

# МЕТРОЛОГИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ

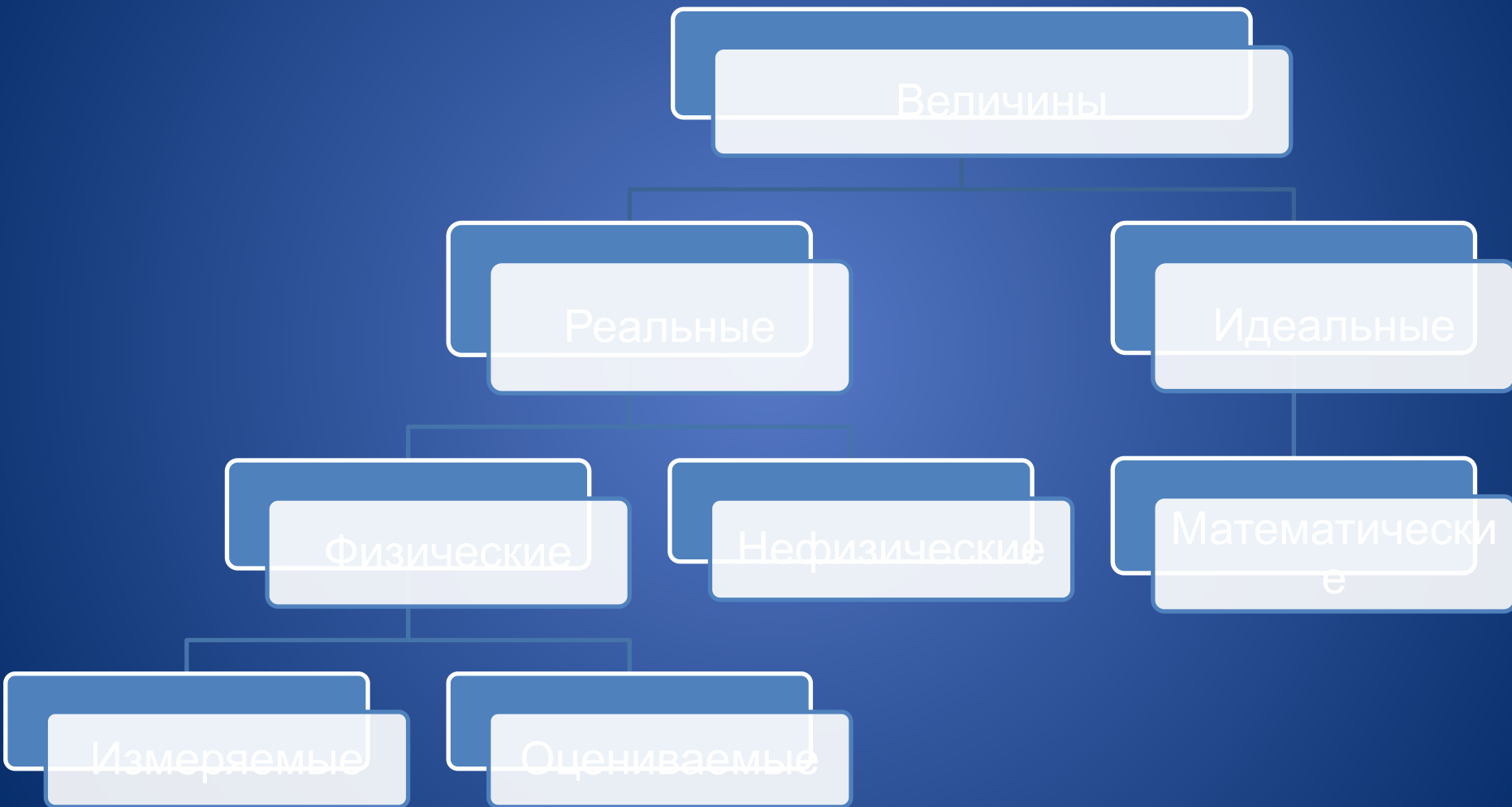
## Лекция 1

Тема: задачи и содержание  
учебной дисциплины «МСиС».

Автор: Ольга Геннадьевна Попихина

- Для количественного описания различных свойств процессов и физических тел вводится понятие величины.
- *Величина* — это свойство чего-либо, что может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе и количественно.
- Величина не существует сама по себе, она имеет место лишь постольку, поскольку существует объект со свойствами, выраженными данной величиной.

