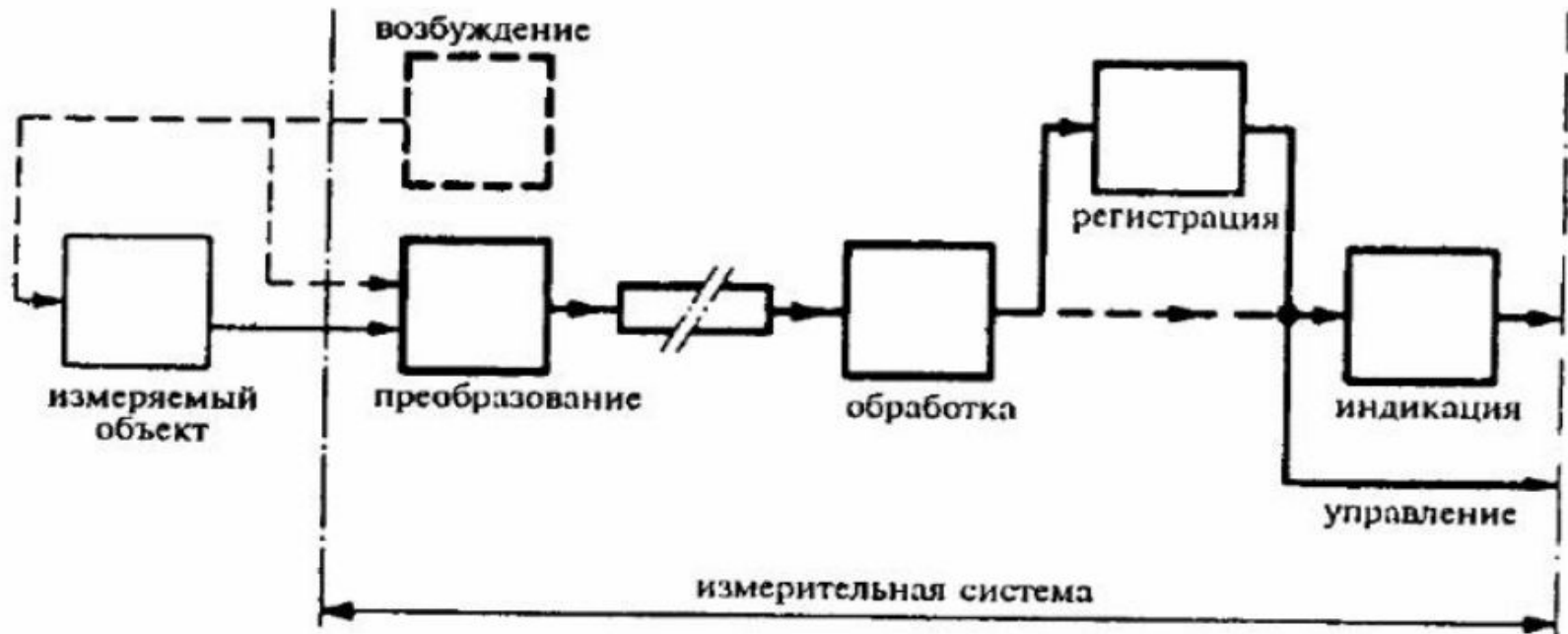


# Средства измерений



# Комплексные средства измерений

## Структура измерительных систем



Обобщенная внутренняя структура измерительной системы

# Комплексные средства измерений

## Основные составные части измерительных устройств:

- 1) **преобразовательный элемент** – элемент СИ, в котором происходит одно из ряда последовательных преобразований измеряемой величины
- 2) **чувствительный элемент** – первый в измерительной цепи преобразовательный элемент, находящийся под непосредственным воздействием измеряемой величины

