



Принципы электрических измерений

Основные понятия

Электротехника

наука, изучающая электрические и магнитные явления и их применение для практического использования.

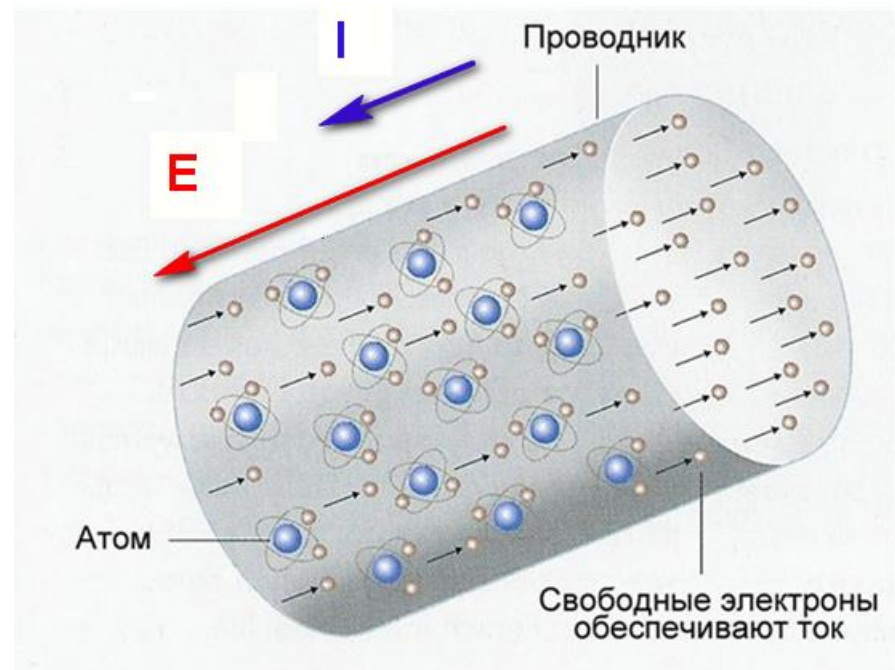
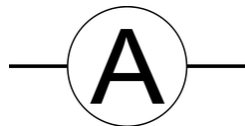
Особенности электрической энергии

- Универсальность.
 - Другие виды энергии легко преобразуются в электрическую
 - Электрическая энергия легко преобразуется в тепловую, механическую, световую и т.д. виды энергии
- Удобно
 - Производить
 - Передавать
 - Распределять между потребителями
 - Использовать в разнообразных устройствах

Основные величины

■ электрический ток

- в смысле процесса - направленное движение электрических частиц (бывает и хаотическое), в нашем случае можно сказать, что в проводах и элементах цепи
- в смысле физической величины – количество заряда в секунду,
Ампер = 1 Кулон / с = $6,24 \cdot 10^{18}$ электронов / с



Основные величины

■ напряжение

- в смысле процесса – в проводях электрическое поле, толкает заряд
- в смысле физической величины – **разность потенциалов**, показывает какая работа совершится при перемещении единичного заряда.

Вольт = Джоуль / Кулон = Джоуль / (Ампер*с)

$$U_{AB} = \int_L \vec{E}_{ef} d\vec{l}$$



Основные величины

■ сопротивление

- в смысле процесса – нечто, мешающее заряженным частицам двигаться быстро, ограничивающее ток, например в резисторе это просто находящиеся на пути атомы
- в смысле физической величины – степень препятствия – отношение напряжения к току. чем больше сопротивление, тем меньше ток при том же напряжении

$$\text{Ом} = \text{Вольт} / \text{Ампер}$$



Сопротивление цилиндрического проводника

$$R = \frac{\rho l}{S}$$

где ρ - удельное сопротивление вещества
1 Ом · мм² / м, или 1 Ом · м.

l – длина проводника

S – площадь сечения.

