

# Метрология

---

Общие сведения

# О курсе

## Метрология, стандартизация и сертификация

08 сентября = 4 часа (Д/З 1, 20 баллов)

15 сентября = 4 часа (Д/З 2, 20 баллов)

22 сентября = 4 часа (Д/З 3, 20 баллов)

29 сентября = 4 часа

6 октября 2018 г. – зачёт:

- вопрос теории - 20 баллов

- задача (типа тех, что были в ДЗ) - 20 баллов.

Можно пользоваться только своей тетрадкой и калькулятором!

# Понятия метрологии

## **Свойство –**

философская категория, выражающая такую сторону объекта (явления, процесса), которая обуславливает его различие или общность с другими объектами (процессами, явлениями) и обнаруживаемая в его отношении к ним.

Пример: в институте учатся студенты и студентки. Свойство каждого обучающегося в институте – быть студентом или студенткой. Свойство формируется набором отличительных признаков. Например, есть признаки, по которым мы можем понять, кто перед нами - студент или студентка.

# Понятия метрологии

## **Величина (в общенаучном смысле) –**

это свойство чего-либо (реального или идеального объекта, явления, процесса), которое может быть выделено среди других свойств и оценено тем или иным способом, в том числе количественно (числом).

Характеризовать величину можно количественно (числом) или качественно (например, есть/нет).

В нашем примере, у студенток обычно более длинные волосы. Длину волос можно измерить, например, в сантиметрах – это количественная оценка.

У студентов есть то, чего нет у студенток – кадык. Это качественная оценка.

# Понятия метрологии

## **Реальные величины –**

это величины, свойственные окружающему миру, не только физическим объектам, процессам и явлениям, но и обществу.

## **Идеальные величины –**

присущи, в основном, математическим объектам.

Реальную величину можно ощутить: увидеть, услышать, потрогать ... Реальная величина = число, имеющее физический смысл.

Идеальную величину ощутить нельзя, она существует в нашем воображении. Идеальная величина = математическая абстракция, не связанная с реальным объектом.

Реальная величина – длина волос.

Идеальная величина – широта души.

# Понятия метрологии



При измерении применяют средство измерения, что позволяет повысить повторяемость, часто повышает точность.

При оценивании используют мнение человека.

Пример: оценить длину коридора.

По мере развития техники оценивание реальных величин заменяется измерением.

Длина волос, коридора и широта души измеряется в одних и тех же единицах, но разными способами.

# Понятия метрологии

РМГ 29—2013

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАНДАРТИЗАЦИИ

---

Государственная система обеспечения единства измерений

МЕТРОЛОГИЯ

Основные термины и определения

State system for ensuring the uniformity of measurements. Metrology.  
Basic terms and definitions

---

Дата введения — 2015—01—01

# Понятие метрологии

Метрология — наука об измерениях, методах и средствах обеспечения их единства и способах достижения требуемой точности.

Основные задачи метрологии:

- установление единиц физических величин, эталонов, образцовых средств измерений;
- разработка теории, методов и средств измерения и контроля;
- обеспечение единства измерений;
- разработка методов оценки погрешностей, состояния средств измерения и контроля.

# Понятие метрологии

Теоретическая метрология: разработка фундаментальных основ метрологии, т. е. вопросы фундаментальных исследований, создание системы единиц измерений, физических постоянных, разработкой новых методов измерения



Практическая (прикладная) метрология



Законодательная метрология: установление обязательных технических и юридических требований по применению единиц, физических величин, эталонов, методов и средств измерений, направленных на обеспечение единства и необходимости точности измерений в интересах общества

# Понятия метрологии

Измерение (физической величины) – совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения измеряемой величины с её единицей и получение значения этой величины.

Измерение – совокупность операций, выполняемых для определения количественного значения величины.

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.

Объект измерения – тело (физическая система, процесс, явление и т.д.), которое характеризуется одной или несколькими измеряемыми физическими величинами.

# Понятия метрологии

## Итак:

- Метрология занимается только экспериментальным определением величин. Здесь нет голосования, экспертных оценок и т.п.
- Измерение = значение величины + средство измерения + методика измерения + условия измерения.
- Оценивание – приписывание числового значения величине по определённым правилам (например, оценивание знаний).

# Понятия метрологии

## РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений  
Шкалы измерений. Основные положения. Термины и определения

МИ 2365-96

## Шкала измерений (шкала) –

отображение множества различных проявлений качественного или количественного свойства на принятое по соглашению упорядоченное множество чисел или другую систему логически связанных знаков (обозначений).

