

1. ГОСУДАРСТВЕННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Государственное регулирование обеспечения единства измерений – это процесс воздействия государства на измерения, единицы величин, эталоны единиц величин, стандартные образцы и средства измерений к которым установлены обязательные требования.

К сфере государственного регулирования в области обеспечения единства измерений относятся области национальной экономики, в которых государство взяло на себя ответственность за обеспечение единства измерений и осуществляет непосредственное регулирование, определяя виды измерений и устанавливая к ним метрологические требования, в целях обеспечения достоверности измерений, а также безопасности высокотехнологичных производств и предоставления услуг.

Определим два ключевых понятия.

Единство измерений – результаты выражены в узаконенных единицах, размеры которых в установленных пределах равны размерам единиц, воспроизводимых первичными эталонами, а погрешности результатов измерений известны и с заданной вероятностью не выходят за установленные пределы.

Метрологическое обеспечение – совокупность действий для достижения единства и требуемой точности измерений.

Метрологическое обеспечение на Государственном уровне включает следующие основы (подсистемы) (рис. 1).

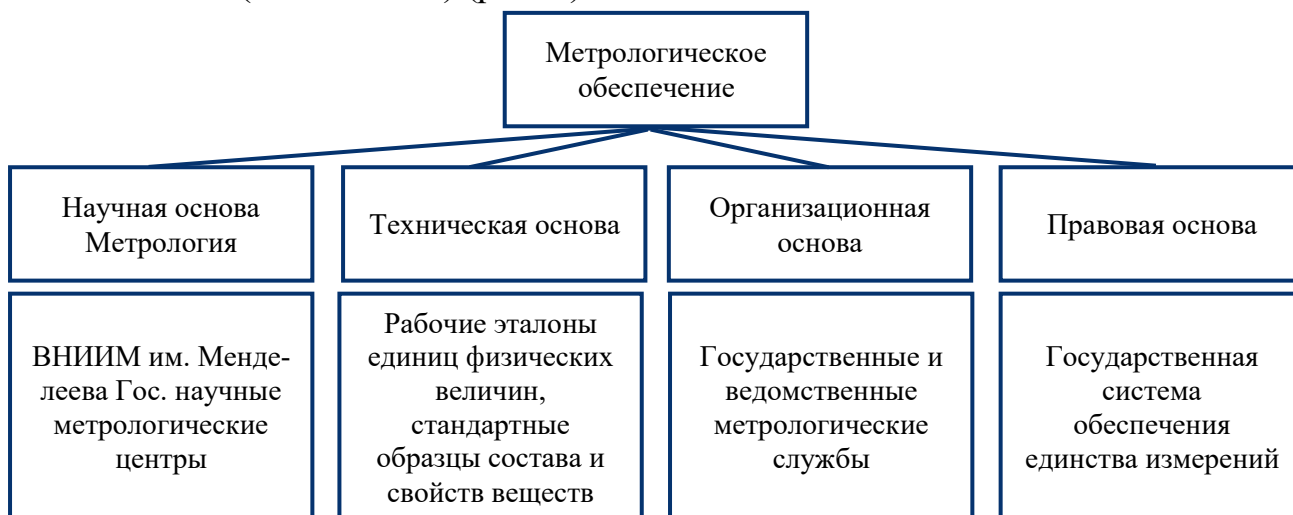


Рисунок 1

Вводится понятие государственной системы обеспечения единства (ГСИ), которая будет рассмотрена ниже.

1.1. Правовая подсистема обеспечения единства измерений

Правовая подсистема ГСИ – это комплекс взаимосвязанных законодательных и подзаконных актов (в том числе межотраслевых нормативных документов), объединенных общей целевой направленностью и устанавливающих согласованные требования к объектам деятельности по обеспечению единства измерений. Основу нормативной базы ГСИ составляет Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений [2].

Конституция РФ (ст. 71, р), устанавливает, что в ведении Российской Федерации находятся стандарты, эталоны, метрическая система и исчисление времени, и закрепляет централизованное руководство основными вопросами законодательной метрологии (единицы величин, эталоны и связанные с ними другие метрологические основы).

Сфера государственного регулирования в области обеспечения единства измерений (ОЕИ) регламентируется Федеральным законом от 26.06.2008 N 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений», который устанавливает обязательные требования к измерениям, эталонам единиц величин, стандартным образцам, средствам измерений, единицам величин, выполнению работ и (или) оказанию услуг по обеспечению единства измерений (рис.2).