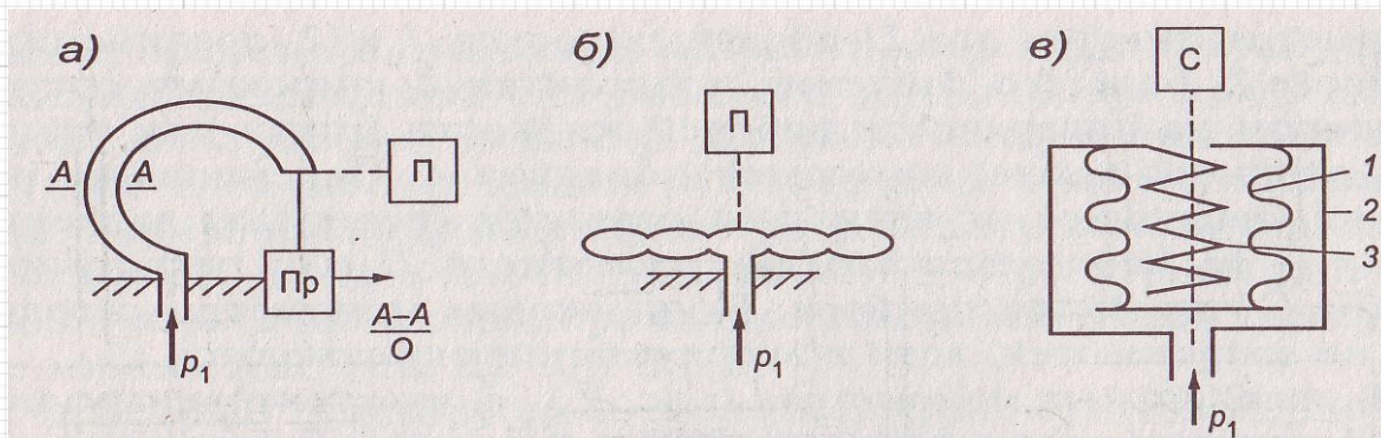
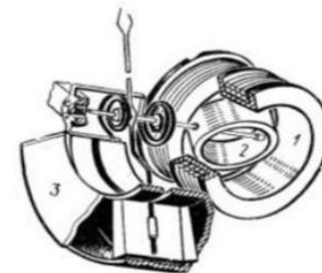
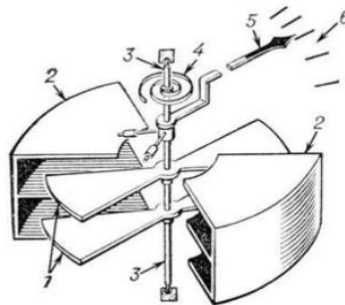
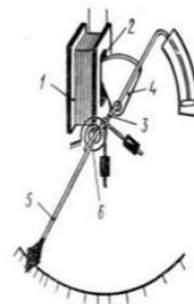
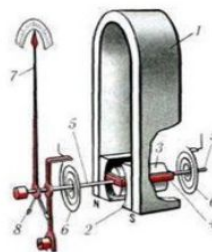


Рис. 2.2. Манометры с упругими чувствительными элементами (деформационные):

а — трубчато-пружинный; б — мембранный; в — сильфонный

# Комплексные средства измерений

- 3) **измерительная цепь** – совокупность преобразовательных элементов средства измерения, обеспечивающая осуществление всех преобразований сигнала измерительной информации;
- 4) **измерительный механизм** – часть конструкции средств измерений, состоящая из элементов, взаимодействие которых вызывает их взаимное перемещение

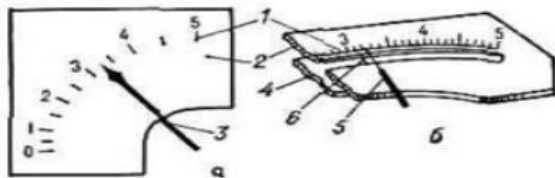


# Комплексные средства измерений

**5) отсчетное устройство** – часть конструкции средства измерений, предназначенная для отсчитывания значений измеряемой величины

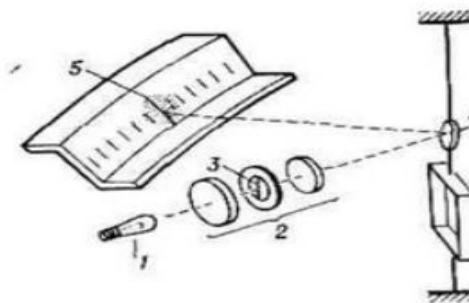
Отсчетное устройство представляет собой цифровое табло или шкалу с указателем (стрелочным, оптическим).

