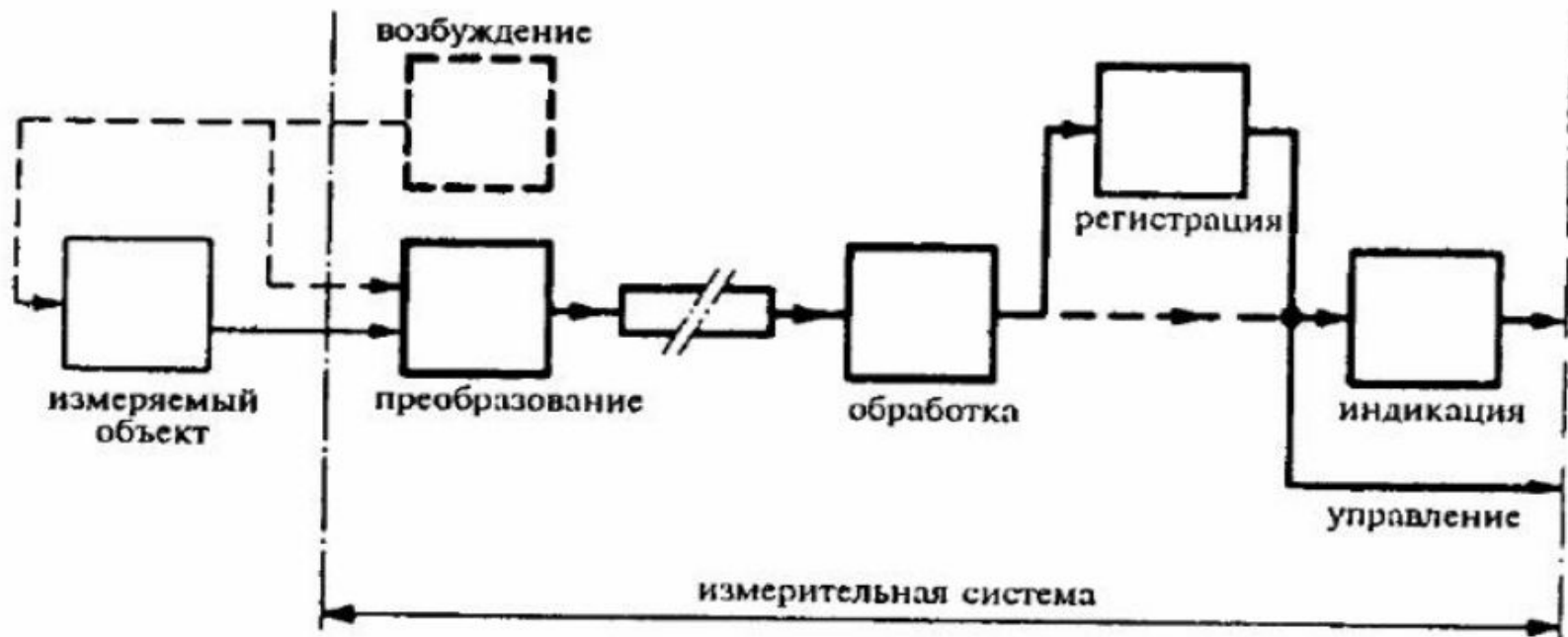


Средства измерений



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

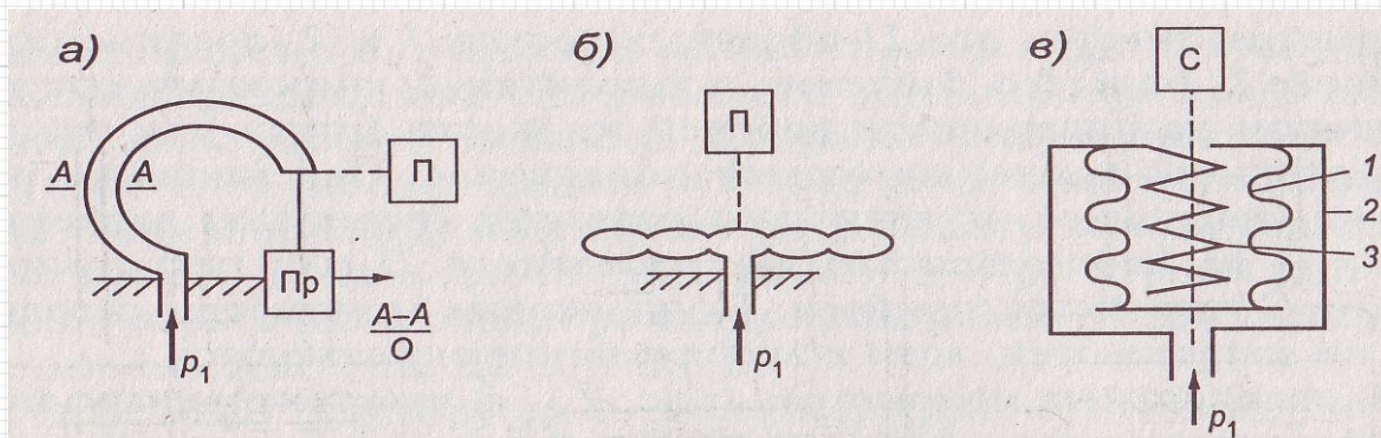
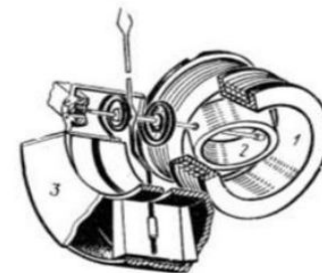
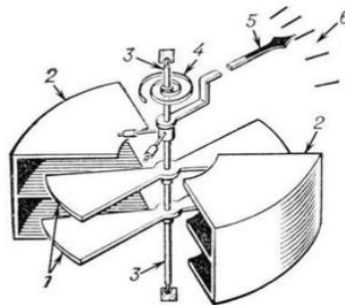
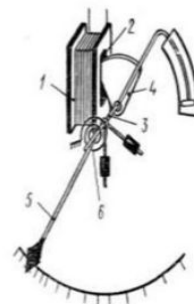
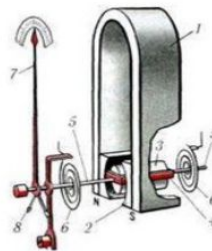


Рис. 2.2. Манометры с упругими чувствительными элементами (деформационные):

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

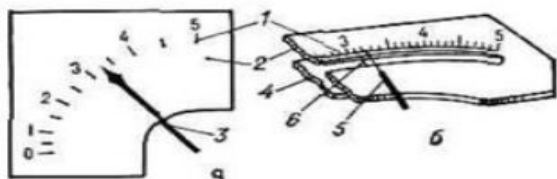


Комплексные средства измерений

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

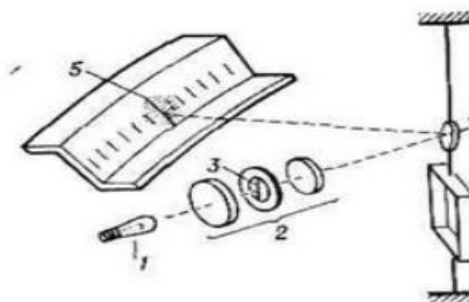
Отсчетное устройство представляет собой цифровое табло или шкалу с указателем (стрелочным, оптическим).