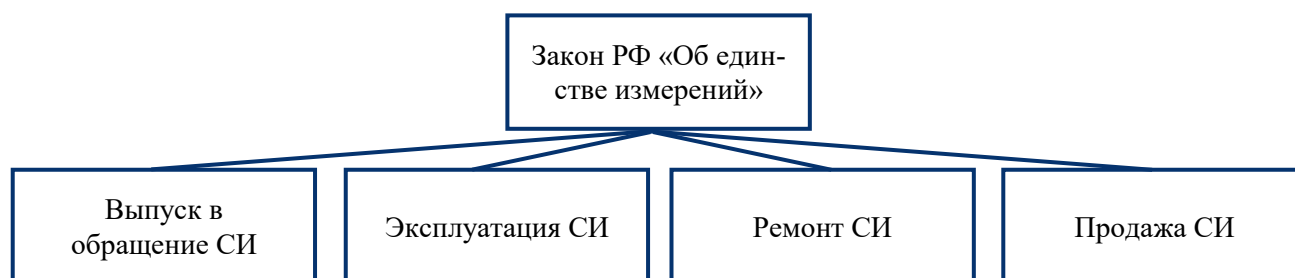


Рисунок 2

Основными объектами регламентации в области обеспечения единства измерений являются общие основополагающие метрологические нормы и правила, государственные поверочные схемы (ГПС), методики поверки средств измерений (МП) и методики выполнения измерений (МВИ).

По состоянию на 20018 год нормативная база метрологии представлена более 2800 нормативными документами: 420 национальных и межгосударственных стандартов (ГОСТ Р, ГОСТ), 28 Российских правил по метрологии (ПР), 2186 рекомендаций государственных метрологических научных центров (МИ) и пр.

Государственный реестр средств измерений – это особый документ, который предназначен для регистрации типов средств измерений. Имеет статус госу-

дарственного документа, удостоверяющего, что зарегистрированное средство измерений и его изготовитель прошли необходимые формальные и существенные проверочные процедуры, на основании которых данное средство измерений включено в список измерительных устройств, для которых установлены официальные технические нормативы и правила метрологической поверки.

К применению в сфере государственного регулирования в области обеспечения единства измерений допускаются только средства из госреестра, содержащего сведения, приведенные на рис. 3.

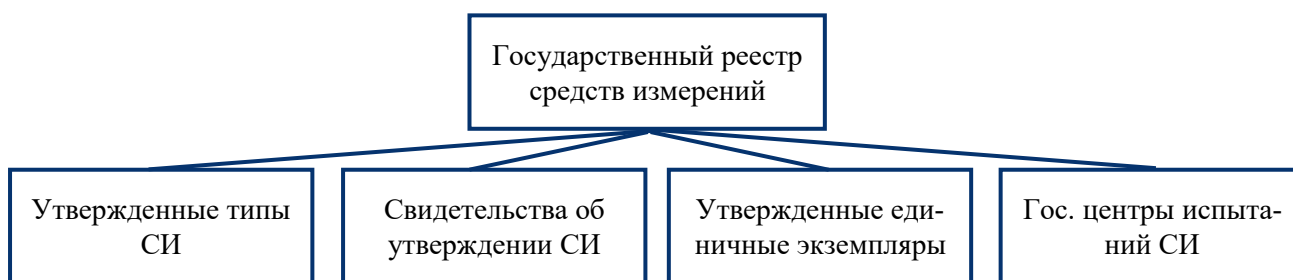


Рисунок 3

1.2. Организационная подсистема обеспечения единства измерений

Организационная подсистема ГСИ является многоуровневой и представлена следующими метрологическими и другими службами обеспечения единства измерений (ОЕИ) на государственном, ведомственном и уровне предприятий и организаций.

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

Организационная подсистема имеет иерархическую структуру и включает:

- головной орган – Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт) осуществляющие функции планирования, управления и контроля деятельностью по ОЕИ на государственном и межотраслевом уровне;
- иные государственные службы ОЕИ;
- государственные метрологические службы (ГМС) субъектов РФ, образованные по территориальному признаку, осуществляют региональную координация деятельности по ОЕИ;
- ведомственные метрологические службы осуществляют отраслевую координация деятельности по ОЕИ;
- метрологические службы юридических лиц, осуществляют деятельность по ОЕИ на уровне предприятий, учреждений, организаций.

В состав ГМС входят также семь государственных научных метрологических центров и центры государственных эталонов, которые специализируются на различных единицах физических величин.

К иным государственным службам ОЕИ относятся:

- Государственная служба времени и частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ);
- Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов (ГССО);
- Государственная служба стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов (ГСССД).

