

Лекция 7
ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ.
ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Основы метрологического обеспечения

Метрологическое обеспечение (МО) – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности измерений.

Основной тенденцией в развитии МО является переход от существовавшей ранее сравнительно узкой задачи обеспечения единства и требуемой точности измерений к принципиально новой задаче обеспечения качества измерений.

Качество измерений – понятие более широкое, чем точность измерений. Оно характеризует совокупность свойств СИ, обеспечивающих получение в установленный срок результатов измерений с требуемыми точностью (размером допускаемых погрешностей), достоверностью, правильностью, сходимостью и воспроизводимостью.

Понятие "*метрологическое обеспечение*" применяется, как правило, по отношению к измерениям (испытанию, контролю) в целом. В то же время допускают использование термина "*метрологическое обеспечение технологического процесса (производства, организации)*", подразумевая при этом МО измерений (испытаний или контроля) в данном процессе, производстве, организации.



Отдельные аспекты МО рассмотрены в рекомендации МИ 2500–98 по метрологическому обеспечению малых предприятий. Разработка и проведение мероприятий МО возложено на метрологические службы (МС).

Метрологическая служба – служба, создаваемая в соответствии с законодательством для, выполнения работ по обеспечению единства измерений и осуществления метрологического контроля и надзора.

Структура метрологического обеспечения:



Научной основой МО является метрология – наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Организационной основой МО является метрологическая служба (ГМС государственная МС + ВМС/ведомственная МС/). Правила и нормы МО устанавливают в стандартах системы обеспечения единства измерений.

Нормативной основой МО является государственная система обеспечения единства измерений. Значимость и ответственность измерений и измерительной информации обуславливают необходимость установления в законодательном порядке комплекса правовых и нормативных актов и положений.

Технической основой МО являются:

система государственных эталонов единиц физических величин, обеспечивающих воспроизведение единиц с наивысшей точностью;

система передачи размеров единиц физических величин от эталонов всемирной СИ с помощью образцовых СИ и других средств поверки;

система разработки, постановки на производство и выпуска в обращение рабочих СИ, обеспечивающих определение с требуемой точностью характеристик продукции, технических процессов и других объектов в сфере производства, при НИР и других видах деятельности;

система обязательных государственных испытаний СИ, предназначенных для серийного и массового производства и ввоза их из-за границы, обеспечивающая единообразие СИ при разработке и выпуске в обращение;

система обязательной государственной поверки или МА СИ;

система стандартных образцов (СО) состава и свойств вещества материалов, обеспечивающих воспроизведение единиц величин, характеризующих состав и свойства веществ и материалов;

система стандартных справочных данных (ССД) о физических const и свойствах веществ и материалов, обеспечивающая достоверными данными НИР, разработку технологических процессов и конструкций изделий, процессов получения и использования материалов.

7.2 Объекты, цели и задачи метрологического обеспечения

- все стадии жизненного цикла **(ЖЦ)** изделия (продукции) или услуги.

Объект МО

ЖЦ - совокупность последовательных взаимосвязанных процессов создания и изменения состояния продукции от формулирования исходных требований к ней до окончания эксплуатации или потребления.

Так, на стадии разработки продукции для достижения высокого качества изделия производится выбор контролируемых параметров, норм точности, допусков, средств измерения, контроля и испытания. Так же осуществляется метрологическая экспертиза конструкторской и технологической документации.

**Основными
целями и задачами
МО являются:**

- повышение качества продукции, эффективности управления производством и уровня автоматизации производственных процессов;
- обеспечение взаимозаменяемости деталей, узлов и агрегатов, создание необходимых условий для кооперирования производства и развития специализации;
- повышение эффективности НИР и ОКР, экспериментов и испытаний;
- обеспечение достоверного учета и повышения эффективности использования материальных ценностей и энергетических ресурсов;
- повышение эффективности мероприятий по профилактике, диагностике и лечению болезней, нормированию и контролю условий труда и быта людей, охране окружающей среды;
- повышение уровня автоматизации управления транспортом и безопасности его движения;

Госстандарт, в соответствии с основными задачами и направлениями его деятельности в области стандартизации и метрологии, осуществляет решение следующих основных задач МО:

- определение основных направлений развития МО и путей наиболее эффективного использования научных и технических достижений в этой области;
- разработку научно-методических, технико-экономических, правовых и организационных основ МО на всех уровнях управления народным хозяйством;
- организацию и проведение фундаментальных научных исследований по изысканию и использованию новых физических эффектов с целью создания и совершенствования методов и средств измерений высшей точности и определение физических постоянных;
- обеспечение единства измерений в стране, стандартизацию основных положений, правил, требований и норм МО, развитие и совершенствование СОЕИ;
- установление допускаемых к применению единиц физических величин;
- установление системы государственных эталонов единиц физических величин, их создание, утверждение, совершенствование и хранение;
- установление единого порядка передачи размеров единиц ДВ от государственных эталонов всемирной СИ;
- разработку межотраслевых программ МО и организацию работ по их осуществлению;
- научно-методическое руководство разработкой комплексных программ МО отраслей народного хозяйства;
- создание и совершенствование рабочих эталонов и ОСИ высшей точности, планирование и координацию разработок комплектных поверочных установок и лабораторий;
- установление единых требований к МХ СИ;
- установление порядка, планирование, проведение государственных испытаний СИ;
- государственную поверку СИ;
- государственный надзор за производством, состоянием и ремонтом СИ и соблюдением метрологических правил, требований и норм;
- организацию и осуществление подготовки и повышение квалификации кадров;
- организация работ по международному сотрудничеству в области метрологии.

**Министерства в области МО
осуществляют решение
следующих основных задач:**

Определение основных
направлений развития
работ по МО

Организацию и проведение
анализа состояния
измерений на
предприятиях, разработку
на его основе комплексных
программ МО отрасли

Разработку, внедрение
государственных
стандартов на нормы
точности измерений, МВИ
и СИ

Организацию МЭ,
документацию

Организацию поверки и
МА СИ

Организацию и
осуществление подготовки
и повышения
квалификации кадров

Участие в работах по
международному
сотрудничеству

Основными задачами МО на предприятии являются:

Проведение анализа состояния измерений на предприятии, разработка на его основе и осуществление мероприятий по совершенствованию МО, участие в разработке и выполнение заданий, предусмотренных комплексными программами МО отрасли

Установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений

Проведение работ по созданию и внедрению МВИ и СИ, испытаний и контроля

Внедрение стандартов, разработка и внедрение СТП, регламентирующих нормы точности измерений

Проведение МЭ проектов НД, конструкторской и технологической документации

Поверка и МА СИ

Аттестация МВИ

Контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом СИ и соблюдением метрологических правил, требований и норм

При разработке МО необходимо использовать системный подход, суть которого состоит в рассмотрении указанного обеспечения как совокупности взаимосвязанных процессов, объединенных одной целью – достижением требуемого качества измерений. Такими процессами являются:

Установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений при контроле качества продукции и управлении процессами

Технико-экономическое обоснование и выбор СИ, испытаний и контроля и установление их рациональной номенклатуры

Стандартизация, унификация и агрегатирование используемой контрольно-измерительной техники

Разработка, внедрение и аттестация современных методик выполнения измерения, испытаний и контроля (МВИ)

Внедрение международных, государственных и отраслевых стандартов, а также иных нормативных документов Госстандарта

Участие в разработке и внедрении стандартов предприятия

Контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом КИО, а также за соблюдением метрологических правил и норм на предприятии

Поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (КИО), применяемого на предприятии

Проведение метрологической экспертизы проектов нормативной, конструкторской и технологической документации

Проведение анализа состояния измерений, разработка на его основе и осуществление мероприятий по совершенствованию МО

Подготовка работников соответствующих служб и подразделений предприятия к выполнению контрольно-измерительных операций

7.3 Поверка СИ. Основные понятия

Согласно ТКП 8.003-2011 «Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Поверка средств измерений. Правила проведения работ» поверка средств измерений - составная часть метрологического контроля, включающая выполнение работ, в ходе которых подтверждаются метрологические характеристики средств измерений и определяется соответствие средств измерений требованиям законодательства Республики Беларусь об обеспечении единства измерений.

В ТКП 8.003-2011 применяют следующие термины с соответствующими определениями:

Аккредитованная поверочная лаборатория - юридическое лицо, аккредитованное Госстандартом для выполнения работ по поверке средств измерений в определенной области аккредитации.

Межповерочный интервал (МПИ) - интервал времени, в течение которого метрологические характеристики средства измерений не превышают нормированных значений с требуемой вероятностью.

Методика поверки - документально установленная совокупность операций и правил при поверке средств измерений, выполнение которых обеспечивает подтверждение метрологических характеристик средств измерений установленным требованиям.

Поверитель - физическое лицо, являющееся работником юридического лица или индивидуального предпринимателя либо индивидуальным предпринимателем и подтвердившее свою профессиональную компетентность в осуществлении поверки в соответствии с законодательством Республики Беларусь об оценке соответствия.

Поверительное клеймо - знак поверки, наносимый по результатам поверки на средство измерений и/или его эксплуатационные документы с помощью средств клеймения.

Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений, воспроизводящее и (или) хранящее единицу измерения, а также кратные либо дольные значения единицы измерения, имеющее метрологические характеристики, значения которых принимаются неизменными в течение определенного времени.

Средства поверки - эталоны, средства измерений и иные вспомогательные средства, применяемые при проведении поверки.

Сфера законодательной метрологии - установленные Законом Республики Беларусь «Об обеспечении единства измерений» и иными законодательными актами Республики Беларусь сферы деятельности, в которых в целях обеспечения единства измерений осуществляются государственное регулирование и управление, а также государственный метрологический надзор.

Поверку средств измерений, предназначенных для применения в сфере законодательной метрологии, проводят юридические лица государственной метрологической службы. По решению Госстандарта право поверки средств измерений, предназначенных для применения в сфере законодательной метрологии, может быть предоставлено аккредитованным поверочным лабораториям других юридических лиц. Деятельность этих лабораторий осуществляется в соответствии с действующим законодательством и ТИПА по обеспечению единства измерений, утверждаемым Госстандартом.

Результатом поверки является подтверждение пригодности СИ к применению или признание средства измерений непригодным к применению. Если СИ признано непригодным, то оно может применяться после ремонта и положительных результатов поверки.

7.4 Виды проверок



Первичную поверку проводят при выпуске СИ из производства или ремонта, а также при ввозе по импорту СИ, прошедших государственные приемочные испытания по СТБ 8001-93. Импортерные СИ не подлежат первичной поверке в случае, когда результаты поверки, проведенной в других странах, признаны Госстандартом РБ в соответствии с международными соглашениями о взаимном признании результатов испытаний и поверки. Допускается выборочная первичная поверка СИ.

Периодическая поверка СИ проводится через межповерочные интервалы, установленные с учетом обеспечения пригодности СИ к применению в период между поверками. Эту поверку проводят при эксплуатации и хранении СИ согласно графику поверки.

Межповерочные интервалы устанавливаются при проведении государственных приемочных испытаний или метрологической аттестации СИ, исходя из показателей надежности. Они должны гарантировать метрологическую исправность СИ в период между поверками. Годовые календарные **графики периодической поверки** утверждаются руководством предприятия.

В метрологической практике имеются сигнализирующие средства (индикаторы), которые не относятся к СИ и не поверяются. Право перевода СИ в разряд индикаторов предоставлено метрологическим службам субъектов хозяйствования. На лицевой стороне таких средств должно быть нанесено обозначение «И». Средства измерений, используемые в учебных целях, периодической поверке не подвергаются, и на них наносится обозначение «У», использовать такие средства для измерений запрещено.

Внеочередная поверка СИ проводится органами ГМС и МС субъектов хозяйствования при эксплуатации и хранении СИ независимо от срока периодической поверки в следующих случаях:

1
2

- при необходимости подтверждения годности СИ к применению;
- при вводе СИ в эксплуатацию после длительного хранения;

3
4

- при корректировке межповерочных интервалов;
- при контроле результатов периодической поверки;

5
6

- при повреждении поверительного клейма, пломбы или утере документа, подтверждающего, СИ прошло необходимую поверку;
- при применении СИ в качестве комплектующих, передаче на длительное хранение или отправке потребителю по истечении половины межповерочного интервала на них.

Инспекционная поверка проводится выборочно при осуществлении государственного метрологического надзора и контроля со стороны субъектов хозяйствования за состоянием и применением СИ для выявления их пригодности к применению, оценки качества поверочных работ и правильности назначения межповерочных интервалов согласно условиям эксплуатации. Результаты инспекционной поверки указываются в акте поверки состояния и применения СИ. При неудовлетворительном состоянии СИ, поверительные клейма погашают, свидетельства аннулируют, а в паспортах или эксплуатационной документации делают запись о непригодности СИ к применению.

Экспертную поверку осуществляют при проведении метрологической экспертизы средств измерений органами государственной метрологической службы. Эту поверку проводят с целью обоснования заключения о пригодности СИ к применению по письменному требованию милиции, судебно-следственных органов и Госарбитража, а также по заявкам предприятий и организаций с указанием причины.

Если данные экспертной поверки свидетельствуют о злоупотреблениях, руководитель органа государственной метрологической службы обязан сообщить об этом в следственные органы.

Результаты экспертной поверки отражаются в заключении, которое утверждается руководителем органа государственной метрологической службы.

