

# Лекция №1

## по дисциплине : «Метрология стандартизация и сертификация»

---

Тема: «Основные понятия метрологии»

Учебные вопросы:

Вопрос №1 Физические свойства, величины и

Вопрос №2 Качественная и количественная  
характеристики измеряемых величин. Виды и

Вопрос №3 Методы измерений ФВ.

Вопрос №4 Международная система единиц  
физических величин *SI*.

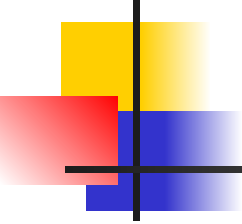
## Вступление

*В практической жизни человек всюду имеет дело с измерениями. На каждом шагу встречаются измерения таких величин, как длина, объем, вес, время и др.*

*Измерения являются одним из важнейших путей познания природы человеком. Они дают количественную характеристику окружающего мира, раскрывая человеку действующие в природе закономерности. Все отрасли техники не могли бы существовать без развернутой системы измерений, определяющих как все технологические процессы, контроль и управление ими, так и свойства и качество выпускаемой продукции.*

*Отраслью науки, изучающей измерения, является метрология. Слово "метрология" образовано из двух греческих слов: метрон - мера и логос - учение. Дословный перевод слова "метрология" - учение о мерах. Долгое время метрология оставалась в основном описательной наукой о различных мерах и соотношениях между ними. С конца 19-го века благодаря прогрессу физических наук метрология получила существенное развитие. Большую роль в становлении современной метрологии как одной из наук физического цикла сыграл Д. И. Менделеев, руководивший отечественной метрологией в период 1892 - 1907 гг*


# Вопрос №1



---

Физические свойства,  
величины и шкалы.

# Определение. Цель



В соответствии с ГОСТ 16263-70 «Метрология. Термины и определения» метрология – это наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности

**Главной целью любой метрологической службы является обеспечение единства измерений**

**Единство измерений** – состояние измерительного процесса, при котором результаты всех измерений выражаются в одних и тех же узаконенных единицах измерения и оценка их точности обеспечивается с гарантированной доверительной вероятностью.



# Структура метрологии.

Дисциплина «метрология» делиться на 3 основных раздела

## 1 раздел

«Теоритическая метрология»

- Данный раздел посвящен общим вопросам теории измерений

## 2 раздел

«Прикладная метрология»

- Данный раздел изучает вопросы практического применения в различных сферах деятельности, результатов теоретических исследований.

## 3 раздел

«Законодательная метрология»

- Данный раздел рассматривает комплексы взаимосвязи общих правил, норм, требований, которые нуждаются в регламентации и контроле со стороны государства и направлены на обеспечения единства измерений и единообразия средств измерений.

# Объекты и задачи метрологии.

**ОБЪЕКТЫ МЕТРОЛОГИИ** - единицы величин, средства и методики выполнения измерений, эталоны, физические (измеримые) и нефизические (оцениваемые или вычисляемые, не имеющие воспроизводимой единицы) величины. Основные понятия этого предмета нормированы в Государственной системе измерений (ГСИ) в ГОСТ 16263-70 "Метрология: термины и определения".

**ГЛАВНАЯ ЗАДАЧА МЕТРОЛОГИИ**: обеспечение единства измерений. Эта задача может быть решена при соблюдении двух условий:

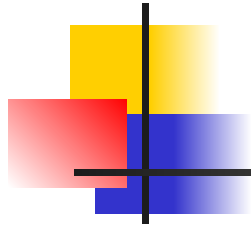
- выражение результата измерений в узаконенных единицах.
- установление допустимых ошибок результатов измерений и предела, за которые они не должны выходить.

## **Другие задачи метрологии:**

Определение основных направлений, развитие метрологического обеспечения производства.

Организация и проведение анализа состояний объектов измерений.  
Разработка и реализация программ метрологического обеспечения.  
Развитие и укрепление метрологической службы.

# Основные понятия, которыми оперирует метрология:



- физическая величина;
- единица физической величины;
- система единиц физических величин;
- размер единицы физической величины (передача размера единицы физической величины);
- средства измерений физической величины;
- эталон;
- образцовое средство измерений;
- рабочее средство измерений;
- измерение физической величины;
- метод измерений;
- результат измерений;
- погрешность измерений;
- метрологическая служба;
- метрологическое обеспечение и т. д.

