

# План

- 1. Виды измерений, их классификация.**
- 2. Принцип измерений.**

# ИЗМЕРЕНИЕ

**Измерение физической величины** — совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины

# ВИД ИЗМЕРЕНИЙ

Вид измерений – часть области измерений, имеющая свои особенности и отличающаяся однородностью измеряемых величин.

Выражение  $Q = q \cdot [Q]$ , где  $[Q]$  – единица измерения,  $q$ - числовое значение, является основным уравнением измерений.

# Виды и классификация измерений

## **МИ 2222-92 «ГСИ. Виды измерений. Классификация»**

Рекомендация распространяется на виды измерений и устанавливает их классификацию, предназначенную для изложения в нормативных документах и справочно-информационных изданиях.

**1 При установлении классификации видов измерений в качестве классификационного признака принята величина.**

## ***ПРОДОЛЖЕНИЕ***

### **2 Классификация должна отвечать следующим требованиям:**

- ▣ включать применяемые в стране величины;
- ▣ не допускать возможности включения одной и той же измеряемой величины в различные виды измерений;
- ▣ однозначно определять принадлежность измеряемой величины к тому или иному виду измерений;
- ▣ обеспечивать возможность обработки на ЭВМ измерительной информации о материальных объектах (документации, эталонах, средствах измерений, другой продукции и т.д.).

## *ПРОДОЛЖЕНИЕ*

### **3 Классификация видов измерений должна быть следующей:**

- 3.1 Измерения геометрических величин;
- 3.2 Измерения механических величин;
- 3.3 Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ;
- 3.4 Измерения явления, вакуумные измерения;
- 3.5 Измерения физико-химического состава и свойств веществ;
- 3.6 Теплофизические и температурные измерения;
- 3.7 Измерения времени и частоты;
- 3.8 Измерения электрических и магнитных величин, радиотехнические и радиоэлектронные измерения;
- 3.9 Измерения акустических величин;
- 3.10 Оптико-физические измерения;
- 3.11 Измерения характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант.

# КЛАССИФИКАТОР ВИДОВ ИЗМЕРЕНИЙ

<b>Вид измерений</b>	<b>Код</b>
▪ Измерения геометрических величин	27
▪ Измерения механических величин	28
▪ Измерения параметров потока, расхода, уровня, объема веществ	29
▪ Измерения давления, вакуумные измерения	30
▪ Измерения хим. состава и физико-химических свойств веществ	31
▪ Теплофизические и температурные измерения	32
▪ Измерения времени и частоты	33
▪ Измерения электрических и магнитных величин	34
▪ Радиотехнические и радиоэлектронные измерения	35
▪ Измерения акустических величин	36
▪ Оптико-физические измерения	37
▪ Измерения характеристик ионизирующих излучений и ядерных констант	38



# Виды измерений

от способа получения

по числу измерений

по характеристике точности

по отношению к изменению измеряемой величины

**числового значения**  
**прямые**

(измерение, при котором искомое значение физической величины получают непосредственно)

**КОСВЕННЫЕ**

(определение искомого значения физической величины на основании результатов прямых измерений других физических величин, функционально связанных с искомой величиной)

**СОВОКУПНЫЕ**

(производимые одновременно измерения нескольких одноименных (однородных) величин, при которых искомые значения величин определяют путём решения системы уравнений, получаемых при измерении этих величин в различных сочетаниях)

**СОВМЕСТНЫЕ**

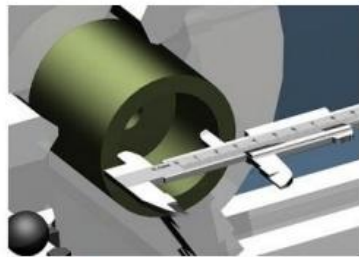
(производимые одновременно измерения двух или нескольких неоднородных величин для определения зависимости между ними. Результат измерений получают путем решения системы уравнений)

**однократные**

(измерение, выполненное один раз)

**МНОГОКРАТНЫЕ**

(измерение физической величины одного и того же размера, результат которого получен из нескольких последовательных измерений)



Прямое измерение диаметра отверстия штангенциркулем

**Пример. Требуется измерить расстояние  $L_0$  между осями двух отверстий с помощью штангенциркуля.**

Прямым измерением с помощью штангенциркуля определить величину  $L_0$  невозможно, так как оси отверстий нельзя привести в механический контакт с воспринимающим устройством штангенциркуля (губками). Значит, необходимо применить косвенное измерение.

