

Лекция 6 ОСНОВЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ. ПОВЕРКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1 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.

Метрологическое обеспечение имеет четыре основы: **научную, техническую организационную и нормативную**. Их содержание показано на рис. 7.1. 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.

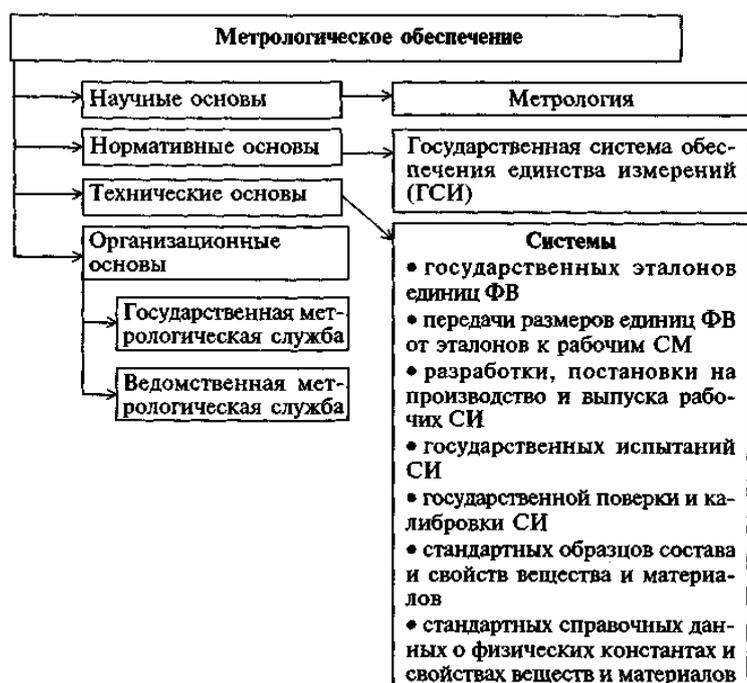


Рис. 7.1 – Структура метрологического обеспечения

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

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.

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

Нормативной основой МО является государственная система обеспечения единства измерений (см. лекц. 1). Значимость и ответственность измерений и измерительной информации обуславливают необходимость установления в законодательном порядке комплекса правовых и нормативных актов и положений.

6.2 Объекты, цели и задачи метрологического обеспечения

Объектом МО являются все стадии жизненного цикла (ЖЦ) изделия (продукции) или услуги. Под ЖЦ понимается 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 выполнении 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);
- поверка, метрологическая аттестация и калибровка контрольно-измерительного и испытательного оборудования (КИО),
 - применяемого на предприятии;
 - контроль за производством, состоянием, применением и ремонтом КИО, а также за соблюдением метрологических правил и
 - норм на предприятии;
 - участие в разработке и внедрении стандартов предприятия;
 - внедрение международных, государственных и отраслевых, стандартов, а также иных нормативных документов Госстандарта;
 - 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.

6.3 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.

6.4 Виды поверок

В зависимости от целей и назначения результатов поверки различают первичную, периодическую, внеочередную, инспекционную и экспертную поверку СИ.

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. Импортированные 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:

- при необходимости подтверждения годности СИ к применению;
- при вводе СИ в эксплуатацию после длительного хранения;
- при корректировке межповерочных интервалов;
- при контроле результатов периодической поверки;
- 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.

Внеочередную поверку рекомендуется проводить перед началом эксплуатации новых СИ и средств, поступивших из ремонта, со склада, после хранения и после транспортировки.

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.

6.5 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. *Например, в области электрических и магнитных измерений этот метод применяют при определении метрологических характеристик измерительных приборов непосредственной оценки предназначенных для измерения тока, напряжения, частоты и т.д.; в области измерения механических величин, в частности, давления.* Основой метода служит 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 срав-

нивают показания поверяемого прибора X с показаниями X_0 образцового и определяют разность $\Delta = X - X_0$. Разность равна абсолютной погрешности поверяемого прибора, которую приводят к нормированному значению X_n для получения приведенной погрешности γ .

$$\gamma = \frac{\Delta X}{X_n} \cdot 100\%,$$

Этот метод может реализовываться двумя способами:

- **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 заключаются 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. Вместе с тем реализация этого метода требует наличия высокоточной образцовой меры с номинальным значением, близким к номинальному значению сличаемой меры.

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.