# Классификация величин



- **физическая величина** - одно из свойств физического объекта (физической системы, явления или процесса), общее в качественном отношении для многих физических объектов, но в количественном отношении индивидуальное для каждого из них.
- Индивидуальность в количественном отношении понимают в том смысле, что свойство может быть для одного объекта в определенное число раз больше или меньше, чем для другого.
- Таким образом, физические величины — это измеренные свойства физических объектов и процессов, с помощью которых они могут быть изучены.

- **Измеряемые физические величины** могут быть выражены количественно в виде определенного числа установленных единиц измерения. Возможность введения и использования последних является важным отличительным признаком измеряемых ФВ.
- Физические величины, для которых по тем или иным причинам не может быть введена единица измерения, могут быть только **оценены**.
- Величины оценивают при помощи шкал.
- **Шкала величины** — упорядоченная последовательность ее значений, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений.

- *Нефизические величины* , для которых единица измерения в принципе не может быть введена, могут быть только оценены.
- Стоит отметить, что оценивание нефизических величин не входит в задачи теоретической метрологии.

# Классификация физических величин





# По видам явлений ФВ делятся на следующие группы:

- **вещественные**, т.е. описывающие физические и физико-химические свойства веществ, материалов и изделий из них. К этой группе относятся масса, плотность, электрическое сопротивление, емкость, индуктивность и др. Иногда указанные ФВ называют **пассивными**. Для их измерения необходимо использовать вспомогательный источник энергии, с помощью которого формируется сигнал измерительной информации. При этом пассивные ФВ преобразуются в активные, которые и измеряются;
- **энергетические**, т. е. величины, описывающие энергетические характеристики процессов преобразования, передачи и использования энергии. К ним относятся ток, напряжение, мощность, энергия. Эти величины называют активными. Они могут быть преобразованы в сигналы измерительной информации без использования вспомогательных источников энергии;
- **характеризующие протекание процессов во времени**. К этой группе относятся различного рода спектральные характеристики, корреляционные функции и др.



# *По принадлежности к различным группам физических процессов*

ФВ делятся на

- пространственно-временные,
- механические,
- тепловые,
- электрические и магнитные,
- акустические,
- световые,
- физико-химические,
- ионизирующих излучений,
- атомной и ядерной физики.

# По степени условной независимости от других величин

- данной группы ФВ делятся на **основные** (условно независимые), **производные** (условно зависимые) и **дополнительные**.
- В настоящее время в системе СИ используется семь физических величин, выбранных в качестве **основных**: **длина, время, масса, температура, сила электрического тока, сила света и количество вещества**.
- К дополнительным физическим величинам относятся **плоский и телесный углы**.

# По наличию размерности ФВ

- делятся на размерные, т. е. имеющие размерность, и безразмерные.
- **Размерность физической величины** - выражение в форме степенного одночлена, составленного из произведений символов основных физических величин в различных степенях и отражающее связь данной физической величины с физическими величинами, принятыми в данной системе величин за основные с коэффициентом пропорциональности, равным 1.

- Совокупность чисел  $Q$ , отображающая различные по размеру однородные величины, должна быть совокупностью одинаково именованных чисел. Это именование является единицей ФВ или ее доли.
- *Единица физической величины  $[Q]$*  — это ФВ фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение, равное единице, применяется для количественного выражения однородных ФВ.

- *Значение физической величины  $q$*  — это оценка ее размера в виде некоторого числа принятых для нее единиц.
- *Числовое значение физической величины  $q$*  — отвлеченное число, выражающее отношение значения величины к соответствующей единице данной ФВ.

- **Измерение** — познавательный процесс, заключающийся в сравнении путем физического эксперимента данной ФВ с известной ФВ, принятой за единицу измерения.
- **Основное уравнение измерений** имеет вид:

$$Q = q \times v$$

- где:
- $Q$  — измеряемая физическая величина;
- $q$  — её числовое представление в принятых единицах измерения физической величины  $Q$ ;
- $v$  — принятая единица измерения физической величины  $Q$ .



## 4. Шкалы величин

- **Шкала физической величины** — это упорядоченная последовательность значений ФВ, принятая по соглашению на основании результатов точных измерений.