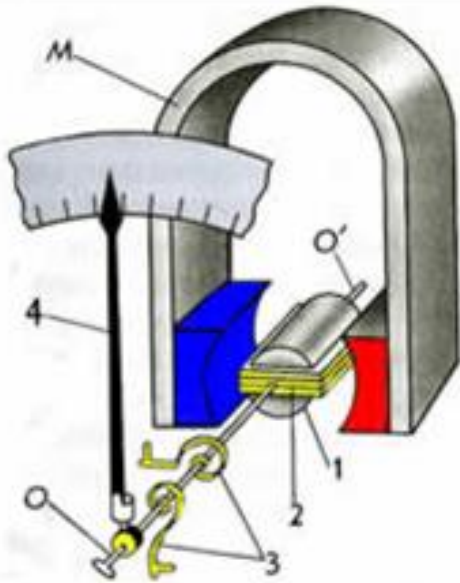
Электрические измерения

. Классификация электроизмерительных приборов

- ❑ по методу измерения непосредственного измерения/сравнения (измерение относительно стандартной величины)
- ❑ по принципу действия
- ❑ по роду измеряемой величины
- ❑ по роду тока
 - ❑ постоянного и переменного тока
- ❑ по степени точности измерения
 - ❑ на восемь классов точности
- ❑ по виду выдаваемой информации
 - ❑ аналоговые
 - ❑ цифровые.
 - ❑ По условиям эксплуатации



Приборы магнитоэлектрической системы



На лёгкую алюминиевую рамку 2 прямоугольной формы, наматывают катушку из тонкого провода.

Рамку крепят на двух полуосях O и O' , со стрелкой 4.

Ось удерживается двумя тонкими спиральными пружинами 3.

Катушку помещают между полюсами постоянного магнита M с наконечниками формы полого цилиндра. Внутри катушки располагают цилиндр 1 из мягкого железа.



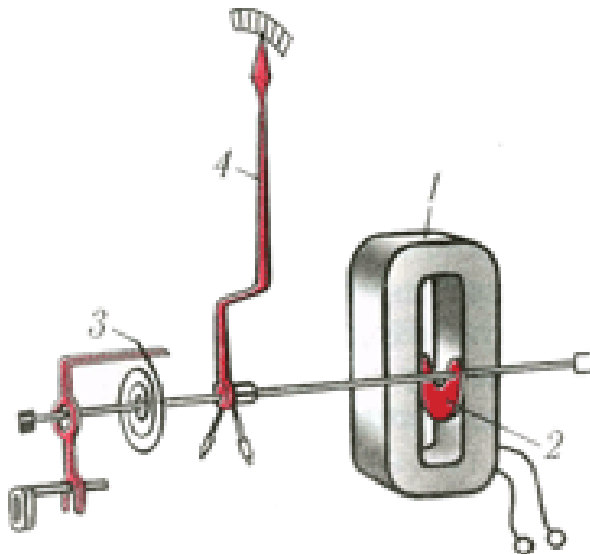
- равномерная шкала
- высокая чувствительность
- малая чувствительность к воздействию внешних магнитных полей



- не переносят перегрузки из-за под-вода тока через спиральные пружины
- только в цепях постоянного тока.

Применяют в качестве амперметров, вольтметров, омметров в цепях постоянного тока.

Приборы электромагнитной системы



Катушка 1, по обмотке которой протекает ток. За счет этого в зазоре катушки возникает магнитное поле.

В зазор втягивается якорь 2, изготовленный из мягкой стали. На оси якоря имеется спиральная пружина 3, противодействующая втягиванию якоря в зазор катушки.

В результате сидящая на оси стрелка 4 поворачивается на определенный угол, зависящий от силы тока.

