интервал и методику поверки устанавливает государство (Росстандарт при утверждении типа СИ) и только государство может увеличить МПИ.

Поверка и калибровка имеют одну общую черту – это проверка измерительных средств на качество их работы и точность выдаваемых результатов. Поверка дает возможность проведения аудита соответствия принятым стандартам и нормам, а калибровка – приведения СИ к определенным стандартам.

Выполнять поверку может лишь ГМС, калибровку помимо ГМС могут проводить организации и предприятия, которые не имеют аккредитации.

Поверке могут подвергаться те средства, которые внесены в государственный реестр и допущены к использованию на территории России. В иной ситуации все манипуляции сводятся к проведению калибровки. Таким образом, калибровка заменила регулярную метрологическую процедуру аттестации и ведомственную процедуру поверки.

Как уже было сказано, основное принципиальное отличие калибровки от поверки заключается в том, что калибровка не относится к процедуре подтверждения соответствия. Подтверждает соответствие только поверка, при калибровке же определяются действительные значения метрологических характеристик, и она скорее является исследовательской работой. Как правило, ввиду отсутствия специальных методик калибровка проводится по методикам поверки на калибруемые либо аналогичные им средства измерений. Однако калибровка может отличаться от поверки как в сторону упрощения, так и в сторону усложнения процедуры. При калибровке вполне правомерна

постановка задачи определения характеристик погрешности СИ только в одной точке диапазона измерений и в условиях, отличающихся от нормальных.

Приведем следующие выводы.

1. Поверка и калибровка – это две разные формы ОЕИ, первая – в области государственного регулирования, вторая – без вмешательства государства.

2. Калибровка – более тонкая форма ОЕИ.

3. Калибровка – такая же обязательная форма ОЕИ, как и поверка, отличающаяся от последней субъектами принятия решений по ОЕИ. Добровольность калибровки в федеральном законе № 102-ФЗ следует понимать как независимость принимаемых решений от государства.

4. Без поверки или калибровки метрологические характеристики СИ остаются неизвестными.

5. Вместо калибровки средства измерений, применяемые вне сферы государственного ОЕИ и имеющие утвержденный тип, по решению их владельцев могут подвергаться поверке с регулируемым МПИ в отличие от жесткого, устанавливаемого государством. Юридические лица, аккредитованные на выполнение поверки СИ, могут их калибровать в соответствии с областью своей аккредитации. В табл. 4 приведено сравнение указанных процедур.

Таблица 4

Сравнение процедур поверки и калибровки

Показатель	Поверка	Калибровка
Форма регулирования	Государственная	Ведомственная (заказчиком, изготовителем, владельцем, рынком)
Качество регулирования	Грубое (для всех одинаковое и навсегда)	Тонкое, адекватное конкретной задаче, легко изменяется
Форма оценки соответствия	Процедура подтверждения соответствия в МПИ	Процедура установления действительных значений метрологических характеристик на момент калибровки и оценка соответствия в последующем

Показатель	Поверка	Калибровка
Содержание регулирования	Установление государством (Росстандартом) показателей точности, МПИ и методики поверки (для всех одинаково и на весь срок эксплуатации)	Допустимую точность, объем и частоту калибровки определяет изготовитель продукции, владелец СИ под конкретную задачу
Степень распространения за рубежом	5 – 10 %. Исключительно для защиты от недостоверных результатов измерений	90 – 95 %
Требования к СИ	Утвержденный тип	Любое
Обязательность	Да	Да
Прослеживаемость к государственным первичным эталонам	Да	Да
Степень соответствия	Проверка соответствия СИ законодательно установленным требованиям: - проверка (оценка) технических характеристик СИ; - оценка соответствия требованиям к предельно допустимой погрешности	Определение соответствия между измеренной величиной и соответствующей величиной, воспроизводимой эталоном: - при заданных условиях окружающей среды; - в определенный день и время
Степень декларирования	Маркировка поверенного СИ, подтверждающая соответствие СИ установленным требованиям (нанесение знака поверки)	Определение (декларирование) значений отклонений или поправок и неопределенности измерений, выполненных при калибровке
Итоговый документ	Оформление свидетельства о поверке	Оформление сертификата калибровки

Рассмотрим подробнее различия процедур поверки и калибровки.

1. Поверка – это проверка соответствия СИ заявленным характеристикам в соответствии с действующим законодательством. Калибровка же определяет действительные (текущие) значения метрологических характеристик отдельно взятого СИ. То есть поверка – это

тест СИ на соответствие определенным стандартам, а калибровка – это приведение СИ к данным стандартам.

2. Поверка – обязательная процедура. Калибровка – процедура добровольная и необязательная. При поверке процедура выполнения работ регламентируется документом, который называется методикой поверки. Это может быть межгосударственный стандарт (ГОСТ ...), национальный стандарт (ГОСТ Р ...), методика, разработанная государственным научным метрологическим институтом и занесенная в информационный банк данных (МИ ...), раздел описания типа или эксплуатационной документации, представляемой разработчиком для прохождения процедуры испытаний с целью утверждения типа. Иначе говоря, никакой «свободы творчества» у поверителя в выборе методики поверки и по внесению в неё каких-либо изменений нет. Поверка должна быть защищена от каких-либо субъективных влияний. Разработчиком методики калибровки может быть разработчик СИ, калибровщик, пользователь СИ, заказчик калибровочных работ. При калибровке появляется субъект, которого нет и не может быть при поверке СИ, – клиент, заказчик калибровочных работ. Методика калибровки должна удовлетворять его требованиям и позволять находить ответы на вопросы, связанные с СИ и интересующие заказчика.

3. Поверка осуществляется исключительно силами ГМС. Калибровку кроме органов ГМС может выполнять метрологическая служба организации или предприятия, даже не имеющая соответствующей аккредитации. Калибровка частично заменила ранее существовавшие метрологическую аттестацию и ведомственную поверку измерительных приборов.

Калибровка определяет действительные метрологические характеристики, т. е. на данный момент. Результат калибровки – сертификат калибровки, в котором указаны действительные МХ. Подтверждение же МХ происходит во время поверки. В случае, если МХ не соответствуют установленным требованиям, выписывается извещение о непригодности. Если характеристики, записанные в сертификате о калибровке, не соответствуют записанным в паспорте, то можно обратиться к поставщику (производителю) за разъяснениями. Вероятно, это дефект, который можно устранить (отрегулировать, отремонтировать). Возможно, нужно заменить СИ. Но в любом случае на основании калибровки нельзя выдавать извещение о непригодности.

4. Техническое содержание процедуры калибровки может быть много меньше такового процедуры поверки, если заказчика интересуют характеристики в каком-либо узком диапазоне, в каком-либо конкретном режиме и т. п., в то время как в процессе поверки исследования проводят в более широком масштабе.

Калибровка может оказаться много объемнее поверки, если заказчика интересуют характеристики СИ, которые не охвачены процедурой поверки. Это может касаться работы СИ в нестандартных условиях, определения метрологической надежности СИ, детального рассмотрения бюджета неопределенностей и т. д. Калибровка может оказаться целой научно-исследовательской работой, достойной диссертации на получение ученой степени.

5. Документ, который выдается по результатам работы при поверке, – это свидетельство о поверке, при калибровке – это сертификат о калибровке. Главное отличие, конечно, не в названии, а в том, что в свидетельстве о поверке указывается «действительно до...», а в сертификате о калибровке этой фразы нет и не должно быть. Запись «действительно до...» должна означать, что поверитель, выполняя государственную функцию поверки и подтверждая, что данное СИ соответствует установленным требованиям, гарантирует: при правильных условиях эксплуатации СИ сохранит это свойство до указанного срока (так ли это – останется на совести поверителей и тех, кто устанавливал интервал между поверками).

Сертификат о калибровке, фиксирующий действительные значения метрологических характеристик калибруемого СИ на момент проведения калибровки в определенных условиях, не имеет ограничения срока действия, так как данная информация не изменится по прошествии любого времени. Если заказчиком калибровочных работ ставится задача определения метрологической надежности СИ, то, выполняя эту задачу, калибровщик может указать в сертификате о калибровке рекомендуемый срок проведения повторной калибровки, исходя из собственных экспериментальных исследований, информации об интервале между поверками аналогичных СИ, полученных статистических данных для определения метрологической надежности при конкретных условиях эксплуатации. То есть поверка признается в сфере законодательной метрологии безусловно, а калибровка – только после аттестации.

6. Методика калибровки может быть приспособлена к конкретным измерительным задачам, которые пользователь ставит перед СИ, а методика поверки устанавливается раз и навсегда. Если пользователю СИ надо знать, соответствует ли СИ установленным для данного типа СИ требованиям, то, естественно, калибровку надо делать по методике поверки. Тем более если в дальнейшем предполагается, что результаты калибровки должны послужить основанием для выдачи свидетельства о поверке.

До выхода в свет закона РФ «Об обеспечении единства измерений» понятие «калибровка» полностью совпадало с понятием «ведомственная поверка». Различие сейчас заключается только в том, что калибровка оказалась вне сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора. В соответствии с ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к испытательным и калибровочным лабораториям» разработчик или изготовитель СИ, калибровщик, заказчик калибровочных работ, наконец, стороннее компетентное лицо, к которому вышеперечисленные лица могли обратиться с этой задачей, могут быть разработчиками методики калибровки. Главное условие – заказчик калибровки должен быть уведомлен, по какой методике будет проводиться калибровка, а в каких-то случаях он должен согласовать её. Здесь следует иметь в виду, что при наличии разных методик калибровки результаты калибровки могут не совпадать, что может привести к конфликтным ситуациям.

7. Если понимать калибровку так, как ее понимают на Западе, то калибровка принципиально не отличается от поверки. Это не контроль метрологических характеристик, а оценивание поправки к показаниям СИ и дальнейшее применение этой поправки. По сути, это измерение, которое нельзя определить только погрешностью. Качество такого измерения характеризуется также неопределенностью. Таким образом, различие состоит в противопоставлении погрешности и неопределенности. При поверке определяется соответствие погрешности СИ требованиям в паспорте или описании типа, а при калибровке дополнительно устанавливается неопределенность. Однако если речь идет о неопределенности результата измерений, получаемого с помощью данного СИ, то не во всех случаях неопределенность результата измерений зависит только от СИ. Существует масса факторов, влияние которых ограничивается требованиями

методики измерений, наконец, следует учитывать различное влияние объектов измерений. Таким образом, результат измерений, получаемый в сравнении со значением эталона, характеризуется скорее погрешностью СИ, чем неопределенностью результата измерений. В ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 говорится о неопределенности результатов калибровки, что раньше называлось «погрешность определения погрешности». Общепринятое в настоящий момент мнение состоит в том, что в результате калибровки должна оцениваться неопределенность измерения.

8. При поверке межповерочный интервал назначается по результатам испытаний, а при калибровке – владельцем СИ.

9. Поверка не требует выполнения процедур допуска СИ в производство, а при калибровке это обязательно.

10. Требование к обеспечению испытательных и калибровочных лабораторий заложено в международном стандарте ИСО/МЭК 17025-2009. В международных документах метрологическая прослеживаемость обеспечивается только через откалиброванные СИ. Как показано выше (см. п. 1), принципиальное отличие поверки от калибровки состоит в том, что поверка определяет и подтверждает соответствие СИ установленным требованиям, а при калибровке определяются и подтверждаются действительные значения метрологических характеристик СИ. Отсюда калибровка для испытательных и калибровочных лабораторий обеспечивает более высокую точность результатов измерений, основанную на конкретных результатах измерений, в отличие от поверенных СИ, для которых установлено только то, что СИ пригодны для применения.

