

Российская система калибровки Методы поверки (калибровки) и поверочные схемы

Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов

Стандартные справочные данные

1. Российская система калибровки (рск)

Калибровка средств измерений — это совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик и/или пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору. Под пригодностью средства измерения подразумевается соответствие его метрологических характеристик ранее установленным техническим требованиям, которые могут содержаться в нормативном документе или определяться заказчиком. Вывод о пригодности делает калибровочная лаборатория.

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. А если учесть, что принципы национальной системы обеспечения единства измерений гармонизованы с международными правилами и нормами, то калибровка включается в мировую систему обеспечения единства измерений.

Выполнение указанного требования ("привязки" к эталону) важно и с другой точки зрения: измерения — это неотъемлемая часть технологических процессов, т.е. они непосредственно влияют на качество продукции. В этой связи результаты измерений должны быть сравнимы, что достигается только передачей размеров единиц от государственных эталонов 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, и при этом поверке (как обязательной функции) подлежала довольно ограниченная номенклатура средств измерений. В России же калибровка является продуктом разгосударствления процессов контроля за исправностью приборов. И, следовательно, отказ от всеобщей обязательности поверки вызвал к жизни функцию 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, что часто вызывает отрицательную реакцию.

Внедрению калибровки объективно мешает отсутствие конкуренции. Здесь проявляется определенное противоречие. С одной стороны, предприятия в соответствии с законом имеют право самостоятельно организовать у себя калибровку средств измерений и не заинтересованы (в отсутствие конкуренции) аккредитоваться у компетентных органов аккредитации на право проведения калибровочных работ. С другой стороны, предприятия понимают, что оторванность от государственной системы передачи размеров единиц от государственных эталонов по налаженной схеме рабочим средствам измерений может привести к потере точности и достоверности результатов измерений.

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 (РСК) 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;
- аккредитация предприятия в качестве калибровочной лаборатории в зарубежной калибровочной службе открытого типа.

На сегодняшний день еще не определились 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; самоокупаемость.

Основным стимулом вступления в РСК должно быть стремление к возрастанию степени доверия потребителей к показателям качества продукции. Стимулирует 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. Самоокупаемость РСК рассматривается как вполне реальный принцип, поскольку потребность в точных и достоверных результатах измерений возрастает. На рис. 1 представлена схема российской службы калибровки. Субъектами РСК являются:

- метрологические службы юридических лиц, аккредитованные на право калибровки средств измерений с использованием эталонов, подчиненных государственным эталонам единиц величин;
- государственные научные метрологические центры (метрологические институты Госстандарта России) и органы Государственной метрологической службы, зарегистрированные в РСК как аккредитующие органы, имеющие право аккредитовывать метрологические службы юридических лиц на право калибровки средств измерений;
- Госстандарт России, являющийся центральным органом РСК, координирующим деятельность субъектов РСК;

- ВНИИ метрологической службы, осуществляющий функции по организационному, методическому и информационному обеспечению деятельности РСК;
- совещательный орган РСК — Совет РСК, образованный Госстандартом России для формирования и обсуждения проектов решений центрального органа РСК по вопросам технической политики деятельности РСК.

Членами Совета РСК могут быть руководители аккредитующих органов, руководители аккредитованных метрологических служб, представители отраслей народного хозяйства и предприятий, научно-исследовательских институтов и объединений, а также других заинтересованных в РСК обществ и объединений. Вся деятельность субъектов РСК осуществляется на договорной основе. Контроль выполнения требований, предъявляемых к аккредитованным метрологическим службам, осуществляет орган Государственной метрологической службы по месту расположения данной метрологической службы. Орган аккредитации также осуществляет внутренний аудит и периодические ревизии для проверки своего соответствия предъявляемым требованиям.