6.6 Калибровка СИ

Становление нового вида метрологической деятельности на территории Республики Беларусь связано с определенными трудностями методического и организационного характера. Это в первую очередь касается терминов и определений. Так, в «Законе об обеспечении единства измерений» и СТБ 8014-2000 имеются разночтения в определении термина калибровка. Нет единого подхода в этом вопросе и в международной практике, о чем свидетельствуют данные, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 - Определения термина калибровка

№ п\п	Источник, страна	Определение калибровки
1	Закон Республики Беларусь №420 «Об обеспечении единства измерений»	Совокупность операций, выполняемых с целью определения действительных значений метрологических характеристик
2	СТБ 8014-2000 Калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения.	Совокупность операций, которые служат для установления при определенных условиях соотношения между показаниями измерительных приборов или измерительных систем или значениями величин воспроизводимых материальной мерой или стандартным образцом, и соответствующими значениями величин, воспроизводимых эталоном.
3	ГОСТ 16263-70 «ГСИ. Метрология. Термины и определения»	Калибровка меры (набора мер) – поверка меры (набора мер) посредством совокупных измерений.
4	Закон Российской Федерации «Об обеспечении единства измерений»	Калибровка средств измерений – совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений МХ и (или) пригодности к применению СИ, не подлежащего Государственному метрологическому контролю и надзору.
5	Закон Украины «О метрологии и метрологической деятельности»	Калибровка средств измерительной техники – определение в означенных условиях или контроль МХ средств измерительной техники, на которые не распространяется государственный метрологический надзор.
6	Германия, ДКД - 2	Калибровка – деятельность, которая при заданных условиях устанавливает двустороннюю связь между значением, показанным измерительным прибором, измерительным оборудованием или мерой, с одной стороны, и известным значением измеряемой величины, с другой стороны.
7	МИ 2247-93	Калибровка – совокупность операций, устанавливающих соот-

		ношение между значениями величины, полученными с помощью СИ, и соответствующим значением величины, определенным с помощью эталона с целью определения действительных МХ этого средства измерения.
--	--	---

Калибровка СИ имеет ряд особенностей и различий по сравнению с поверкой и МА СИ. Эти различия в большей мере касаются методических, организационных, технических и правовых сторон. В таблице 2 приведены сведения об этих различиях.

Таблица 2 - Различия между поверкой, калибровкой и МА СИ

ПОВЕРКА	КАЛИБРОВКА	МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ АТТЕСТАЦИЯ
<i>Сущность операции</i>		
-подтверждение метрологических характеристик установленным требованиям и пригодности к применению	- определение действительных значений метрологических характеристик	- оценка (исследование) и нормирование метрологических характеристик
<i>Перечень средств измерений, подлежащих контролю</i>		
<ul style="list-style-type: none"> - для проведения торговых, таможенных, почтовых и налоговых операций; - контроля качества лекарственных средств; - в диагностике и лечении заболеваний; - в ходе контроля состояния окружающей среды; - при хранении, перевозке и уничтожении токсичных, легковоспламеняющихся, взрывчатых и радиоактивных веществ; - в ходе контроля безопасности и условий труда; - при определении безопасности и качества производимой продукции и соответствия ее реальных характеристик предписанным; - в ходе контроля качества всех видов сырья и продуктов питания; - при проведении испытаний, поверке и метрологической аттестации средств измерений. 	<ul style="list-style-type: none"> - специального назначения (ранее не стандартизованные); - прошедшие государственные приемочные испытания и внесенные в Реестр средств измерений, применяемые не в полном диапазоне или при использовании не всех функциональных возможностей; - при проведении поверки которых отсутствует возможность нормирования метрологических характеристик; - требующие определения метрологических характеристик в реальных условиях их эксплуатации, в том числе испытательное и диагностическое оборудование, используемое в процессе измерений; - при передаче размера единиц с отступлением от стандартизованных поверочных схем. 	<ul style="list-style-type: none"> - не подлежащее государственными испытаниям; - передаваемые в эксплуатацию опытные и экспериментальные образцы (за исключением образцов, прошедших государственные приемочные испытания, изготовленные в процессе выполнения ОКР и НИР); - неизменность, стабильность метрологических характеристик которых позволяет устанавливать индивидуальные значения (в том числе серийного производства); - единичные экземпляры серийного производства, применяемые в условиях, отличающихся от условий и режимов, для которых нормированы их метрологические характеристики, либо в конструкцию которых внесены изменения, влияющие на эти характеристики; - импортируемые в единичных экземплярах.
<i>Исполнительные органы</i>		
- аккредитованные поверочные	- аккредитованные калибровочные	- органы государственной