1.3. Государственный метрологический контроль и надзор

Закон РФ «Об обеспечении единства измерений» разделил понятия «Государственный метрологический контроль» (ГМК) и «Государственный метрологический надзор» (ГМН).

Для пояснения этих понятий рассмотрим общие понятия, связанные с контролем. Контроль – это управление каким-либо объектом и принятие решений. «Объект» – чем управляют, «Субъект» – кто управляет. Применительно к обеспечению единства измерений можно дать следующие определения:

Контроль – сравнение фактических (текущих) значений характеристик контролируемого объекта с заданными значениями этих характеристик, в данном случае объектом являются средства измерений.

Надзор – наблюдение за исполнением Субъектом обязательных требований (предписаний).



Любое предприятие может установить некие обязательные требования, действующие в пределах данного предприятия. Тогда метрологический надзор и метрологический контроль могут осуществляться силами самого предприятия.

Если обязательные требования задаются законодательно либо нормативными правовыми документами федерального уровня, а контроль и надзор осуществляются лицами, уполномоченными государственными органами, то это «государственный».

К ГМК относят процедуры утверждения типа средств измерений, поверки средств измерений, лицензирования деятельности по изготовлению, ремонту, продаже и прокату средств измерений (рис.4).

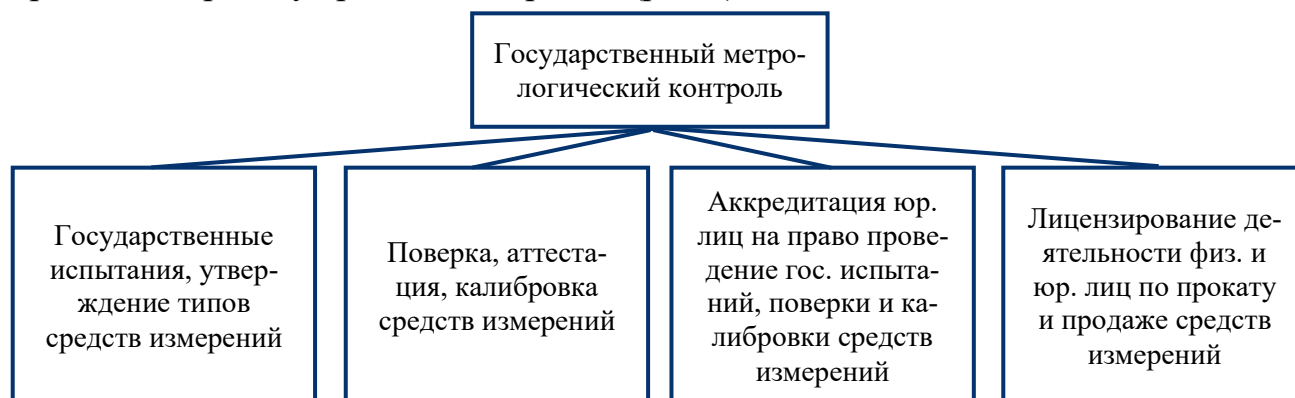


Рисунок 4

К ГМН относят процедуры проверок соблюдения требований Закона «Об единстве измерений», нормативных документов ГСИ (рис.5).

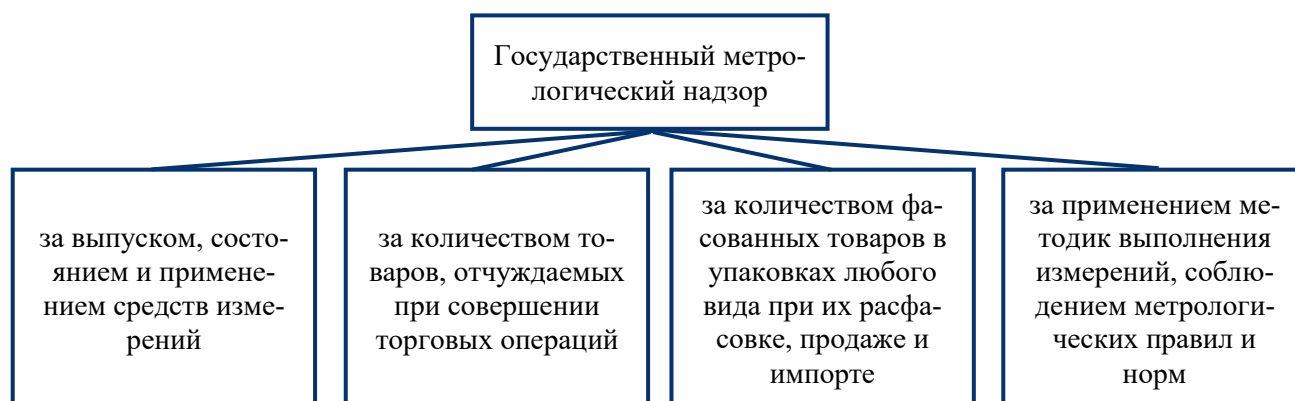


Рисунок 5

1.4. Техническая подсистема обеспечения единства измерений

Техническую подсистему ГСИ составляют:

- совокупность межгосударственных, государственных эталонов и эталонов единиц величин и шкал измерений;
- совокупность военных эталонов – резерва государственных эталонов;
- совокупность стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов;
- совокупность стандартных справочных данных о физических константах и свойствах веществ и материалов;
- средства измерений и испытательное оборудование, необходимое для осуществления метрологического контроля и надзора;

- совокупность специальных зданий и сооружений для проведения высокоточных измерений в метрологических целях;
- совокупность научно-исследовательских, эталонных, испытательных, поверочных, калибровочных и измерительных лабораторий (в том числе передвижных) и их оборудования.

2. ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ИХ ВИДЫ

В соответствии с *основным уравнением измерений* результат измерения x представлен в виде:

$$x = NQ,$$

где; N – действительное число; Q – единица измерения величины x .

Для практического выполнения любого измерения недостаточно определить значение единицы физической величины, которая должна быть общепризнанной и воспроизводиться с наивысшей достижимой на данный момент точностью, необходимо в том или ином виде обеспечить передачу ее размера рабочим средствам измерений.

В техническом плане эта задача решается созданием и применением эталонов физической величины, которые во многом определяют современный уровень развития экономики в целом, что подтверждается историей развития эталонов.

Из основного уравнения измерений следует, что измерение с большей точностью, чем точность воспроизведения единицы физической величины эталоном невозможно.

2.1. История развития эталонов единиц физических величин

По мере развития техники и международных связей трудности использования и сравнения результатов измерений из-за различия применяемых единиц возрастали, они стали тормозить научно-технический прогресс. Так во второй половине XVIII века в Европе насчитывалось до сотни различных футов, как единиц измерения длины, около полусотни различных миль, свыше 120 различных фунтов. Кроме того, положение сложилось так, что соотношение между дольными и кратными единицами были необычайно разнообразными (например, 1 фут = 12 дюймам = 304,8 мм).

В 1795 г. во Франции была принята метрическая система мер. Было предложено считать единицей длины длину десятиmillionной части четверти меридиана Земли, проходящего через Париж. Эту единицу называли метром. За единицу массы была принята масса 0,001 м³ чистой воды при температуре наибольшей

плотности ($+4^{\circ}\text{C}$); эта единица была названа килограммом. При введении метрической системы была не только установлена основная единица длины, взятая из природы, но и принята десятичная система образования кратных и дольных единиц, что является одним из важнейших ее преимуществ.

В 1872 г. Международной комиссией по прототипам было решено перейти от единицы длины и массы, основанных на естественных эталонах, к единицам, основанным на условных материальных эталонах (прототипах).

В 1875 г. была созвана дипломатическая конференция, на которой 17 государств подписали Метрическую конвенцию. В соответствии с этой конвенцией:

- устанавливались международные прототипы метра и килограмма;
- создавалось Международное бюро мер и весов - научное учреждение, средства на содержание которого обязались выделять государства, подписавшие конвенцию;
- учреждался Международный комитет мер и весов, состоящий из ученых разных стран;
- устанавливался созыв один раз в шесть лет Генеральных конференций по мерам и весам.

Были изготовлены образцы метра и килограмма из сплава платины и иридия. Прототип метра представлял собой платин-иридиевую штриховую меру общей длиной 102 см, на расстояниях 1 см от концов которой были нанесены штрихи, определяющие единицу длины - метр.

В 1889 г. в Париже состоялась I-я Генеральная конференция по мерам и весам, утвердившая международные прототипы метра и килограмма, которые были переданы на хранение Международному бюро мер и весов.

До возникновения современной системы СИ в 1960 году несколько десятилетий базовыми единицами считали сантиметр, грамм, секунда (система СГС), потом в качестве базовых величин были выбраны метр, килограмм и секунда (МКС). В 1939 году предложили к ним добавить ампер и в 1946 году была утверждена система единиц МКСА.