# Определения некоторых понятий метрологии:

Физической величиной называется одно из свойств физического объекта (явления, процесса), которое является общим в качественном отношении для многих - физических объектов, отличаясь при этом количественным значением.

Каждая физическая величина имеет свои качественную и количественную характеристики. Качественная характеристика определяется тем, какое свойство материального объекта или какую особенность материального мира эта величина характеризует. Так, свойство "прочность" в количественном отношении характеризует такие материалы, как сталь, дерево, ткань, стекло и многие другие, в то время как количественное значение прочности для каждого из них совершенно разное. Для выражения количественного содержания свойства конкретного объекта употребляется понятие "размер физической величины". Этот размер устанавливается в процессе измерения.

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.).



# Определения некоторых понятий метрологии:



Единица физической величины - физическая величина фиксированного размера, которой условно присвоено числовое значение равное 1, и применяемое для количественного выражения однородных физических величин. Например: 1 м - единица длины, 1с - времени, 1А - силы электрического тока. ГОСТ 16263-70 трактует физическую величину как *одно из свойств объекта, качественно общее и для многих других, но в количественном плане - индивидуальное.*

Различают: *основные, производные, кратные, дольные, когерентные, системные, внесистемные единицы.*

Основная физическая величина – это физическая величина, входящая в систему величин и условно принятая в качестве независимой от других величин этой системы.

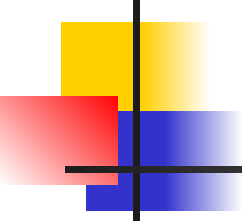
Производная единица - единица производной ФВ системы единиц, образованная в соответствии с уравнением, связывающим ее с основными единицами или же с основными и уже определенными производными.

Производная единица называется когерентной, если в этом уравнении числовой коэффициент равен единице.

# Основные единицы электрорадиоизмерений

Частота	герц	Гц	Hz	$s^{-1}$
Энергия(работа)	джоуль	Дж	J	Н м
Мощность	ватт	Вт	W	Дж/с
Электрический заряд	кулон	Кл	C	с А
Напряжение	вольт	В	V	Вт/А
Емкость	фарад	Ф	F	Кл/В
Сопротивление	ом	Ом	Q	В/А
Проводимость	сименс	См	S	А/В
Индуктивность	генри	Г	H	Вб/А

# Характеристики единиц

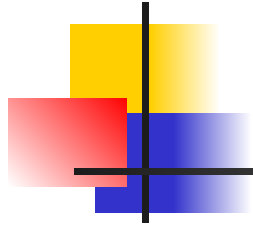


Система единиц физических величин - совокупность основных и производных единиц физических величин, образованная в соответствии с принятыми принципами для заданной системы физических величин. Например: Международная система единиц (СИ), принятая в 1960 г.

В системе единиц физических величин выделяют основные единицы системы единиц (в СИ - метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин). Из сочетания основных единиц образуются производные единицы (скорости - м/с, плотности - кг/м<sup>3</sup>).

Путем добавления к основным единицам установленных приставок, образуются кратные (например - километр) или дольные (например - микрометр) единицы.

# Внесистемные единицы измерения



Внесистемные единицы, единицы физических величин, не входящие ни в одну из систем единиц. Внесистемные единицы выбирались в отдельных областях измерений вне связи с построением *систем единиц*. Внесистемные единицы можно разделить на независимые (определяемые без помощи других единиц) и произвольно выбранные, но определяемые через другие единицы.

К первым относятся, например, градус Цельсия, определяемый как 0,01 промежутка между температурами кипения воды и таяния льда при нормальном атмосферном давлении, полный угол (оборот) и другие.

Ко вторым относятся, например, единица мощности - лошадиная сила (735,499 Вт), единицы давления - техническая атмосфера (1 кгс/см<sup>2</sup>), миллиметр ртутного столба (133,322 н/м<sup>2</sup>), бар (10<sup>5</sup> н/м<sup>2</sup>) и другие.

В принципе применение внесистемных единиц нежелательно, так как неизбежные пересчеты требуют затрат времени и увеличивают вероятность ошибок.