лаборатории	ные лаборатории	метрологической службы; метрологические службы юридических лиц.
Исполнители		
- поверители	Лица, аттестованные для проведения калибровки	- Поверители
Принятие решения о пригодности и возможности применения		
- поверители	- пользователи	- Пользователи и \или поверители
Периодичность проведения		
- нормативный документ	владелец	- По мере необходимости
Юридическое оформление результатов		
- свидетельство о поверке; - нанесение оттиска поверительного клейма.	- свидетельство о калибровке; - «знак – клеймо» калибровки.	- Свидетельство о метрологической аттестации; - Нанесение оттиска поверительного клейма.
Метрологические характеристики, указываемые в свидетельстве		
- диапазон или номинальное значение; - класс точности и\или разряд и \или погрешность.	- действительное значение; - погрешность (неопределенность); вероятность, с которой определена погрешность.	- Диапазон или номинальное значение; - Погрешность.
Условия проведения		
- нормальные, установленные в нормативном документе	- реальные, при которых проводилась калибровка	- рабочий диапазон, указанный в эксплуатационной документации

Калибровка СИ может осуществляться по двум направлениям: *калибровка высокоточных средств измерений; калибровка образцовых и рабочих СИ.*

Первое направление в метрологической практике традиционное и использовалось давно в тех случаях, когда по мере продвижения вверх по поверочной схеме от рабочих СИ к эталонам неизбежно сокращается число СИ различных по номинальному значению. На верхних ступенях поверочной схемы часто имеется СИ (мера, эталон) только одного значения. Известно, что повышение точности СИ неизбежно связано с сокращением диапазона измерений по их шкале. Поэтому на некоторой ступени поверочной схемы иногда разности поверяемых значений поверяемой и ближайшей к ней по разряду исходной меры превышает диапазон измерения измерительного прибора соответствующего данному разряду точности. В этих случаях поверка осуществляется способом калибровки.

Этот способ калибровки заключается в сравнении различных мер, их сочетаний или отметок шкал многозначных мер в различных комбинациях и вычислении по результатам этих сравнений действительных значений отдельных мер или отметок шкалы (или поправок к ним) исходя из известного значения одной из них. В результате сравнения получается система уравнений, решением которого находятся действительные значения мер. Если число уравнений равно числу мер, то действительные значения мер и погрешности их аттестации находят с помощью методов обработки результатов косвенных измерений. С целью повышения точности аттестации необходимо увеличивать число уравнений, что позволит определить действительное значение мер методом обработки результатов совокупных измерений.

В результате проведенных сличений получены тринадцать уравнений с тринадцатью неизвестными. Решив эту систему уравнений, находим действительные значения масс гирь набора.

Второе направление калибровочной деятельности сложилось в настоящее время, когда работы по метрологическому обеспечению все более интенсивно начинают проводиться в сфере, непосредственно не включенной в область законодательной метрологии. Это обусловлено тем, что данная деятельность, проводимая в разных субъектах хозяйствования (на государственных предприятиях, в НИИ и в частных фирмах) соответствующими метрологическими службами, способствует, в первую очередь, повышению качества выпускаемой продукции и увеличению ее конкурентоспособности.

Инициатором работ в области метрологического обеспечения выступают в данном случае сами субъекты хозяйствования, которые прежде всего заинтересованы в их результатах.

Анализ ТНПА на поверку, калибровку и МА СИ показывает, что при внедрении калибровки в метрологическую деятельность субъектов хозяйствования в организационном отношении необходимо обосновывать перечень калибруемых СИ, ранг исполнительных органов и исполнителей, официальное юридическое оформление заявки и свидетельства калибровки.

В методическом плане при калибровочных работах необходимо учитывать следующие особенности:

- использование утвержденных методик калибровки, учитывающих технические возможности калибровочной службы, а также диапазон (или дискретные измеряемые значения), в котором должна быть проведена калибровка и погрешность (или неопределенность), с которой должны быть определены измеряемые величины;
- условия проведения;
- обработку результатов измерения;
- оформление результатов калибровки.

В техническом аспекте калибровки в сравнении с поверкой и МА СИ не имеет принципиальных отличий, т.к. при калибровке используются те же эталоны, эталонные (образцовые) рядные средства. Кроме того, могут использоваться вспомогательные средства и устройства, например, для создания нормальных условий проведения работ.