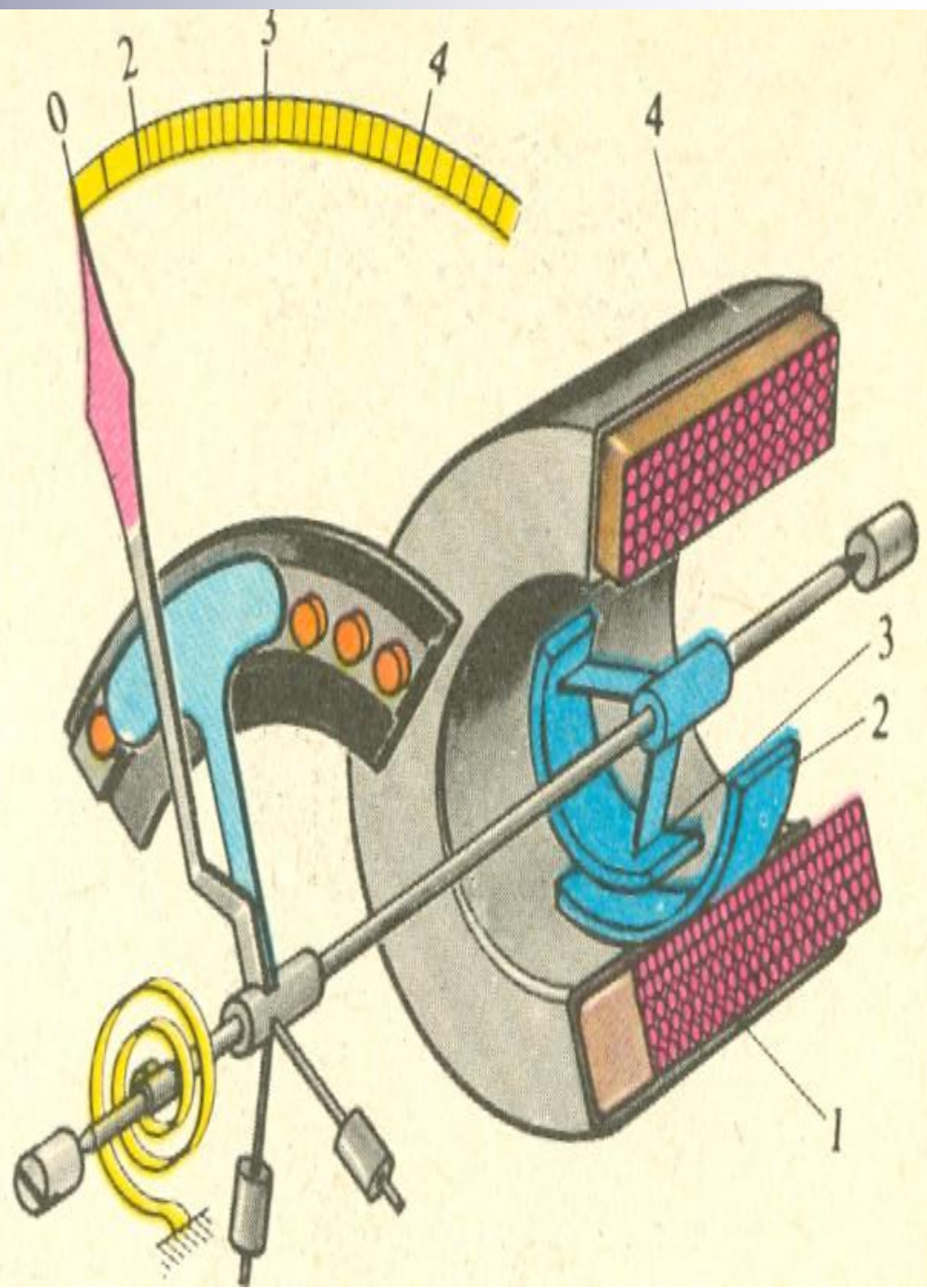