В 1954 г. на Генеральной конференции по мерам базовыми единицами в дополнение к метру, килограмму и секунде стали ампер, кельвин и кандел. В 1960 году появилось название International System of Units (SI).

В результате споров и дискуссий между физиками и химиками 14-я конференция проголосовала за базовую единицу количества вещества и в 1971 году моль вошёл в систему СИ, став седьмой основной единицей.

Применение эталонов и договорённости между многими странами мира об их применении имели огромное значение и влияние на развитие международной торговли, сыграли важную роль в науке и в производстве. Но постепенно у учёных накопились претензии к выбранным в качестве эталонов физическим объектам. Нужна большая точность и стабильность эталонов.

В 2019 году вступили в силу кардинальные изменения в определении основных единиц системы СИ состоящие в том, что основные единицы стали определяться через *фиксированные значения фундаментальных физических постоянных*. При этом величины всех единиц остались неизменными, однако из их определений окончательно исчезла привязка к материальным эталонам. Подобные изменения предлагались давно, однако лишь к началу XXI века это стало возможно. Окончательное решение об изменениях было принято XXVI Генеральной конференцией по мерам и весам в 2018 году.

2.2. Виды эталонов единиц физических величин

Эталон единицы физической величины (эталон) – средство измерений (или комплекс средств измерений), предназначенное для воспроизведения и (или) хранения единицы и передачи ее размера нижестоящим по поверочной схеме средствам измерений и утвержденное в качестве эталона в установленном порядке.

Конструкция эталона, его физические свойства и способ воспроизведения единицы определяются физической величиной, единица которой воспроизводится, и уровнем развития измерительной техники в данной области измерений.

Эталон должен обладать следующими основными свойствами:

Неизменность – свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой единицы в течение длительного интервала времени.

Воспроизводимость – возможность воспроизведения единицы физической величины с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники.

Сличаемость – возможность обеспечения сличения с эталоном других средств измерения, нижестоящих по поверочной схеме, в первую очередь вторичных эталонов, с наивысшей точностью для существующего уровня развития измерительной техники.

Различают первичный и вторичные эталоны.

Первичный эталон – эталон, обеспечивающий воспроизведение единицы с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же единицы) точностью. Это уникальное средство измерений, часто представляющее собой сложный

измерительный комплекс, созданное на основе новейших достижений науки и техники.

Государственный эталон – первичный эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства. Утверждение производит главный метрологический орган страны. Точность воспроизведение единицы физической величины соответствует уровню новейших достижений науки и техники. Государственные эталоны подлежат периодическому сличению с первичным эталоном и государственными эталонами других стран.

В составе эталонной базы России 162 государственных первичных эталона.

Вторичный эталон – эталон, получающий размер единицы непосредственно от первичного эталона данной единицы. Вторичные эталоны являются частью подчиненных средств хранения единиц и передачи их размеров, предназначены для организации поверочных работ, а также для обеспечения сохранности и наименьшего износа государственного эталона.

Вторичные эталоны по своему метрологическому назначению делятся на:

эталон сравнения – эталон, предназначенный для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличены друг с другом;

эталон-свидетель – предназначен для проверки сохранности и неизменности первичного или государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты;

рабочий эталон – эталон, предназначенный для передачи размера единицы рабочим средствам измерений. Рабочие эталоны применяются во многих территориальных метрологических органах, лабораториях министерств и ведомств.

Погрешности государственных эталонов характеризуются неисключенной систематической погрешностью и случайной погрешностью. Для вторичного эталона указывается суммарная погрешность, включающая случайные составляющие погрешности сличаемых эталонов и погрешности передачи размеров единицы физической величины от первичного эталона, а также систематическую составляющую погрешности самого вторичного эталона.

2.3. Эталоны основных единиц системы СИ

Рассмотрим реализацию эталонов основных единиц физических величин системы СИ на данный момент.

Единица длины. В 1983 г. на XVIII Генеральной конференции по мерам и весам было принято определение метра. По этому определению *единица длины – метр* представляет собой расстояние, проходимое светом за $1/299792458$ долю секунды. Введению такого определения способствовало внедрение в эталонную технику лазеров. При этом размер единицы длины не изменился.

Основными нововведениями были: переход от криптоновой лампы к лазерному излучению в источнике света на эталонных установках; использование в качестве основного постулата постоянство скорости света $c = 2,997925 \cdot 10^8$ м/с; объединение в одном эталоне воспроизведения размера трех величин: *длины, времени и частоты*; использование в эталоне источников света на пяти различных длинах волн.