6.7 Калибровочная служба РБ

На основании международного опыта создания калибровочных служб и с учетом сложившейся метрологической инфраструктуры Республики Беларусь рассматривается следующая структура Калибровочной Службы Беларуси (КСБ), представленная на рисунке:

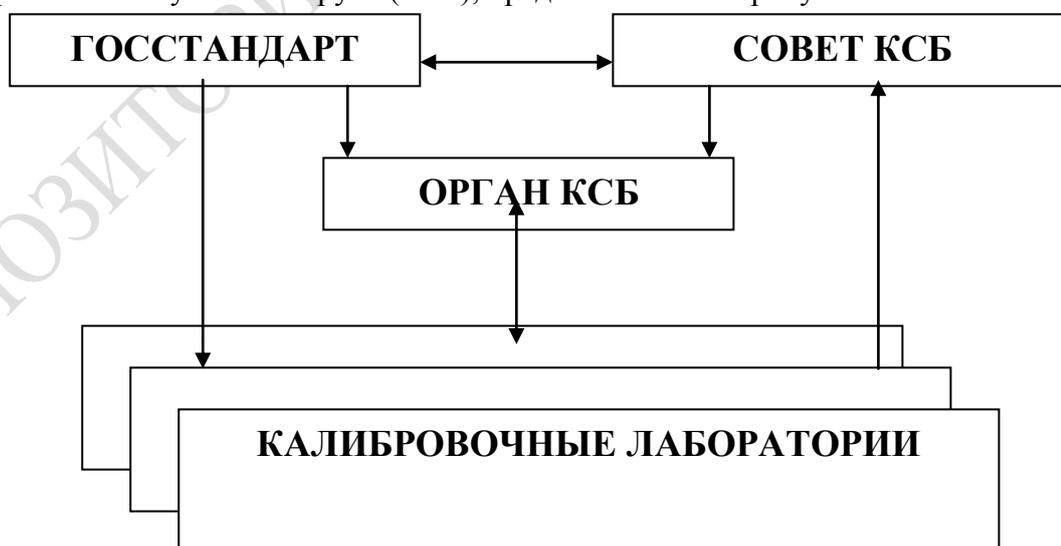


Рисунок 1- Калибровочная служба РБ

Калибровочную службу Беларуси образуют:

- Госстандарт Республики Беларусь;
- совет КСБ;
- орган КСБ;

- калибровочные лаборатории.

Госстандарт РБ образует Совет КСБ, членами которого являются руководители метрологических государственных органов управления и органов аккредитации, а также аккредитованных метрологических служб юридических лиц, представителей народного хозяйства, НИИ и объединений, государственных научных метрологических организаций и органов ГСМ, а также других заинтересованных в КСБ обществ и объединений.

Орган КСБ обеспечивает техническую связь с национальными и исходными эталонами, оказывает технические консультации, проводит национальные и международные сличения, разрабатывает, утверждает и регистрирует методики калибровки, обеспечивает повышение квалификации персонала и проводит аккредитацию калибровочных лабораторий. Калибровочные лаборатории, созданные на базе зарегистрированных поверочных лабораторий метрологических служб СХ осуществляют практическую деятельность по калибровке СИ.

Согласно стандарту основными целями КСБ являются:

- обеспечение единства измерений на всех уровнях проведения метрологических и технических измерений;
- гармонизация общеправовых и технических требований с международными правилами калибровки;
- развитие метрологической инфраструктуры страны для обеспечения качества продукции и повышения ее конкурентоспособности;
- перераспределение ответственности между производителями и потребителями метрологических услуг в части измерений, не относящихся к области законодательной метрологии;
- решение задач, связанных с «привязкой» применяемых в производстве средств измерений к общей метрологической основе;

Внедрение калибровки в общую метрологическую деятельность МС СХ позволяет решить следующие проблемы:

- аттестацию МХ испытательного и диагностического оборудования в реальных условиях эксплуатации;
- легализацию проведения «неполной» поверки;
- использование имеющихся эталонов в МС для передачи размера единиц физических величин при отступлении от стандартизованных поверочных схем;

В связи с тем, что работы по калибровке формально не могут быть отнесены к области законодательной метрологии но, тем не менее, они являются составной частью СОЕИ и имеют взаимосвязь с законодательной метрологией на основе сравнимости результатов измерений (рис.2).