

# Электроизмерительные приборы

д/з п.34

- Электроизмерительные приборы — класс устройств, применяемых для измерения различных электрических величин. В группу электроизмерительных приборов входят также кроме собственно измерительных приборов и другие средства измерений — меры, преобразователи, комплексные установки.

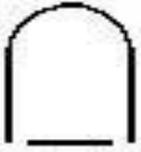
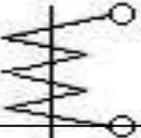
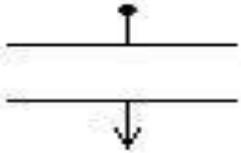
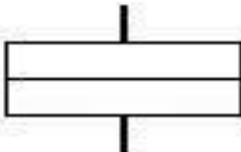


# Классификация

- Наиболее существенным признаком для классификации электроизмерительной аппаратуры является измеряемая или воспроизводимая физическая величина, в соответствии с этим приборы подразделяются на ряд видов:
- амперметры — для измерения силы электрического тока;
- вольтметры — для измерения электрического напряжения;
- омметры — для измерения электрического сопротивления;
- мультиметры (иначе тестеры, авометры) — комбинированные приборы
- частотомеры — для измерения частоты колебаний электрического тока;
- магазины сопротивлений — для воспроизведения заданных сопротивлений;
- ваттметры и варметры — для измерения мощности электрического тока;
- электрические счётчики — для измерения потреблённой электроэнергии

# Условные обозначения, наносимые на электроизмерительные приборы

## Обозначения принципа действия прибора

Магнитоэлектрический с подвижной рамкой	
Электромагнитный	
Электродинамический	
Электростатический	

# Обозначения тока

Постоянный	
Переменный однофазный	
Постоянный и переменный	

# Обозначения положения прибора

<p>Горизонтальное положение шкалы</p>	 A diagram showing a horizontal scale represented by a horizontal line with short vertical end caps at both ends.
<p>Вертикальное положение шкалы</p>	 A diagram showing a vertical scale represented by a vertical line with short horizontal end caps at both ends.
<p>Наклонное положение шкалы под углом к горизонту</p>	 A diagram showing an inclined scale represented by a diagonal line with short horizontal end caps at both ends. An arc indicates the angle between the scale and the horizontal line, labeled as 60°.

# Обозначения единиц измерения физических величин

1. Ампер - А	10. Микроом – мкОм
2. Миллиампер – мА	11. Фарада – Ф
3. Микроампер – мкА	12. Микрофарад – мкФ
4. Вольт – В	13. Нанофарад - нФ
5. Киловольт – кВ	14. Пикофарад – пФ
6. Милливольт – мВ	15. Генри – Гн
7. Ом – Ом	16. Миллигенри – мГн
8. Мегаом – МОм	17. Микрогенри – мкГн
9. Килоом – кОм	18. Тесла – Тл

# Основная классификация электроизмерительных приборов

В зависимости от способа, который используется для сравнения измеряемой величины с единицей измерения, электроизмерительные приборы подразделяются на приборы непосредственной оценки (вольтметр) и приборы сравнения, служащие для сравнения измеряемой величины с известными, которые иногда монтируются в прибор (мост для измерения сопротивления).



По способу получения отсчета измерительные приборы подразделяются на приборы с непосредственным отсчетом, управляемым отсчетом и самопишущие.

Электроизмерительные приборы классифицируются по роду измеряемой величины: амперметр, вольтметр и т. д. Классификация по роду тока: приборы постоянного, переменного, постоянно-переменного тока.