# Дольные приставки

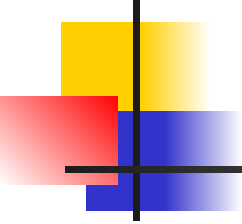
$10^{-1}$	Деци	Д	d
$10^{-2}$	СантИ	с	С
$10^{-3}$	Милли	м	m
$10^{-6}$	Микро	МК	И
$10^{-9}$	Нано	н	п
$10^{-12}$	Пико	п	Р
$10^{-15}$	Фемто	ф	f
$10^{-18}$	Атто	А	a

# Кратные приставки



$10^{18}$	Экса	Э	E
$10^{15}$	Пета	п	P
$10^{12}$	Терра	т	T
$10^9$	Гига	г	G
$10^6$	Мега	м	M
$10^3$	Кило	к	k
$10^2$	Гекто	г	h
$10^1$	Дека	да	da

# *Понятие об эталоне*



---

*Для обеспечения высокого уровня контрольных операций служит эталонная база России, которая состоит из 124 государственных первичных и специальных эталонов, а также 60 вторичных (рабочих) эталонов.*

*Эти эталоны обеспечивают хранение и воспроизведение 70 физических величин в линейно-угловых, механических, температурных, теплофизических, электрических, магнитных, радиотехнических, оптических и др. видах и областях измерений, в различных амплитудных, частотных, динамических диапазонах.*



# Значения физических величин

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.

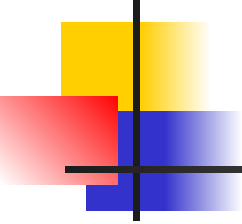
Действительное значение физической величины - это значение величины, найденное экспериментальным путем и настолько приближающееся к истинному значению, что для данной цели может быть использовано вместо него.

Измеренное значение физической величины - это значение, полученное при измерении с применением конкретных методов и средств измерений.

При планировании измерений следует стремиться к тому, чтобы номенклатура измеряемых величин соответствовала требованиям измерительной задачи (например, при контроле измеряемые величины должны отражать соответствующие показатели качества продукции).



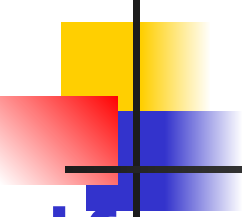
# Вопрос №2



---

Качественная и  
количественная  
характеристики измеряемых  
величин.

Виды и классификация



---

Качественная характеристика  
измеряемой величины это ее  
размерность.

Количественной  
характеристикой измеряемой  
величины  
является ее размер.

# Метрологические характеристики средств измерения



**Шкалы** могут быть односторонние и двухсторонние, в зависимости от положения нуля. Если «О» находится в центре шкалы, то такая двусторонняя шкала называется симметричной. Шкалы характеризуются числом делений, длиной деления, ценой деления, диапазоном показаний, диапазоном измерений и пределами измерений.

**Деление** - это промежуток между двумя соседними отметками шкалы.

**Длина деления** - это расстояние, измеренное между осевыми двух соседних отметок по воображаемой линии, проведенной через середины самых коротких отметок шкалы.

**Диапазон показаний** - это область значений шкалы, ограниченная начальным и конечным значениями.

**Диапазон измерений** - это область значений величин, для которой нормирована предельная допустимая погрешность.

**Предел измерения** - это наибольшее или наименьшее значение диапазона измерения. На каждом диапазоне прибор имеет два предела:

- $X_{\text{в}}$  - верхний предел,
- $X_{\text{н}}$  - нижний предел.

# Типы (виды) шкал

Различают следующие виды шкал:

## Шкалы наименований

- Отражают качественные свойства ФВ.
- В них нельзя ввести понятие единицы измерения, в них отсутствует и нулевой эталон.
- **Пример – шкала классификации цвета по наименованиям (красный, желтый и т.д.)**

## Шкалы порядка

- Описывают свойства, для которых имеют смысл не только соотношения эквивалентности, но и соотношение порядка по возрастанию или убыванию кол-во проявления свойства.
- **Пример – шкалы твердости тел, баллов землетрясения, ветра и т.д.**

## Шкалы интервалов или разностей

- Отличаются от шкал порядка тем, что для описываемых ими свойств имеет смысл эквивалентности и соотношения порядка, но и суммирования интервалов между различными количественными проявлениями свойств.
- **Пример – шкала интервалов времени, длин.**