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

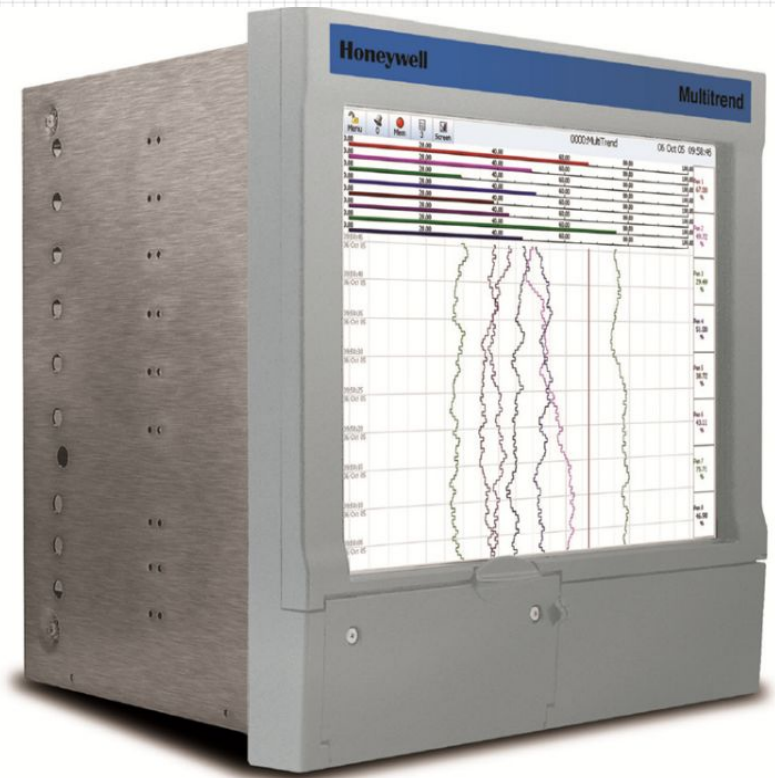
Световые отсчётные устройства



- 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)

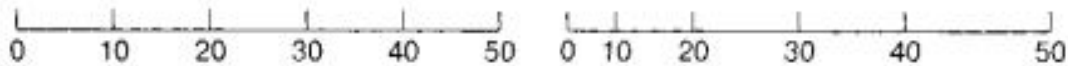
Односторонняя шкала (д)

Неравномерная шкала (б)

Обратная шкала (г)

Двухсторонняя шкала (е)

Безнулевая (ж)