Сначала выполняют прямые измерения величин  $L_B$ ,  $D_1$  и  $D_2$  губками для внутренних измерений, а затем подсчитывают искомую величину по формуле

$$L_0 = L_B - (D_1 + D_2)/2.$$

**равноточные**

(ряд измерений какой-либо величины, выполненных одинаковыми по точности средствами измерений и в одних и тех же условиях с одинаковой тщательностью)

**неравноточные**

(ряд измерений какой-либо величины, выполненных различающимися по точности средствами измерений и (или) в разных условиях)

**статические**

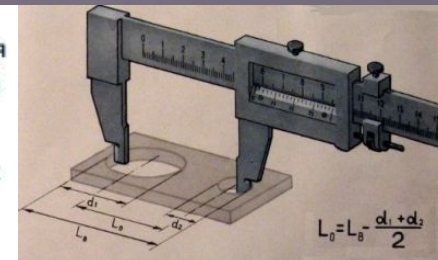
(измерение физической величины, принимаемой в соответствии с конкретной измерительной задачей за неизменную на протяжении времени измерения).

Пример:

измерения размеров тела!!!

**динамические**

(измерение изменяющейся по размеру физической величины, для получения результата измерения которой необходимо учитывать это изменение)



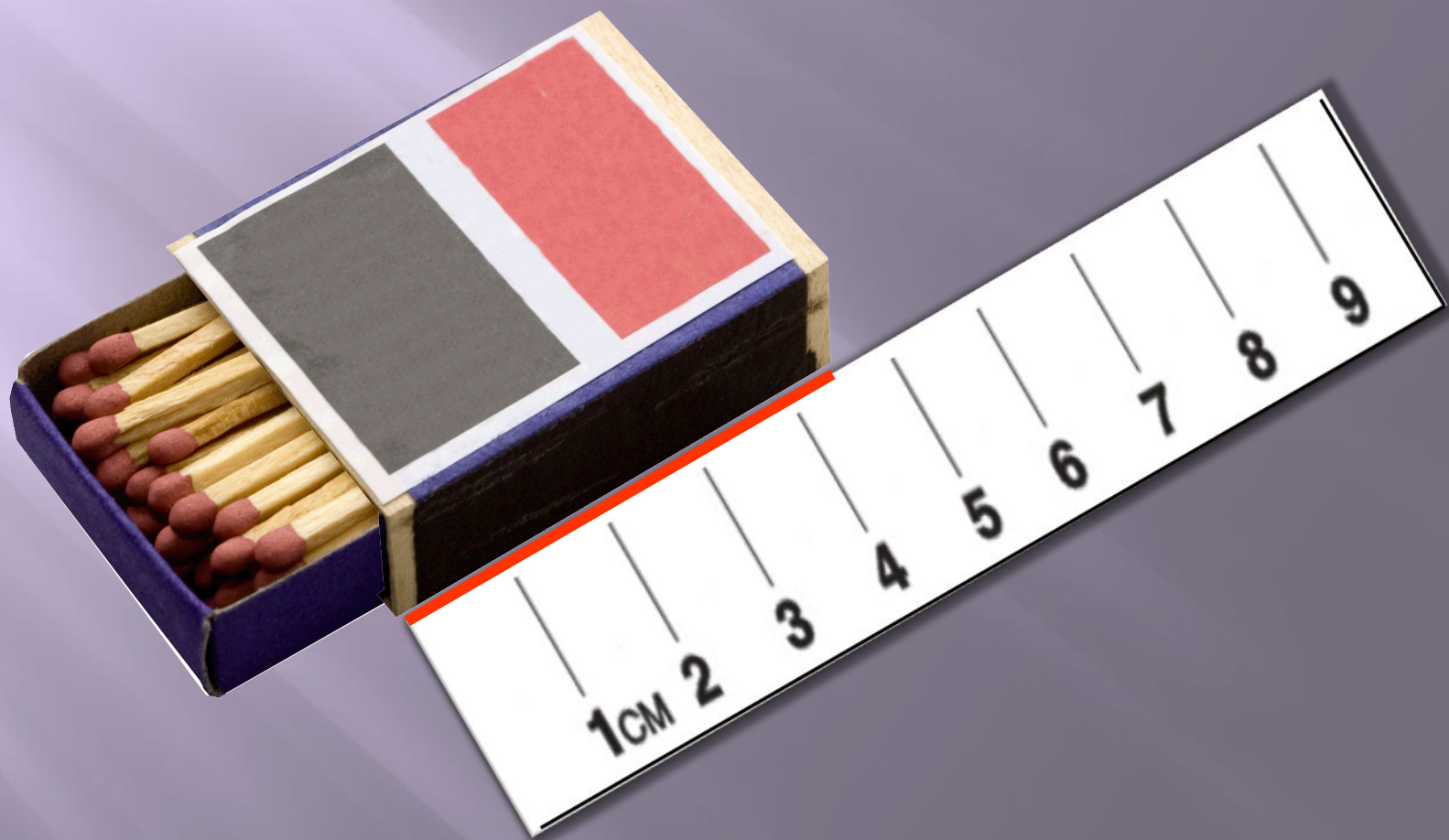
Косвенное измерение расстояния между осями двух отверстий