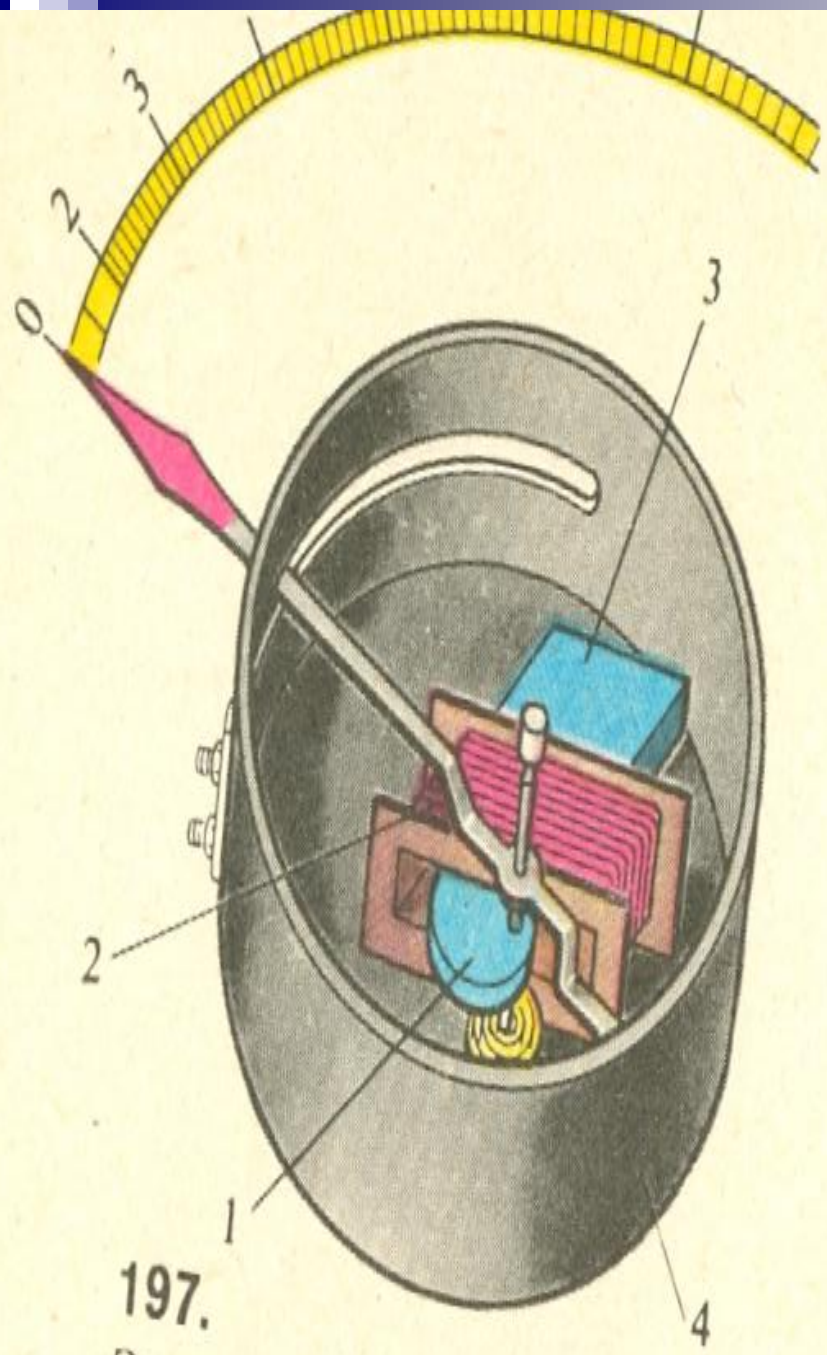