### Соотношения,

#### применимые к разным типам шкал:

- Эквивалентности (равенства), сходства: Вася и Петя – однояйцевые близнецы. Внешний вид Васи = внешнему виду Пети. Элементы нельзя упорядочить.
- Порядка по возрастанию (убыванию): элементы можно не только сравнить, но и упорядочить. Можно выстроить класс по росту, но нельзя так узнать рост конкретного школьника.
- Пропорциональности интервалов: есть численные значения, разности между которыми пропорциональны. Вася уехал на курорт 5 июня и вернулся 12 июня, а Петя уехал 7 июня и вернулся 21 июня. Петя отдыхал в два раза дольше  $(21-7):2=(12-5)$ .
- Аддитивности / мультипликативности: численные значения шкал можно складывать (умножать). У Пети 10 руб., у Васи 20 руб., вместе у них 30 руб.

# Понятия метрологии

## Типы шкал измерений:

Не метрические шкалы (нет единиц измерения):

- Наименований: отражают качественные свойства. Соотношения эквивалентности и сходства. Имена людей. Цвета. Можно создать атлас цветов (занумеровать каждый цвет, но эта нумерация условная). Нет единицы измерения, нет нулевого элемента. Тем не менее, часть статистических операций возможна (самый популярный цвет автомобиля).
- Порядка: элементы можно упорядочить (один элемент больше другого). Шкала твёрдости Мооса 1..10 (тальк-гипс-кальцит-...-алмаз). Нет нулевого элемента.

# Понятия метрологии

## Типы шкал измерений:

### Метрические шкалы

- Разностей: отличается от шкалы порядка тем, что возможно суммирование интервалов. Пример: шкала температуры Цельсия. Имеют условные единицы и нули. Имеют смысл статистические операции (вычисление среднего значения, среднеквадратичного отклонения ...). Нельзя суммировать значения (объединив ёмкости с водой при  $30^{\circ}\text{C}$  и  $50^{\circ}\text{C}$  не получим воду с температурой  $80^{\circ}\text{C}$ ).
- Отношений: допускают операции сложения. Имеют естественные нули. Пример: если масса первого камня = 1 кг, а второго = 2 кг, то соединив их вместе получим камень массой 3 кг. Ноль имеет физический смысл, единица измерения – условная.
- Абсолютные: шкала отношений, в которой единица измерения является безразмерной. Примеры: КПД, коэффициент отражения ...

# Основное уравнение измерений

$$Q=q \cdot U,$$

где  $Q$  – физическая величина;

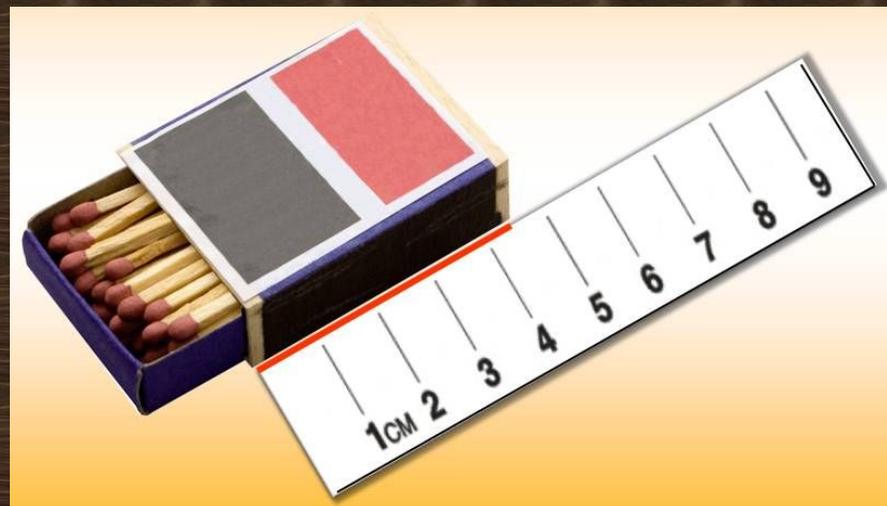
$U$  – единица физической величины;

$q$  – числовое значение физической величины  
(безразмерное)

$Q$  = длина коробка

$U$  = сантиметры

$q$  = 4,5



# Виды измерений

Действительное значение физической величины – значение, найденное при измерении.

Принцип измерений — физическое явление или совокупность физических явлений, положенных в основу измерений (например, измерение массы тела при помощи взвешивания с использованием силы тяжести, пропорциональной массе)

Метод измерений — приём сравнения измеряемой величины с её мерой (ниже).