## Шкалы отношений

- Шкалы измерений количественного свойства, характеризующиеся соотношениями эквивалентности, порядка, пропорциональность и (допускающими в ряде случаев операцию суммирования) различных проявлений свойств.
- **Пример – шкала массы, температуры, и т.д.**

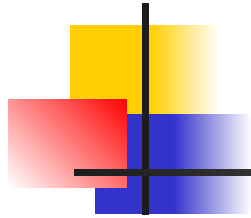
## Абсолютные шкалы

- Шкалы отношений безразмерной величины.
- **Пример – шкалы различных коэффициентов**

# Характеристики типов шкал

Признак типа шкалы измерения	Типы шкал измерений					
	наименований	порядка	Разностей (интервалов)	отношений		абсолютные
				1-го рода	2-го рода	
<i>Допустимые логические и математические соотношения между свойствами</i>	<i>Эквивалентность</i>	<i>Эквивалентность, порядок</i>	<i>Эквивалентность, порядок, суммирование интервалов</i>	<i>Эквивалентность, порядок, пропорциональность</i>	<i>Эквивалентность, порядок, суммирование</i>	<i>Эквивалентность, порядок, суммирование</i>
<i>Наличие нуля</i>	<i>Не имеет смысла</i>	<i>Не обязательно</i>	<i>Устанавливается по соглашению</i>	<i>Имеется естественное определение нуля</i>	<i>Имеется естественное определение нуля</i>	<i>Имеется естественное определение нуля</i>
<i>Наличие единицы измерения</i>	<i>Не имеет смысл</i>	<i>Не имеет смысл</i>	<i>Устанавливается по соглашению</i>	<i>Устанавливается по соглашению</i>	<i>Устанавливается по соглашению</i>	<i>Имеется естественный критерий установления размера единиц</i>
<i>Многомерность</i>	<i>Возможна</i>	<i>Возможна</i>	<i>Возможна</i>	<i>Возможна</i>	<i>Возможна</i>	<i>Возможна</i>
<i>Доступные преобразования</i>	<i>Изоморфное отображение</i>	<i>Монотонные преобразования</i>	<i>Монотонные преобразования</i>	<i>Умножение на число</i>	<i>Умножение на число</i>	<i>Отсутствуют</i>

# Цена деления



**Цена деления** - это разность значений величин, соответствующих двум соседним отметкам шкалы. Для шкал с одним диапазоном измерения цена деления определяется по формуле

$$C = \frac{X_2 - X_1}{n}$$

где  $C$  - цена деления,

$n$  - количество делений на участке между двумя соседними числовыми отметками  $X_1$  и  $X_2$  - значения физической величины, соответствующие двум соседним числовым отметкам.

Цена деления для приборов, имеющих несколько диапазонов измерения, вычисляется по формуле

$$C = \frac{X_B}{N}$$

где  $X_B$  - **верхний** предел измерения,

$N$  - количество делений или номер последнего деления шкалы.

# Классификация измерений

Все измерения делятся по следующим признакам:

по способу  
получения  
измерений

- *прямые,*
- *косвенные,*
- *совокупные,*
- *совместные.*

по числу  
измерений

- *однократные,*
- *многократные.*

по точности  
измерений

- *равноточные,*
- *неравноточные.*

по  
практическому  
назначению  
измерений

- *технические,*
- *метрологические.*

по характеру зависимости  
измеряемой величины от  
времени

- *статические,*
- *динамические.*

по способу выражения  
результатов измерений

- *абсолютные,*
- *относительные.*

# по получению измерительной информации

**Прямые** - это измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных. Прямые измерения можно выразить формулой:

$$Q=X$$

где  $Q$  - искомое значение измеряемой величины,

$X$  - значение, непосредственно получаемое из опытных данных.

При прямых измерениях экспериментальным операциям подвергают измеряемую величину, которую сравнивают с мерой непосредственно или же с помощью измерительных приборов, градуированных в требуемых единицах. Примерами прямых служат измерения длины тела линейкой, массы при помощи весов и др.

**Косвенные** - это измерения, при которых искомую величину определяют на основании известной зависимости между этой величиной и величинами, подвергаемыми прямым измерениям, т.е. измеряют не собственно определяемую величину, а другие, функционально с ней связанные. Значение измеряемой величины находят путем вычисления по формуле:

$$Q=F(x_1, x_2, \dots, x_N),$$

где  $F$  - функциональная зависимость, которая заранее известна,

$x_1, x_2, \dots, x_N$  - значения величин, измеренных прямым способом.