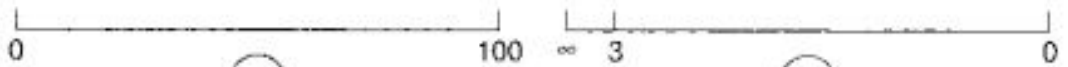


V

а

V

б

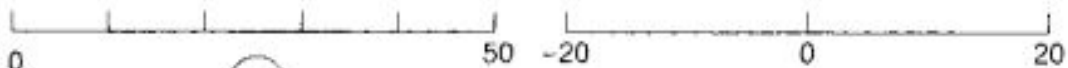


mA

в

kΩ

г



V

д

mA

е



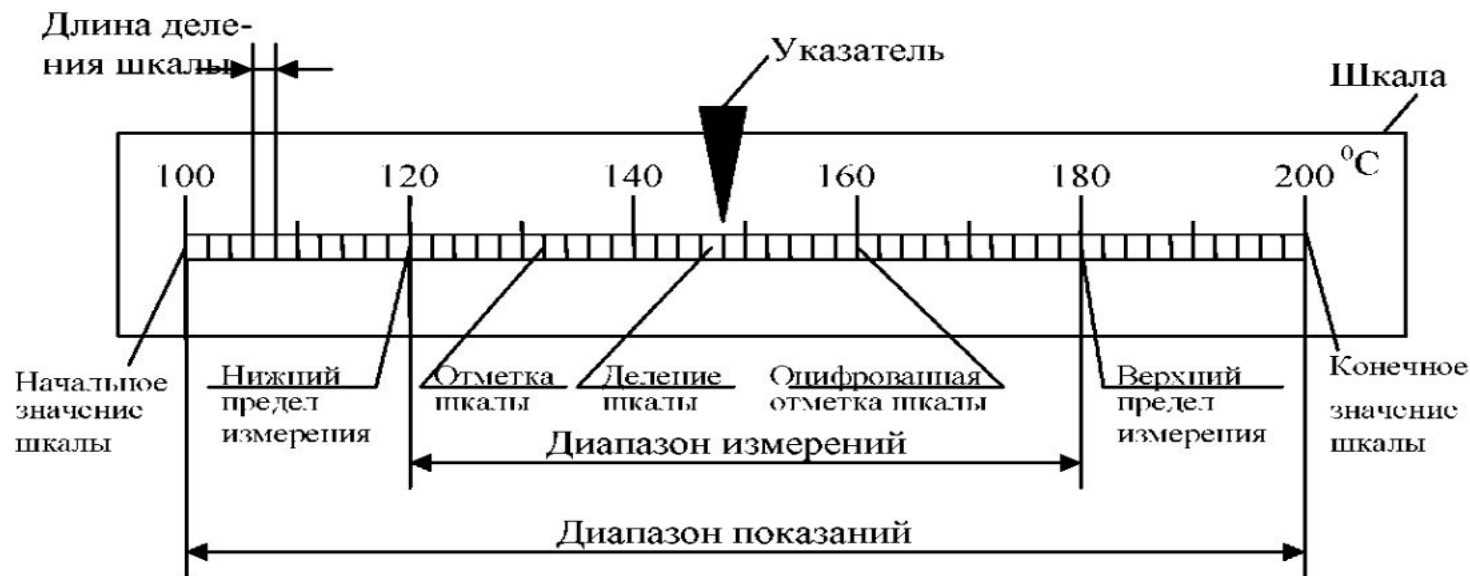
Hz

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

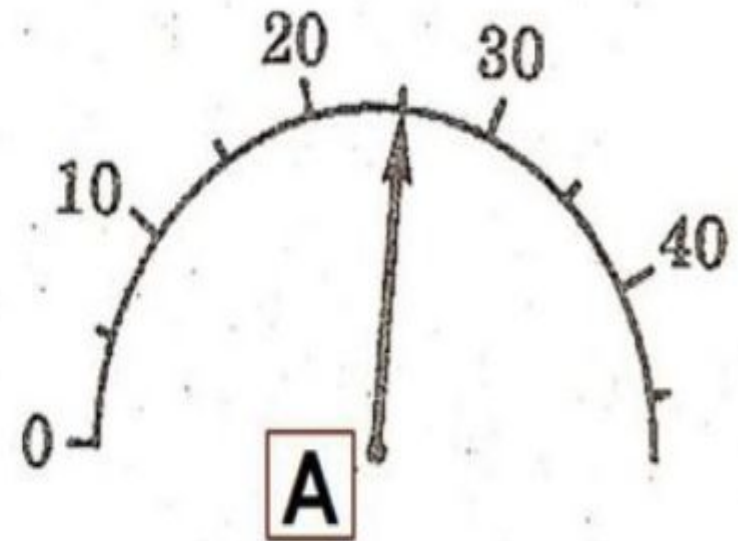
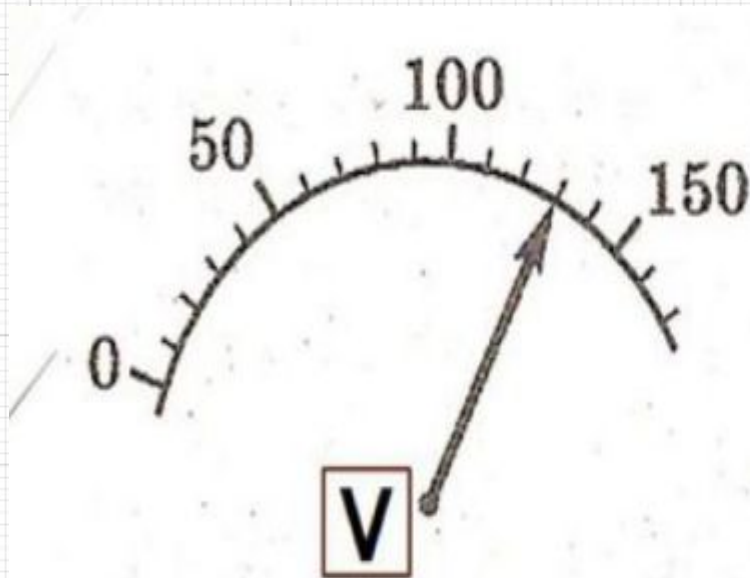
Предел измерений – наибольшее или наименьшее значение диапазона измерений.