Стрелочные отсчётные устройства



- а — щитовой прибор
- б — переносный прибор
- 1. Шкала
- 2. Основание шкалы (пластина)
- 3. Копьевидная стрелка
- 4. Зеркало
- 5. Ножевидная стрелка
- 6. Изображение стрелки в зеркале

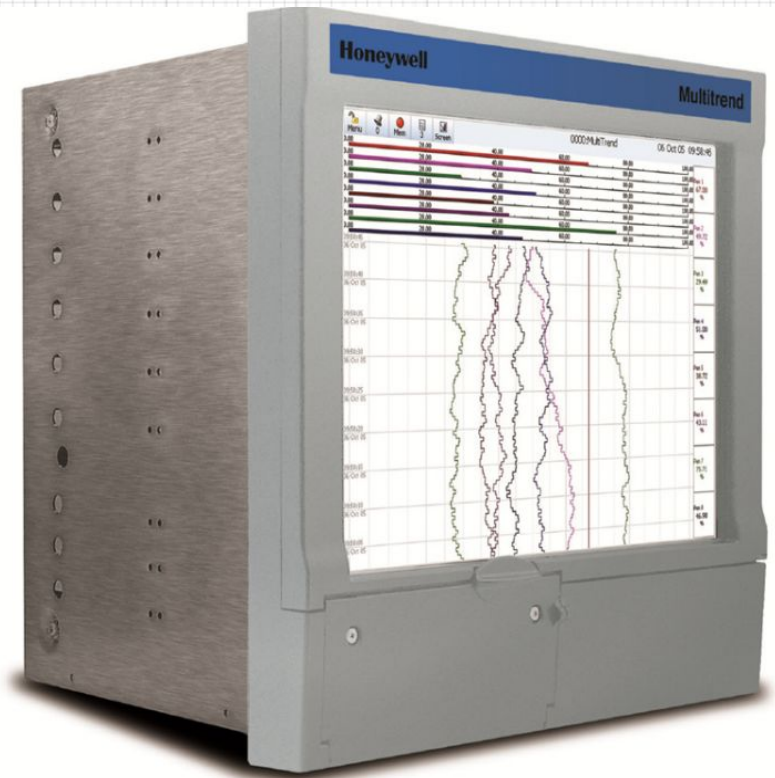
Световые отсчётные устройства



- 1. Источник света
- 2. Оптическое устройство
- 3. Указатель, имеющий вид нити или стрелки
- 4. Зеркало, укрепленное на подвижной части измерительного механизма
- 5. Шкала с проецируемым на неё изображением нити

# Комплексные средства измерений

6) **регистрирующее устройство** – часть измерительного прибора, предназначенная для регистрации показаний.



# Характеристики средств измерений

Равномерная шкала (а)

Прямая шкала (в)