- не зависят от рода тока
- устойчивы к перегрузкам
- простота и достаточная механическая прочность конструкции

Используют в качестве амперметров и вольтметров в цепях постоянного и переменного тока.

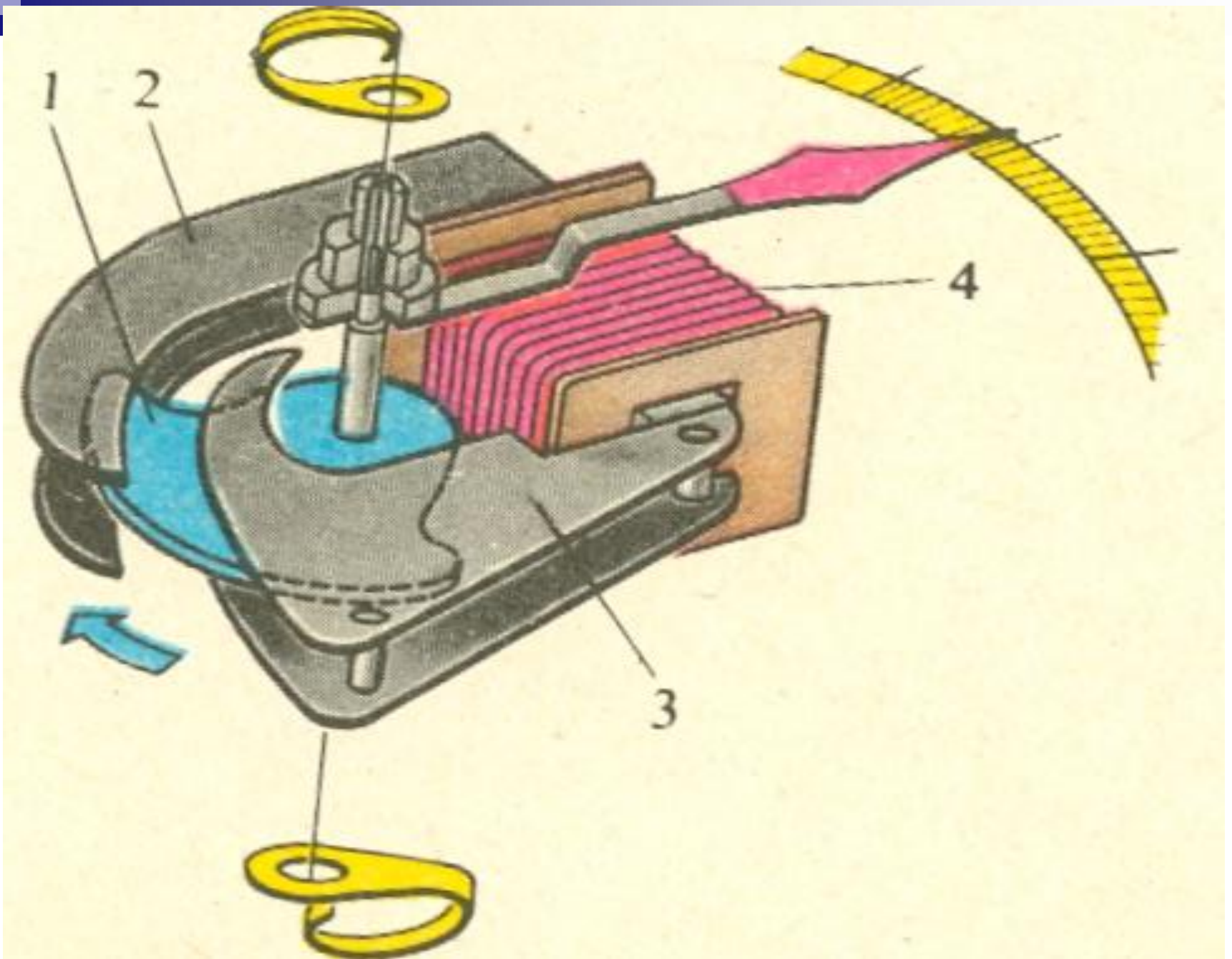