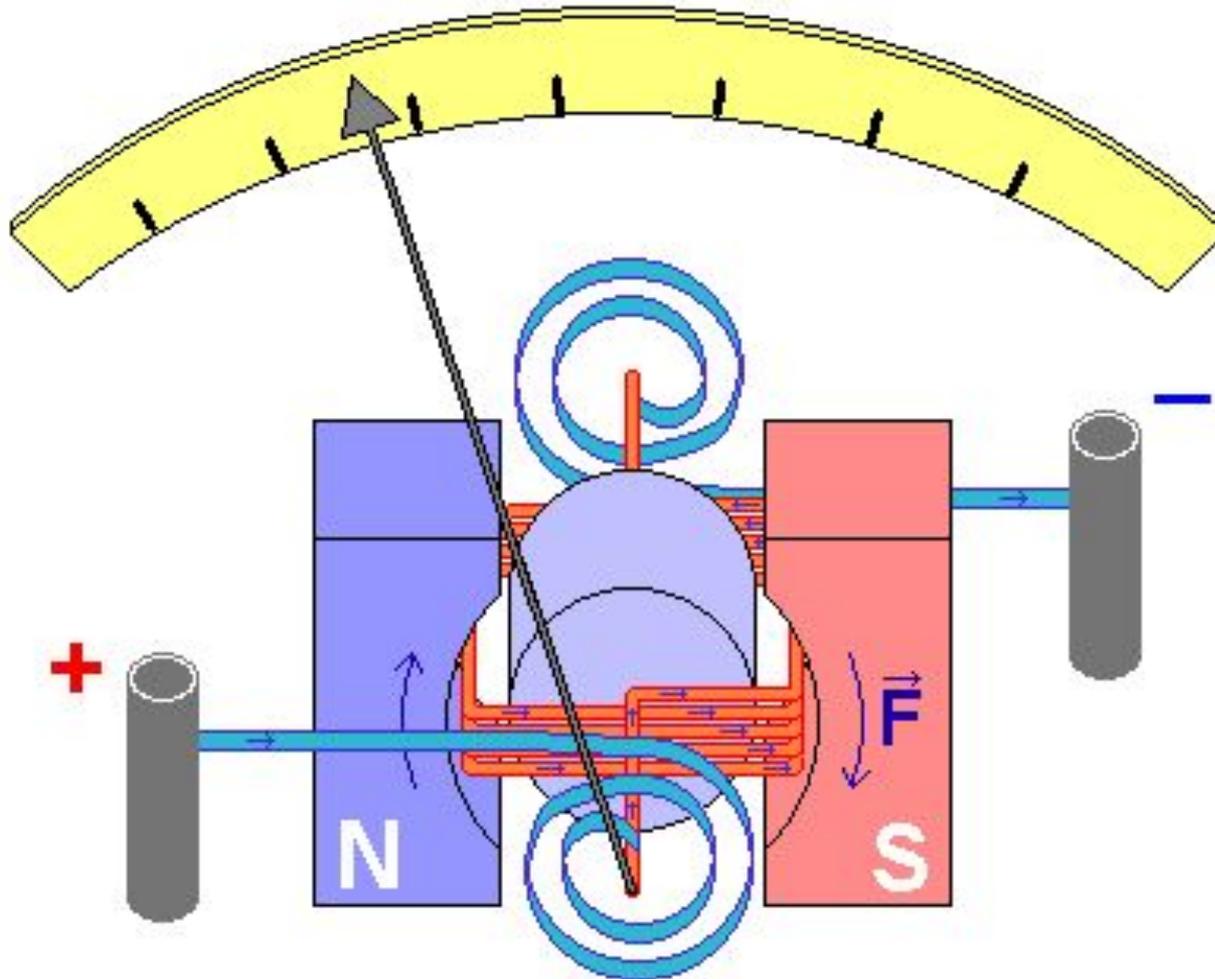


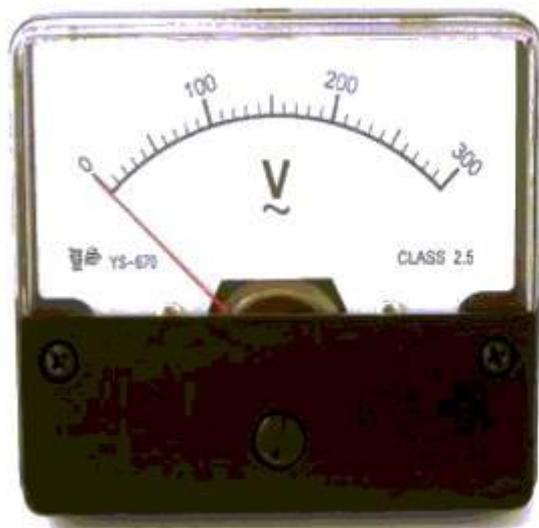
Приборы с непосредственным отсчетом,  
кроме того, подразделяются:

- по принципу действия в зависимости от системы: приборы магнитоэлектрической, электромагнитной, электродинамической, электростатической систем; цифровые и т.д.
- по степени точности: приборы классов точности 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0.

# Краткое описание приборов и их принципа действия

## Магнитоэлектрическая система





Принцип работы основан на взаимодействии тока, протекающего по обмотке подвижной катушки, с магнитным полем постоянного магнита.

Основные детали: постоянный магнит и подвижная катушка (рамка), по которой проходит ток, пружины.

При прохождении тока через рамку возникает вращающий момент, под действием которого подвижная часть прибора поворачивается вокруг своей оси на некоторый угол  $\varphi$ .

- Вращающий момент приборов магнитоэлектрической системы прямо пропорционален силе тока:
- $M_{вр.} = k_1 \cdot I$ ,
- где:  $k_1 = B \cdot S \cdot n$ ,  $B$  – магнитная индукция поля постоянного магнита,  $S$  – площадь катушки,  $n$  – число витков катушки.
- Противодействующий момент создается спиральными пружинами и пропорционален углу поворота рамки:
- $M_{пр.} = k_2 \cdot \varphi$ ,
- где  $k_2$  - коэффициент, характеризующий упругие свойства пружины.

- При равновесии подвижной части прибора вращающий момент равен противодействующему. Из этого условия равновесия для приборов магнитоэлектрической системы  $\varphi \sim I$ , и поэтому их шкалы равномерны.
- Поворачиваясь, катушка отклоняет стрелку прибора. Магнитоэлектрические приборы служат только для измерения постоянного тока и напряжения, так как направление поворота рамки зависит от направления тока в ней.