11. В результате процедуры измерения при поверке выявляют реальные погрешности СИ и устанавливают степень их пригодности к эксплуатации, а при калибровке выявляют действительные измеряемые параметры и неопределенность измерений.

12. Поверке подвергаются СИ, зарегистрированные в реестре ГСИ, а при калибровке это условие не обязательно.

13. При калибровке СИ пользователь сам устанавливает, с какой периодичностью, в каком диапазоне и с какой неопределенностью ему необходима калибровка. Также пользователь СИ, исходя из своих потребностей, может сам проводить периодическую калибровку согласно установленной на предприятии процедуре. В случае сомнения

относительно показаний СИ пользователь может обратиться в аккредитованные калибровочные лаборатории для проведения калибровки.

14. При поверке допустима средняя и низкая квалификация ответственных за метрологическое обеспечение. Калибровка возможна при высокой или средней квалификации ответственных за метрологическое обеспечение производств. Калибровка – процедура передачи единиц величин от государственного первичного эталона через иерархическую цепь эталонов к СИ, а поверка – это официальное подтверждение соответствия СИ установленным требованиям на основе результатов калибровки. Иными словами, поверка – это не техническая процедура (с использованием технических средств), а действие аналитического характера с последующим принятием решения о пригодности.

В качестве резюме следует отметить, что существует тесная зависимость между калибровкой СИ, испытаниями в целях утверждения типа, аттестацией методик измерений и поверкой СИ.

Действительно, что такое испытание СИ с целью утверждения типа, как не определение действительных значений метрологических характеристик СИ при различных значениях влияющих факторов? То есть это многократная калибровка СИ при вариации условий проведения калибровки. Как определить погрешность методики измерений, если не выделить из нее погрешность СИ (осуществить калибровку СИ)? Чтобы выяснить, соответствует ли СИ установленным требованиям, необходимо определить действительные значения его метрологических характеристик. Иначе говоря, в основе любого вида метрологического контроля лежит калибровка СИ.

Вопрос различий поверки и калибровки можно рассматривать с двух позиций: по закону и по сути. Согласно закону, поверка – это метрологический контроль в сфере государственного регулирования, а калибровка – тот же метрологический контроль, но вне сферы государственного регулирования. Калибровку сегодня в основном делают по методикам поверки. Но методику калибровки может разработать производитель СИ, пользователь СИ и сам калибрующий и согласовать ее с пользователем (владельцем). Методики калибровки, как правило, отличаются от имеющихся подобного рода методик поверки отношением к полученному результату. При таком подходе, поверять или калибровать СИ, разницы (кроме юридической) нет.

Добровольность проведения процедуры калибровки допускает принятие исполнителем неправильного решения. Например, у вольт-

метра класса 0,5 по результатам калибровки установлено, что МХ соответствуют классу 1,0, т. е. он не соответствует требованиям. Но это устраивает исполнителя, и он может использовать данное СИ в работе. По результатам поверки такая возможность отсутствует.

Иногда считают, что если существует стандарт на методику поверки какого-либо СИ, то оно должно поверяться, а не калиброваться. Это не так. Наличие стандарта на методику поверки говорит о том, что разработчик методики поверки был заинтересован в том, чтобы эта методика поверки имела более широкое распространение и была опубликована в ранге национального или межгосударственного стандарта. При этом Росстандарт не имел по этому поводу возражений. Никакого отношения к возможности или невозможности осуществлять калибровку данных СИ этот факт не имеет.

Кроме того, стандартизованных методик калибровки для общепотребительных средств измерений нет. Сам термин «методика калибровки» в Законе отсутствует, в связи с чем создание методик калибровки никому не поручено. Это делает невозможным техническое проведение работ по калибровке и прямо влияет на возможность аккредитации.

Аккредитация в области обеспечения единства измерений предусмотрена для поверителя в обязательном порядке, для калибровщика – в добровольном (п. 2 ст. 18). Аккредитация применительно к работам по калибровке невозможна:

- так как калибровка не указана в ограничительном перечне ст. 19 Закона;

- невозможно сформулировать область аккредитации конкретного калибровщика ввиду отсутствия легитимных нормативных документов на методики калибровки;

- невозможно (!) законодательно регламентировать критерии аккредитации, потому что калибровка осуществляется исключительно за пределами сферы государственного регулирования ОЕИ.

Отсюда деятельность по калибровке СИ должна рассматриваться не только как процедура подтверждения соответствия, но и как один из важнейших способов повышения точности результатов измерений. Потребность в калибровке отдельных экземпляров СИ устанавливается на промышленных предприятиях и в испытательных лабораториях исходя из конкретных задач повышения качества продукции.

4.2. Зарубежная концепция функций калибровки и поверки

В западноевропейской метрологической практике под калибровкой СИ понимается процедура сопоставления показаний калибруемого СИ с показаниями соответствующего эталона с целью введения поправок к показаниям калибруемого СИ и повышения тем самым точности результатов измерений с помощью откалиброванного СИ. Вопрос об объеме работ по калибровке СИ в каждом конкретном случае решается в соответствии с пожеланиями владельца СИ.

Из фундаментальных назначений операций поверки с целью подтверждения соответствия СИ метрологическим требованиям и калибровки с целью определения действительных значений метрологических характеристик СИ следует, что они часть системы метрологического обеспечения (МО) производства в сфере передачи размера единицы величины.

Калибровка как процедура прямого сравнения с эталоном в рамках концепции погрешности является фактически разновидностью поверки. Это объясняется тем, что эталоны, с которыми проводится сравнение, сами хранят не истинное, а действительное значение, характеризующее интервалом возможных погрешностей.

Стоит отметить, что определения в Законе тесно связанных терминов «поверка» и «калибровка», за исключением некоторых несущественных особенностей, почти совпадают по смыслу: это совокупность одних и тех же операций. Различие, по существу, заключается лишь в том, находятся ли испытываемые СИ в сфере государственного метрологического контроля и надзора или нет и кем выполняются соответствующие операции. На первое место выходит, следовательно, юридическая сторона законодательной метрологии.

В сфере законодательной метрологии находится законодательный метрологический контроль, включающий в себя законодательный контроль средств измерений (утверждение типа, поверка, инспекция, маркировка и т. д.), метрологический надзор (правильность применения, соблюдение законодательства и метрологических правил, правильность фасовки и т. д.) и метрологическую экспертизу. Подробно это изложено в международном документе МОЗМ Д 9 «Принципы метрологического надзора». Отсюда поверка – это прерогатива службы законодательной метрологии, а свидетельство о по-

верке – один из документов законодательной метрологии. В то же время международный документ МОЗМ Д 16 «Принципы обеспечения метрологического контроля» четко фиксирует, что исследования (калибровка для поверочных целей) могут быть выполнены квалифицированными и уполномоченными независимыми службами измерений, производителями средств измерений и даже фирмами, осуществляющими ремонт средств измерений. Эта ситуация наблюдается практически во всех странах.

В стандарте ГОСТ Р ИСО 10012-2008 «Менеджмент организации. Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию» указано, что после проведения калибровки проводится операция, называемая обычно поверкой. Это оценка соответствия действительных метрологических характеристик средства измерений, полученных в результате калибровки, заданным обязательным требованиям. Формально это и есть поверка, которая может выполняться только компетентным государственным органом.

Почти во всех странах мира, где превалирует концепция привязки к эталонам или прослеживаемости результата измерений посредством непрерывной цепи сличений, имеющих установленные неопределенности, калибровка как процедура предшествует поверке. Уже сегодня при определенных условиях и соответствующем оформлении калибровку, выполненную изготовителем, признают в качестве первичной поверки. В частности, принят документ МОЗМ Д 27 «Первичная поверка средств измерений с использованием системы менеджмента качества изготовителя». В американском национальном стандарте по калибровке поверка определяется как «доказательство посредством калибровки, что заданные требования выполняются», а калибровка – как «совокупность операций, устанавливающих при известных условиях соотношение между значениями, показываемыми средством измерений или измерительной системой, и значениями соответствующего эталона или известными значениями, полученными от эталона». Это определение практически совпадает с определением калибровки в документе РМГ 29-2013 «ГСИ. Метрология. Основные термины и определения». Такой подход становится глобальным. Ясно, что за счет использования российскими органами Государственной метрологической службы результатов калибровок, по-

лученных в должным образом аккредитованных калибровочных лабораториях, возникают дополнительные возможности для оформления свидетельства о поверке. Можно резко увеличить количество действительно поверяемых средств измерений, особенно в областях, не охваченных государственным контролем, но требующих поверки используемых средств измерений. Можно повысить эффективность поверочных подразделений органов ГМС путем концентрации калибровочных возможностей на конкретных видах измерений для конкретных типов средств измерений, так как отпадает необходимость «держат» полную базу поверочных средств в ЦСМ (учитывая калибровочные возможности региона). Не следует при этом игнорировать развитие калибровочных работ и поднятие их общей культуры, так как потребуются практическое внедрение концепции неопределенности измерений и концепции прослеживаемости, которые обеспечат развитие Российской системы измерений, ее гармонизацию с мировыми системами измерений и возможность вхождения Российской системы калибровки в ИЛАК – международную организацию по аккредитации лабораторий (англ. ILAC – International Laboratory Accreditation Cooperation).

Сегодня многие метрологи предлагают отойти от поверки эталонов, так как во всем мире эталоны калибруются, а национальные эталоны аттестуются после длительных исследований, официально утверждаются, а затем сличаются с себе подобными эталонами на международном уровне. Остальные эталоны (вторичные, рабочие) калибруются по национальным эталонам и характеризуются своей неопределенностью. Испытания с целью утверждения типа и сама калибровка – это не процедуры оценки соответствия. На 22-й Генеральной конференции по мерам и весам была принята специальная резолюция о том, что калибровка не является деятельностью по оценке соответствия, чтобы не усугубить путаницы, введенной стандартами ИСО и ИЛАК серии 17000. Действительно, ни сами испытания, ни процедуры калибровки не ведут к определению степени выполнения соответствующих требований, а только устанавливают действительные характеристики СИ.

Схема правовых аспектов поверки и калибровки приведена на рис. 10.