# Разновидности шкал:

- 1. Шкала наименований (шкала классификации). Такие шкалы используются для классификации эмпирических объектов, свойства которых проявляются только в отношении эквивалентности. Эти свойства нельзя считать физическими величинами, поэтому шкалы такого вида не являются шкалами ФВ. Это самый простой тип шкал, основанный на приписывании качественным свойствам объектов чисел, играющих роль имен.

- В шкалах наименований, в которых отнесение отражаемого свойства к тому или иному классу эквивалентности осуществляется с помощью органов чувств человека, — это наиболее адекватный результат, выбранный большинством экспертов. При этом большое значение имеет правильный выбор классов эквивалентной шкалы — они должны различаться наблюдателями, экспертами, оценивающими данное свойство. Нумерация объектов по шкале наименований осуществляется по принципу: "не приписывай одну и ту же цифру разным объектам". Числа, приписанные объектам, могут быть использованы только для определения вероятности или частоты появления данного объекта, но их нельзя применять для суммирования или других математических

- Поскольку данные шкалы характеризуются только отношениями эквивалентности, то в них отсутствуют понятия нуля, "больше" или "меньше" и единицы измерения. Примером шкал наименований являются широко распространенные атласы цветов, предназначенные для идентификации цвета.

- **2. Шкала порядка (шкала рангов).** Если свойство данного эмпирического объекта проявляет себя в отношении эквивалентности и порядка по возрастанию или убыванию количественного проявления свойства, то для него может быть построена шкала порядка.
- Она является монотонно возрастающей или убывающей и позволяет установить отношение больше/меньше между величинами, характеризующими указанное свойство. В шкалах порядка существует или не существует ноль, но принципиально нельзя ввести единицы измерения, так как для них не установлено отношение пропорциональности и соответственно нет возможности судить, во сколько раз больше или меньше конкретные проявления

- В случаях, когда уровень познания явления не позволяет точно установить отношения, существующие между величинами данной характеристики, либо применение шкалы удобно и достаточно для практики, используют условные (эмпирические) шкалы порядка. **Условная шкала** — это шкала ФВ, исходные значения которой выражены в условных единицах. Например, шкала вязкости Энглера, 12-балльная шкала Бофорта для измерения силы морского ветра.



- Широкое распространение получили шкалы порядка с нанесенными на них реперными точками. К таким шкалам, например, относится шкала Мооса для определения твердости минералов, которая содержит 10 опорных (реперных) минералов с различными условными числами твердости: тальк — 1; гипс — 2; кальций — 3; флюорит — 4; апатит — 5; ортоклаз — 6; кварц — 7; топаз — 8; корунд — 9; алмаз — 10. Отнесение минерала к той или иной градации твердости осуществляется на основании эксперимента, который состоит в том, что испытуемый материал царапается опорным. Если после царапанья испытуемого минерала кварцем (7) на нем остается след, а после ортоклаза (6) — не остается, то твердость испытуемого материала составляет более 6, но менее 7. Более точного ответа в этом случае дать

- В условных шкалах одинаковым интервалам между размерами данной величины не соответствуют одинаковые размерности чисел, отображающих размеры. С помощью этих чисел можно найти вероятности, моды, медианы, квантили, однако их нельзя использовать для суммирования, умножения и других математических операций.

- Определение значения величин при помощи шкал порядка нельзя считать измерением, так как на этих шкалах не могут быть введены единицы измерения. Операцию по приписыванию числа требуемой величине следует считать оцениванием. **Оценивание по шкалам порядка является неоднозначным и весьма условным.**

- **3. Шкала интервалов (шкала разностей).** Эти шкалы являются дальнейшим развитием шкал порядка и применяются для объектов, свойства которых удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности. Шкала интервалов состоит из одинаковых интервалов, имеет единицу измерения и произвольно выбранное начало — нулевую точку. К таким шкалам относится летосчисление по различным календарям, в которых за начало отсчета принято либо сотворение мира, либо Рождество Христово и т.д. Температурные шкалы Цельсия, Фаренгейта и Реомюра также являются шкалами интервалов.

- На шкале интервалов определены действия сложения и вычитания интервалов. Действительно, по шкале времени интервалы можно суммировать или вычитать и сравнивать, во сколько раз один интервал больше другого, но складывать даты каких-либо событий бессмысленно.