Единица массы. До 2019 года эталоном килограмма был прототип в виде цилиндра из сплава 90% платины и 10% иридия диаметром 39 мм и такой же высоты.

С 20 мая 2019 года килограмм определяется через фундаментальную константу – постоянную Планка. Теперь килограмм будет определяться количеством энергии, необходимой для того, чтобы сдвинуть с места объект весом в килограмм. Новый эталон массы можно реализовать с помощью весов Киббла.

Единица времени. Измерение времени человек естественно связывал с движением Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца. Так, продолжительность суток разбивается на часы, минуты, секунды – $t = 24 \cdot 60 \cdot 60 = 86400$ с.

Международным бюро по мерам и весам в 1956 г. было принято определение так называемой «эфemerидной секунды»:

$$1 \text{ с} = (1 / 31556925,9747) \text{ тропического года } 1900.$$

Такое определение сохранялось до тех пор, пока не встала проблема определения единицы времени с относительной погрешностью не хуже 10^{-10} .

В 1967 г. Международный комитет по мерам и весам принял определение единицы времени: единица времени одна *секунда* – равна продолжительности $9,192631770 \cdot 10^9$ колебаний излучения при квантовом переходе между линиями сверхтонной структуры атома цезия ^{133}Cs , соответствующих переходу $[F = 4; m_F = 0] [F = 3; m_F = 0]$ основного состояния $^2S_{1/2}$.

Эталон единицы времени реализован на установке для наблюдения резонанса в атомном цезиевом пучке – установке для воспроизведения единицы частоты системы СИ – *Герца*. Зафиксировав резонанс атомного пучка на частоте $9\,192\,631\,770$ Гц, эталон воспроизводит единицу времени – 1 *секунду*.

Единица силы тока. В 1948 г. в основу эталона Ампера были положены токовые весы. Последние представляют собой рычажные равноплечие весы, в которых подвешенная подвижная катушка уравнивается грузом. Подвижная катушка входит в неподвижную коаксиально расположенную катушку. При прохождении по этим последовательно соединенным катушкам постоянного электрического тока подвижная катушка опускается. Для достижения равновесия на противоположное плечо необходимо положить груз. По его массе и судят о силе электрического тока. Погрешность такого эталона не превышает 10^{-3} %.

В 1992 г. в качестве государственного первичного эталона силы постоянного электрического тока РФ утвержден эталон, позволяющий значительно повысить точность воспроизведения и передачи размера единицы силы тока (1 мА и 1 А) с использованием косвенных измерений силы тока $I = U/r$, причем размер единицы электрического напряжения U – вольт – воспроизводится с помощью квантового эффекта Джозефсона, а размер единицы электрического сопротивления r – Ом – с помощью квантового эффекта Холла.

В 2019 году введено новое определение ампера: электрический ток, соответствующий потоку $1/1,6021766208 \times 10^{-19}$ элементарных электрических зарядов в секунду. Для выражения единицы требуется заряд электрона.

Единица термодинамической температуры. Термодинамическая температура является универсальной физической величиной, она характеризует состояние многих физических тел и процессов.

Единица термодинамической температуры – *Кельвин* определяется как $1/273,16$ часть термодинамической температуры тройной точки воды.

Тройная точка воды – это такое состояние чистой воды, когда лед, жидкая вода и водяной пар находятся в тепловом равновесии. В условиях вакуума над тающим льдом устанавливается равновесное давление водяного пара, равное $p = 611$ Па. Этому состоянию приписано значение термодинамической температуры $T = 273,16$ К точно. Точка замерзания воды при нормальном атмосферном давлении $p = 101\,325$ Па = 1 атм. расположена ниже тройной точки воды на $0,00993$ К.

XIII Генеральная ассамблея по мерам и весам в 1976 г. наряду с абсолютной термодинамической шкалой утвердила в качестве производной шкалу Цельсия, определив температуру как $t^{\circ}\text{C} = (T - 273,15)$ К.

Единица силы света. В 1967 году XIII Генеральная конференция по мерам и весам утвердила единицу силы света – канделу.

Кандела – сила света в направлении нормали к отверстию абсолютно черного тела, имеющего температуру затвердевания платины $T=2045$ К и площадь $1/60$ см² при давлении 101325 Па.

В настоящее время воспроизведение единицы силы света с точностью 0,1% возможно с помощью источника (чаще всего используется вольфрамовая ленточная лампа накаливания, которая подбором силы тока излучает как черное тело с температурой 2045 К) и фотоприемника, рассчитанного на измерение энергетической мощности излучения на длине волны 555 нм. Измерения ведутся в единицах механической мощности – ваттах, а световой поток определяется через механический эквивалент света, равный 683 люмена на ватт (люмен – единица измерения светового потока).