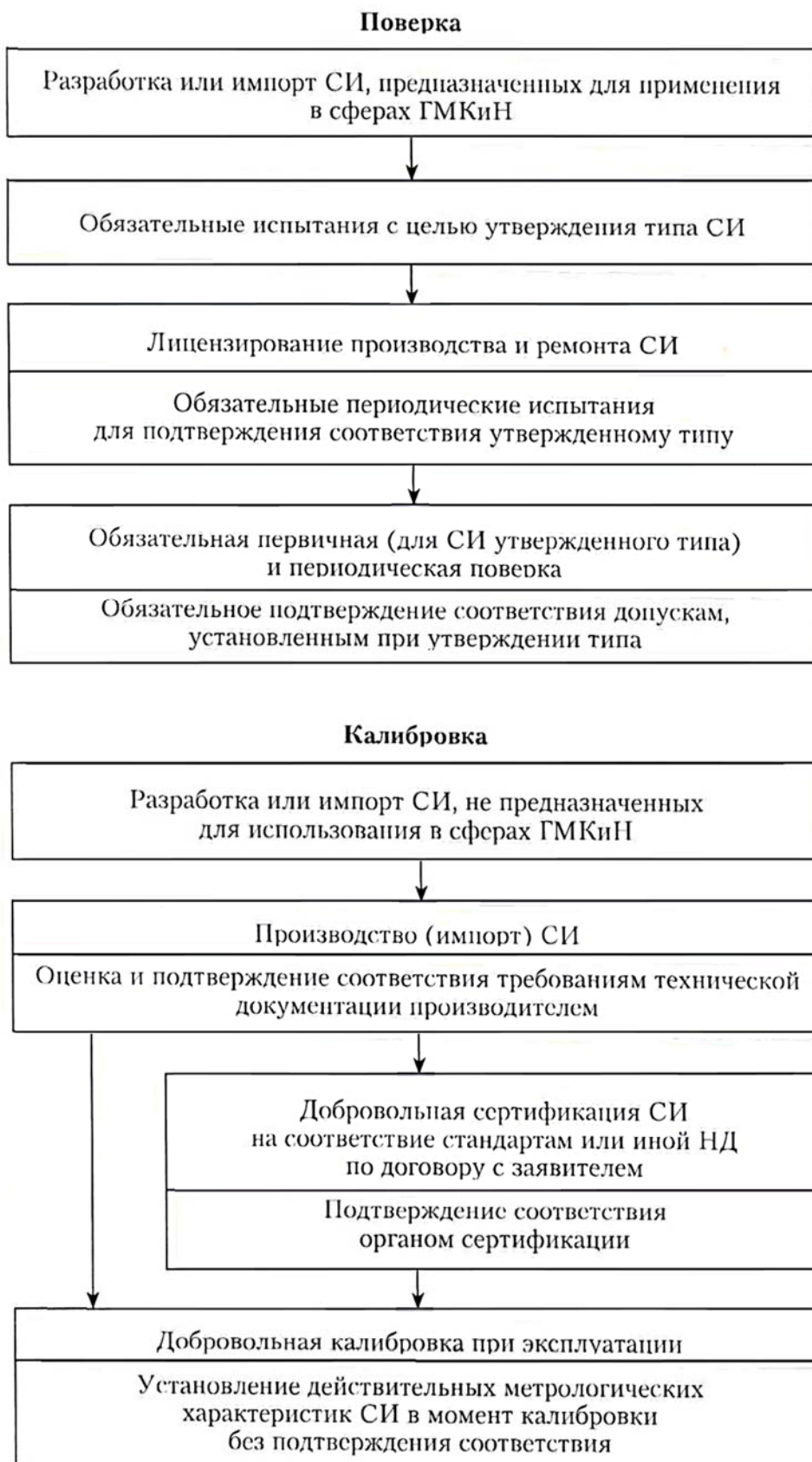


Рис. 10. Схема правовых аспектов поверки и калибровки

4.3. Основные этапы проведения поверок и калибровок

Основные этапы проведения поверки включают в себя нижеследующие операции.

1. При поверке прибора в нескольких точках его диапазона измерений находят разности

$$\Delta_j = A_j - A_{эj}, \quad (8)$$

где Δ_j – разность между показаниями поверяемого прибора и эталонным значением измеряемой величины; A_j – показание прибора в точке j ; $A_{эj}$ – эталонное значение в точке j ; j – номер точки диапазона измерений, в котором проводится поверка (диапазон должен быть указан в документе на поверку данного СИ).

2. Рассчитываются значения относительной погрешности δ_j (например, в процентах) для каждой j -й точки:

$$\delta_j = 100(A_j - A_{эj}) / A_{эj}. \quad (9)$$

Полученные значения δ_j сопоставляются с предельными нормированными значениями относительной погрешности $\delta_{пр.нj}$, которые приводятся в документации на прибор. Считается, что прибор прошел поверку с положительным результатом, если выполняется условие $\delta_j \leq \delta_{пр.нj}$. В противном случае прибор признается непригодным к эксплуатации.

Аналогично при калибровке. Для упрощения формул примем, что заказчик калибровки просит определить поправочный коэффициент к показаниям средства измерений в некоторой конкретной точке его диапазона измерений и уточнить характеристики предельной абсолютной погрешности калибруемого средства измерений в данной точке его диапазона измерений. С учетом пожеланий владельца прибора калибровка его в «заказанной» точке диапазона измерений и обработка результатов калибровки выполняются в следующей последовательности.

1. Выполняется ряд из n измерений ($n = 1 \dots N$), в процессе которых фиксируются разности Δ_i между показаниями калибруемого прибора A_i и значением измеряемой величины $A_э$, приписанным эталонной мере:

$$\Delta_i = A_i - A_э. \quad (10)$$

Для повышения точности результатов калибровки значение N должно быть достаточно большим (желательно выполнить условие $N \geq 30$).

2. Рассчитывается оценка среднего значения (математического ожидания) погрешности калибруемого прибора $\bar{\Delta}$:

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{i=N} \Delta_i. \quad (11)$$

3. Рассчитывается оценка среднего квадратического отклонения погрешности калибруемого прибора:

$$S_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=N} (\Delta_i - \bar{\Delta})^2}{N - 1}}. \quad (12)$$

Изложенные выше три простые процедуры исчерпывают в упрощенном случае решение задачи калибровки прибора (повторим – при сделанных нами допущениях) и позволяют получить информацию, которая нужна заказчику калибровки.

Необходимо сделать существенные пояснения к той информации, которую хочет получить заказчик калибровки. К сожалению, не все обстоит просто с поправочным коэффициентом к показаниям калибруемого прибора. Строго говоря, поправочным коэффициентом можно пользоваться лишь в том случае, когда можно пренебречь случайной составляющей погрешности прибора, т. е. при условии $S_{\Delta} \ll \bar{\Delta}$. Если это условие не выполняется, то специалист, проводивший калибровку прибора, должен порекомендовать его владельцу для «исправления» результатов измерений на значение систематической погрешности вычитать из показаний прибора значение $\bar{\Delta}$ (с учетом знака $\bar{\Delta}$).

Если подобное «исправление» результатов измерений будет выполняться, то модуль симметричных границ (для принимаемой вероятности P) абсолютной погрешности прибора, калибруемого в некоторой точке его диапазона измерений, можно приближенно оценить по следующей формуле:

$$|\Delta_{\text{гр}}| \approx K \sqrt{S_{\Delta}^2 + \frac{\Delta_{\text{э}}^2}{3}}, \quad (13)$$

где K – коэффициент, зависящий от принимаемой вероятности P , числа выполненных измерений N и предположений о характере распределения плотности вероятностей погрешности; $\Delta_э$ – модуль пределов допускаемых отклонений эталонных значений величины от номинального значения, приписанного эталонной мере.

В подавляющем большинстве практических задач оценивания характеристик погрешностей измерений вынужденно делаются два предположения:

- суммарная погрешность измерений распределена по нормальному (гауссовскому) закону;
- погрешности средств измерений, для которых нормируются допускаемые пределы, распределены по равномерному закону в нормированных пределах.

В простом примере с калибровкой прибора в формуле (13) уже использовано предположение о том, что возможные отклонения значения измеряемой величины от номинального значения $A_э$, приписанного эталонной мере, распределены равномерным образом в пределах $\pm\Delta_э$.

Итак, делаем предположение о нормальном распределении погрешности калибруемого прибора и принимаем вероятность P равной 0,95 (т. е. 95 %). После этих предположений коэффициент K можно принять равным 2. Формулу (13) переписываем следующим образом:

$$|\Delta_{гр}| \approx 2 \sqrt{S_{\Delta}^2 + \frac{\Delta_э^2}{3}}. \quad (14)$$

Метрологи могут упрекнуть за тот факт, что в формулах (13) и (14) под знаком корня не фигурирует еще один член, а именно оценка квадрата среднего квадратического отклонения (т. е. дисперсии) среднего значения погрешности $\frac{S_{\Delta}^2}{N}$. При большом числе измерений N (например, $N \geq 30$) этим членом обычно пренебрегают. При небольшом числе измерений имеет смысл включить этот член под знак корня.

Если заказчик калибровочной работы не предполагал бы каждый раз «исправлять» результаты измерений на значение систематической погрешности и интересовался бы только пределами (а точнее, границами погрешности измерений для некоторой вероятности P), верхнюю и нижнюю границы для вероятности $P = 0,95$ можно было бы рассчитать по следующим выражениям:

– верхняя граница

$$|\Delta_{\text{гр. в}}| \approx \bar{\Delta} + 2 \sqrt{S_{\Delta}^2 + \frac{\Delta_{\text{э}}^2}{3}}; \quad (15)$$

– нижняя граница

$$|\Delta_{\text{гр. н}}| \approx \bar{\Delta} - 2 \sqrt{S_{\Delta}^2 + \frac{\Delta_{\text{э}}^2}{3}}. \quad (16)$$

В дальнейшем при использовании откалиброванного описанным выше образом прибора можно утверждать, что действительное значение величины, измеряемой вблизи точки диапазона измерений, для которой проводилась калибровка, находится с вероятностью 0,95 в интервале с границами от $A_{\text{р. и}} - \Delta_{\text{гр. н}}$ до $A_{\text{р. и}} + \Delta_{\text{гр. в}}$.

Естественно, после выполнения калибровки прибора никакие выводы типа «годен» или «не годен» не делаются. Владелец прибора сам решает вопрос о том, для каких целей он может использовать откалиброванный прибор, а также следует ли его отдать в ремонт.

Обратим внимание на весьма примечательное свойство калибровки, выгодно отличающее ее от поверки. Калибровка позволяет приписать конкретному экземпляру средства измерений значения метрологических характеристик, которые будут существенно лучше значений, приписанных всей совокупности средств измерений данного типа.

Сравнительные метрологические аспекты поверки и калибровки представлены в табл. 5.

Метрологические аспекты поверки и калибровки

Вид процедуры	Вид средств измерений			Градуируемое при поверке или калибровке СИ
	Мера (М)	Измерительный преобразователь (ИП)	Измерительный прибор (П)	
	Измерительный эксперимент			
Поверка	Определение действительного значения меры путем сравнения с эталонной мерой	Определение действительной функции преобразования ИП путем измерений с использованием эталонов	Сравнение показаний прибора с показаниями эталона	Определение градуировочной характеристики с помощью эталонных средств
Калибровка				
	Результат измерительного эксперимента			
Поверка	Погрешность М (разность между номинальным и действительным значением М), измеренная с расширенной неопределенностью U	Погрешность ИП (разность между номинальными и действительными значениями функции преобразования ИП), измеренная с расширенной неопределенностью U	Погрешность П (разность показаний П и эталона), измеренная с расширенной неопределенностью U	Значения градуировочной характеристики СИ, измеренные с расширенными неопределенностями U
Калибровка	Действительное значение М с расширенной неопределенностью его измерения	Действительные значения функции преобразованием с расширенной неопределенностью их измерения	Значения поправок к показаниям прибора и расширенные неопределенности измерения этих поправок	Значения градуировочной характеристики СИ и расширенные неопределенности измерения этих значений

Окончание табл. 5

Вид процедуры	Вид средств измерений			Градуируемое при поверке или калибровке СИ
	Мера (М)	Измерительный преобразователь (ИП)	Измерительный прибор (И)	
Оценка соответствия				
Поверка	Погрешность СИ с учетом U не выходит за установленные пределы допускаемой погрешности			Нестабильность СИ за межповерочный интервал (разности значений предыдущей и настоящей градуировочных характеристик) не выходит за установленные пределы с учетом неопределенности обеих градуировок
Калибровка	Оценка соответствия не проводится			
Оформление результатов				
Поверка	Свидетельство о поверке, подтверждающее прогнозируемое на межповерочный интервал соответствие СИ требованиям к пределам погрешностей (к нестабильности градуировочной характеристики для градуируемых СИ)			
Калибровка	Сертификат калибровки не является документом обязательного подтверждения соответствия (см. резолюцию 11 XXII ГКМВ, 2003 г.)			