- Шкала интервалов величины  $Q$  можно представить в виде уравнения  $Q = q_0 + q[Q]$ , где  $q$  — числовое значение величины;  $Q_0$  — начало отсчета шкалы;  $[Q]$  — единица рассматриваемой величины. Такая шкала полностью определяется заданием начала отсчета  $Q_0$  шкалы и единицы данной величины  $[Q]$ .



- Задать шкалу можно двумя путями. При первом пути выбираются два значения  $Q_0$  и  $Q_1$  величины, которые относительно просто реализованы физически. Эти значения называются опорными точками, или основными реперами, а интервал  $(Q_1 - Q_0)$  — основным интервалом. Точка  $Q_0$  принимается за начало отсчета, а величина  $(Q_1 - Q_0)/n = [Q]$  за единицу  $Q$ . При этом число единиц  $n$  выбирается таким, чтобы  $[Q]$  было целой величиной.

- **4. Шкала отношений** . Эти шкалы описывают свойства эмпирических объектов, которые удовлетворяют отношениям эквивалентности, порядка и аддитивности (шкалы второго рода — аддитивные), а в ряде случаев и пропорциональности (шкалы первого рода — пропорциональные). Их примерами являются шкала массы (второго рода), термодинамической температуры (первого рода).

- В шкалах отношений существует однозначный естественный критерий нулевого количественного проявления свойства и единица измерений. С формальной точки зрения шкала отношений является шкалой интервалов с естественным началом отсчета. К значениям, полученным по этой шкале, применимы все арифметические действия, что имеет важное значение при измерении ФВ.

- Шкалы отношений — самые совершенные. Они описываются уравнением  $Q = q[Q]$ , где  $Q$  — ФВ, для которой строится шкала;  $[Q]$  — ее единица измерения;  $q$  — числовое значение ФВ. Переход от одной шкалы отношений к другой происходит в соответствии с уравнением
- $q_2 = q_1 [Q_1] / [Q_2]$ .

- **5. Абсолютные шкалы.** Под абсолютными понимают шкалы, обладающие всеми признаками шкал отношений, но дополнительно имеющие естественное однозначное определение единицы измерения и не зависящие от принятой системы единиц измерения. Такие шкалы соответствуют относительным величинам: коэффициенту усиления, ослабления и др. Для образования многих производных единиц в системе СИ используются безразмерные и счетные единицы абсолютных шкал.

- Отметим, что шкалы наименований и порядка называют неметрическими (концептуальными), а шкалы интервалов и отношений — метрическими (материальными). Абсолютные и метрические шкалы относятся к разряду линейных. Практическая реализация шкал измерений осуществляется путем стандартизации как самих шкал и единиц измерений, так и, в необходимых случаях, способов и условий их однозначного воспроизведения.



# 5. ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ И ИХ ИЗМЕРЕНИЕ

- Целью измерений является определение значения физической величины - некоторого числа принятых для нее единиц (например, результат измерения массы изделия составляет 2 кг, высоты здания -12 м и др.).

- В зависимости от степени приближения к объективности различают **истинное**, **действительное** и **измеренное** значения физической величины.
- **Истинное значение физической величины** - это значение, идеально отражающее в качественном и количественном отношениях соответствующее свойство объекта. Из-за несовершенства средств и методов измерений истинные значения величин практически получить нельзя. Их можно представить только теоретически. А значения величины, полученные при измерении, лишь в большей или меньшей степени приближаются к истинному значению.

- **Действительное значение физической величины** - это значение величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.
- **Измеренное значение физической величины** - это значение, полученное при измерении с применением конкретных методов и средств измерений.

- **измерение** - это нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств.
- Это широко распространенное определение измерения отражает его цель, а также исключает возможность использования данного понятия вне связи с физическим экспериментом и измерительной техникой.

- Измерения в зависимости от способа получения числового значения измеряемой величины делятся на прямые и косвенные.
- **Прямые измерения** - измерения, при которых искомое значение величины находят непосредственно из опытных данных. Например, измерение длины линейкой, температуры термометром и
- т.п.



- **Косвенные измерения** - измерения, при которых искомое значение величины находят на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям.
- Например, площадь прямоугольника определяют по результатам измерения его сторон ( $s=l*d$ ), плотность твердого тела определяют по результатам измерений его массы и объема ( $\rho = m/v$ ) и т.п.