Единица количества вещества. Для удобства описания химических процессов в систему СИ введена химическая основная единица – *моль*. На данный момент принято следующее определение моля: количество вещества системы, которая содержит $6,022140857 \times 10^{23}$ специфицированных структурных единиц. Для выражения единицы требуется постоянная Авогадро (число Авогадро).

Для эталона числа Авогадро, а через него и моля учёные предлагают создать идеальную сферу из чистого кремния-28. У этого вещества идеально точная кристаллическая решётка, так что количество атомов в сфере можно определить, если точно измерить диаметр сферы (с помощью лазерной системы).

3. ПЕРЕДАЧА РАЗМЕРОВ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ

Обеспечение правильной передачи размера единицы физической величины осуществляется с помощью поверочной схемы.

Поверочная схема – нормативный документ, устанавливающий соподчинение средств измерений, участвующих в передаче размера единицы от эталона рабочим средствам измерения (с указанием метода и погрешности при передаче). Поверочная схема строится в соответствии с ГОСТ 8.061-80 «ГСИ. Поверочная схема. Содержание и построение» и рекомендациями МИ 83-76 «Методика определения параметров поверочных схем».

Различают государственные и локальные поверочные схемы.

Государственная поверочная схема – поверочная схема, распространяющаяся на все средства измерений данной физической величины, имеющиеся в стране. Она разрабатывается в виде государственного стандарта, состоящего из чертежа поверочной схемы и текста, содержащего пояснения к чертежу.

Локальная поверочная схема – поверочная схема, распространяющаяся на средства измерения данной физической величины, применяемая в регионе, отрасли, ведомстве или на отдельном предприятии (в организации). Локальная поверочная схема не должна противоречить государственной. Она не может быть составлена при отсутствии государственной поверочной схемы.

Поверочная схема включает эталон, объект поверки (средство измерений), метод поверки. Поверочная схема устанавливает метод передачи размера единицы физической величины или нескольких взаимосвязанных величин. Она включает не менее двух ступеней передачи размера. На чертеже поверочной схемы должны быть указаны: наименование средства измерения и метода поверки; номинальные значения физической величины или диапазон ее изменения; допускаемые значения погрешности средства измерения; допускаемые значения погрешностей методов поверки.

4. ПОВЕРКА И КАЛИБРОВКА СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

Метрологическая надежность средств измерений (СИ) обеспечивается проведением поверки и калибровки путем их периодического проведения через определенное время – *межповерочные интервалы*.

Поверка средств измерений - совокупность операций, выполняемых органами государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами) с целью определения и подтверждения соответствия СИ установленным техническим требованиям.

Виды поверок:

Первичная – осуществляется при введении в эксплуатацию нового экземпляра СИ, либо после его ремонта;

Периодическая – проводится в период эксплуатации СИ, в соответствии с установленными межповерочными интервалами;

Внеочередная – выполняется в случае несоответствия знака поверки форме, определенной действующим “Порядком поверки СИ”, воздействия на СИ механических нагрузок или иных неблагоприятных факторов, вызвавших сомнение в правильности его показаний.

Инспекционная – производится для выявления пригодности к применению средств измерений при осуществлении государственного метрологического надзора.

Поверку средств измерения могут выполнять Государственные научные метрологические центры (ГНМЦ), региональные центры метрологии, стандартизации и сертификации (ЦСМ), а также юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном законом порядке.

Калибровка СИ – совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений метрологических характеристик (МХ) и (или) пригодности применению СИ, не подлежащего государственному метрологическому контролю и надзору.

В табл. 1 приведены основные требования к поверке и калибровке средств измерений.

Таблица 1

	КАЛИБРОВКА	ПОВЕРКА
Порядок проведения	Добровольный порядок для СИ, не предназначенных для применения в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.	Обязательный порядок для СИ, допущенных к применению в сфере государственного регулирования в области обеспечения единства измерений
Уполномоченные службы	Калибровочные лаборатории или метрологические службы юридических лиц с использованием рабочих эталонов, соподчиненных с государственными эталонами единиц величин.	Государственные научные метрологические центры, региональные центры метрологии, а также юридические лица и индивидуальные предприниматели, аккредитованные в установленном законом порядке.
Результат проведения	Определение действительных значений МХ СИ.	Подтверждение соответствия СИ установленным техническим требованиям.
Способ удостоверения	Калибровочный знак, наносимый на СИ и Сертификат о калибровке, а также запись в эксплуатационных документах.	Знак поверки и Свидетельство поверки, в котором указан срок проведения очередной поверки

Калибровку СИ выполняют калибровочные лаборатории или метрологические службы юридических лиц с использованием рабочих эталонов, соподчиненных с государственными эталонами единиц величин. Средства калибровки (эталонны) подлежат обязательной поверке и при проведении калибровочных работ должны иметь действующие свидетельства о поверке.