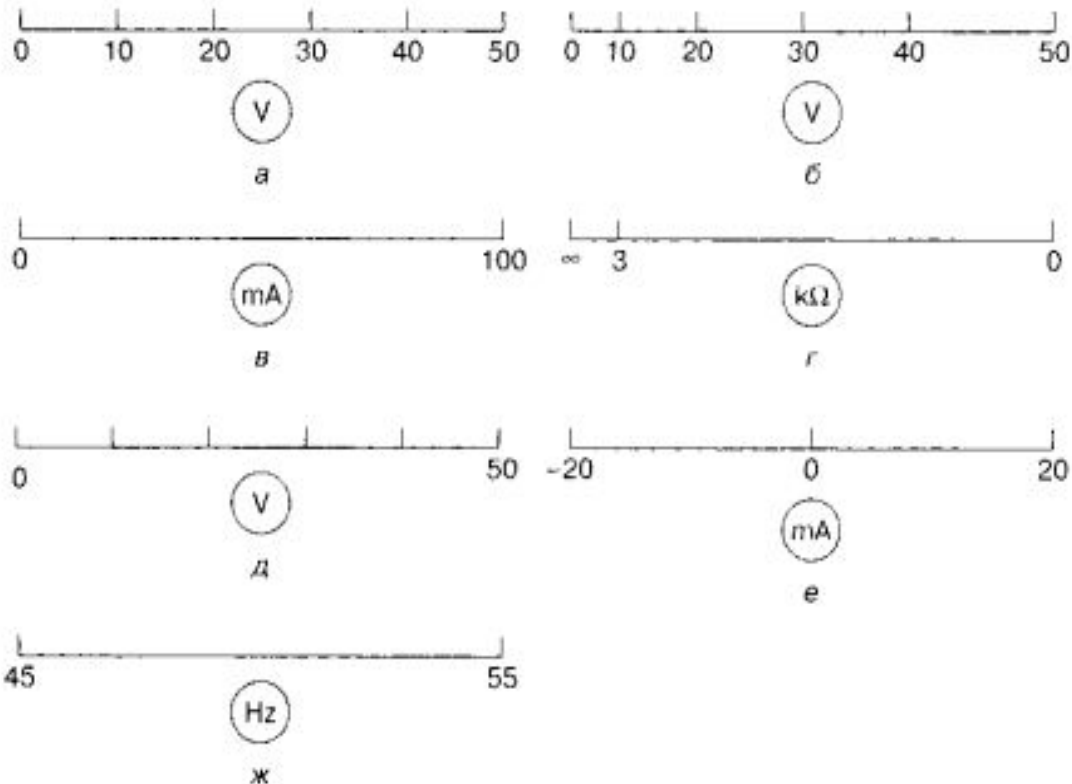
Односторонняя шкала (д)

Неравномерная шкала (б)

Обратная шкала (г)

Двухсторонняя шкала (е)

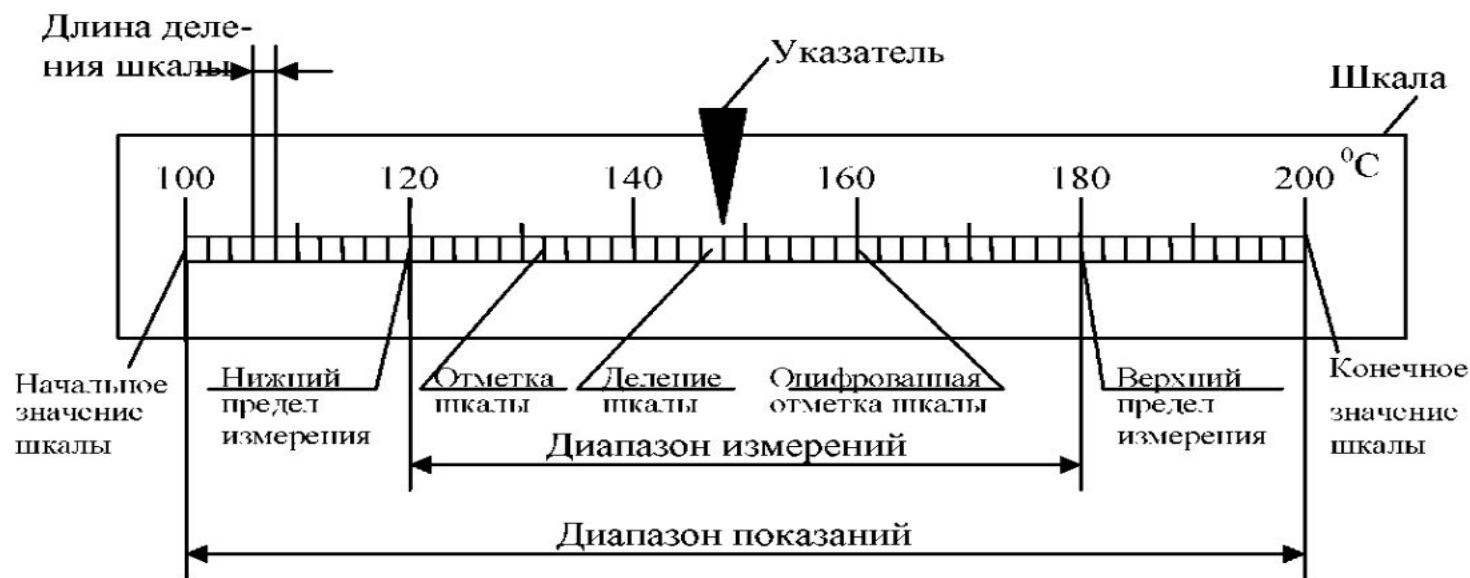
Безнулевая (ж)



# Характеристики средств измерений

**Диапазон измерений** – область значений измеряемой величины, для которой нормированы допускаемые погрешности измерительного прибора (средства измерений).