- Наибольшее распространение в практической деятельности получили прямые измерения, т.к. они просты и могут быть быстро выполнены. Косвенные измерения применяют тогда, когда нет возможности получить значение величины непосредственно из опытных данных (например, определение твердости твердого тела) или когда приборы для измерения величин, входящих в формулу, точнее, чем для измерения искомой величины.
- Деление измерений на прямые и косвенные позволяет использовать определенные способы оценивания погрешностей их результатов.

# 6. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- Физическая величина, которой по определению присвоено числовое значение, равное единице, называется **единицей физической величины**.
- Разные единицы одной и той же величины отличаются друг от друга своим размером. Так, размер килограмма в тысячу раз больше размера грамма, размер минуты в шестьдесят раз больше размера секунды. Единицу физической величины можно выбрать произвольно, независимо от других единиц. Например, единица длины - метр, единица массы килограмм, единица температуры - градус и т.д.

- Для большинства величин единицы получают по формулам, выражающим зависимость между физическими величинами.
- В этом случае единицы величин будут выражаться через единицы других величин.
- Например, единица скорости - метр в секунду (м/с), единица плотности - килограмм на метр в квадрате (кг/м<sup>2</sup>).
- Единицы, образованные с помощью формул, называют **производными единицами**.

- Единицу можно получить также умножением или делением независимой или производной единицы на целое число, обычно на 10. Такие единицы называют кратными (например, километр -  $10^3$  м, киловатт -  $10^3$  Вт) или дельными (например, миллиметр –  $10^{-3}$  м, миллисекунда –  $10^{-3}$  с).



- Единицы физических величин объединяются по определенному принципу в системы единиц.
- Эти принципы заключаются в следующем: произвольно устанавливают единицы для некоторых величин, называемых **основными единицами**, и по формулам через основные получают все **производные единицы** для данной области измерений.
- Совокупность основных и производных единиц, относящихся к некоторой системе величин и образованная в соответствии с принятыми принципами,

- Многообразие систем единиц для различных областей измерений создавало трудности в научной и экономической деятельности как в отдельных странах, так и в международном масштабе. Поэтому возникла необходимость в создании единой системы единиц, которая включала бы в себя единицы величин для всех разделов физики.
- В 1960 г. на XI Генеральной конференции по мерам и весам Международной организации мер и весов (МОМВ) была принята **Международная система единиц (SI)**.

- Международная система единиц состоит из семи основных единиц, двух дополнительных единиц и необходимого числа производных единиц.

# Основными единицами в международной системе единиц являются:

- единица длины - метр (м),
- единица массы - килограмм (кг),
- единица времени - секунда (с),
- единица силы электрического тока - ампер (А),
- единица термодинамической температуры - кельвин (К),
- единица силы света - кандела (кд),
- единица количества вещества - моль (моль).

- Например - **метр** есть длина пути, проходимого светом в вакууме за интервал времени  $1/299\,792\,458$  долей секунды.
- **Килограмм** – единица массы, равная массе международного прототипа килограмма.
- **Секунда** – единица времени, равная  $9\,192\,631\,770$  периодам излучения, соответствующего переходу между двумя сверхтонкими уровнями основного состояния атома Цезия – 133.

- **Ампер** – сила не изменяющегося тока, который, проходя по двум прямолинейным параллельным проводникам бесконечной длины и ничтожно малой площади кругового поперечного сечения, расположенным на расстоянии одного метра один от другого в вакууме, вызвал бы на каждом участке проводника длиной 1 метр силу взаимодействия, равную  $2 \cdot 10^{-7}$  ньютона.
- **Кельвин** – единица термодинамической температуры,  $1/273,16$  части термодинамической температуры тройной точки воды.



- **Кандела** – единица силы света, равная силе света в заданном направлении источника, испускающего монохроматическое излучение  $540 \cdot 10^{12}$  герц (540 ТГц), энергетическая сила света которого в этом направлении составляет  $1/683$  Ватт на стерадиан.
- **Моль** – единица количества вещества, равная количеству вещества системы, в которой содержится столько же структурных элементов (атомов, молекул, ионов, электронов и других частиц или специфицированных групп частиц) сколько содержится атомов в Углероде – 12 массой 0,012 килограмма.