Результаты калибровки позволяют определять: действительные значения измеряемой величины; поправки к показаниям средств измерений; погрешность средств измерений.

Поверка и калибровка осуществляются, как правило, путем одновременного измерения рабочим СИ и *эталонными средствами по установленным методикам.*

Основное принципиальное отличие калибровки от поверки, заключается в следующем:

- калибровка не относится к процедуре подтверждения соответствия;
- подтверждением соответствия является только поверка;
- при калибровке определяются действительные значения МХ СИ и она скорее является исследовательской работой.

Для рабочих и образцовых СИ, не подлежащих государственным испытаниям, опытных и экспериментальных образцов СИ, приобретаемых по импорту в единичных экземплярах или мелкими партиями органами государственной метрологической службы проводится *метрологическая аттестация*.

Метрологическая аттестация – это признание СИ узаконенным для применения (с указанием его метрологического назначения и МХ) на основании тщательных исследований его метрологических свойств.

Метрологической аттестации могут подвергаться СИ, не подлежащие государственным испытаниям или утверждению типа органами государственных метрологических служб, опытные образцы СИ, выпускаемые или ввозимые из-за границы в единичных экземплярах или мелкими партиями СИ, измерительные системы и их каналы.

Основными задачами аттестации СИ являются:

- определение МХ и установление их соответствия требованиям нормативной документации;
- установление перечня МХ, подлежащих контролю при поверке;
- опробование методики поверки.

Метрологическая аттестация СИ проводится органами государственной или ведомственной метрологической службой по специально разработанной и утвержденной программе. Результаты оформляются в виде протокола определенной формы. При положительных результатах выдается *Свидетельство о метрологической аттестации* установленной формы, где указывают его установленные МХ.

5. МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ИСПЫТАНИЙ ПРОДУКЦИИ

Метрологического обеспечение – установление и применение научных и организационных основ, технических средств, правил и норм, необходимых для достижения единства и требуемой точности проводимых измерений.

На промышленных предприятиях, где и осуществляется основное использование средств измерений, основная ответственность за организацию метрологического обеспечения производства возлагается на метрологическую службу предприятия.

Основные задачи метрологического обеспечения производства:

- 1) обеспечение единства измерений при разработке, производстве и испытаниях продукции;
- 2) анализ и установление рациональной номенклатуры измеряемых параметров и оптимальных норм точности измерений при контроле показателей качества продукции, параметров технологических процессов, контроле характеристик технологического оборудования;
- 3) организация и обеспечение метрологического обслуживания средств измерений: учета, хранения, поверки, калибровки, наладки, ремонта;
- 4) разработка и внедрение в производственный процесс методик выполнения измерений, гарантирующих необходимую точность измерений;
- 5) осуществление надзора за контрольным, измерительным и испытательным оборудованием в реальных условиях эксплуатации, за соблюдением метрологических правил и норм;
- 6) проведение метрологической экспертизы конструкторской, технологической документации;
- 7) организация и обеспечение метрологического обслуживания испытательного оборудования: учет, аттестация в соответствии с установленными требованиями, ремонт;
- 8) организация и обеспечение метрологического обслуживания средств допускового контроля: учет, аттестация, ремонт;
- 9) организация и обеспечение метрологического обслуживания измерительных каналов измерительных систем: учет, аттестация, поверка, калибровка, наладка;
- 10) организация и выполнение особо точных измерений;
- 11) обеспечение достоверного учета расхода материальных, сырьевых и топливно-энергетических ресурсов;
- 12) внедрение современных методов и средств измерений, автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, измерительных систем;
- 13) разработка и внедрение нормативных документов, регламентирующих вопросы метрологического обеспечения;
- 14) оценивание экономической эффективности.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Метрология, стандартизация и сертификация. Учебник для вузов /Б.Я. Авдеев, В.В. Алексеев, Е.М. Антонюк и др. Под редакцией В.В. Алексеева. М.: Академия, 2007.
2. Росстандарт. Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. <http://www.fundmetrology.ru>.