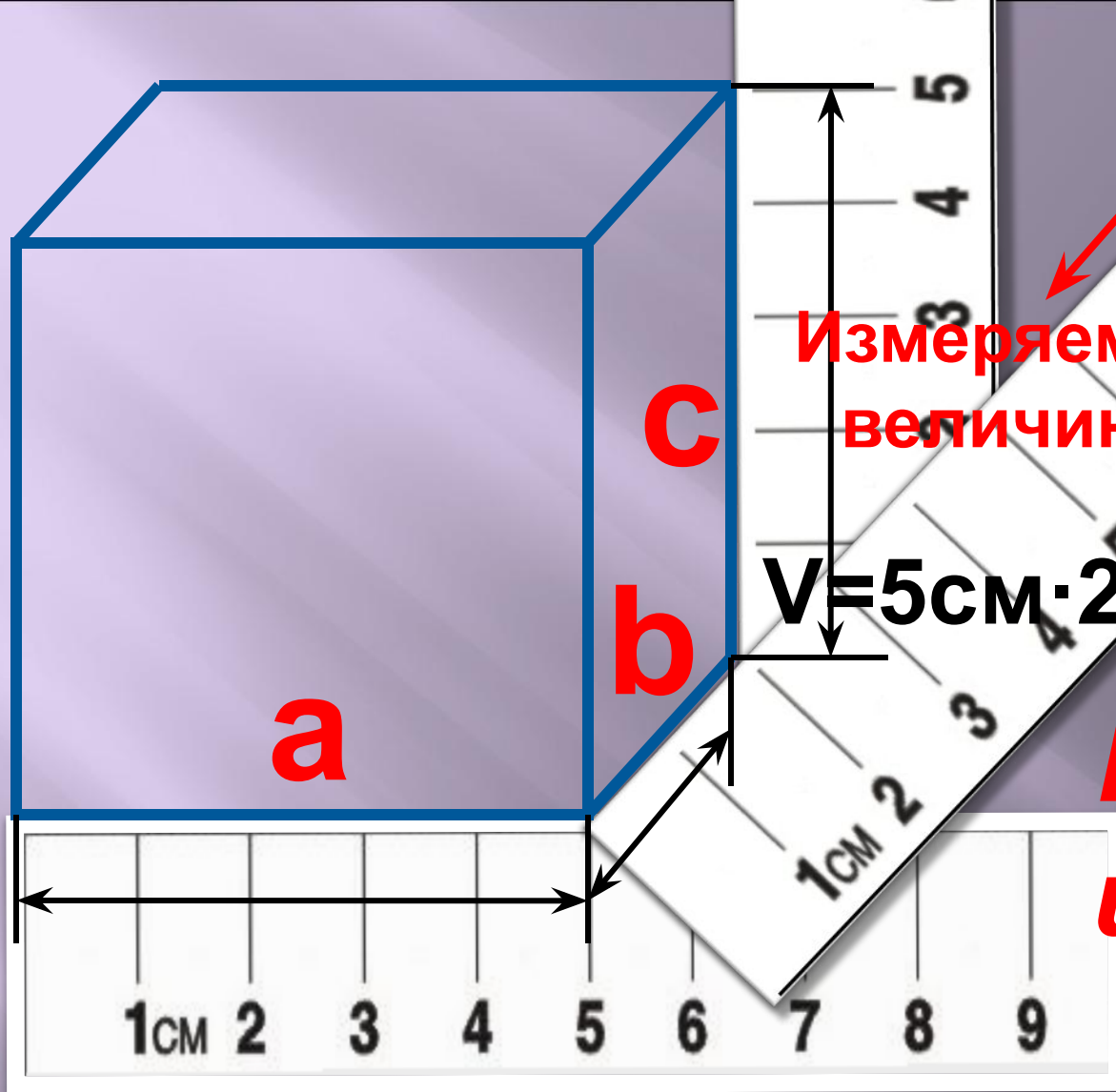
$$L_0 = L_B - \frac{d_1 + d_2}{2}$$



- Примеры по классификации от способа получения числового значения:
- - прямые измерения (измерение длины линейкой или рулеткой, измерение диаметра штангенциркулем или микрометром, измерение угла угломером, измерение температуры термометром и т.п.); !!!
- - косвенные измерения (определение сопротивления по напряжению и току, измеренным вольтметром и амперметром, напряжение измеряют осциллографом, измерение электрической энергии с помощью вольтметра, амперметра и хронометра); !!!
- - совокупные измерения (определение массы отдельных гирь набора, т. е. проведение калибровки по известной массе одной из них и по результатам прямых измерений и сравнения масс различных сочетаний гирь); !!!
- - совместные измерения (определения линейного расширения материала измеряется длина и температура, измерение тока при различных значениях напряжения) !!!