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". Закон устанавливает, что заинтересованные метрологические службы юридических лиц могут быть аккредитованы на право проведения калибровочных работ. Порядок аккредитации устанавливается Госстандартом России. В целях реализации этого положения Закона разработан документ: «ГСИ. Порядок аккредитации метрологических служб юридических лиц на право проведения калибровочных работ». Документ создан на основе анализа организации национальных калибровочных служб Англии, США, ФРГ и других стран, а также в соответствии с руководствами ИСО/МЭК, стандартами EN 45001-45003 и Системой сертификации ГОСТ Р.

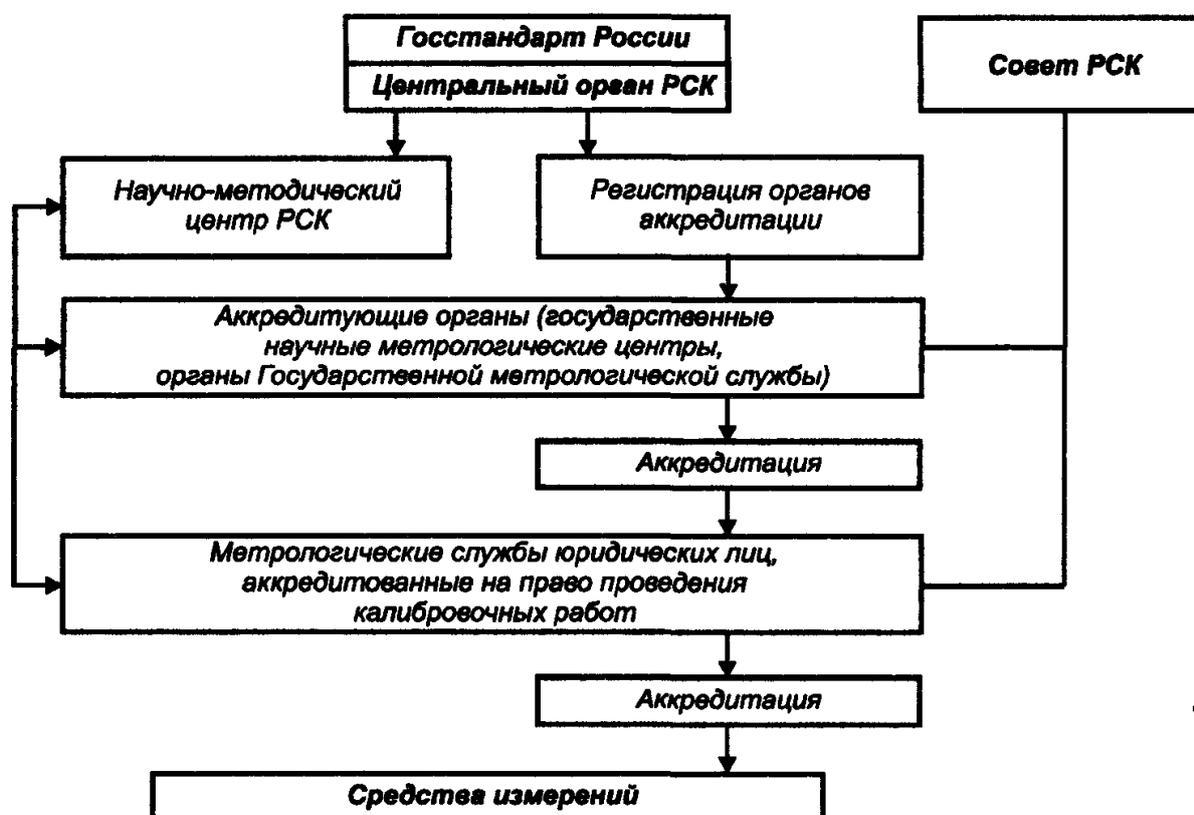


Рис. 1. Схема российской службы калибровки

Указанный документ устанавливает:

- порядок регистрации аккредитуемых 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.