Средства измерений (СИ) – технические средства для измерений, имеющие нормированные метрологические свойства.

Мера – СИ, которое хранит (или при необходимости воспроизводит) величину с приписанным ей значением. Гиря 1 кг.

Статические / динамические измерения:

- Статические — это измерения, при которых измеряемая величина остаётся постоянной во времени.
- Динамические — это измерения, в процессе которых измеряемая величина изменяется во времени, например, измерение давления и температуры при сжатии газа.

# Виды измерений

Прямые / косвенные / совокупные / совместные измерения:

- Прямые — это измерения, при которых искомое значение физической величины находят непосредственно из опытных данных. Пример - измерение длины линейкой.
- Косвенные — это измерения, при которых значение величины определяют на основании известной зависимости между искомой величиной и величинами, значения которых находят прямыми измерениями. Пример - определение объёма цилиндра по прямым измерениям его длины и диаметра.

# Виды измерений

Прямые / косвенные / совокупные / совместные измерения:

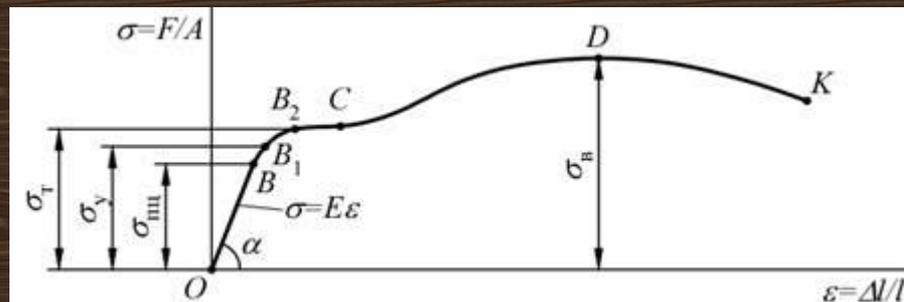
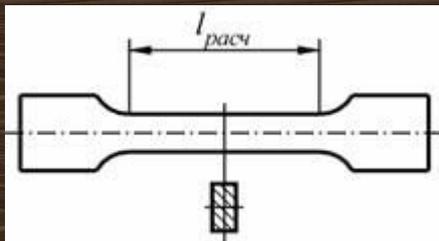
- Совокупные — измерения, при которых значение измеряемой величины определяют по результатам повторных измерений одной и той же величин при различных сочетаниях мер.

Например, чтобы узнать, какая масса варенья поместится в стеклянную банку, взвесим её пустую, потом наполним вареньем и взвесим ещё раз. Требуемое значение найдём как разность двух взвешиваний.

# Виды измерений

Прямые / косвенные / совокупные / совместные измерения:

- Совместные — это измерения двух и более (различных) величин, производимые одновременно. Обычно применяют для нахождения функциональной зависимости между этими величинами. Пример - измерение удлинения образца в зависимости от приложенной нагрузки при испытаниях на растяжение.