Контрольные вопросы

1. Назовите общую черту поверки и калибровки.
2. В чем отличие свидетельства о поверке от сертификата калибровки?
3. Как называется процедура по определению действительных метрологических характеристик?
4. Кем назначается межкалибровочный интервал?
5. В каком нормативном документе содержится требование к обеспечению испытательных и калибровочных лабораторий?
6. Должны ли СИ, подвергаемые калибровке, быть зарегистрированы в реестре ГСИ?
7. Назовите основные этапы проведения поверок и калибровок.

Глава 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОВЕРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Нормативно-правовое обеспечение

Основополагающий правовой акт в области обеспечения единства измерений в России – федеральный закон № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений».

Закон в соответствии со ст. 1 «регулирует отношения, возникающие при выполнении измерений, установлении и соблюдении требований к измерениям, единицам величин, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, применению стандартных образцов, средств измерений, методик (методов) измерений, а также при осуществлении деятельности по обеспечению единства измерений, предусмотренной законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений, в том числе при выполнении работ и оказании услуг по обеспечению единства измерений».

Статья 20 предусматривает формирование специализированного Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений (рис. 11).

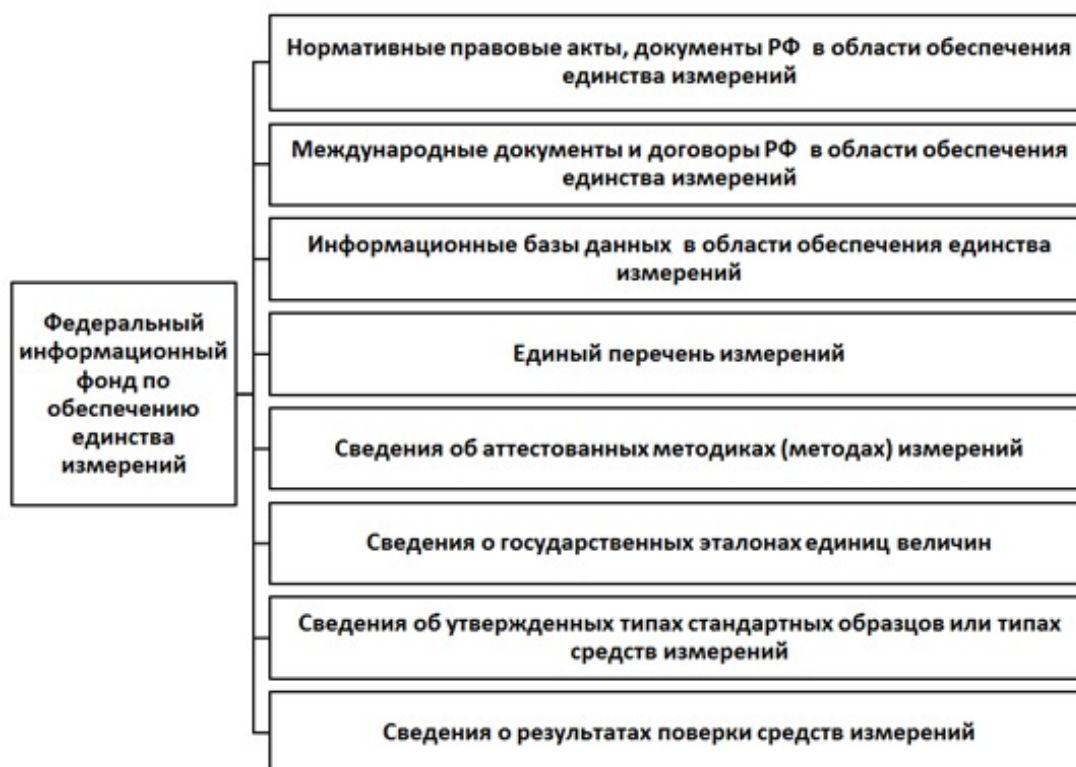


Рис. 11. Формирование Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений

Его ведение и предоставление содержащихся в нем сведений в настоящее время организует Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), осуществляющее функции по оказанию государственных услуг и управлению государственным имуществом в области обеспечения единства измерений.

В соответствии с п. 6 ст. 13 федерального закона № 102-ФЗ «сведения о результатах поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений проводящими поверку средств измерений юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями».

Общие цели и задачи развития информатизации деятельности в области метрологии и технического регулирования определяет «Концепция информатизации деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии на период до 2018 года» (далее – Концепция):

- 1) целевое состояние системы технического регулирования, стандартизации и обеспечения единства измерений;
- 2) оценку текущего состояния информатизации деятельности Росстандарта;
- 3) цели, задачи и принципы информатизации деятельности Росстандарта;
- 4) основные направления и мероприятия по информатизации деятельности Росстандарта.

Стратегические цели, этапы и результаты реализации Концепции показаны на рис. 12.

Для достижения поставленных Концепцией стратегических целей предлагается обеспечить реализацию ряда организационных мероприятий, направленных на повышение качества управления Росстандарта в целом и повышение эффективности управления ИТ в частности, а также разработать единую вертикально интегрированную федеральную государственную информационную систему (ФГИС) Росстандарта. При этом ФГИС Росстандарта должна обеспечивать комплексную автоматизацию всех полномочий Росстандарта как за счет интеграции эксплуатируемых информационных систем, так и в рамках создания новых подсистем и модулей ФГИС Росстандарта.



Рис. 12. Этапы и результаты реализации Концепции

В Концепции предложена соответствующая структура ФГИС Росстандарт (рис. 13).



Рис. 13. Предлагаемая структура ФГИС Росстандарт

Документ устанавливает и пути достижения поставленных целей, задач и реализации принципов информатизации деятельности Росстандарта:

- 1) информатизация в области технического регулирования и стандартизации;
- 2) информатизация в области метрологии и обеспечения единства измерений;
- 3) информатизация общих функций для сферы технического регулирования, стандартизации, классификации, каталогизации и обеспечения единства измерений;
- 4) использование потенциала современных ИТ-технологий для повышения эффективности управления деятельностью Росстандарта;
- 5) предоставление ИТ-сервисов на качественно новом уровне.

В контексте рассмотрения проблем информатизации и автоматизации процессов в области метрологии и обеспечения единства измерений целесообразно выделить «Направление 2» Концепции (табл. 6).

Таблица 6

Отдельные задачи информатизации в области метрологии и обеспечения единства измерений

Направление 2. Информатизация в области метрологии и обеспечения единства измерений	
Задача 2.1. Создание новых возможностей по предоставлению и получению сведений из Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений	Мероприятие 2.18. Создание подсистемы Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений
	Мероприятие 2.19. Создание модуля учета результатов поверки средств измерений
Задача 2.2. Обеспечение прослеживаемости средств измерений до государственных первичных эталонов единиц величин	Мероприятие 2.20. Создание модуля паспортизации эталонов единиц величин
	Мероприятие 2.21. Создание модуля учета жалоб на поддельные средства измерений в электронном виде и публикации сведений о поддельных средствах измерений
Задача 2.3. Повышение качества планирования и аналитического обеспечения государственной политики в сфере обеспечения единства измерений	Мероприятие 2.22. Создание модуля аналитической отчетности в области метрологии и обеспечения единства измерений

Для решения задач, указанных в «Направлении 2» Концепции, предложена структура функционального блока «Метрология», который представляет собой несколько связанных и взаимодействующих между собой информационных подсистем (рис. 14).



Рис. 14. Функциональный блок «Метрология»

Положениями федерального закона № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений» предусмотрена обязанность юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, проводящих поверку средств измерений, по передаче в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений сведений о результатах поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. За реализацию этого положения Закона отвечает «Мероприятие 2.19» Концепции, которое предусматривает создание специализированного модуля учета результатов поверки средств измерений. На текущий момент передача указанных сведений может быть осуществлена либо через информационный ресурс Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений в сети Интернет, либо через центральный узел автоматизированной информационной системы (АИС) «Метрконтроль».

5.2. АИС «Метрконтроль»

В состав Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений (см. рис. 11) входят специализированные информационные базы данных и системы управления ими. Автоматизированная информационная система «Метрконтроль» – одна из подсистем укрупненного блока «Метрология» (см. рис. 13, 14).

Автоматизированная информационная система «Метрконтроль» представляет собой единую систему сбора и обработки информации о средствах измерений, эксплуатируемых в России. Она разработана Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии с целью контроля над осуществлением всех поверочных работ, состоянием и использованием средств измерений на территории России путём создания единой базы данных.

Автоматизированная информационная система «Метрконтроль» позволяет автоматизировать процесс учета, документирования результатов поверки и передачи указанных данных в Федеральный информационный фонд. Система имеет узкую специализацию и предназначена для использования в подразделениях метрологических служб организаций, аккредитованных на право проведения поверки.

Основные задачи АИС «Метрконтроль»:

- информационное обеспечение органов метрологической службы данными о поверяемых средствах измерений и об утверждении их типов, а также обеспечение их методическими и нормативными документами;

- информационное обеспечение подготовки проверок при осуществлении государственного метрологического надзора, ввод, хранение и выдача информации о результатах проверок; автоматизация оформления документации по результатам поверки средств измерений;

- обеспечение подготовки оперативной информации и отчетов по результатам поверки средств измерений и государственного метрологического надзора для руководства Госстандарта России и других органов метрологической службы, исполнительной и законодательной власти;

– упрощение процедуры выявления фальсифицированных знаков и свидетельств о поверке на основе обеспечения доступа к данным о проведенных поверках средств измерений.

Технические возможности АИС «Метрконтроль» позволяют:

– обеспечить контроль за осуществлением всех поверочных работ, состоянием и использованием средств измерений на всей территории России;

– определять потребности в средствах измерений, средствах испытаний и контроля, в разработке и аттестации методик выполнения измерений по видам измерений и областям применения;

– упростить процедуры выбора средств измерений на основе информации об их производителях и технических характеристиках.

Следует подчеркнуть, что после выполнения поверки каждому средству измерения присваивается уникальный общероссийский номер (штрих-код), по которому в единой базе данных Ростехрегулирования можно оперативно установить, когда и кем была выполнена поверка. Для работы этой системы требуется связь между поверителями (метрологическими службами) и базой данных АИС «Метрконтроль».

Заметим, что рынок специализированного программного обеспечения наполнен и другими системами автоматизации вышеуказанного процесса, поэтому для совместимости с АИС «Метрконтроль» инновационный фонд «Росиспытания» осуществляет соответствующую проверку и выдает заключение.

Ниже представлен перечень программного обеспечения (ПО), совместимого с АИС «Метрконтроль»:

- ПО «МЭТР» версия 2.1.32.10;
- ПО «АСУМО» версия 3.0;
- «Модуль сопряжения с АИС "Метрконтроль" автоматизированной системы метрологической службы» АРМ Метролога (тонкий клиент) версия 1.0;
- ПО «Дельта-СИ» версия 4.0;
- ПО «АСОМИ» версия 1.4;
- комплекс программ функционирования АРМ Метролога (версия 2.0);
- ПО «МЭТР» версия 2.2.0.38;

- АСУ «Метрология» версия 5.5;
- ПО «МЭТР-Онлайн»;
- ПО SAP ERP версия 2005_1_700;
- ПО АС Метрология версия 1.0;
- программа «МетрЭкспорт» версия 1.0 (разработчик – фирма «Палитра систем»);
- программный комплекс «АСМО» с модулем совместимости «АСМО-Метрконтроль» версия 1.2;
- ПО «МетрЭкспорт» версия 1.1 (разработчик – фирма «Палитра систем»);
- ПО СБМ «Метролог» версия 1.0.0.0;
- программные средства ОАО «Нефтеавтоматика» для метрологических служб версии 01.0000;
- программа «Global EAM: Интеграция с АИС-Метрконтроль» версии 1.7.0.0;
- программа «ПК Метрология 2.0» и «ПК Метрология 2.1»;
- программа «ПО Вектор 1.0»;
- программа «Автоматизированная система управления метрологическим обеспечением предприятия 1.2.4.0»;
- ПО «МЭТР» версии 3.1.0.0;
- ПО «Учет средств измерений» версия 1.0;
- программа «АСУ МО-Интеграция» версия 1.0.0.0;
- модуль «АРМ-Метролога» версия 1.1 системы электронного документооборота «Directum».