7.5 Методы поверки средств измерений

В основу классификации применяемых методов поверки положены следующие признаки, в соответствии с которыми средства измерения могут быть поверены:

Без использования компаратора
(прибора сравнения), т.е.
непосредственным сличением
поверяемого средства измерений
с образцовым средством
измерений того же вида

Сличением поверяемого
средства измерений с образцовым
средством измерений того же
вида с помощью компаратора

Прямым измерением
поверяемым измерительным
прибором величины,
воспроизводимой образцовой
мерой

Прямым измерением
образцовым измерительным
прибором величины,
воспроизводимой подвергаемой
поверке мерой

Косвенным измерением
величины, воспроизводимой
мерой или измеряемой прибором,
подвергаемым поверке

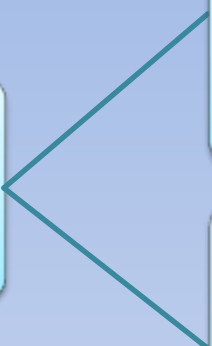
Метод непосредственного сличения двух средств измерений.

Этот метод широко применяется при поверке различных средств измерений и т.д.

Основа метода: одновременное измерение одного и того же значения физических величин X аналогичным по роду измеряемой величины поверяемым и образцовым приборами. При поверке данным методом устанавливают требуемое значение X , затем сравнивают показания поверяемого прибора X с показаниями X_0 образцового и определяют разность $D = X - X_0$. Разность равна абсолютной погрешности поверяемого прибора, которую приводят к нормированному значению X_n для получения приведенной погрешности γ .

$$\gamma = \frac{\Delta}{X_n} * 100\%$$

Способы реализации данного метода



```
graph LR; A[Способы реализации данного метода] --> B[Регистрацией смещений. При этом показание индикатора поверяемого прибора путем изменения входного сигнала устанавливают равным поверяемому значению, а погрешность определяют как разность между показанием поверяемого прибора и действительным значением, определяемым по показаниям образцового прибора.]; A --> C[Отсчётом погрешности по показанию индикатора поверяемого прибора. При этом номинальное значение размера физической величины устанавливают по образцовому прибору, а погрешность определяют как разность между номинальным значением и показанием поверяемого прибора.];
```

Регистрацией смещений. При этом показание индикатора поверяемого прибора путем изменения входного сигнала устанавливают равным поверяемому значению, а погрешность определяют как разность между показанием поверяемого прибора и действительным значением, определяемым по показаниям образцового прибора.

Отсчётом погрешности по показанию индикатора поверяемого прибора. При этом номинальное значение размера физической величины устанавливают по образцовому прибору, а погрешность определяют как разность между номинальным значением и показанием поверяемого прибора.

Первый способ удобен тем, что дает возможность точно определить погрешность по образцовому прибору, имеющему, как правило, более высокую разрешающую способность.

Второй способ удобен при автоматической поверке, так как позволяет поверять одновременно несколько приборов с помощью одного образцового средства измерения. Недостатки этого способа: нелинейность и недостаточная разрешающая способность поверяемых приборов. Достоинства метода непосредственных сличений: простота, отсутствие необходимости применения сложного оборудования и др.

Метод сличения поверяемого средства измерений с образцовым средством измерений того же вида с помощью компаратора (прибора сравнения) заключается в том, что в ряде случаев невозможно сравнить показания двух приборов, например, вольтметров, если один из них пригоден для измерений только в цепях постоянного тока, а другой - переменного; нельзя непосредственно сравнить размеры мер магнитных и электрических величин. Измерение этих величин выполняют введением в схему поверки некоторого промежуточного звена - компаратора, позволяющего косвенно сравнивать две однородные или разнородные физические величины. Компаратором может быть любое средство измерения, одинаково реагирующее на сигнал образцового и поверяемого средств измерений.

При сличении мер сопротивления, индуктивности, емкости в качестве компараторов используют мосты постоянного или переменного тока, а при сличении мер сопротивления и ЭДС-потенциометры.

Сличение мер с помощью компараторов осуществляют **методами противопоставления и замещения**. Общим для этих методов поверки средств измерений является выработка сигнала о наличии разности размеров сравниваемых величин. Если этот сигнал подбором, например, образцовой меры или принудительным изменением ее размера будет сведен к нулю, то это **нулевой метод**. Если же на входе компаратора при одновременном воздействии размеров сличаемых мер измерительный сигнал указывает на наличие разности сравниваемых размеров, то это **дифференциальный метод**.

Применение в ходе поверки метода противопоставления позволяет уменьшить воздействие на результаты поверки влияющих величин ввиду того, что они практически одинаково искажают сигналы, подаваемые на вход компаратора.