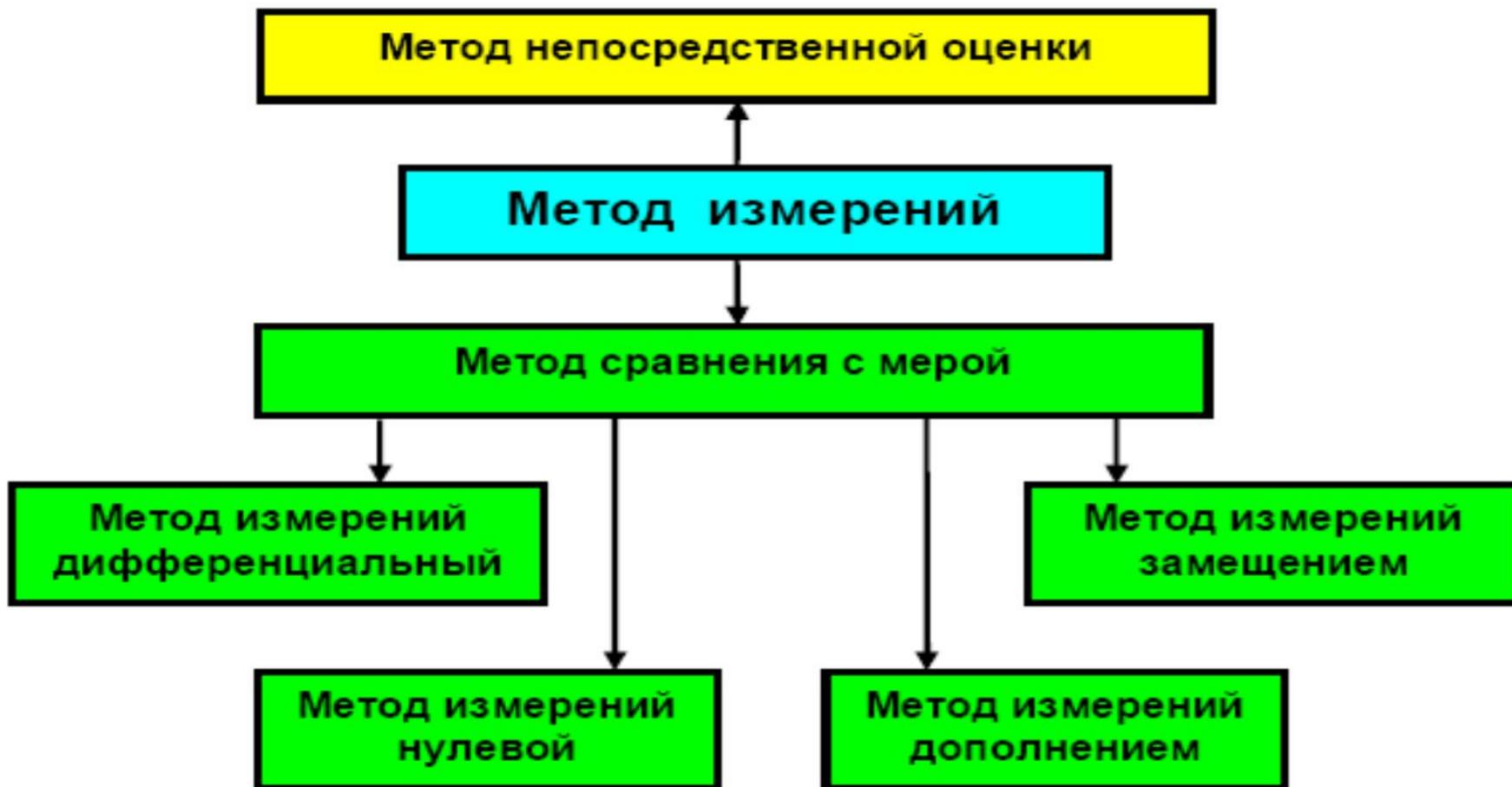


# Виды измерений

Также измерения бывают однократными и многократными. Многократные – измерения в одних и тех же условиях, выполненные не менее четырёх раз.

- Абсолютное измерение – измерение одной или нескольких величин в основных единицах (м, кг, с ...)
- Относительные измерения – измерение одноименных величин или их отношения.

# Методы измерения



# Методы измерения

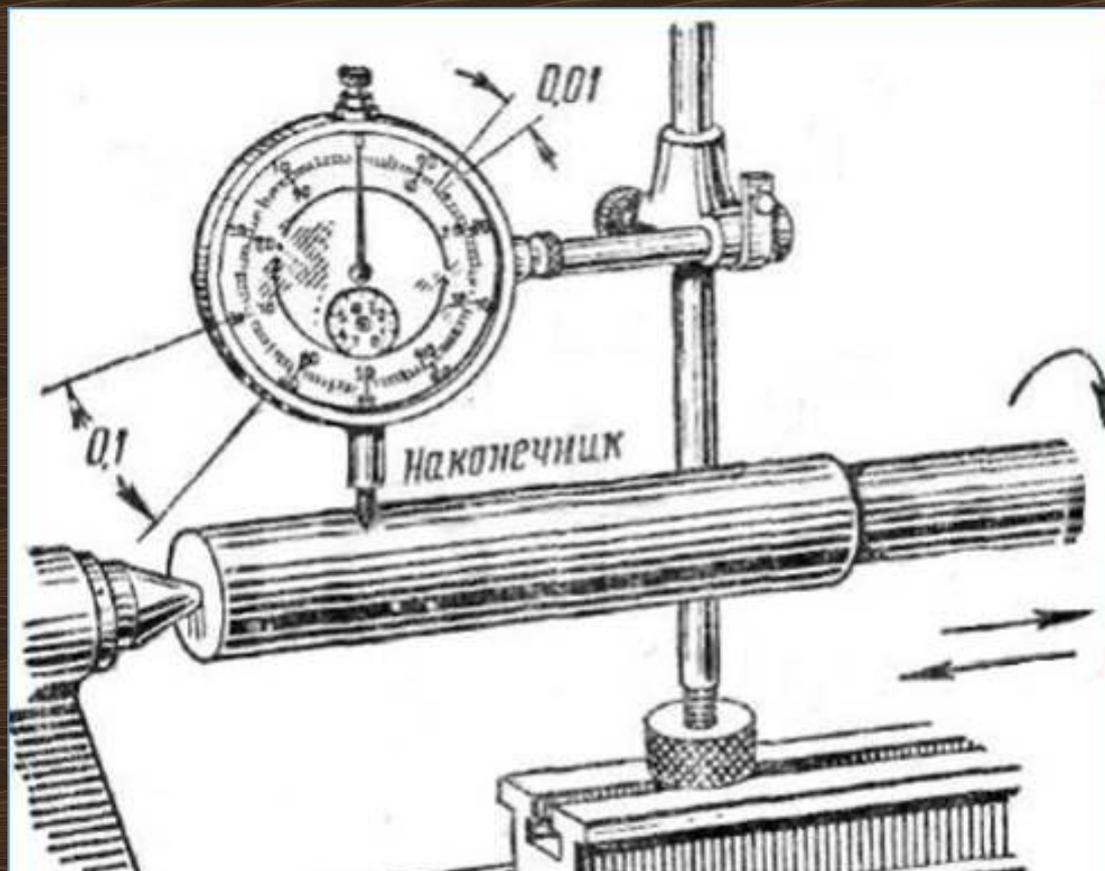
- Метод непосредственной оценки — значение величины определяют непосредственно по отсчётному устройству измерительного прибора.