Проблему в становлении и развитии российской калибровочной службы составляет ее нормативное обеспечение. Практически пока нет 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 начались с временного применения достаточно хорошо разработанной ранее нормативной базы метрологической аттестации и поверки.

Межкалибровочным интервалом называют календарный промежуток времени, по истечении которого средство измерения должно быть направлено на калибровку независимо от его технического состояния. Аналогично этому понятие *межповерочного интервала*. Различают три вида межкалибровочных (межповерочных) интервалов:

- первый вид— единый для всех средств измерений данного типа интервал, устанавливаемый на основе нормативных документов на этот вид средств измерений. В этом случае межповерочный (межкалибровочный) интервал определяется Госстандартом РФ при утверждении типа средства измерения по результатам испытаний. Величина интервала учитывает показатели метрологической безотказности и среднее значение времени использования средств измерений в нормальных условиях;
- второй вид— 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 с аккредитированной им ведомственной метрологической службой. Для средств измерений, которые не подлежат госнадзору, межкалибровочный интервал определяется по решению метрологической службы юридического лица;
- третий вид — межповерочные (межкалибровочные) 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 обусловило сокращение межповерочных интервалов. Согласование назначенных интервалов аналогично описанному для второго вида. Общим для всех видов межповерочных (межкалибровочных) интервалов является 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 измерения, по результатам которого рассчитывают время достижения наименьшего заданного значения вероятности отказа. Это время и служит основой для установления межповерочного (межкалибровочного) интервала.

2. Методы поверки (калибровки) и поверочные схемы

Допускается применение четырех методов поверки (калибровки) средств измерений:

- непосредственное сличение с эталоном;
- сличение с помощью компаратора;
- прямые измерения величины;
- косвенные измерения величины.

Метод непосредственного сличения поверяемого (калибруемого) средства измерения с эталоном соответствующего разряда широко применяется для различных средств измерений в таких областях, как электрические и магнитные измерения, для определения напряжения, частоты и силы тока. В основе метода лежит проведение одновременных измерений одной и той же физической величины поверяемым (калибруемым) и эталонным приборами. При этом определяют погрешность как разницу показаний поверяемого и эталонного средств измерений, принимая показания эталона за действительное значение величины. Достоинства этого метода в его простоте, наглядности, возможности применения автоматической поверки (калибровки), отсутствии потребности в сложном оборудовании.

Для **второго метода** необходим *компаратор* — прибор сравнения, с помощью которого сличаются поверяемое (калибруемое) и эталонное средства измерения. Потребность в компараторе возникает при невозможности сравнения показаний приборов, измеряющих одну и ту же величину. Например, двух вольтметров, один из которых пригоден для постоянного тока, а другой — переменного. В подобных ситуациях в схему поверки (калибровки) вводится промежуточное звено — компаратор. Для приведенного примера потребуется потенциометр, который и будет компаратором. На практике компаратором может служить любое средство измерения, если оно одинаково реагирует на сигналы как поверяемого (калибруемого), так и эталонного измерительного прибора. Достоинством данного метода специалисты считают последовательное во времени сравнение двух величин.

Метод прямых измерений применяется, когда имеется возможность сличить испытуемый прибор с эталонным в определенных пределах измерений. В целом принцип этого метода аналогичен методу непосредственного сличения, но методом прямых измерений производится сличение на всех числовых отметках каждого диапазона (и поддиапазонов, если они имеются в приборе). Метод прямых измерений применяют, например, для поверки или калибровки вольтметров постоянного электрического тока.

Метод косвенных измерений применяется, когда действительные значения измеряемых величин невозможно определить прямыми измерениями либо когда косвенные измерения оказываются более точными, чем прямые. Этим методом определяют вначале не искомую характеристику, а другие, связанные с ней определенной зависимостью. Искомая характеристика определяется расчетным путем. Например, при поверке (калибровке) вольтметра постоянного тока эталонным амперметром устанавливают силу тока, одновременно измеряя сопротивление. Расчетное значение напряжения сравнивают с показателями калибруемого (поверяемого) вольтметра. Метод косвенных измерений обычно применяют в установках автоматизированной поверки (калибровки).