Достоинства метода замещения

закljučаются в последовательном во времени сравнении двух величин. То, что эти величины включаются последовательно в одну и ту же часть компаратора, повышает точность измерений по сравнению с другими разновидностями метода сравнения, где несимметрия цепей, в которые включаются сравниваемые величины, приводит к возникновению систематической погрешности.

Недостаток нулевого метода замещения - необходимость иметь средство измерений, позволяющее воспроизводить любое значение известной величины без существенного понижения точности.

Особенностью дифференциального метода

при проведении измерений и, в частности, поверки является возможность получения достоверных результатов сличения двух средств измерений даже при применении сравнительно грубых средств для измерения разности.

Метод прямого измерения.

Этот метод предъявляет к мерам, используемым в качестве образцовых средств измерений, ряд специфических требований. Наиболее характерными из них являются: возможность воспроизведения мерой той физической величины, в единицах которой градуировано поверяемое средство измерений, достаточный для перекрытия всего диапазона измерений поверяемого средства измерений диапазон физических величин, воспроизводимых мерой; соответствие точности меры, а в ряде случаев ее типа и плавности изменения размера требованиям, оговариваемым в НТД на методы и средства поверки средств измерений данного вида.

Как и при поверке методом непосредственного сличения, определение основной погрешности поверяемого средства измерений проводят двумя рассмотренными выше способами.

Широкое применение метод прямых измерений находит при поверке мер электрических и магнитных величин. Особенно он эффективен при поверке мер ограниченной точности.

Метод косвенных измерений величины, воспроизводимой мерой или измеряемой прибором.

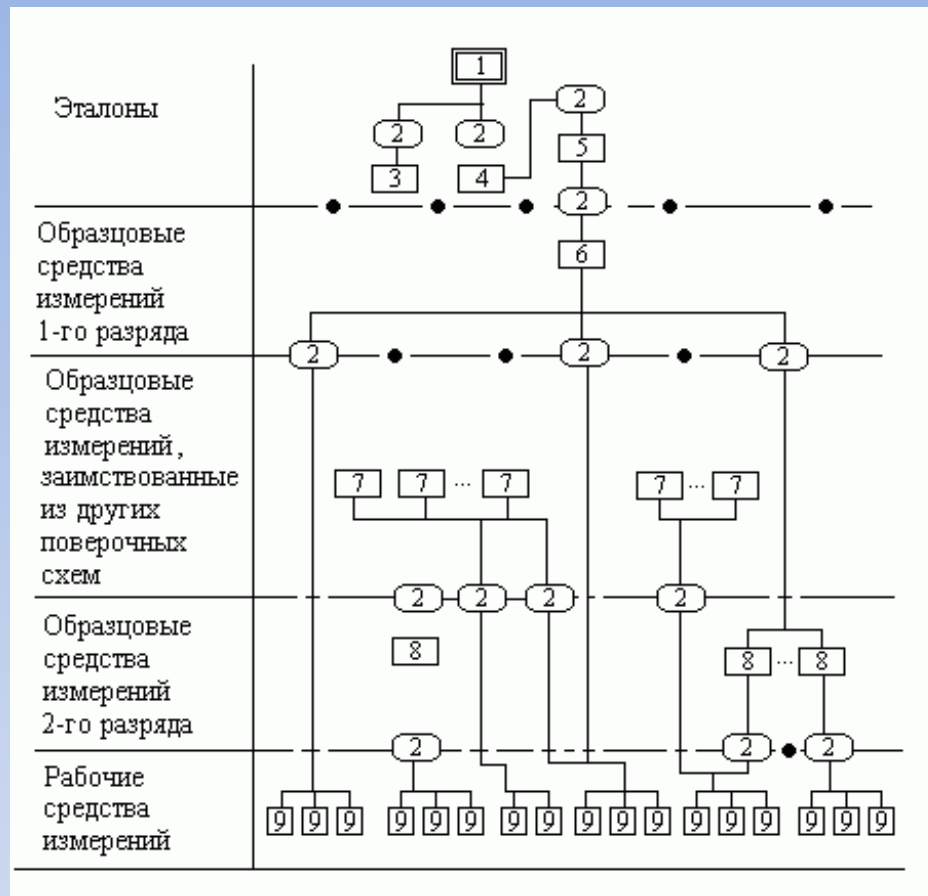
При реализации этого метода о действительном размере меры и измеряемой поверяемым прибором величины судят на основании прямых измерений нескольких величин, связанных с искомой величиной, определенной зависимостью. Метод применяется тогда, когда действительные значения величин, воспроизводимые или поверяемые поверяемым средством измерений, невозможно определить прямым измерением или когда косвенные измерения более просты или более точны по сравнению с прямыми. На основании прямых измерений и по их данным выполняют расчет. Только расчетом, основанным на определенных зависимостях между искомой величиной и результатами прямых измерений, определяют значение величины, т.е. находят результат косвенного измерения.