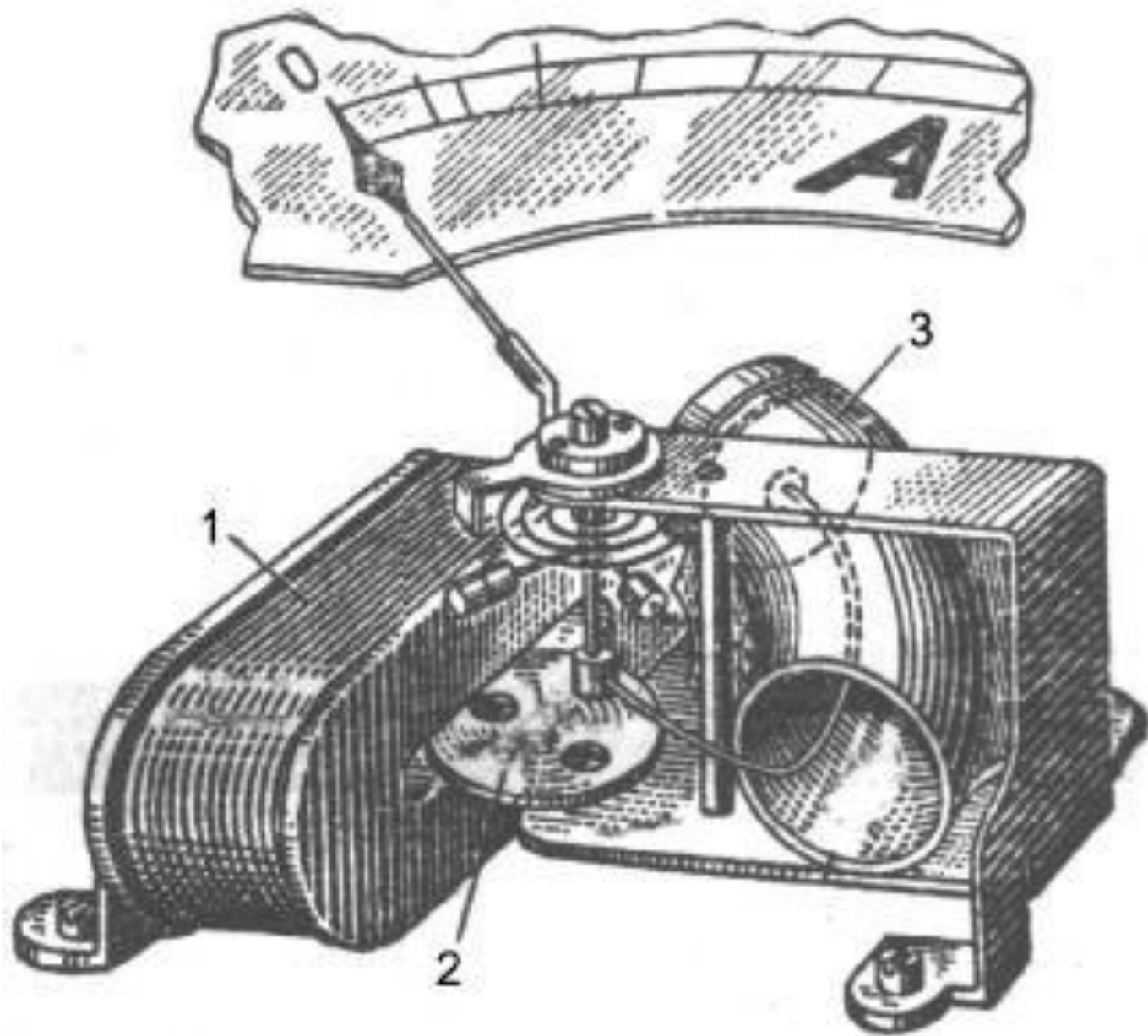
- неравномерность шкалы
- остаточного намагничивание сердечника
- влияние внешних магнитных полей на показания приборов
- малая чувствительность
- невысокая точность



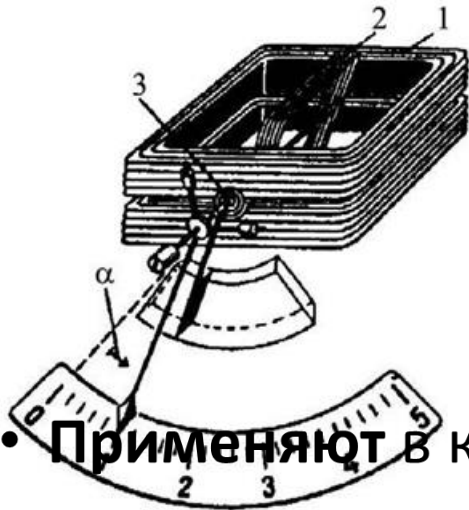
197.