Поверочные схемы

Для обеспечения правильной передачи размеров единиц измерения от эталона к рабочим средствам измерения составляют поверочные схемы, устанавливающие метрологические соподчинения государственного эталона, разрядных эталонов и рабочих средств измерений.

Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные.

Государственные поверочные схемы распространяются на все средства измерений данного вида, применяемые в стране.

Локальные поверочные схемы предназначены для метрологических органов министерств, распространяются они также и на средства измерений подчиненных предприятий. Кроме того, может

составляться и локальная схема на средства измерений, используемые на конкретном предприятии. Все локальные поверочные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой (рис. 2). Государственные поверочные схемы разрабатываются научно-исследовательскими институтами Госстандарта РФ, держателями государственных эталонов.

В некоторых случаях бывает невозможно одним эталоном воспроизвести весь диапазон величины, поэтому в схеме может быть предусмотрено несколько первичных эталонов, которые в совокупности воспроизводят всю шкалу измерений. Например, шкала температуры от 1,5 до $1 \cdot 10^5$ К воспроизводится двумя государственными эталонами.

Государственные поверочные схемы утверждаются Госстандартом РФ, а *локальные* — ведомственными метрологическими службами или руководством предприятия.

Рассмотрим в общем виде содержание государственной поверочной схемы.

Наименование эталонов и рабочих средств измерений обычно располагают в прямоугольниках (для государственного эталона прямоугольник двухконтурный). Здесь же указывают метрологические характеристики для данной ступени схемы. В нижней части схемы расположены рабочие средства измерений, которые в зависимости от их степени точности (т.е. погрешности измерений) подразделяют на пять категорий: наивысшей точности; высшей точности; высокой точности; средней точности; низшей точности. Наивысшая точность обычно соизмерима со степенью погрешности средства измерения государственного эталона. В каждой ступени поверочной схемы регламентируется порядок (метод) передачи размера единицы. Наименования методов поверки (калибровки) располагаются в овалах, в которых также указывается допускаемая погрешность метода поверки (калибровки).