Деление шкалы – промежуток между двумя соседними отметками шкалы.



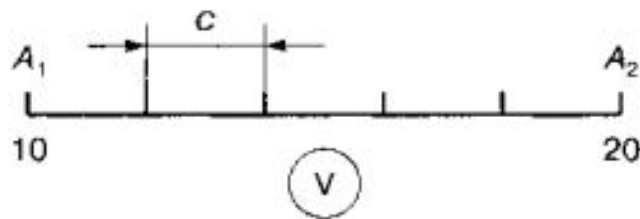
Характеристики средств измерений

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

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

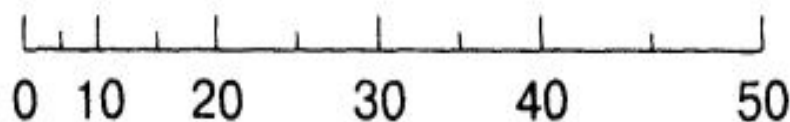
где A_1, A_2 – соседние оцифрованные деления,
 n – количество делений между двумя цифрами

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

Характеристики средств измерений

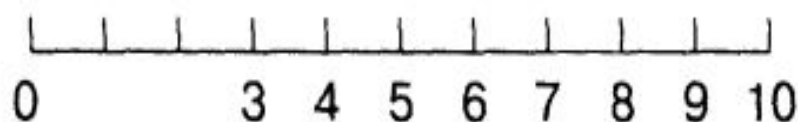
Шаг шкалы — это интервал оцифрованных делений на шкале прибора. Например, если на шкале индикатора нанесены оцифрованные деления 0—10—20—30—40—50, то шаг шкалы равен 10.

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



mA

а



V

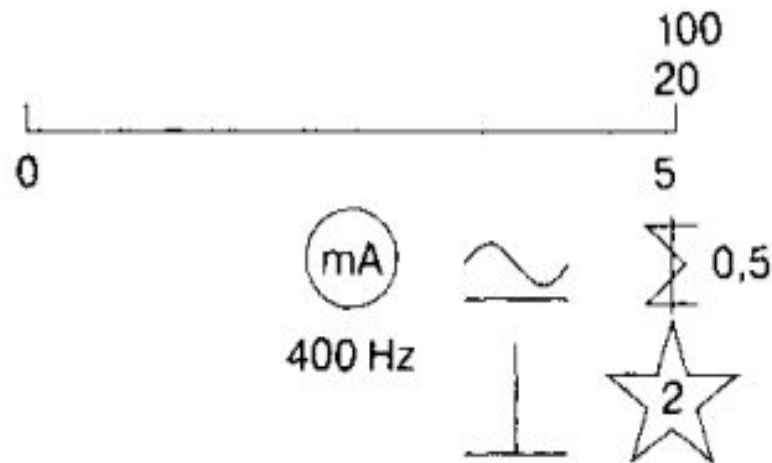
б

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;

Δx – изменение измеряемой величины;

Δy – изменение сигнала на выходе.

Пример. Пусть для стрелочного прибора ΔX – 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 \sphericalangle 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