**Измерение длины при помощи линейки-  
прямое измерение.**





$$V = a \cdot b \cdot c$$

Измеряемая  
величина

Прямые  
измерения

$$V = 5 \text{ см} \cdot 2 \text{ см} \cdot 5 \text{ см} = 50 \text{ см}^3$$

*Косвенное  
измерение*

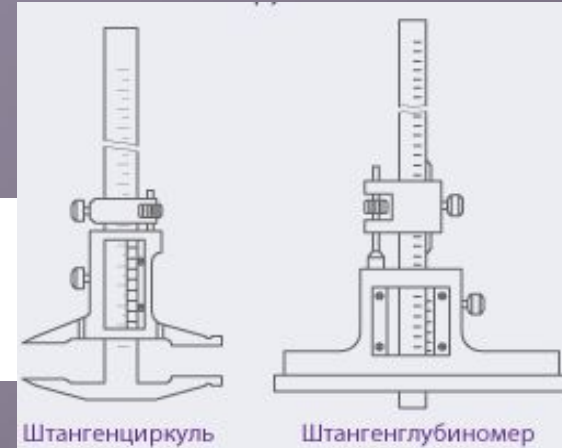
$$a = 5 \text{ см}$$

$$b = 2 \text{ см}$$

$$c = 5 \text{ см}$$

## Виды измерений

**Контактное измерение** - это измерение, при котором воспринимающее устройство средства измерений имеет механический контакт с поверхностью измеряемого объекта.



Например, измерение с помощью штангенциркуля, микрометра, индикатора.

**Бесконтактное измерение** - это измерение, при котором воспринимающее устройство средства измерений не имеет механического контакта с поверхностью измеряемого объекта.

Например, измерение элементов резьбы с помощью микроскопа.