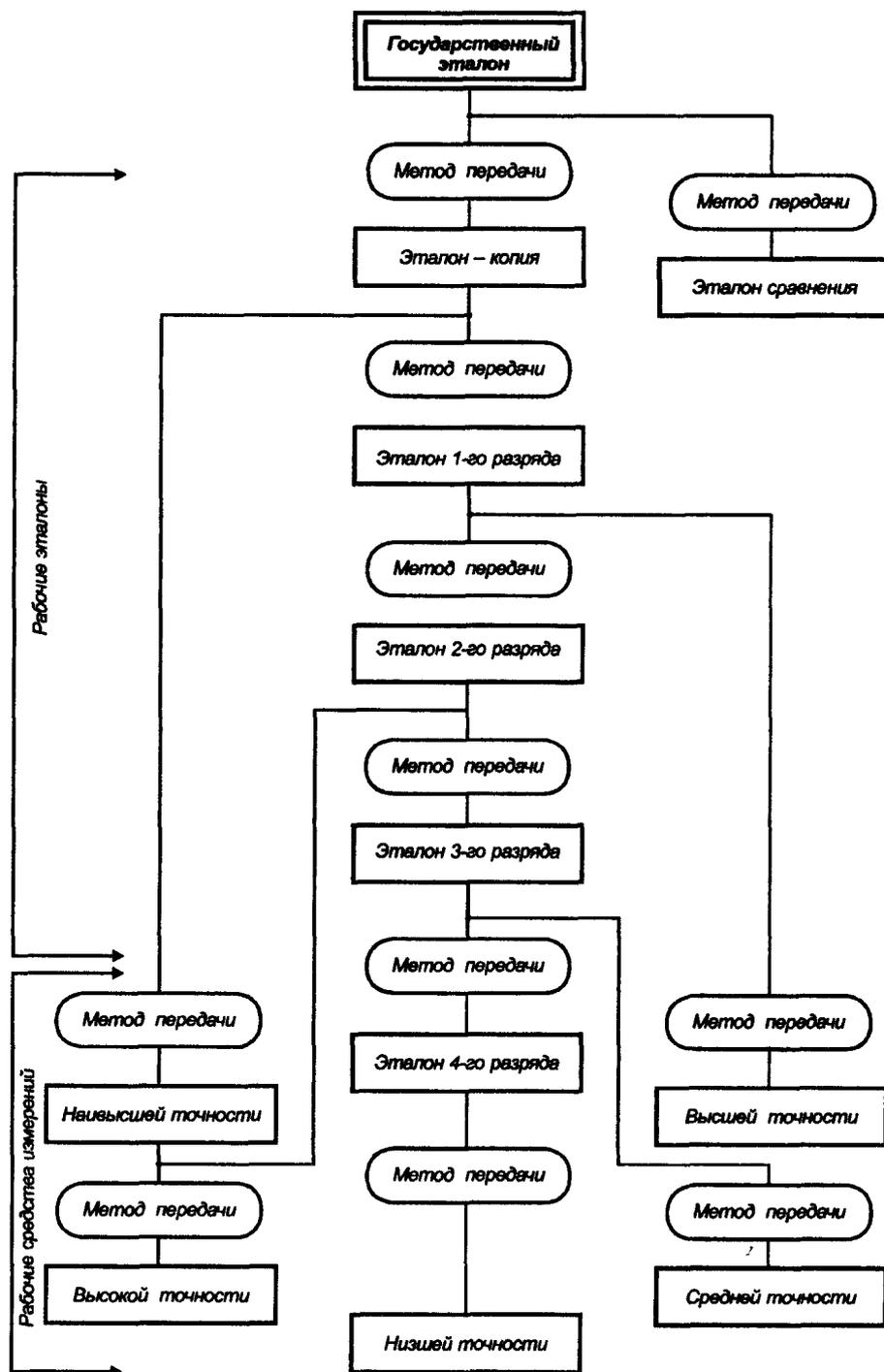


Рис. 2. Общий вид государственной поверочной схемы

Основным показателем достоверности передачи размера единицы величины является соотношение погрешностей средств измерений между вышестоящей и нижестоящей ступенями поверочной схемы. В идеале это соотношение должно быть 1:10, однако на практике достичь его не удастся, и минимально допустимым соотношением принято считать 1:3. Чем больше величина этого соотношения, тем меньше уверенность в достоверности показаний измерительного прибора.

При разработке конкретных поверочных схем необходимо следовать приведенной схеме. Строгое соблюдение поверочных схем и своевременная поверка разрядных эталонов — необходимые условия для передачи достоверных размеров единиц измерения рабочим средствам измерений.

3. Стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов

Под стандартными образцами принято понимать образцы веществ или материалов, химический состав или физические свойства которых типичны для данной группы веществ (материалов), определены с необходимой точностью, отличаются высоким постоянством и удостоверены сертификатом.

Стандартные образцы используются для градуировки, поверки и калибровки химического состава и различных свойств материалов (механических, теплофизических, оптических и др.). Стандартные образцы как мера с установленной погрешностью (классом точности) применяются непосредственно для контроля качества сырья и промышленной продукции путем сличения. По существу стандартные образцы служат для поддержания единства измерений, т.е. являются средствами измерений.

В основе классификации стандартных образцов лежат:

- разновидность характеристики, по которой проводится аттестация стандартного образца;
- метод анализа (сличения) объектов контроля со стандартным образцом;
- агрегатное состояние самого стандартного образца как материала (вещества);
- метрологическое назначение.