**Диапазон показаний** – размеченная область шкалы, ограниченная ее начальным и конечным значениями, т.е. указанными на ней наименьшим и наибольшим возможными значениями измеряемой величины (диапазон показаний может быть шире диапазона измерений).





# Характеристики средств измерений

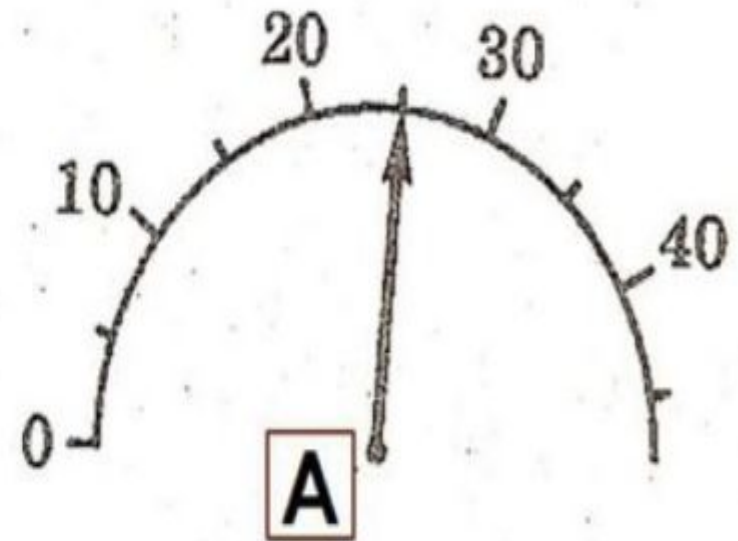
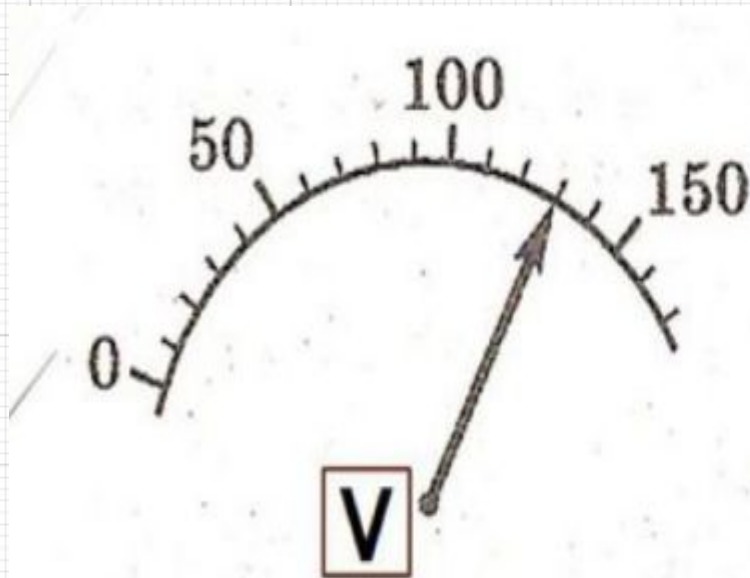
**Предел измерений** – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений.

**Деление шкалы** – промежуток между двумя соседними отметками шкалы.



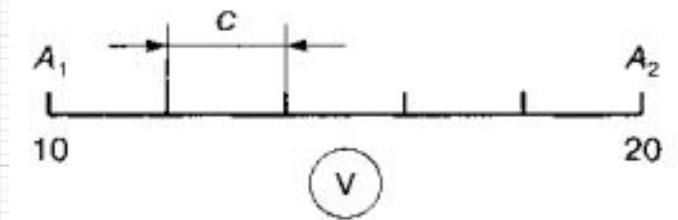
# Характеристики средств измерений

**Цена деления шкалы (с)** измерительного прибора определяет значение электрической величины, вызывающей отклонение стрелки на одно деление.