7. THREAD		mm	↓	CART
1	↑	THREAD:		
2	+	P:	30.000	
3	•	D:	89.999	
4	○	D1:	30.001	
5	○	D2:	60.000	
6	○	A:	53.132	
7	○	Metrical		

Бесконтактное измерение резьбы микроскопом

# ВИДЫ ИЗМЕРЕНИЙ

В зависимости от **метрологического назначения** измерения делятся на технические и метрологические.

*Технические* измерения проводятся рабочими СИ. Например, измерения, выполненные в процессе производства на машиностроительных предприятиях.

*Метрологические* измерения выполняются при помощи эталонов с целью воспроизведения единиц ФВ для передачи их размера рабочим СИ. Например, абсолютные значения ускорения свободного падения, гидромагнитного отношения протона.

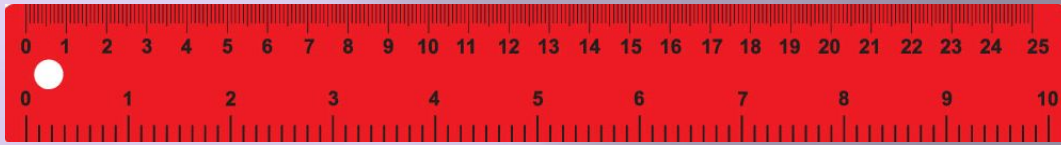
В зависимости от выражения результатов измерений последние подразделяются на абсолютные и относительные.

*Абсолютное измерение* основано на прямых измерениях одной или нескольких основных величин и (или) использовании значений физических констант!!!!. Например, определение длины в метрах, силы электрического тока в амперах.

*Относительное измерение* – это измерение отношения определяемой величины к одноименной. Например, измерение относительной влажности воздуха, определяемой как отношение количества водяных паров в  $1 \text{ м}^3$  воздуха к количеству водяных паров, которое насыщает  $1 \text{ м}^3$  воздуха при данной температуре.