7.6 Поверочные схемы

Поверочные схемы - это документ, определяющий средства, методы и точность передачи размера единицы физической величины от государственного эталона или исходного образцового средства измерений рабочим средствам измерений.

При разработке поверочной схемы необходимо обосновать оптимальность ее структуры (методы поверки, виды вторичных эталонов, число разрядов образцовых средств измерений и т.д.). При этом подобрать оптимальные соотношения погрешностей поверяемого и образцового приборов, учесть вероятности признания годными неисправных приборов и т.д.

Поверочные схемы оформляют в виде чертежа, на котором указывают наименования средств измерений и методов поверки, номинальные значения или диапазоны значений физических величин, средств измерений и методов поверки. Чертеж дополняется текстовой частью.



1 - государственный эталон; 2 - метод передачи размера единицы; 3 - эталон сравнения (для международных сличений); 4 - эталон-копия; 5 - рабочий эталон; 6,8 - образцовые средства измерений соответствующих разрядов; 7 - образцовые средства измерений, заимствованные из других поверочных схем; 9 - рабочие средства измерений

Рисунок 7.1- Пример поверочной схемы

Чертеж должен состоять из полей, расположенных друг над другом и разделенных штриховыми линиями, число которых зависит от структуры поверочной схемы. Поля должны иметь наименования, указываемые в левой части чертежа, отделенной вертикальной сплошной линией.

В верхнем поле чертежа государственной поверочной схемы, возглавляемой государственным эталоном, указывают наименования эталонов в порядке их соподчиненности. В верхнем поле чертежа ведомственной или локальной поверочной схемы указывают наименования эталона или локальной поверочной схемы.

Для средств измерений производных величин, единицы которых воспроизводят методом косвенных измерений, в верхнем поле чертежа указывают наименования образцовых средств измерений, применяемых для воспроизведения данной единицы и заимствования из других государственных поверочных схем. Наименование этих образцовых средств измерений должны быть даны со ссылками на соответствующие поверочные схемы. Номинальные значения или диапазоны значений физических величин и значения их погрешностей указывают над наименованиями эталонов и образцовых средств измерений.

Под полем эталонов располагают поле образцовых средств измерений 1-го разряда и далее поля подчиненных образцовых средств измерений. В тех поверочных схемах, где должна быть показана передача размера единицы от образцовых средств измерений, заимствованных из других поверочных схем, их наименования помещают в специально отведенном поле. В ведомственных и локальных поверочных схемах указывают разряды образцовых средств измерений, соответствующие присвоенным этим средствам измерений в государственных поверочных схемах. Под наименованиями образцовых средств измерений показывают диапазоны измерений и значения погрешностей средств измерений. Поле рабочих средств измерений помещают под полем подчиненного образцового средства измерений. Слева направо в порядке возрастания погрешности в нем располагают группы рабочих средств измерений, поверяемых по образцовым средствам одного наименования. Для каждой группы указывают вид, диапазон измерений и значения погрешностей средств измерений.

На поверочной схеме также указывают один из методов поверки средств измерений: непосредственного сличения или сличения при помощи компаратора или других средств сравнения; прямых, косвенных, совместных или совокупных измерений.

На чертеже поверочной схемы наименование государственного эталона заключают в прямоугольник, образованный двойной линией, а вторичные эталоны, образцовые и рабочие средства измерений - в прямоугольники, образованные одинарной линией. Наименование методов поверки помещают в горизонтальные овалы между наименованиями поверяемого и образцового средства измерений.

Локальная поверочная схема формируется в соответствии с вышеизложенными требованиями: передача размеров единиц сверху вниз, компоновка и оформление элементов ведомственной (локальной) поверочной схемы приведена на рис.1; пояснительный текст к ней должен состоять из вводной части и объяснений к ее элементам, несущим дополнительную информацию.

7.7 Определение межповерочных интервалов

Метод установления первого межповерочного интервала (МПИ) определяется моделью функционирования СИ, объемом исходной информации, характере отказов СИ и закономерностью их проявления.

Метрологические службы (МС), осуществляют поверку СИ через промежутки времени, равные МПИ, с целью обнаружения и устранения отказов (выхода погрешности СИ за пределы допускаемых в эксплуатации). Строгое научное обоснование МПИ должно учитывать условия эксплуатации СИ, их особенности, срок службы, уровень надежности, состояние транспортировки из места эксплуатации в МС, степень износа СИ, стабильность характеристик МПИ должны определяться на основе статистических данных результатов поверок.