Примеры косвенных измерений: определение объема тела по прямым измерениям его геометрических размеров, нахождение удельного электрического сопротивления проводника по его сопротивлению, длине и площади поперечного сечения.



## Продолжение

**Совокупные** - это производимые одновременно измерения нескольких одноименных величин, при которых искомую величину определяют решением системы уравнений, получаемых при прямых измерениях различных сочетаний этих величин.

Примером совокупных измерений является определение массы отдельных гирь набора (калибровка по известной массе одной из них и по результатам прямых сравнений масс различных сочетаний гирь).

**Совместные** - это производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для нахождения зависимостей между ними.

В качестве примера можно назвать измерение электрического сопротивления при  $20^{\circ}\text{C}$  и температурных коэффициентов измерительного резистора по данным прямых измерений его сопротивления при различных температурах.

# по практическому назначению и характеру зависимости измеряемой величины от времени.

## а) Характеристики измерений по практическому назначению

Технические измерения - те которые проводятся рабочими СИ.

Метрологические измерения - выполняются при помощи эталонов для воспроизведения единиц ФВ для передачи их размера рабочими СИ.

## б) Характеристики измерений по характеру зависимости измеряемой величины от времени

Статические - при которых измеряемая величина остается постоянной во времени;

Динамические - в процессе которых измеряемая величина изменяется и является непостоянной во времени.

Статическими измерениями являются, например, измерения размеров тела, постоянного давления, электрических величин в цепях с установившемся режимом, динамическими - измерения пульсирующих давлений, вибраций, электрических величин в условиях протекания переходного процесса.

# Характеристики измерений по их числу и точности измерений

## а) Характеристики измерений по их числу

Однократными называются измерения какой-либо физической величины (ФВ), выполненное не более трех раз.

Многократными называются измерения одного и того же размера ФВ, следующие друг за другом.

Известно, что при числе отдельных измерений более четырех их результаты могут быть обработаны в соответствии с требованиями математической статистики. Это означает, что при четырех и более измерений, входящих в ряд, измерения можно считать многократным. Их проводят для уменьшения случайной составляющей погрешности.

## б) Характеристики измерений по их точности

Равноточными называются измерения какой-либо физической величины (ФВ), выполненное одинаковым по точности СИ и в одних и тех же условиях.

Неравноточными называются измерения ФВ, выполненные различными по точности СИ и (лил) в разных условиях.

Методика обработки результатов равноточных и неравноточных измерений различна.

# Характеристики измерений

по способу выражения результатов .

---

Абсолютными – называются измерения, которые основаны на прямых измерениях одной или нескольких основных величин или на использовании значений физических констант.

Относительными - называются измерения отношения величины к одноименной величине.

Кроме перечисленных выше характеристик измерений  
есть и еще одна наиболее важная  
характеристика – погрешность измерений.

# Погрешность измерений.



Истинное значение физической величины – значение физической

величины, которое идеальным образом отражало бы в количественном и качественном отношениях соответствующее свойство объекта (согл.16263-70).

Результат любого измерения отличается от истинного значения физической величины на некоторое значение, зависящее от точности средств и методов измерения, квалификации оператора, условий, в которых проводилось измерение, и т. д. *Отклонение результата измерения от истинного значения физической величины называется погрешностью измерения.*

Поскольку определить истинное значение физической величины в принципе невозможно, т. к. это потребовало бы применения идеально точного средства измерений, то на практике вместо понятия истинного значения физической величины применяют понятие действительного значения измеряемой величины, которое настолько точно приближается к истинному значению, что может быть использовано вместо него. Это может быть, например, результат измерения физической величины образцовым средством измерения.

Более подробно теория погрешности будет рассмотрена в последующей лекции



**Чувствительность прибора** (или чувствительность средства измерения) - это

реакция на подведение к нему измеряемой величины. Чувствительность может вычисляться как абсолютная -  $S_a = \frac{\Delta\lambda}{\Delta X}$ , так и относительная -  $S_r = \frac{\Delta\lambda/\lambda}{\Delta X}$ , характеризующая чувствительность в данной отметке; так и по формуле -  $S_0 = \frac{\Delta\lambda}{\Delta X/X}$ , которая характеризует чувствительность по отношению к данному значению величины. Абсолютная чувствительность обратно пропорциональна цене деления  $S_a = 1/C$ .