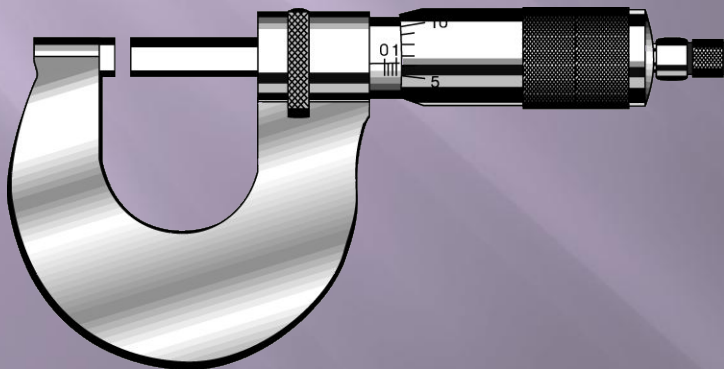
# Измерение длины



Линейка



Штангенциркуль



Микрометр

# Измерение углов



Транспортир

# Измерение времени



Часы

Секундомер



# Измерение объема



Мензурка

# Измерение температуры



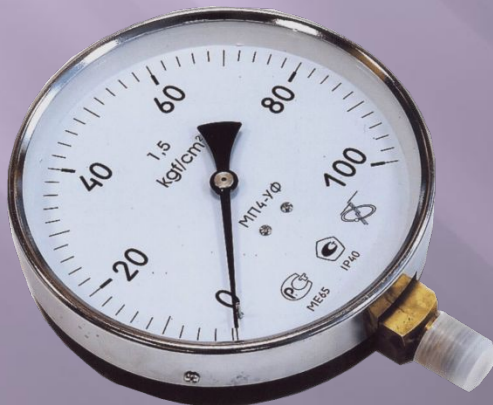
Термометр

# Измерение атмосферного давления



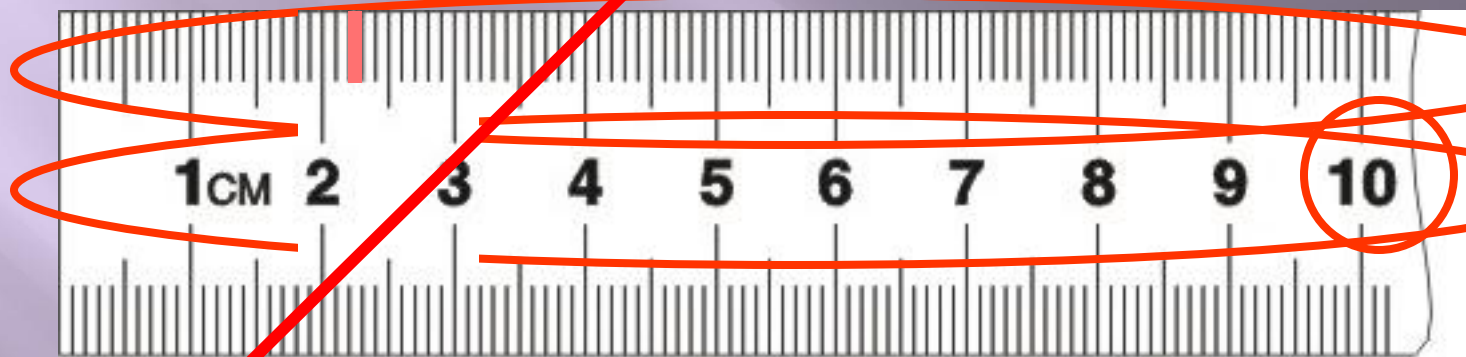
Барометр

# Измерение давления



Манометр

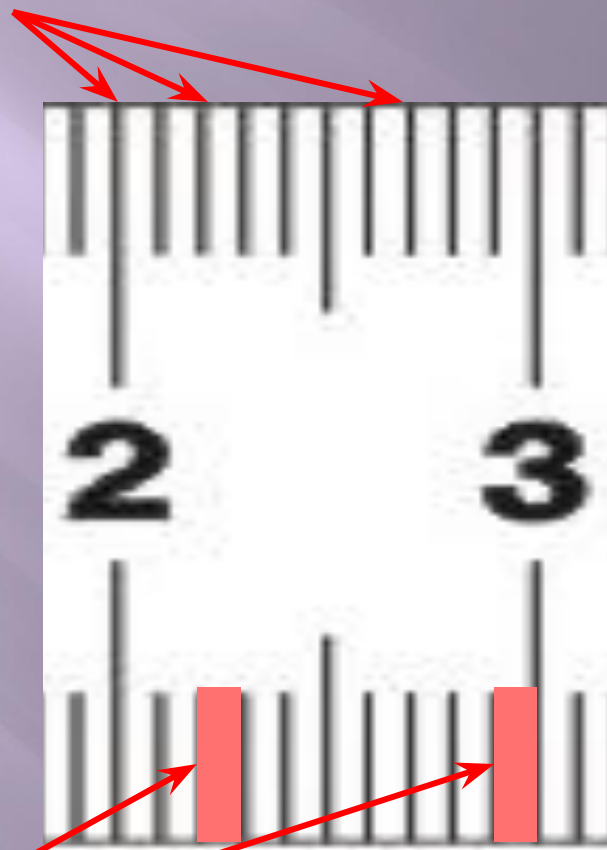
**Шкала прибора** - это часть отсчетного устройства, представляющая собой совокупность штрихов, соответствующих ряду последовательных значений измеряемой физической величины.



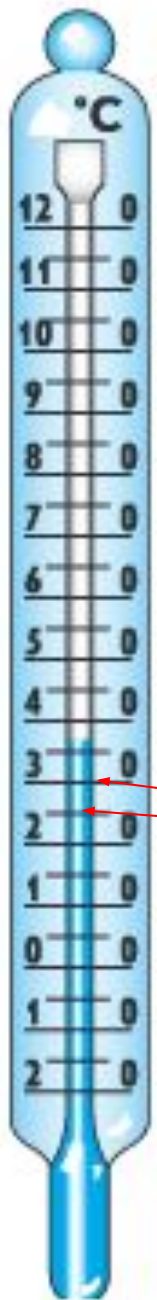
**Предел измерения** - **максимальное** значение на шкале.