# Характеристики средств измерений

**Цена деления шкалы (с)** – разность значений величины, соответствующая двум соседним отметкам шкалы **СИ**.



**с** указывает число единиц измеряемой величины, приходящееся на одно деление шкалы

$$c = \frac{A_2 - A_1}{n},$$

где  $A_1, A_2$  – соседние оцифрованные деления,  
 $n$  – количество делений между двумя цифрами

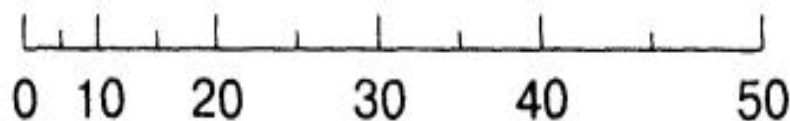
$$c = \frac{(20 - 10) \text{ В}}{5 \text{ дел.}} = 2 \frac{\text{В}}{\text{дел.}}$$

# Характеристики средств измерений

**Шаг шкалы** — это интервал оцифрованных делений на шкале прибора. Например, если на шкале индикатора нанесены оцифрованные деления

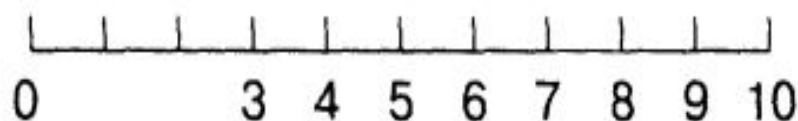
0—10—20—30—40—50, то шаг шкалы равен 10.

**Рабочий участок шкалы АИП** — это участок, в пределах которого погрешность прибора не выходит за указанный класс точности.



mA

а



V

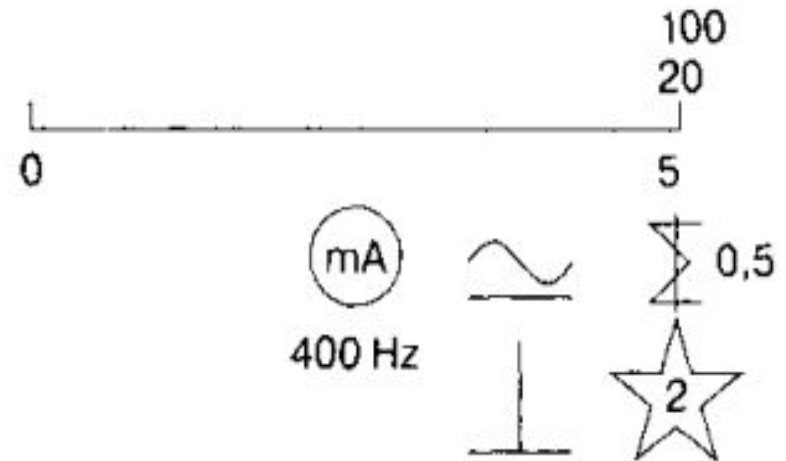
б

# Характеристики средств измерений

**Коэффициент шкалы  $k_{\text{ш}}$**  для однопредельных приборов всегда равен **единице**, а в многопредельных приборах имеет свое конкретное значение на каждом пределе.

**Коэффициентом шкалы** называют отношение предельных значений двух пределов измерений: изначального, на который градуирован прибор, и текущего, включенного для конкретного измерения.

*Например,* в трехпредельном миллиамперметре с пределами 5—20—100 мА шкала прибора градуирована для одного предела — 5 мА.



# Характеристики средств измерений

**Номинальное значение шкалы  $A_n$**  определяется по формуле

$$A_n = A_{max} - A_{min}$$

где  $A_{max}$  – верхний предел шкалы;

$A_{min}$  – нижний предел шкалы.