- Три первые единицы (метр, килограмм, секунда) позволяют образовать производные единицы для измерения механических и акустических величин. При добавлении к указанным четвертой единицы - кельвина можно образовать производные единицы для измерений тепловых величин.
- Единицы (метр, килограмм, секунда, ампер) служат основой для образования производных единиц в области электрических, магнитных-измерений и измерений ионизирующих излучений. Единица "моль" используется для образования единиц в области физико - химических измерений.

- Единица плоского угла - **радиан** и единица телесного угла - **стерадиан** используются для образования производных единиц, связанных с угловыми величинами (например, угловая скорость, световой поток и др.).
- В практических задачах для измерения угловых величин используются единицы: угловой **градус, минута, секунда.**

- В нашей стране Международная система единиц **применяется с 1 января 1963 года.**
- В настоящее время применение единиц физических величин в России узаконено **Конституцией РФ (ст.71) и Законом РФ "Об обеспечении единства измерений" (ст.6).** В практической деятельности следует руководствоваться единицами физических величин, регламентированных **рекомендациями РМГ 29—99**, содержащими основные термины и определения в области метрологии, согласованные с международными стандартами ИСО

# Правила написания и обозначения единиц

- Эти правила следует использовать при оформлении требований к измерительной информации. Обозначения единиц применяются только с числовыми значениями (в тексте следует записывать полное название единицы, например: "измерение длины в метрах", а «измеренная длина-25 м»); между числовым значением и обозначением необходим пробел; обозначения единиц, наименования которых образованы по фамилиям ученых, должны записываться с прописной (заглавной) буквы, например, 220 В, 25 А и др.;



- при указании значений величин с предельными отклонениями обозначения единиц следует приводить после каждого значения, например, 20 кг  $\pm$  1 кг, или же заключать числовые значения в скобки, а обозначения единиц ставить после них: (5  $\pm$  1) г ; при перечислении нескольких измеряемых значений обозначение единиц ставят после последней цифры: 4, 6, 8 мм; помещение обозначений единиц рядом с формулой, выражающей зависимость между величинами, не допускается (пояснения единиц даются отдельно).
- Эти же правила приведены в справочниках по Международной системе единиц.



# 7. ЭТАЛОНЫ ЕДИНИЦ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

- Одно из условий обеспечения единства измерений - выражение результата в узаконенных единицах.
- Это предполагает не только применение допущенных ГОСТами единиц, но и обеспечение равенства их размеров.
- А для этого необходимо обеспечить воспроизведение, хранение единиц физических величин и передачу их размеров всем применяемым средствам измерений, проградуированных в этих единицах.

- Средство измерений, предназначенное для воспроизведения и хранения единицы величины (или кратных либо дельных значений единицы величины) с целью передачи ее размера другим средствам измерений данной величины, выполненное по особой спецификации и официально утвержденное в установленном порядке, называется **эталон**ом.

- Классификация, назначение и общие требования к созданию, хранению и применению эталонов устанавливает ГОСТ 8.057-80 "ГСИ. Эталоны единиц физических величин. Основные положения".

- В основе создания эталонов лежат фундаментальные исследования. В эталонах воплощены новейшие достижения науки и техники для воспроизведения единиц с максимальной возможной точностью. Эталонную базу страны составляет государственные эталоны (порядка 120), которые хранятся в Государственных научных метрологических центрах (ГНМЦ).

- Эталон должен обладать взаимосвязанными свойствами:
- воспроизводимостью,
- неизменностью и
- сличаемостью.



- **Воспроизводимость** - возможность воспроизведения единицы физической величины (на основе ее теоретического определения) с наименьшей погрешностью для существующего уровня развития измерительной техники. Это достигается постоянным исследованием эталона в целях определения систематических погрешностей и их исключения путем введения соответствующих поправок.

- **Неизменность** - свойство эталона удерживать неизменным размер воспроизводимой им единицы в течение длительного интервала времени, при этом все изменения, зависящие от внешних условий, должны быть строго определенными функциями величин, доступных точному измерению. Реализация этих требований привела к идее создания "естественных" эталонов различных величин, основанных на физических ПОСТОЯННЫХ.

- **Сличаемость** - возможность обеспечения сличения нижестоящих по поверочной схеме, в первую очередь вторичных эталонов, с наивысшей точностью для существующего уровня развития техники измерения. Это свойство предполагает, что эталоны по своему устройству и действию не вносят каких-либо искажений в результаты сличений и сами не претерпевают изменений при проведении сличения.