Если по катушке пропустить переменный ток частотой 50 Гц, то направление вращающего момента станет меняться сто раз в секунду, подвижная часть не будет успевать за током и стрелка не отклонится. Приборы данной системы пригодны для использования в цепях постоянного тока.

# Электромагнитная система





Принцип работы основан на взаимодействии магнитного поля неподвижной катушки с сердечником из ферромагнитного материала, внесенного в это поле.

Основные детали: неподвижная катушка и подвижный сердечник из ферромагнетика.

- Вращающий момент, действующий на подвижную часть прибора, пропорционален квадрату силы тока:
- $M_{вр.} = C \cdot I^2$ ,
- где  $C$  – коэффициент, зависящий от числа витков катушки, материала, формы сердечника и его положения относительно подвижной части. При равновесии подвижной части прибора угол поворота оказывается пропорционален квадрату тока. Вследствие этого шкала приборов электромагнитной системы неравномерна. Вследствие квадратичной зависимости направление отклонения стрелки прибора не зависит от направления тока, и, следовательно, могут применяться в цепях как постоянного, так и переменного токов.

# Электродинамическая система

Принцип работы основан на взаимодействии двух катушек (рамок), по которым течет ток. Одна из них неподвижна, а другая подвижна. Перемещение катушек относительно друг друга обуславливается тем, что проводники, по которым протекают токи одного направления, притягиваются, а с токами противоположных направлений – отталкиваются.

- Вращающий момент, действующий на подвижную катушку, пропорционален произведению силы тока в подвижной  $I_p$  и неподвижной  $I_n$  катушках:
- $M_{вр.} = C \cdot I_p \cdot I_n$ ,
- где  $C$  – коэффициент, зависящий от числа витков катушек, размеров и формы катушек и их взаимного расположения. Из условия равновесия несложно определить, что угол поворота стрелки пропорционален токам, протекающим через катушки и шкалы амперметра и вольтметра электродинамической системы неравномерны, а для ваттметров равномерны.

# Электростатическая система

- Принцип работы основан на действии электростатического поля, созданного между двумя неподвижными электродами, на подвижный электрод.
- Когда к неподвижным электродам приложено напряжение, подвижный электрод стремится расположиться так, чтобы емкость была наибольшей, вследствие чего подвижная часть отклоняется от первоначального положения. Вращающий момент, действующий на подвижную часть прибора, пропорционален квадрату напряжения. Вследствие этого шкала приборов электростатической системы неравномерна.

# Цифровые измерительные приборы





Основой цифрового вольтметра является аналого-цифровой преобразователь (АЦП). В настоящее время имеется множество схемотехнических принципов построения АЦП, однако общим из них является сравнение измеряемой величины с набором эталонов. Основными характеристиками АЦП являются точность преобразования (число разрядов в выходном коде) и быстродействие. Можно условно разделить АЦП на два класса: последовательного счета, когда выходной код определяется равенством измеряемого напряжения с дискретно растущим эталонным напряжением и параллельного, когда сигнал сравнивается с набором эталонных напряжений.



Цифровой амперметр можно реализовать, установив на входе цифрового вольтметра калиброванный резистор небольшой величины, через который протекает измеряемый ток.

Падение напряжения на входном резисторе, пропорциональное протекающему току, измеряется цифровым вольтметром, табло которого соответствующим образом градуируется.

# Общие элементы приборов

## Шкала

Шкала обычно представляет собой светлую поверхность с черными делениями и цифрами, соответствующими определенным значениям измеряемой величины.

Форма шкалы зависит от конструкции прибора, класса точности и ряда других факторов.

## На шкале каждого прибора наносятся следующие обозначения:

- Обозначение единицы измеряемой величины.
- Условное обозначение системы прибора (или принципа действия прибора).
- Обозначение класса точности прибора.
- Условное обозначение положения прибора.
- Условное обозначение степени защищенности от магнитных и других влияний.
- Величина испытательного напряжения изоляции измерительной цепи по отношению к корпусу.
- Год выпуска и заводской номер.
- Обозначение рода тока.

## Тип прибора.

- Значение силы тока, соответствующее определенным значениям напряжения, и значения напряжения, соответствующие определенным значениям силы тока.

## Указатель

- Может быть выполнен в виде стрелки или светового пятна с темной нитью посередине. По форме стрелки бывают нитевидными, ножевидными и копьевидными.

- 
- **Список используемой литературы**
  - Контрольно-измерительные приборы и инструменты: учебник для нач. проф. образования / С.А. Зайцев, Д.Д. Грибанов, А.Н. Толстов, Р.В. Меркулов. – М.: Издательский центр «Академия»; ПрофОбрИздат, 2002. – 464 с.
  - **Список использованных материалов, Интернет-ресурсов**
  - <http://www.prompribor.com.ua/ru/news/57.html>