**Единство измерений** - такое состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах и погрешности измерений известны с заданной вероятностью. Единство измерений необходимо для того, чтобы можно было сопоставить результаты измерений, выполненных в разных местах, в разное время, с использованием разных методов и средств измерений.

**Точность измерений** характеризуется близостью их результатов к истинному значению измеряемой величины. Точность - величина, обратная погрешности (о ней речь пойдет ниже).

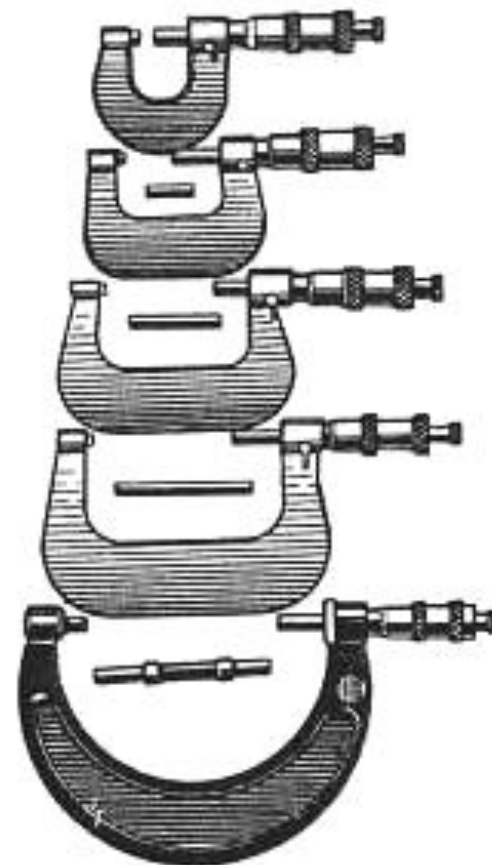
**Измерительная техника** - это практическая, прикладная область метрологии. Измеряемыми величинами, с которыми имеет дело метрология, являются физические величины, т. е. величины, входящие в уравнения опытных наук (физика, химия и др.), занимающихся познанием мира эмпирическим (т. е. опытным) путем.

# Классификация видов средств измерений

МИ 2314-00 Кодификатор групп средств измерений

## ТАБЛИЦЫ ГРУПП СИ ПО ВИДАМ И ОБЛАСТЯМ ИЗМЕРЕНИЙ

1. ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
2. ИЗМЕРЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН
3. ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОТОКА, РАСХОДА, УРОВНЯ, ОБЪЕМА ВЕЩЕСТВ
4. ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ, ВАКУУМНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
5. ИЗМЕРЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ
6. ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
7. ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ И ЧАСТОТЫ
8. ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ВЕЛИЧИН
9. РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ И РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ
10. ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
11. ОПТИЧЕСКИЕ И ОПТИКО-ФИЗИЧЕСКИЕ ИЗМЕРЕНИЯ
12. ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ И ЯДЕРНЫХ КОНСТАНТ
13. СИ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ





# Вопрос №3

---

Методы измерений ФВ.



# Методы измерений

Метод измерения - это способ экспериментального определения значения физической величины, т. е. совокупность используемых при измерениях физических явлений и средств измерений.



- противопоставления;
- дифференциальный;
- нулевой;
- замещения;
- совпадения

**Метод непосредственной оценки** заключается в определении значения физической величины по отсчетному устройству измерительного прибора прямого действия. Например - измерение напряжения вольтметром.

Этот метод является наиболее распространенным, но его точность зависит от точности измерительного прибора.

**Метод сравнения с мерой** - в этом случае измеряемая величина сравнивается с величиной, воспроизводимой мерой. Точность измерения может быть выше, чем точность непосредственной оценки.

Различают следующие разновидности метода сравнения с мерой:

**Метод противопоставления**, при котором измеряемая и воспроизводимая величина одновременно воздействуют на прибор сравнения, с помощью которого устанавливается соотношение между величинами. Пример: измерение веса с помощью рычажных весов и набора гирь.