- По своему метрологическому назначению эталоны делятся на
- первичные,
- специальные и
- вторичные.

- **Первичный эталон** обеспечивает воспроизведение и хранение единицы физической величины с наивысшей в стране (по сравнению с другими эталонами той же величины) точностью.
- Первичные эталоны - это уникальные средства измерений, которые представляют собой сложнейшие измерительные комплексы, созданные с учетом новейших достижений науки и техники.
- Первичные эталоны составляют основу государственной системы обеспечения единства измерений.

- **Специальный эталон** обеспечивает воспроизведение единицы физической величины в особых условиях, в которых прямая передача размера единицы от первичного эталона с требуемой точностью не осуществима и для этих условий заменяет первичный эталон.



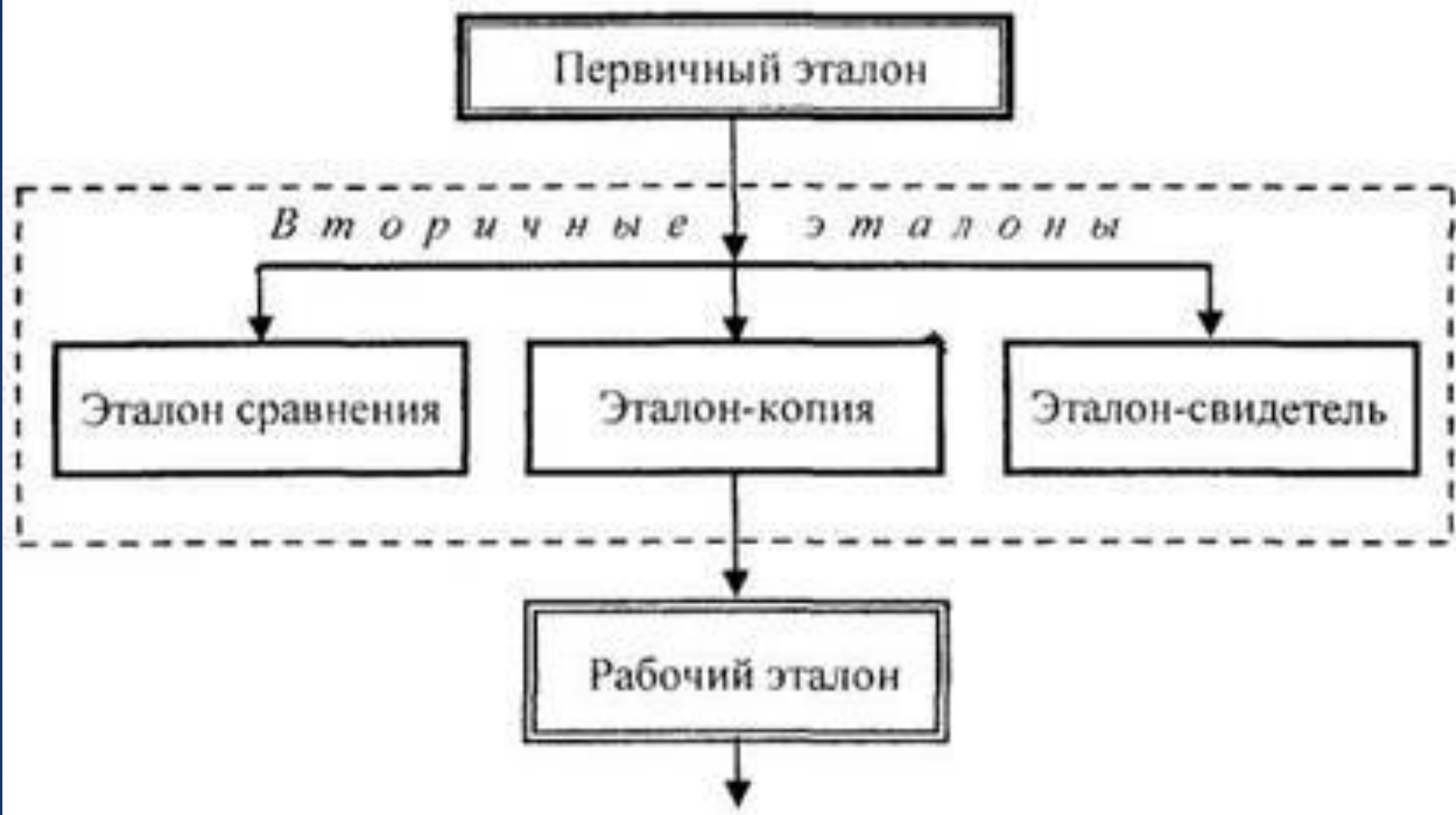
- Первичный или специальный эталон, официально утвержденные в качестве исходного для страны, называются **государственным эталоном**.
- Его утверждение проводит главный метрологический орган страны - Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии.
- Государственные эталоны создаются, хранятся и применяются центральными метрологическими научными институтами страны.