Нормативную основу работы АИС «Метрконтроль» составляют следующие документы:

- приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 декабря 2015 г. № 1730 «О реализации приказа Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 2 июля 2015 г. № 1815 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке"»;
- приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 6 октября 2016 г. № 1445 «Об автоматизированной информационной системе "Метрконтроль"»;

– приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 августа 2015 г. № 906 «Об эксплуатации, развитии и внедрении АИС "Метрконтроль"».

Так, например, приказ № 906 определяет уполномоченную организацию по эксплуатации, развитию и внедрению АИС «Метрконтроль» – федеральное бюджетное учреждение «Консультационно-внедренческая фирма в области международной стандартизации и сертификации – "Фирма "Интерстандарт"» (ФБУ «КВФ "Интерстандарт"»). В ее компетенцию входит:

– реализация Соглашения о создании автоматизированной информационной системы и поставке знаков поверки и знаков утверждения типа средств измерений, заключенного Госстандартом России и ООО «РЦН» 5 ноября 2001 г.;

– эксплуатация центрального узла АИС «Метрконтроль»;

– выполнение функций заказчика АИС «Метрконтроль»;

– координация работ по внедрению АИС «Метрконтроль» в центральном узле и организациях, аккредитованных на право поверки средств измерений;

– обеспечение организаций, аккредитованных на право поверки средств измерений, поверительными клеймами в виде наклеек со штрих-кодом;

– контроль за представлением отчетности по использованию поверительных клейм в виде наклеек со штрих-кодом организациями, аккредитованными на право поверки средств измерений;

– обеспечение технического сопровождения пользователей АИС «Метрконтроль»;

– разработка и согласование с Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии проектов нормативных документов, обеспечивающих эксплуатацию, развитие и внедрение АИС «Метрконтроль».

Рассмотрим подробнее основные принципы работы АИС «Метрконтроль» (рис. 15).

На рис. 15 ЦСМ – Центр стандартизации и метрологии, МСЮЛ – метрологическая служба юридического лица.

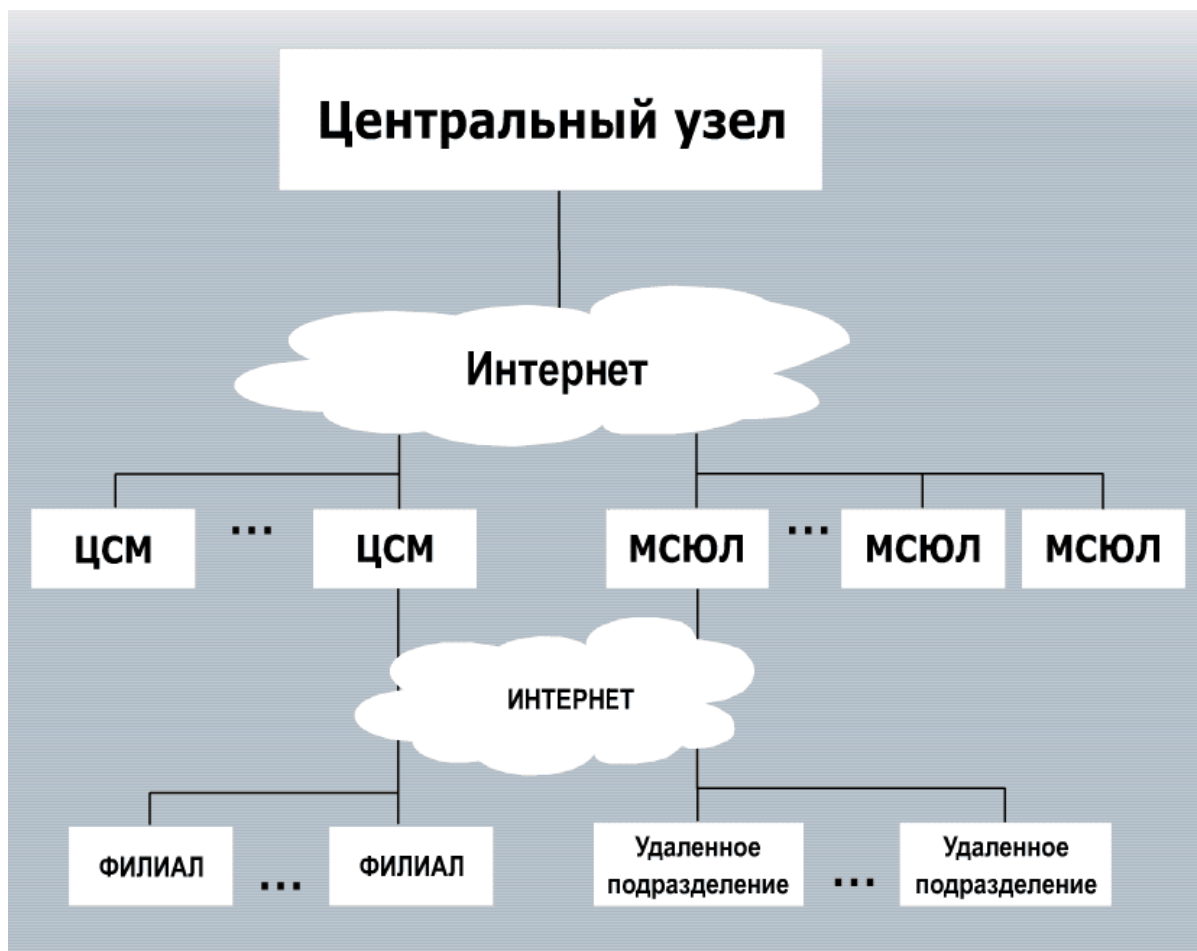


Рис. 15. Структура сбора и передачи информации в АИС «Метрконтроль»

«Метрконтроль» – это автоматизированная информационная система метрологических служб. Центральный узел с основной федеральной базой данных находится в Росстандарте. В эту базу поступает вся информация от всех метрологических служб России о ходе поверочных работ. В свою очередь, из федеральной базы поступает информация в регионы об актуализации справочников.

Локальная часть АИС «Метрконтроль» работает в каждой территориальной МС, а также в каждом отдаленном филиале. Между региональными базами и федеральной базой осуществляется постоянная репликация. Обмен данными можно организовать с любой периодичностью, например один раз в час или один раз в сутки.

Журнал поверок (рис. 16) позволяет просматривать сведения по проведенным в любом территориальном органе ЦСМ поверкам.

АИС "МЕТРКОНТРОЛЬ" [Администратор системы] - [Журнал поверок СИ]

Файл Справочники Отчёты Окна Справка

Обновить Фильтр Просмотр Печать Справка

Орган ГМС	Владелец	Регион	Наименование СИ	Дата поверки	Пригодно	Код по кодиф	Номер накле	Шифр клейм	M
Тестовый ЦСМ	ОАО "АВТОВАЗ"	Самарская обл	Газоанализаторы	27.11.2004	<input type="checkbox"/>	31			C
Тестовый ЦСМ	ООО "Время"	г.Ульяновск	Манометр	24.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	30		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	ООО "Время"	г.Ульяновск	Манометр	24.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	30		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	ООО "Время"	г.Ульяновск	Манометр	24.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	30		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	ООО "Время"	г.Ульяновск	Манометр	24.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	30		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	гигрометры	24.11.2004	<input type="checkbox"/>	32			C1
Тестовый ЦСМ	ООО "Время"	г.Ульяновск	Газоанализаторы	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	31			C1
Тестовый ЦСМ	ОАО ТОР	САРАТОВ	Гири образцовые	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	28.01	1020		C1
Тестовый ЦСМ	Горизонт		Манометр	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	30			C1
Тестовый ЦСМ	Горизонт		Манометр	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	30		100444	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		P10098В	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		P10098В	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		P10098В	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	31.01			C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	31.01			C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	31.01			C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		Д100910Д	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		Ж10052ЛВ	C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	ОАО ТОР	САРАТОВ	гигрометры	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	32	1022		C1
Тестовый ЦСМ	Завод ЖБИ	Самара	Амперметр 2	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	35			C1
Тестовый ЦСМ	Горизонт	Пермская обла	Газоанализаторы	23.11.2004	<input type="checkbox"/>	31.01			C1
Тестовый ЦСМ	Горизонт	Пермская обла	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	Горизонт	Пермская обла	Газоанализаторы	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	31.01		В10083ТП	C1
Тестовый ЦСМ	ОАО ТОР	САРАТОВ	Приборы портатив	23.11.2004	<input checked="" type="checkbox"/>	27		ж23	C1

Запись 1 из 13323

Рис. 16. Журнал поверок

Также есть возможность просмотреть все виды справочников (рис. 17), в том числе десять справочников центрального ведения.

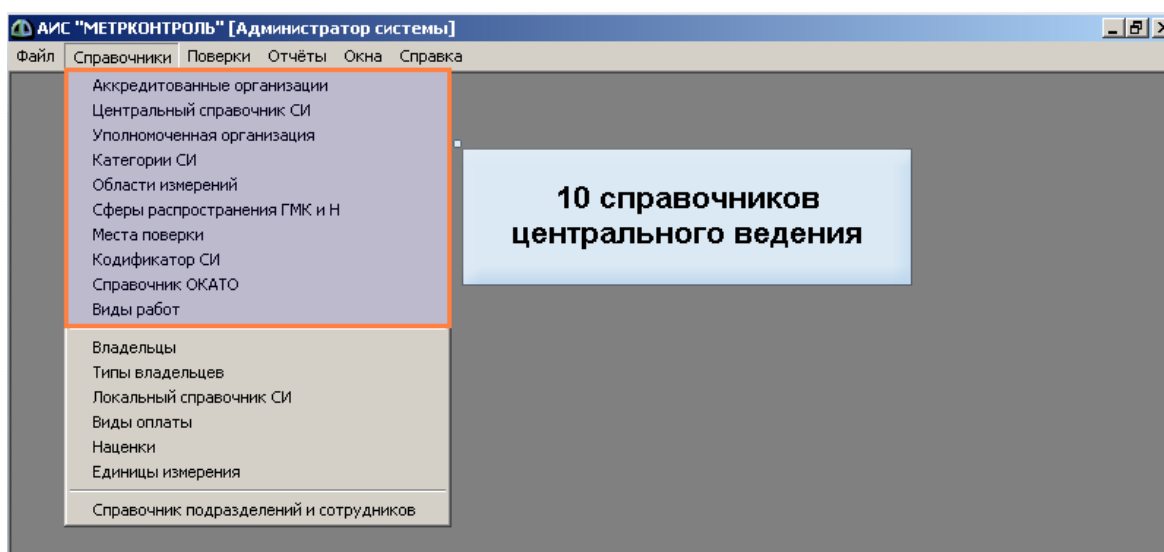


Рис. 17. Виды справочников

Существует возможность ознакомиться с работой каждого подразделения и конкретного поверителя, бухгалтерскими отчетами, отчетами для планового отдела.