Согласно этой классификации стандартные образцы подразделяют по первому признаку на образцы свойств материалов (веществ) и образцы состава материалов (веществ); по второму признаку различают стандартные образцы для химического, рентгеновского, спектроскопического и других видов анализа; по третьему признаку — стандартные образцы в твердом, жидком и газообразном состоянии; по метрологическому назначению (четвертый признак)— стандартные образцы для градуировки, поверки, контроля качества вещества и т.д.

Особо важное значение имеет категория стандартных образцов для установления чистоты веществ. Понятие особо чистых веществ связано с производством многих материалов современной техники, медицины и т.д. Стандартные образцы подвергаются специальным испытаниям, по результатам которых они получают свидетельства (сертификат) и вносятся в государственный реестр стандартных образцов, а он в свою очередь является составной частью (разделом) Государственного реестра средств измерений. В сертификате стандартного образца обязательно указывается срок годности, поскольку практически все вещества и материалы со временем изменяются вследствие воздействия факторов окружающей среды на их свойства. А от этого зависит достоверность результатов измерений.

К настоящему времени опубликованы данные более чем о 3,5 млн. веществ и материалов, что характеризует значимость такого средства измерений, как стандартные образцы состава и свойств веществ и материалов.

В России действует Государственная служба стандартных образцов (ГССО) в составе НПО "ВНИИМ им. Д.И. Менделеева". Главная цель этой службы — обеспечение любой организации, нуждающейся в проведении контроля качества своей продукции с помощью стандартных образцов, образцами и изготовлении новых образцов по заявкам заинтересованных юридических лиц.

4. Стандартные справочные данные

Государственная служба стандартных справочных данных (ГСССД) как составная часть Государственной метрологической службы представляет собой специализированную общегосударственную систему, обеспечивающую на основе единых научных, методических и организационных положений проведение работы в области данных о физических константах и свойствах веществ (материалов).

Служба осуществляет сбор, обработку, оценку, хранение и стандартизацию указанных данных, а также справочно-информационное обслуживание потребителей соответствующих областей науки и производства.

Основные цели ГСССД: обеспечение наиболее эффективного использования веществ и материалов с помощью исчерпывающей оперативной информации об их свойствах; ускорение получения новых веществ и материалов и определение новых необходимых данных о них путем координации соответствующих работ; повышение производительности научного и инженерного труда уменьшением затрат на поиск информации; достижение соответствующего уровня точности значений физических констант, справочных данных и развитие международного сотрудничества в этой области.

Руководит ГСССД специализированный центр в составе информационной системы ВНИИКИ. В состав ГСССД, являющейся по своему характеру межотраслевой системой, включены многие организации Академии наук, промышленности и высшего образования. Служба издает справочники, библиографические указатели, обзоры, которые содействуют оперативному использованию проверенной, унифицированной информации о значениях физических констант, свойствах материалов и веществ заинтересованными организациями. Эти издания дают наиболее достоверный уровень сообщений о результатах исследовательских работ, связанных в том числе с созданием стандартных образцов веществ и материалов.

Уровень достоверности данных — весьма важный фактор результатов любой работы, их использующей. В этой связи справочные данные классифицируют на стандартные, рекомендуемые и информационные.

К *стандартным справочным данным* относят числовые значения физических констант, свойств материалов и веществ, которые получены на основе анализа и оценки достоверности результатов расчетов (измерений) и утверждены Госстандартом РФ.

К *рекомендуемым справочным данным* относят числовые значения физических констант, свойств материалов (веществ), которые получены путем оценки погрешности результатов измерений (расчетов). Эти данные подлежат утверждению в НПО "Элтест" Госстандарта РФ.

К *информационным данным* относят совокупность сведений об ассортименте (номенклатуре), свойствах и параметрах качества материалов (веществ), производимых и потребляемых в данный период времени.