- В состав государственных эталонов включаются средства измерения, с помощью которых хранят и воспроизводят размер единицы физической величины с точностью, которая должна соответствовать уровню лучших мировых достижений и удовлетворять потребностям науки и техники, а также средства измерения с помощью которых контролируют условия измерений и неизменность воспроизводимого или хранимого размера единицы и осуществляют передачу размера единицы.
- Государственные эталоны России периодически сличаются с государственными эталонами других стран. Например, эталон метра и килограмма сличают один раз в 25 лет, эталон света - один раз в три года.

- **Вторичные эталоны** являются частью подчиненных средств хранения единиц и передачи их размеров, создаются и утверждаются в тех случаях, когда это необходимо для организации поверочных работ, а также для обеспечения сохранности и наименьшего износа государственного эталона.
- Вторичные эталоны по своему метрологическому назначению подразделяются на эталоны-копии, эталоны сравнения и эталоны-свидетели.

- **Эталон-копия** - предназначен для передачи размера единицы рабочим эталонам. Эталон-копия представляет собой копию государственного эталона только по метрологическому назначению, поэтому он всегда является его физической копией.
- **Эталон сравнения** - применяется для сличения эталонов, которые по тем или иным причинам не могут быть непосредственно сличаемы друг с другом.
- **Эталон-свидетель** - предназначен для проверки сохранности и неизменности государственного эталона и замены его в случае порчи или утраты.

- **Рабочий эталон** - применяется для передачи размера единицы от эталона-копии образцовым средствам измерения и в отдельных случаях - наиболее точным рабочим средствам измерений.





- Эталонная база России имеет около 120 государственных эталонов и более 250 вторичных эталонов единиц физических величин, размещенных в ведущих метрологических научно-исследовательских институтах страны [37].
- В области механики в стране созданы и используются 38 государственных эталонов, в том числе первичные эталоны метра, килограмма и секунды, точность которых имеет чрезвычайно большое значение, поскольку эти единицы участвуют в образовании производных единиц всех научных направлений

- Для передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений создана система эталонов, которые по точности подразделяются на разряды (1 и 2).
- Передача размеров единиц осуществляется путем поверки или калибровки средств измерений.

- **Поверка средств измерений** - совокупность операций, выполняемых органами Государственной метрологической службы (другими уполномоченными на то органами, организациями) с целью определения и подтверждения соответствия средства измерений установленным техническим требованиям.
- Поверка средства измерений заключается в определении погрешностей средства измерений и в установлении его пригодности к применению.
- Проведение поверки позволяет установить, находятся ли метрологические характеристики средств измерений в заданных пределах.

- **Калибровка средств измерений** - совокупность операций, выполняемых с целью определения и подтверждения действительных значений характеристик и (или) пригодности к применению средств измерений, не подлежащих государственному метрологическому контролю и надзору.

- Соподчинение Государственного эталона, вторичных, а также системы разрядных эталонов и рабочих средств измерений установлено государственной поверочной схемой.

- **Поверочная схема** - утвержденный в установленном порядке документ, устанавливающий средства, методы и точность передачи размеров единиц от государственного эталона рабочим средствам измерений.



- Поверочные схемы разделяют на государственные и локальные,
- **Государственные поверочные схемы** регламентируются государственными стандартами и распространяются на все средства измерений данного вида.
- **Локальные поверочные схемы** предназначены для метрологических служб Государственных органов управления и юридических лиц. Все локальные схемы должны соответствовать требованиям соподчиненности, которая определена государственной поверочной схемой.