Информация о средстве измерений хранится в АИС «Метрконтроль» до тех пор, пока это СИ работает на территории России. Детальное отслеживание любого СИ, истории его поверок, его владельца и другое стало возможным благодаря новому виду клейма – наклейки со штрих-кодом и защитной голограммой. Такой подход к автоматизации поверочной деятельности позволяет значительно упростить проведение поверок, а также обеспечить большую прозрачность.

Контрольные вопросы

1. Из чего формируется Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений?

2. Кто организует ведение Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений?

3. Что определяет «Концепция информатизации деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии на период до 2018 года»? Какие выделяют этапы реализации Концепции?

4. Из каких функциональных блоков и подсистем состоит ФГИС Росстандарта?

5. Какие задачи и мероприятия включает в себя направление «Информатизация в области метрологии и обеспечения единства измерений»?

6. Из каких подсистем и модулей состоит функциональный блок «Метрология» ФГИС Росстандарта?

7. Какой процесс позволяет автоматизировать АИС «Метрконтроль»?

8. Каковы основные задачи АИС «Метрконтроль»?

9. Назовите отдельные виды программного обеспечения, совместимого с АИС «Метрконтроль».

9. Что составляет нормативную основу работы АИС «Метрконтроль»?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изложенные сведения позволяют обоснованно дифференцировать на практике схожие по методологии метрологические операции поверки и калибровки средств измерений. Являясь одними из основных методов обеспечения единства измерений, эти операции гарантируют метрологический контроль и надзор за СИ в эксплуатации как со стороны государственных органов, так и со стороны частных лиц.

Внимание уделено описанию общих и особенных принципов поверки и калибровки СИ. Проанализирована Российская система калибровки и рассмотрены способы оптимизации межповерочных и межкалибровочных интервалов. Подробно сопоставлены операции поверки и калибровки, определены основные этапы и условия проведения этих операций. Дан сравнительный анализ с зарубежными аналогами. Показано, что перспективным направлением развития процедур поверки и калибровки становится полная или частичная автоматизация указанной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Об обеспечении единства измерений : федер. закон от 26.06.2008 г. № 102-ФЗ // Собрание законодательства РФ. – 2008. – № 26. – Ст. 3021.

2. РМГ 29-2013. ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2014. – 60 с.

3. ГОСТ 8.417-2002. ГСИ. Единицы величин. – М. : Стандартинформ, 2018. – 31 с.

4. ГОСТ 8.061-80. ГСИ. Поверочные схемы. Содержание и построение. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 11 с.

5. ПР 50.2.006-94. ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений. – М. : Изд-во стандартов, 1994. – 9 с.

6. ПМГ 121-2013. ГСИ. Порядок проведения испытаний средств измерений в целях утверждения типа. – М. : Стандартинформ, 2015. – 19 с.

7. ПР 50.2.014-94. ГСИ. Аккредитация метрологических служб юридических лиц на право поверки средств измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

8. МИ 2277-93. ГСИ. Система сертификации средств измерений. Основные положения и порядок проведения работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

9. ПР 50.2.002-94. ГСИ. Порядок осуществления государственного метрологического надзора за выпуском, состоянием и применением средств измерений, аттестованными методиками выполнения измерений, эталонами и соблюдением метрологических правил и норм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

10. ГОСТ Р 8.884-2015. ГСИ. Метрологический надзор, осуществляемый метрологическими службами юридических лиц. Основные положения. – М. : Стандартинформ, 2015. – 15 с.

11. РМГ 120-2013. ГСИ. Общие требования к выполнению калибровочных работ. – М. : Стандартинформ, 2015. – 22 с.

12. РД РСК 01-2014. Положение о Российской системе калибровки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

13. ПР 50.2.018-95. ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

14. Р РСК 001-95. Российская система калибровки. Типовое положение о калибровочной лаборатории [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

15. ГОСТ Р 8.879-2014. ГСИ. Методики калибровки средств измерений. Общие требования к содержанию и изложению [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

16. Об утверждении критериев аккредитации, перечня документов, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, и перечня документов в области стандартизации, соблюдение требований которых заявителями, аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации : приказ Минэкономразвития России № 326 от 30.05.2014 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

17. О перечне средств измерений, поверка которых осуществляется только аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений государственными региональными центрами метрологии : постановление Правительства РФ № 250 от 20.04.2010 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

18. Об утверждении Положения о признании результатов калибровки при поверке средств измерений в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений : постановление Правительства РФ № 311 от 02.04.2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

19. ГОСТ 1.5-2001. Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению (Изме-

нение № 2) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

20. ГОСТ 1.2-2015. Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

21. ГОСТ 8.395-80. ГСИ. Нормальные условия измерений при поверке. Общие требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

22. ГОСТ 8.513-84. ГСИ. Поверка средств измерений. Организация и порядок проведения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

23. Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке : приказ Министерства промышленности и торговли РФ № 1815 от 02.07.2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

24. РМГ 51-2002. ГСИ. Документы на методики поверки СИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

25. РМГ 74-2004. ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

26. РД 134-0132-2004. Методические рекомендации. Определение новых межповерочных интервалов радиотехнических средств измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

27. РМГ 74-2004. ГСИ. Методы определения межповерочных и межкалибровочных интервалов средств измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

28. ПР 50.2.012-94. ГСИ. Порядок аттестации поверителей средств измерений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

29. ПР 50.2.005-94. ГСИ. Порядок лицензирования деятельности по изготовлению, ремонту и прокату СИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

30. Димов, Ю. В. Метрология, стандартизация и сертификация / Ю. В. Димов. – СПб. : Питер, 2013. – 496 с. – ISBN 978-5-496-00033-8.

31. Мурашова, Е. В. Новые требования к поверке средств измерений / Е. В. Мурашова // Контроль качества продукции. – 2017. – № 1. – С. 26 – 30.

32. Сергеев, А. Г. Метрология / А. Г. Сергеев. – М. : Юрайт, 2018. – 325 с. – ISBN 978-5-534-04313-6.

33. Барышев, Ю. А. Поверка и калибровка амперметров, вольтметров, ваттметров и варметров : учеб. пособие / Ю. А. Барышев, Л. А. Романова. – М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. – 76 с.

34. Романова, Л. А. Поверка и калибровка мер электрических величин : учеб. пособие / Л. А. Романова, А. Р. Усеинов. – М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2009. – 100 с.

35. Лепявко, А. П. Вторичные средства измерений температуры. Поверка и калибровка : учеб. пособие / А. П. Лепявко. – М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. – 136 с. – ISBN 978-5-93088-084-7.

36. Вострокнутов, Н. Н. Поверка и калибровка измерительных преобразователей электрических величин : конспект лекций / Н. Н. Вострокнутов. – М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2012. – 49 с.

37. Лукашов, Ю. Г. Поверка и калибровка средств измерений / Ю. Г. Лукашов // Советник метролога. – 2012. – № 3. – С. 22 – 30.

38. Брюханов, В. А. О различиях между процедурами поверки и калибровки средств измерений / В. А. Брюханов // Советник метролога. – 2012. – № 3. – С. 31 – 38.

39. Сковородников, В. А. Размышления о поверке / В. А. Сковородников // Советник метролога. – 2013. – № 1. – С. 18 – 21.

40. Брюханов, В. А. Не надо усугублять путаницу с поверкой и калибровкой / В. А. Брюханов // Советник метролога. – 2013. – № 2. – С. 26 – 33.

41. Генкина, Р. И. Говорим «калибровка», подразумеваем «поверка» / Р. И. Генкина // Советник метролога. – 2015. – № 6. – С. 26 – 30.

42. Концепция информатизации деятельности Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии на период до 2018 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.gost.ru/documentManager/rest/file/load/1514680589416> (дата обращения: 18.09.2019).

43. АИС «Метрконтроль» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metrcontrol.ru> (дата обращения: 18.09.2019).

44. Об эксплуатации, развитии и внедрении АИС «Метрконтроль» : приказ Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 906 от 10 августа 2015 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 18.11.2019).

ПРИЛОЖЕНИЕ

Вопросы и ответы по организации процедур поверки и калибровки

При проведении поверок и калибровок возникает ряд вопросов организационного характера.

Вопрос № 1. *Всегда ли поверка может заменить калибровку?*

Отсутствие информации о действительных значениях может существенно снизить доверие к результату измерения. Методика калибровки может быть приспособлена к конкретным измерительным задачам, которые ставит пользователь СИ, а методика поверки устанавливается раз и навсегда.

В федеральном законе «Об обеспечении единства измерений» сказано: «Результаты калибровки СИ, выполненной аккредитованными в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями, могут быть использованы при поверке средств измерений...».

На практике это происходит повсеместно. Действительно, как можно подтвердить при поверке соответствие СИ установленным требованиям, если не определены его метрологические характеристики, т. е. не проведена процедура калибровки?! Таким образом, практически любая процедура поверки может быть разделена на два этапа:

- первый – определение действительных значений метрологических характеристик СИ, т. е. осуществление калибровки;
- второй – сравнение полученных значений с установленными требованиями, по результатам которого делается вывод о соответствии или несоответствии СИ данным требованиям.

При положительном выводе результаты поверки оформляются должным образом (свидетельством о поверке либо знаком поверки).

Для выполнения первого этапа процедуры поверки необходимы: технические средства (эталон, вспомогательное оборудование); методика проведения работ; квалифицированный персонал; помещения, удовлетворяющие требованиям методики поверки, или возможность обеспечения необходимых условий, если поверка осуществляется не в специализированном помещении.

Для выполнения второго этапа работ необходимы: нормативный документ, содержащий обязательные метрологические требования к данному средству измерений; квалифицированный персонал, который может сравнить полученные на первом этапе работ действительные значения метрологических характеристик средств измерений с установленными требованиями и уполномочен выдавать официальные (от имени государства) документы, подтверждающие соответствие СИ установленным требованиям.

Эти два этапа могут быть разделены и во времени, и в пространстве. Выполнять работы по первому и второму этапам могут разные люди (организации). Теоретически возможно, что некто выполняет калибровку СИ, представляет результаты калибровки лицу, обладающему полномочиями, а тот, проверив результаты и сравнив их с установленными требованиями, при положительном решении оформляет свидетельство о поверке.

Одно из условий состоит в оговоренных требованиях к содержанию и форме представления результатов калибровки, по которым в дальнейшем будут сделаны выводы о поверке. Результаты калибровки должны быть представлены в виде, позволяющем сделать однозначный вывод о соответствии СИ установленным требованиям.

Вопрос № 2. *Каков порядок аккредитации на право проведения калибровочных работ и кем аккредитация проводится?*

Аккредитацию метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ осуществляют метрологические научно-производственные объединения и научно-исследовательские институты Росстандарта и его территориальные органы по заявлению юридического лица в соответствии с требованиями ПР 50.2.018-95 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ». К заявлению прилагаются сведения о калибруемых СИ, средствах калибровки, состоянии помещений, кадровом составе. Если метрологическая служба имеет право поверки средств измерений в областях, совпадающих с областями аккредитации на право проведения калибровочных работ, то к заявлению прилагается копия аттестата аккредитации на право поверки вместе с приложениями к нему. В этом случае процедура

аккредитации существенно упрощается. Аттестат аккредитации на право проведения калибровочных работ действителен на срок, установленный органом аккредитации, проводившим аккредитацию, но не более 5 лет.

Вопрос № 3. *Если предприятие имеет право поверки средств измерений, то следует ли в этом случае аккредитоваться на право проведения калибровочных работ?*

Здесь возможны два случая.