Характерно, что СИ, используемые редко, имеющие высокую временную стабильность контролируемых параметров, поверяют чаще, чем это необходимо, что увеличивает стоимость поверки и наоборот, поверка в те же сроки нестабильных, часто применяемых СИ приводит к использованию на производстве и в поверочной практике СИ, не удовлетворяющих установленным требованиям, сказывается на качестве продукции.

Известен метод установления МПИ по вероятности отказа к моменту поверки и доле неверных измерений. Критерием оценки процесса здесь служит определенное значение вероятности отказа к моменту поверки.

Наиболее достоверные данные по определению МПИ могут дать расчетные методы, приведенные в МИ 2187-92 «Межповерочные и межкалибровочные интервалы СИ» и основанные на наличии достоверных значений показателей надежности.

При выпуске из производства СИ, первый МПИ при принятом экспоненциальном законе распределения времени безотказной работы λ может быть определен по формуле:

$$t_1 = \frac{1}{\lambda} \ln P_{\text{доп}}$$

где $P_{\text{доп}}$ – допускаемая вероятность безотказной работы.

$$P_{\text{доп}} = 1 - Q_{\text{доп}},$$

где $Q_{\text{доп}}$ – допускаемая вероятность отказа. $P_{\text{доп}}$ находится в пределах 0,85-0,99.

Возможно определение первого МПИ в случае наличия информации о наработке на отказ по формуле:

$$t_1 = T_0 \ln P_{\text{доп}}.$$

Существенным моментом в установлении МПИ является сбор информации с целью определения достоверных количественных значений показателей надежности и установления количества забракованных СИ n_t от общего количества однородной группы N_t в течении МПИ t .

При обработке статистических данных учитывают только "скрытые" отказы, выявленные при очередной поверке, которые не могут быть обнаружены при эксплуатации средств измерений. К ним относятся погрешность, вариация, нестабильность нуля и т.п. Явные отказы, т.е. когда отказ можно обнаружить без поверки, при расчетах учитывать не следует.

После поверки всех средств измерений "однородной" группы производят обобщение информации и расчет показателей надежности. Статистические значения вероятности безотказной работы P_i , интенсивности отказов λ и наработки на отказ T_0 определяют по формуле:

$$\begin{aligned}\hat{P}_i &= \frac{\hat{N}_i - n_i}{N_i}; \\ \lambda t &= \frac{1 - P_i}{t_1} = \frac{n_i}{t_1 \cdot N_i}; \\ T_0 &= \sum_{i=1}^N T_{0i} / N_i\end{aligned}$$

где N_i - количество средств измерений "однородной" группы; n_i - количество средств измерений, забракованных по "скрытым" отказам в течение межповерочного интервала t ; T_{0i} - наработка на отказ i -го средства измерений в "однородной группе".

Наработку на отказ каждого средства измерений определяют отношением суммарной наработки средств измерений к количеству "скрытых" отказов:

$$T_{0i} = \sum_{i=1}^n \tau / n_i$$

где t -наработка, т.е. время исправной работы между $(i-1)$ и i -ми отказами (принимают, что "скрытый" отказ произошел в середине межповерочного интервала; n_i - количество "скрытых" отказов для данного средства измерения).

При отсутствии данных о числовых значениях показателей надежности первый МПИ назначают исходя из опыта в области измерений, учитывая следующие обстоятельства:

- МПИ аналогов аттестуемого СИ;
- принцип действия СИ;
- имеющийся резерв нестабильности;
- априорную интенсивность эксплуатации;
- влияние воздействующих факторов окружающей среды;
- точностные возможности используемого метода поверки;
- влияние материала основных узлов и деталей аттестуемого СИ.

Для традиционных СИ, обладающих достаточной метрологической надежностью, МПИ назначается согласно ТНПА на методы и средства поверки.

7.8 Средства измерений, подлежащие поверке и порядок ее проведения

Обязательной поверке подлежат средства измерений, применяемые в торговле, здравоохранении, защите и безопасности государства, промышленности, строительстве, транспорте, сельском хозяйстве, гидрометеорологии, связи, коммунальном хозяйстве:

1
2
3
4
5

- при проведении торгово-коммерческих, таможенных, почтовых и налоговых операций;
- при диагностике и лечении заболеваний человека;
- при контроле медикаментов;
- при контроле состояния окружающей среды;
- при хранении, перевозке, утилизации, захоронении и уничтожении токсичных, легковоспламеняющихся, взрывчатых или радиоактивных веществ;

6
7
8
9
10

- при контроле безопасности и условий труда;
- при определении безопасности и качества производимой продукции и соответствия ее реальных характеристик предписанным;
- при контроле всех видов сырья и продуктов питания;
- при проведении испытаний, поверке и метрологической аттестации средств измерений;
- при измерениях, результаты которых служат основанием для регистрации национальных и международных спортивных рекордов.