**Цена деления шкалы** - значение **наименьшего** деления на шкале прибора.

**Штрих** - это знак соответствующей величины.



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



Измерительные  
приборы имеют

**ШКАЛУ**

А шкала – **ЦЕНУ  
ДЕЛЕНИЯ**

(расстояние между  
ближайшими штрихами)

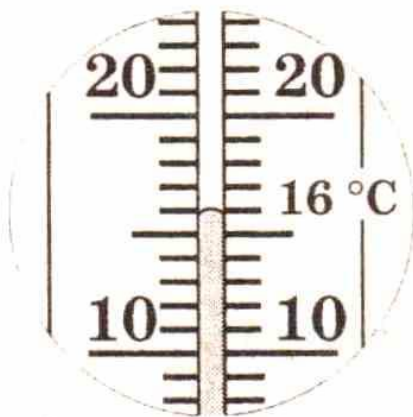
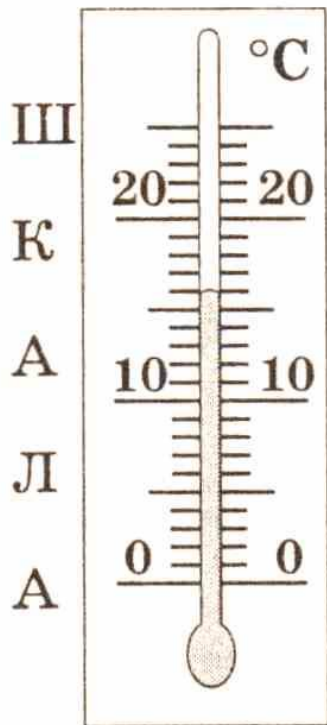
# Например:

**ЦЕНА ДЕЛЕНИЯ  
ШКАЛЫ ПРИБОРА**

=

разность двух соседних числовых значений  
число делений между ними

§4



$$\text{цена деления} = \frac{20\text{ °C} - 10\text{ °C}}{10} = 1\text{ °C}$$



# ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЙ

**- физическое явление или эффект, положенное в основу измерений.**

Примеры:

Использование силы тяжести при измерения массы взвешиванием;

Применение эффекта Доплера для измерения скорости;

Применение эффекта Джозефсона для измерения электрического напряжения.



## Округление результатов измерений

1. Значащие цифры данного числа - все цифры от первой слева, не равной нулю, до последней справа. При этом нули, следующие из множителя 10, не учитывают.

Примеры:

- а) Число 12,0 имеет три значащие цифры.
- б) Число 30 имеет две значащие цифры.
- в) Число  $120 \cdot 10$  имеет три значащие цифры.
- г)  $0,514 \cdot 10$  имеет три значащие цифры.
- д)  $0,0056$  имеет две значащие цифры.

2. Различают записи приближенных чисел по количеству значащих цифр.

Примеры.

а) Различают числа 2,4 и 2,40. Запись 2,4 означает, что верны только целые и десятые доли, истинное значение числа может быть, например, 2,43 и 2,38. Запись 2,40 означает, что верны и сотые доли: истинное значение числа может быть 2,403 и 2,398, но не 2,41 и не 2,382.

б) Запись 382 означает, что все цифры верны: если за последнюю цифру ручаться нельзя, то число должно быть записано  $3,8 \cdot 10$ .

в) Если в числе 4720 верны лишь две первые цифры, оно должно быть записано  $47 \cdot 10^2$  или  $4,7 \cdot 10^3$ .

3. Число, для которого указывают допустимое отклонение, должно иметь последнюю значащую цифру того же разряда, как и последняя значащая цифра отклонения.

Примеры.

- а) Правильно:  $17,0 \pm 0,2$ . Неправильно:  $17 \pm 0,2$  или  $17,00 \pm 0,2$ .
- б) Правильно:  $12,13 \pm 0,17$ . Неправильно:  $12,13 \pm 0,2$ .
- в) Правильно:  $46,40 \pm 0,15$ . Неправильно:  $46,4 \pm 0,15$  или  $46,402 \pm 0,15$ .