Первый случай – области аккредитации на право поверки и калибровки СИ совпадают. Продукция предприятия продается только на внутреннем рынке. Российская система калибровки признает результаты поверки СИ. Значит, аккредитация метрологической службы на право проведения калибровочных работ лишена смысла. Если продукция предприятия продается за рубежом, то у покупателя может возникнуть желание, чтобы продавец подтвердил, что параметры продукции измерялись средствами измерений, откалиброванными в системе (Российская система калибровки), признаваемой за рубежом. Тогда появляется необходимость в аккредитации на право проведения калибровочных работ.

Второй случай – области аккредитации на право поверки и калибровки СИ не совпадают. В данном случае предприятию рекомендуется аккредитовать свою метрологическую службу на право проведения калибровочных работ в Российской системе калибровки.

Вопрос № 4. *Чем следует руководствоваться при определении объемов и сроков калибровки СИ: межповерочными интервалами, графиками и т. д.?*

При определении частоты проведения калибровки СИ прежде всего следует руководствоваться производственной необходимостью (ответственностью измерений) и возможностями метрологической службы (техническими, экономическими). Межповерочные интервалы можно использовать в качестве ориентира (базы, основы), но не более того. Объемы калибровочных работ определяются методикой калибровки и частотой ее проведения.

Вопрос № 5. *Какова ориентировочная стоимость аккредитации метрологической службы предприятия на право проведения калибровочных работ?*

Стоимость работ устанавливается в соответствии с требованиями ПР 50.2.015-99 «ГСИ. Порядок определения стоимости (цены) метрологических работ» и договором между органом аккредитации и аккредитуемой организацией. При этом учитываются все виды затрат на организацию, проведение и оформление результатов аккредитации. В договоре необходимо установить периодичность и стоимость инспекционного контроля соблюдения условий аккредитации.

Вопрос № 6. *Могут ли другие органы Росстандарта, кроме территориального органа по месту расположения нашего предприятия, аккредитовать метрологическую службу на право выполнения калибровочных работ?*

В Российской системе калибровки нет ограничений на право метрологической службы юридического лица аккредитоваться у любого аккредитующего органа РСК. Но при этом должно соблюдаться требование технической компетентности в отношении аккредитуемого органа по соответствующим видам измерений в заявленной области аккредитации.

Вопрос № 7. *Подлежат ли поверке эталоны, в случае если метрологическая служба юридического лица выполняет калибровочные работы для собственных нужд и не изъявляет желания аккредитоваться?*

В п. 2.3.2 ПР 50.2.016-94 «ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ» указано: «Средства калибровки должны иметь действующие свидетельства о поверке». Таким образом, эталоны как средства передачи размеров единиц должны быть поверены во всех случаях их применения.

Вопрос № 8. *Подлежат ли аккредитации на право калибровки предприятия, выполняющие калибровку СИ для сторонних организаций, если последние по условиям договора признают результаты калибровки таких СИ?*

В любом случае аккредитация на право выполнения калибровочных работ в Российской системе калибровки – дело добровольное. Если заказчики признают результаты калибровки СИ без аккредитации и у предприятия нет никакой другой внутренней потребности в аккредитации, то метрологическая служба предприятия может не аккредитоваться.

Вопрос № 9. *Обязательны ли требования нормативной документации к калибровочным работам для метрологических служб юридических лиц, не входящих в Российскую систему калибровки?*

В РСК есть документы в ранге обязательных и рекомендательных. Документы РСК обязательны лишь для метрологических служб юридических лиц, аккредитованных в РСК.

Вопрос № 10. *Какой может быть установлена минимальная периодичность инспекционного контроля за метрологическими службами юридических лиц, аккредитованными на право выполнения калибровочных работ?*

При выборе периодичности инспекционного контроля следует руководствоваться принципом «разумной достаточности». Учитывая, что аттестат аккредитации выдается на срок до 5 лет, то по крайней мере один раз за этот период необходимо провести проверку соблюдения метрологической службой условий аккредитации.

Вопрос № 11. *Для средств измерений, выпускаемых из производства, первый межповерочный интервал устанавливается при утверждении типа. А кто и когда устанавливает первый срок калибровки СИ?*

Первичной поверке подлежат средства измерений утвержденных типов при выпуске из производства и ремонта, при ввозе по импорту, поэтому вопрос касается тех средств измерений, которые используются вне сферы распространения государственного метрологического контроля и надзора и для которых утверждение типа не обязательно. В этом случае первый срок калибровки может устанавливать либо изготовитель средства измерений, либо калибровочная лаборатория.

Вопрос № 12. *Есть ли какая-то связь и зависимость между калибровкой средств измерений и испытаниями в целях утверждения типа, аттестацией методик измерений, поверкой средств измерений?*

Существует прямая связь и прямая зависимость. Что такое испытание средств измерений с целью утверждения типа, как не определение действительных значений метрологических характеристик средства измерений при различных значениях влияющих факторов (т. е. многократная калибровка средства измерений при вариации условий проведения калибровки)? Как определить погрешность методики измерений, если не выделить из нее погрешность средства измерений (т. е. осуществить калибровку средства измерений)? Как определить, соответствует ли средство измерений установленным требованиям, если не определить действительные значения его метрологических характеристик? Иначе говоря, в основе любого вида метрологического контроля лежит калибровка средств измерений.

Вопрос № 13. *С какой целью создаются национальные калибровочные службы?*

Всем известно, что измерения – это вид деятельности, требующий времени, квалифицированного персонала, дорогостоящего оборудования, но при этом, как правило, не увеличивающий количество производимой продукции, а скорее удорожающий её. Отсюда перед изготовителями продукции всегда стоит задача минимизации измерительных процедур, особенно повторных и дублирующих. К таким процедурам относится входной контроль сырья, полуфабрикатов, комплектующих изделий при условии, что они прошли выходной контроль на предприятии-поставщике. Чтобы не осуществлять входной контроль, надо доверять результатам чужого выходного контроля. Так появилась потребность в третьем, независимом, компетентном лице, которое, во-первых, установит общие правила осуществления деятельности по калибровке средств измерений, а во-вторых, оценит и подтвердит компетентность выполнения этих работ. Чтобы обеспечить взаимное доверие к результатам измерений, а следовательно, и результатам калибровки средств измерений, в чем заинтересованы изготовители и потребители любой продукции, продавцы

и покупатели товаров, создаются национальные калибровочные службы. Субъекты могут иметь противоположные интересы с точки зрения результатов измерений. И именно общие требования и третий, независимый, судья обеспечивают доверие к результатам их деятельности.

Зачастую любые ведомственные (отраслевые) системы калибровки в лучшем случае решают задачу унификации деятельности по калибровке средств измерений и обеспечения доверия внутри ведомства. Но никак не вне его. Интересы потребителя деятельности этого ведомства могут не только не приниматься в расчет, но и быть ущемлены.

Вопрос № 14. *Когда и в связи с чем была создана Российская система калибровки?*

В законе РФ «Об обеспечении единства измерений» в статье «Калибровка средств измерений» сказано, что средства измерений, не подлежащие поверке, могут подвергаться калибровке при выпуске из производства или ремонта, при ввозе по импорту, при эксплуатации, прокате и продаже. На основе договоров, заключаемых с государственными научными метрологическими центрами или органами Государственной метрологической службы, заинтересованные метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ. В этих случаях аккредитованным метрологическим службам юридических лиц предоставляется право выдавать сертификаты о калибровке от имени органов и организаций, которые их аккредитовали.

Отдельные положения нормативно-правовых актов, таких как ПР 50.2.016-94 «ГСИ. Требования к выполнению калибровочных работ», ПР 50.2.017-95 «ГСИ. Положение о Российской системе калибровки», ПР 50.2.018-95 «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ», вошли в закон «Об обеспечении единства измерений». В результате в Российской системе калибровки появилось более сотни равноправных аккредитующих органов, координацию деятельности которых осуществлял ВНИИМС.

В настоящее время, согласно ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий», только один орган подтверждает соответствие калибровочной лаборатории установленным требованиям – ВНИИМС. Основная задача ВНИИМС – организация деятельности метрологических служб юридических лиц.

Вопрос № 15. *Какова основная цель функционирования Российской системы калибровки в настоящий момент?*

Российская система калибровки – совокупность добровольно объединившихся юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, деятельность которых в части организации и выполнения калибровочных работ направлена на обеспечение единства измерений в стране вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений и осуществляется в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами.

Основная цель функционирования РСК – это создание условий для международного признания результатов калибровки и обеспечения доверия к качеству выполнения калибровочных работ со стороны клиентов и партнеров юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, зарегистрированных в РСК и осуществляющих калибровочную деятельность в соответствии с едиными требованиями, гармонизированными с международными требованиями и нормами.

Вопрос № 16. *Дублирует ли деятельность Российской системы калибровки деятельность Росаккредитации по аккредитации на техническую компетентность в выполнении калибровочных работ?*

Деятельность Российской системы калибровки ни в коей мере не дублирует деятельность Росаккредитации по аккредитации на техническую компетентность в выполнении калибровочных работ. Основная задача Росаккредитации – констатация соответствия калибровочной лаборатории критериям аккредитации. Основная задача РСК – оказание помощи в достижении соответствия требова-

ниям РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. Эксперты органов по аккредитации в соответствии с международными правилами не имеют права консультировать аккредитуемые лаборатории, они должны быть морально и материально независимы от субъекта аккредитации (индифферентны к нему). Эксперты РСК применяют все свои знания и опыт, чтобы оказать максимальную помощь калибровочным лабораториям в организации их калибровочной деятельности с целью достижения соответствия установленным в РСК и ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 требованиям. Причем это делается не только во время процедуры оценки и подтверждения компетентности, но и на всем протяжении действия свидетельства о регистрации в РСК.

Вопрос № 17. *В чем заключается процедура аккредитации на право выполнения калибровочных работ?*

Процедура аккредитации на право выполнения калибровочных работ состоит, как правило, из трех этапов:

- экспертизы представленных на аккредитацию документов и выдачи замечаний и предложений по их совершенствованию и совершенствованию организации и порядка выполнения калибровочных работ;

- корректировки совместно с заявителем представленных документов, поиска реальных возможностей совершенствования калибровочной деятельности;

- проведения проверки соответствия фактического состояния калибровочной службы заявленному, последующего оформления акта проверки. При положительных результатах проверки выдается аттестат аккредитации на право выполнения калибровочных работ и аккредитованная служба заносится в реестр Российской системы калибровки.

При подготовке документов, представляемых на аккредитацию, особое внимание следует уделять полному соответствию состава и характеристик средств калибровки и калибруемых средств измерений тем, которые указаны в соответствующих методиках калибровки (поверки).

Вопрос № 18. *В каких случаях необходима аккредитация на право проведения калибровочных работ?*

Следует сразу сказать, что в соответствии с законом РФ «Об обеспечении единства измерений» (ст. 23) аккредитация на право проведения калибровочных работ – дело добровольное. Метрологическая служба юридического лица может аккредитоваться, в принципе, в любой известной ему системе аккредитации калибровочных лабораторий, в том числе и зарубежной.

В настоящее время в России создана национальная Российская система калибровки, аккредитация в рамках которой также происходит добровольно. В каких случаях может потребоваться аккредитация? Прежде всего тогда, когда предприятие поставляет продукцию на зарубежные рынки. В этом случае торговый партнер (покупатель) может потребовать от продавца подтверждение того, что характеристики продукции измерялись приборами, откалиброванными в аккредитованной национальной калибровочной службой калибровочной лаборатории. Такое же подтверждение может потребоваться при сертификации продукции предприятия. В целом же аккредитация означает, что национальная калибровочная служба своим авторитетом гарантирует, что аккредитованные калибровочные лаборатории выполняют калибровку по правилам, установленным в стране (с привязкой к национальным эталонам), и обеспечивают единство измерений. И последний аргумент в пользу целесообразности и эффективности аккредитации состоит в том, что аккредитованная метрологическая служба (калибровочная лаборатория) может пользоваться на льготных условиях всей методической, нормативной и информационной базой РСК.