В приборах с односторонней шкалой

$$A_n = A_{max}$$

В приборах с двухсторонней шкалой

$$A_n = A_{max} - (-A_{min}) = 2A_{max}$$

В приборах с безнулевой шкалой

$$A_n = A_{max} - A_{min}$$

# Характеристики средств измерений

**Чувствительность  $S$**  прибора по измеряемому параметру отношение изменения сигнала на выходе измерительного прибора к вызвавшему его изменению измеряемой величины.

$$S = \lim \left( \frac{\Delta y}{\Delta x} \right) = \frac{dy}{dx},$$

где  $x$  – измеряемая величина;

$y$  – сигнал на выходе;

$\Delta x$  – изменение измеряемой величины;

$\Delta y$  – изменение сигнала на выходе.

*Пример.* Пусть для стрелочного прибора  $\Delta X$  – изменение измеряемой величины,  $\Delta \alpha$  – отклонение (угол поворота стрелки), вызванное этим изменением. Тогда  $S = \Delta \alpha / \Delta X$ , или в пределе  $S = d\alpha / dX$ .

Условие линейной шкалы – постоянная чувствительность в любой точке шкалы:

$$S = d\alpha / dX = \text{const.}$$

# Характеристики средств измерений

**Чувствительность  $s$**  прибора по измеряемому параметру показывает число делений шкалы, приходящееся на единицу измеряемой величины, т.е. является величиной, обратной цене деления:

$$S = \frac{1}{C} = \frac{n}{A_2 - A_1}$$

Чувствительность – величина размерная. Например,  $S =$  [рад/ампер], [дел./ампер] и т. п.

Чувствительность многопредельного прибора определяют на самом малом пределе измерения.



# Характеристики средств измерений



**Частотный диапазон** прибора необходимо знать для правильного его использования и для получения наименьшей погрешности измерения.

**Частотный диапазон** — это полоса частот, в пределах которой погрешность прибора, полученная при изменении частоты сигнала, не превышает допустимого предела.

Различают приборы для работы в цепях постоянного тока, переменного тока и универсальные (используемые в цепях постоянного и переменного тока).

Для приборов, работающих в цепях постоянного тока, частота равна нулю; для приборов, работающих в цепях переменного тока, и универсальных приборов на шкале индикатора и в паспорте обычно указывается частотный диапазон.

# Характеристики средств измерений

**Внутреннее сопротивление прибора** (амперметра, вольтметра) обычно указывается в паспорте и на лицевой панели (прямо или косвенно).

Для амперметров характерно малое сопротивление  $R_A$ , для вольтметров — большое сопротивление  $R_B$ .

Потребляемая прибором мощность определяется по следующим формулам:

Для амперметра	Для вольтметра
$P_A = I_H^2 \cdot R_A$	$P_B = \frac{U_H^2}{R_B}$

Чем потребляемая мощность меньше, тем точнее измерение.

# Задание для самостоятельного выполнения



## Нечетный вариант

1. Привести схему измерения силы тока в эл. цепи.
2. Объяснить, что, по существу, представляет собой амперметр с т.зр. его внутренней структуры.
3. Что такое гальванометр?
4. Обосновать наличие шунта в амперметре.

## Четный вариант

1. Привести схему измерения напряжения в эл. цепи.
2. Объяснить, что, по существу, представляет собой вольтметр с т.зр. его внутренней структуры.
3. Что такое гальванометр?
4. Обосновать наличие добавочного сопротивления в вольтметре.

# Характеристики средств измерений



## Рабочее положение прибора

может быть разным:

- горизонтальным (на шкале обозначается символами  $\square$  или  $\rightarrow$ );
- вертикальным (на шкале обозначается символами  $\perp$  или  $\uparrow$ );
- наклонным (на шкале обозначается символом  $\angle$  с указанием угла наклона).

Если допускается любое рабочее положение, то обозначение отсутствуют.

# Характеристики средств измерений

**Род тока**, для работы на котором предназначен прибор, обозначается на шкале:

- постоянный ток — символом —;
- переменный ток — символом  $\sim$ ;
- трехфазный ток — символом  $\approx$ ;

На шкалу универсального прибора наносится символ  $\sim$