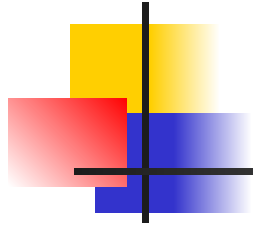
**Дифференциальный метод**, при котором на измерительный прибор воздействует разность измеряемой величины и известной величины, воспроизводимой мерой. При этом уравнивание измеряемой величины известной производится не полностью. Пример: измерение напряжения постоянного тока с помощью дискретного делителя напряжения, источника образцового напряжения и вольтметра.

**Нулевой метод**, при котором результирующий эффект воздействия обеих величин на прибор сравнения доводят до нуля, что фиксируется высокочувствительным прибором - нуль-индикатором. Пример: измерение сопротивления резистора с помощью четырехплечевого моста, в котором падение напряжения на резисторе с неизвестным сопротивлением уравнивается падением напряжения на резисторе известного сопротивления.

**Метод замещения**, при котором производится поочередное подключение на вход прибора измеряемой величины и известной величины, и по двум показаниям прибора оценивается значение измеряемой величины, а затем подбором известной величины добиваются, чтобы оба показания совпали. При этом методе может быть достигнута высокая точность измерений при высокой точности меры известной величины и высокой чувствительности прибора. Пример: точное измерение малого напряжения при помощи высокочувствительного гальванометра, к которому сначала подключают источник неизвестного напряжения и определяют отклонение указателя, а затем с помощью регулируемого источника известного напряжения добиваются того же отклонения указателя. При этом известное напряжение равно неизвестному.

**Метод совпадения**, при котором измеряют разность между измеряемой величиной и величиной, воспроизводимой мерой, используя совпадение отметок шкал или периодических сигналов. Пример: измерение частоты вращения детали с помощью мигающей лампы стробоскопа: наблюдая положение метки на вращающейся детали в моменты вспышек лампы, по известной частоте вспышек и смещению метки определяют частоту вращения детали.

# Вопрос №4



Международная система  
единиц физических величин *SI*.

# Требования к параметрам продукции



---

Для каждого параметра продукции должны соблюдаться требования:

- корректность формулировки измеряемой величины, исключающая возможность различного толкования (например, необходимо четко определять, в каких случаях определяется "масса" или "вес" изделия, "объем" или "емкость" сосуда и т.д.);
- определенность подлежащих измерению свойств объекта (например, "температура в помещении не более ...°С допускает возможность различного толкования. Необходимо так изменить формулировку требования, чтобы было ясно, установлено ли это требование к максимальной или к средней температуре помещения, что будет в дальнейшем учтено при выполнении измерений)
- использование стандартизованных терминов (специфические термины следует пояснять при первом их упоминании).



# Краткая историческая справка

---

В 1954 г. X Генеральная конференция по мерам и весам установила шесть основных единиц (метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, кандела + моль). Система, основанная на утвержденных в 1954 г. шести основных единицах, была названа Международной системой единиц, сокращенно СИ (SI- начальные буквы французского наименования Systeme International). Был утвержден перечень шести основных, двух дополнительных и первый список двадцати семи производных единиц, а также приставки для образования кратных и дольных единиц.

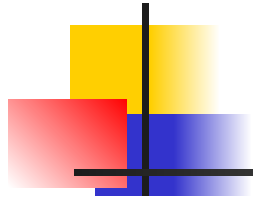
В РФ система СИ регламентируется ГОСТом 8.417-81.

# Международная система СИ

Величина	Единица измерения		Обозначение	
	русское название	международное название	русское	международное
Длина	метр	metre (meter)	м	m
Масса	килограмм	kilogram	кг	kg
Время	секунда	second	с	s
Сила электрического тока	ампер	ampere	А	A
Термодинамическая температура	кельвин	kelvin	К	K
Сила света	кандела	candela	кд	cd
Количество вещества	моль	mole	моль	mol

**Метрическая конвенция** — международный договор, служащий для обеспечения единства измерений в разных странах. Договор был подписан в 1875 г. в Париже 17-ю странами, в том числе Россией. В настоящее время к конвенции присоединилось 51 государство, в том числе все промышленно-развитые страны.

# Задание на самостоятельную подготовку



**Найти в технической литературе определения приведенных ниже единиц измерения:**

- длина (метр),
- масса (килограмм),
- время (секунда),
- сила тока (ампер),
- температура (кельвин),
- сила света (кандела),
- количество вещества (моль)

**(всего 14 определений)**