Вопрос № 19. *Должна ли калибровка средств измерений проводиться в соответствии с методиками их поверки или предприятие может проводить калибровки по собственным методикам?*

Если метрологическая служба предприятия аккредитована на право проведения калибровочных работ, то она может в случае необходимости использовать соответствующие методики поверки средств измерений или самостоятельно или с чьей-либо помощью разработать

методику калибровки средств измерений, которую предприятие обязано утвердить в органе, аккредитовавшем данное предприятие на право проведения калибровочных работ.

Вопрос № 20. *Кто может выполнять калибровку средств измерений: любое лицо, которому поручено выполнение этих работ; лицо, имеющее соответствующее удостоверение органа Государственной метрологической службы и т. д.?*

Пока не утверждены порядок, правила и нормы по аттестации специалистов на право калибровки средств измерений, признаются удостоверения госповерителей и ведомственных поверителей, выданные органами Государственной метрологической службы и другими организациями Госстандарта России.

Вопрос № 21. *Могут ли юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, желающие быть аккредитованными на проведение поверки СИ, использовать арендованные эталоны?*

В настоящее время аккредитация на право поверки средств измерений осуществляется в соответствии с правилами по метрологии ПР 50.2.014-2002, принятыми постановлением Госстандарта от 17 декабря 2002 г. № 9124 и зарегистрированными в Минюсте РФ 27 декабря 2002 г. Правила гармонизированы с федеральным законом от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». Критерии аккредитации изложены в разделе 5 указанных правил. В частности, в п. 5.1 содержатся следующие требования: МС юридического лица должна располагать положением о метрологической службе, персоналом, эталонами, иными СИ и вспомогательным оборудованием, необходимым для реализации требований документов на методики поверки, нормативной и методической документации, а также помещениями и условиями, обеспечивающими проведение поверки СИ.

Как следует из п. 5.1, метрологическая служба должна располагать эталонами, необходимыми для реализации требований документов на методики поверки. При этом в приведенном тексте отсутствуют прямые указания, содержащие запрет на использование арендо-

ванного оборудования, поэтому в практике аккредитации представление договора о долгосрочной аренде эталонов (на срок не менее межаккредитационного периода) считают достаточным основанием для подтверждения того, что аккредитуемая организация располагает необходимыми эталонами.

Вопрос № 22. *На базе учебного заведения в лабораторном кабинете используют стенды, в состав которых входят вольтметры, амперметры и т. д. Согласно ГОСТ 8.513-84 (п. 1.5), средства измерений, применяемые для учебных целей, поверке не подлежат. На них наносят обозначение «У». Однако ГОСТ 8.513 аннулирован, взамен выпущены правила ПР 50.2.006-94. В данном действующем документе о средствах измерений, применяемых для учебных целей, не сказано ни слова. Возникает извечный вопрос: «что делать?».*

1. Сдавать на поверку.
2. Проводить калибровку.
3. Данные средства измерений поверке или калибровке не подлежат.
4. Дополнительные варианты.

В правилах по метрологии ПР 50.2.006-94 «ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерений» говорится: «Настоящий документ распространяется на средства измерений при выпуске из производства и ремонта, при ввозе по импорту и эксплуатации, продаже и прокате, подлежащие применению и применяемые в сферах распространения государственного метрологического контроля и надзора в соответствии с законом Российской Федерации “Об обеспечении единства измерений”, и устанавливает требования к организации и порядку проведения поверки средств измерений». В федеральном законе «Об обеспечении единства измерений» в ч. 1 ст. 13 содержится положение: «Средства измерений, предназначенные для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, а в процессе эксплуатации – периодической поверке». Средства измерений, применяемые в учебном процессе, не

входят в сферу государственного регулирования, поэтому они не упоминаются в правилах по метрологии ПР 50.2.006 и не подлежат поверке. Порядок их метрологического обеспечения определяет владелец. Если использование в учебном процессе предполагает исправность средств измерений и требования к их допустимой погрешности, то можно рекомендовать калибровать указанные средства измерений.

Вопрос № 23. *Каким документом регламентируется обязательность оформления протокола по результатам поверки? Если мы выполняем поверку для СИ собственного, внутризаводского использования, то можно ли поверку оформлять так, как мы установим сами, и каким документом это разрешено? Вопрос связан с тем, что, например, на заводе около 1000 индикаторов часового типа. Если на все оформлять протокол, то это занимает много времени, да и ценность этого протокола сомнительна.*

Конечно, основным документ для решения вопроса о необходимости оформления протоколов поверки – федеральный закон № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений». В ст. 13, в ч. 4 сказано, что результаты поверки средств измерений удостоверяются знаком поверки и (или) свидетельством о поверке. О протоколах поверки здесь ничего не говорится, следовательно, их оформление не обязательно.

Однако при выполнении поверки аккредитованные юридические лица и индивидуальные предприниматели должны учитывать требования и других документов, прежде всего ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009. В нем (п. 5.10.1) сказано следующее. Результаты каждого испытания, калибровки или серии испытаний или калибровок, проведенных лабораторией, должны быть сообщены точно, четко, недвусмысленно и объективно в соответствии со всеми специальными инструкциями, содержащимися в методах проведения испытания или калибровки.

Результаты оформляют в виде протокола испытаний или сертификата о калибровке, в которых указывают всю требуемую заказчиком и необходимую для толкования результатов испытаний или ка-

либровки информацию, а также всю информацию, требуемую для используемого метода.

Если испытания или калибровку проводят для внутренних заказчиков или при наличии письменного соглашения, то результаты могут быть представлены в упрощенном виде. Любая информация, которая не была передана заказчику, должна быть всегда доступна в лаборатории, выполнившей эти испытания и/или калибровку.

Примечание. Протоколы испытаний и сертификаты о калибровке иногда называют «сертификаты испытаний» и «протоколы о калибровке».

В ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 приведены общие требования к протоколам испытаний или сертификатам калибровки. Каждый протокол испытаний или сертификат о калибровке должен содержать следующую информацию (если лаборатория не имеет основных причин не указывать ту или иную информацию):

а) наименование документа (например, «Протокол испытаний» или «Сертификат о калибровке»);

б) наименование и адрес лаборатории, а также места проведения испытаний и/или калибровки, если оно не находится по адресу лаборатории;

в) уникальную идентификацию протокола испытаний или сертификата о калибровке (например, серийный номер), а также идентификацию на каждой странице, чтобы обеспечить признание страницы как части протокола испытаний или сертификата о калибровке, и, кроме того, четкую идентификацию конца протокола испытаний или сертификата о калибровке;

г) наименование и адрес заказчика;

д) идентификацию используемого метода;

е) описание, состояние и недвусмысленную идентификацию объекта (объектов) испытаний или калибровки;

ж) дату получения объекта (объектов), подлежащего(их) испытаниям или калибровке, если это существенно для достоверности и применения результатов, а также дату(ы) проведения испытаний или калибровки;

з) ссылку на план и методы отбора образцов, используемые лабораторией или другими органами, если они имеют отношение к достоверности и применению результатов;

и) результаты испытаний или калибровки с указанием (при необходимости) единиц измерений;

к) имя, должность и подпись или эквивалентную идентификацию лица (лиц), утвердившего(их) протокол испытаний или сертификат о калибровке;

л) при необходимости указание на то, что результаты относятся только к объектам (образцам), прошедшим испытания или калибровку.

Помимо этого, приводятся специальные требования к сертификату калибровки. Сертификаты калибровки должны, если это необходимо для толкования результатов калибровки, включать в себя следующее:

а) условия (например, условия окружающей среды), при которых проводилась калибровка и которые оказывают влияние на результаты измерений;

б) неопределенность измерения и/или указание о соответствии установленным метрологическим требованиям или отдельным метрологическим характеристикам;

в) доказательства того, что результаты измерений прослеживаются.

Сертификат о калибровке должен содержать только наименование величин и результаты функциональных испытаний. Если имеется указание о соответствии нормативной и технической документации, то необходимо отметить, какие положения данной документации выполняются, а какие нет.

Если в указании о соответствии нормативной и технической документации отсутствуют результаты измерений и связанные с ними неопределенности, лаборатория должна зарегистрировать эти результаты и хранить их для возможных ссылок на них в будущем.

Если калибруемый прибор был настроен или отремонтирован, результаты калибровки до и после настройки или ремонта (при их наличии) должны быть отражены в протоколе.

Сертификат о калибровке (или отметка о калибровке) не должен содержать рекомендаций о периодичности проведения калибровки, за исключением тех случаев, когда это согласовано с заказчиком. Это требование может быть установлено в законном порядке.

Все изложенные рекомендации в полной мере относятся и к поверке, за исключением возможности отклонения от требований технической документации.

Вопрос № 24. *Каким нормативно-правовым актом определяется формирование специализированного Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений?*

Федеральным законом № 102-ФЗ от 26.06.2008 г. «Об обеспечении единства измерений» (ст. 20).

Вопрос № 25. *Что представляет собой АИС «Метрконтроль»?*

Автоматизированная информационная система «Метрконтроль» представляет собой единую систему сбора и обработки информации о средствах измерений, эксплуатируемых в России. Она разработана Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии с целью контроля над осуществлением всех поверочных работ, состоянием и использованием средств измерений на территории России путем создания единой базы данных.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
Глава 1. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ПОВЕРКЕ И КАЛИБРОВКЕ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	7
1.1. Закон «Об обеспечении единства измерений»	7
1.2. Метрологический контроль и надзор	11
1.3. Испытания для утверждения типа СИ.....	15
1.4. Характеристика государственного метрологического надзора.....	20
<i>Контрольные вопросы</i>	22
Глава 2. ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ.....	23
2.1. Организация проведения поверок СИ.....	23
2.2. Методы поверки	30
2.3. Эталоны.....	36
2.4. Построение поверочных схем	38
2.5. Оптимизация межповерочных интервалов	46
2.6. Современные (новые) требования к поверке СИ	50
<i>Контрольные вопросы</i>	54
Глава 3. КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ	55
3.1. Общие положения	55
3.2. Организация и порядок проведения калибровки	61
3.3. Организация Российской системы калибровки	65
3.4. Методология калибровки	71
<i>Контрольные вопросы</i>	74
Глава 4. СОПОСТАВЛЕНИЕ ОПЕРАЦИЙ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ	75
4.1. Различия в принципах проведения поверки и калибровки.....	75
4.2. Зарубежная концепция функций калибровки и поверки... ..	84
4.3. Основные этапы проведения поверок и калибровок.....	88
<i>Контрольные вопросы</i>	94

Глава 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОВЕРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	95
5.1. Нормативно-правовое обеспечение	95
5.2. АИС «Метрконтроль»	100
<i>Контрольные вопросы</i>	106
 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	 107
 БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	 108
 ПРИЛОЖЕНИЕ	 113

Учебное издание

СЕРГЕЕВ Алексей Георгиевич
ОРЛОВ Дмитрий Юрьевич

ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Учебное пособие

Редактор Т. В. Евстюничева
Технический редактор С. Ш. Абдуллаева
Корректор Н. В. Пустовойтова
Компьютерная верстка Е. А. Кузьминой
Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Подписано в печать 16.12.19.
Формат 60×84/16. Усл. печ. л. 7,67. Тираж 50 экз.
Заказ

Издательство
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.