Сейчас принято использовать синоним «прямой метод измерений»



# Методы измерения

- Метод сравнения с мерой — измеряемую величину сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой.



# Методы сравнения с мерой

Дифференциальный метод – метод измерений, при котором измеряемая величина сравнивается с однородной величиной, имеющей известное значение, незначительно отличающееся от значения измеряемой величины, и при котором измеряется разность между этими двумя величинами.

Измеряемую величину  $X$  сравнивают с величиной, воспроизводимой мерой  $X_m$ .

Прибор показывает разность  $\Delta X$ .

Следовательно,  $X = X_m + \Delta X$ .



# Методы сравнения с мерой

Нулевой метод – метод сравнения с мерой, в котором результирующий эффект воздействия измеряемой величины и меры на прибор сравнения доводят до нуля.

В этом случае значение измеряемой величины равно значению, которое воспроизводит мера.

Вследствие высокой чувствительности прибора и точности выполнения меры получается малая погрешность измерения.

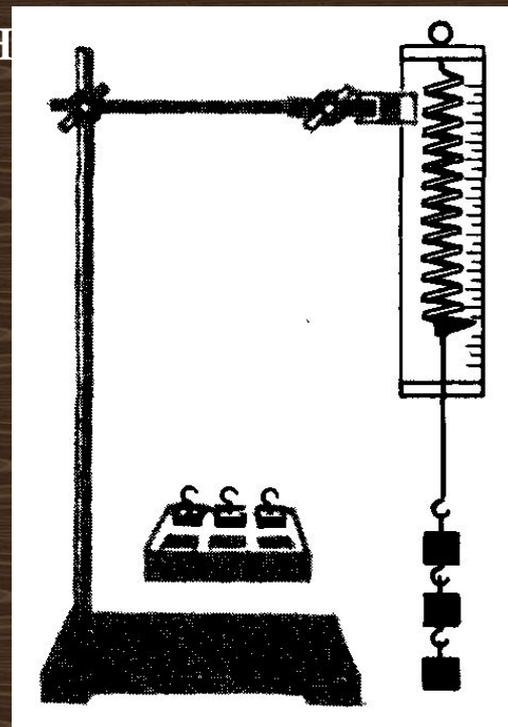


# Методы сравнения с мерой

Метод измерений замещением – метод сравнения с мерой, в котором измеряемую величину замещают мерой с известным значением величины.

Заключается в поочерёдном измерении искомой величины прибором и измерении этим же прибором меры, однородной с измеряемой величиной.

Поскольку оба измерения производятся одним и тем же прибором в одинаковых внешних условиях, в значительной мере уменьшается погрешность результата измерения.



# Методы сравнения с мерой

Взвешивание на одном плече весов  
(метод Борда)



 – гири (меры массы)

 – взвешиваемое тело

 – тарный груз

При взвешивании по методу Борда исключается влияние на результат неравноплечности весов

# Методы сравнения с мерой

Метод измерений дополнением – значение измеряемой величины дополняется мерой той же величины с таким расчётом, чтобы на прибор воздействовала их сумма.