Организацию и проведение поверки обеспечивают органы государственной метрологической службы, аккредитованные поверочные лаборатории и метрологические службы субъектов хозяйствования.



Средства измерений, поверка которых не может быть обеспечена метрологическими службами субъектов хозяйствования, представляются на поверку в органы государственной метрологической службы или аккредитованные поверочные лаборатории.

Средства измерений представляются на поверку в органы метрологической службы расконсервированными. По требованию метрологической службы вместе со средствами измерений должны представляться техническое описание, инструкция по эксплуатации, паспорт, методика поверки, свидетельство о последней поверке, а также необходимые комплектующие.

Средства измерений представляются на поверку в соответствии с графиком, утвержденным руководителем организации владельца и согласованным с органом, проводящим поверку.

Средства измерений представляются на поверку в соответствии с установленными межповерочными интервалами. Межповерочный интервал, установленный при утверждении типа или проведении метрологической аттестации, указанный в НД по поверке, может быть изменен в сторону увеличения на основании исследований стабильности метрологических характеристик средств измерений.

Периодическую поверку средств измерений предназначенных для измерений (воспроизведения) нескольких физических величин или имеющих несколько диапазонов измерений, но используемых постоянно для измерений (воспроизведения) меньшего числа физических величин или на меньшем числе диапазонов измерений, допускается на основании решения руководителя метрологической службы субъекта хозяйствования проводить только по тем требованиям НД по поверке, которые определяют пригодность средств измерений для применяемого числа физических величин и применяемых диапазонов измерений. В этих случаях на средствах измерений должны быть нанесены отчетливая надпись или условные обозначения, определяющие область их применения. Соответствующая запись должна быть сделана в документах о поверке средств измерений.

Государственную инспекционную поверку проводят в присутствии представителей проверяемого субъекта хозяйствования.

Экспертную поверку проводят органы государственной метрологической службы по письменному обращению заявителя при возникновении спорных вопросов по метрологическим характеристикам, исправности средств измерений и пригодности их к применению.

**При осуществлении органами государственной
метрологической службы поверки средств измерений на
местах их изготовления, ремонта или эксплуатации
субъекты хозяйствования должны:**

Обеспечить в необходимых случаях доставку поверочных средств, принадлежащих органам государственной метрологической службы, к месту поверки и обратно

Предоставлять стационарное поверочное оборудование

Выделять помещения и вспомогательный персонал, необходимые для проведения поверки

Обеспечивать в необходимых случаях хранение эталонов (образцовых средств измерений), принадлежащих органам государственной метрологической службы

Предоставлять в случае обслуживания субъекта хозяйствования передвижной лабораторией место стоянки и обеспечивать ее подключение к сети электро-, газо- и водоснабжения, канализации, а также обеспечивать ее сохранность

Продолжительность нахождения средств измерений в поверке устанавливается руководителем органа метрологической службы, в которой проводится поверка средств измерений, но не более одного месяца со дня поступления средства измерений в поверку.

Поверку средств измерений, проводимую органами государственной метрологической службы, **оплачивает владелец средств измерений** по тарифам, утвержденными в установленном порядке.

При проведении поверки средств измерений аккредитованными поверочными лабораториями субъектов хозяйствования плата за поверку взимается на договорной основе. Все расходы, связанные с вызовом поверителей, оплачивает владелец средств измерений. Проведение экспертной поверки оплачивается в тройном размере против тарифов на поверку. Инспекционная поверка средств измерений проводится бесплатно.

7.9 Результаты поверки

Результаты поверки оформляются протоколом по форме, установленной в НД по поверке.

Положительные результаты поверки средств измерений удостоверяются нанесением оттиска **поверительного клейма** и (или) **свидетельством** по форме приложения Г ТКП 8.003-2011.

Владелец средств измерений имеет право запросить протокол поверки или выписку из протокола поверки.

Поверительные клейма должны соответствовать требованиям РД РБ 50.8104.

Результаты инспекционной поверки отражаются в акте проверки состояния и применения средств измерений. По результатам экспертной поверки составляется заключение, которое утверждается руководителем органа государственной метрологической службы. Формы документов, используемых метрологическими службами при поверке собственных средств измерений, устанавливаются руководителями субъектов хозяйствования.

БЛАГОДАРЮ
ЗА ВНИМАНИЕ