25





Приборы электродинамической системы



Катушка 1 неподвижная, из толстого изолированного проводника

Катушка 2 подвижная, выполнена из тонкого изолированного проводника.

Подвижная катушка крепится на оси вместе со стрелкой и успокоителем.

Принцип действия этих приборов основан на взаимодействии двух магнитных полей, создаваемых протекающим в катушках измеряемым током.

• Применяют в качестве амперметров, вольтметров, ваттметров.

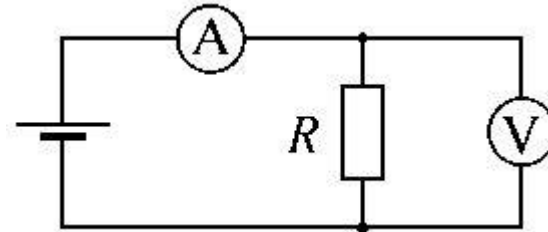


- не зависят от рода тока
- высокая точность



- неравномерность шкалы
- недопустимость перегрузки
- влияние внешних магнитных полей на показания приборов
- неравномерность шкалы

Измерение тока



Для измерения постоянного тока обычно используются приборы магнитоэлектрической системы.

Для измерения переменного тока частотой 50 Гц в основном применяют приборы электромагнитной системы.

Сопротивление амперметров - от долей Ома до нескольких Ом.

Расширение пределов

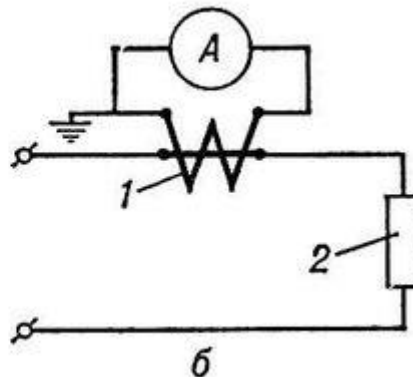
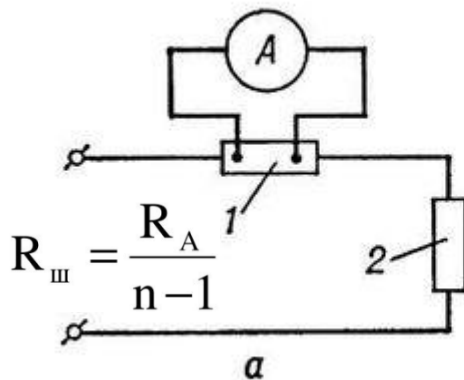


Схема включения амперметра:

а — с шунтом (1 — шунт, 2 — нагрузка);

б — через трансформатор тока (1 — трансформатор, 2 — нагрузка).

Измерение напряжения

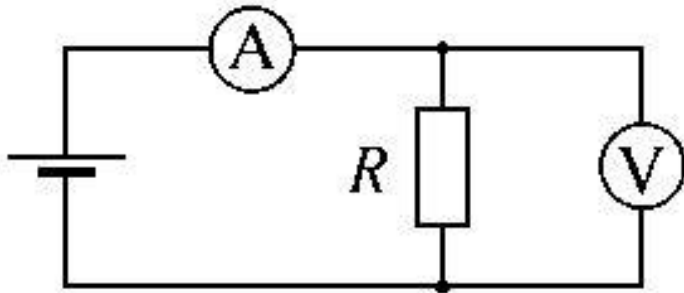


Вольтметры включаются параллельно участку электрической цепи, на котором измеряют напряжение.

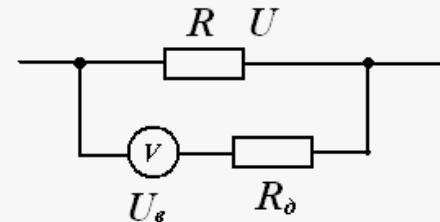
Вольтметр должен иметь большое сопротивление по сравнению с сопротивлением соответствующего участка цепи.

В цепях постоянного тока используют вольтметры магнитоэлектрической системы, но обычно с добавочным сопротивлением.

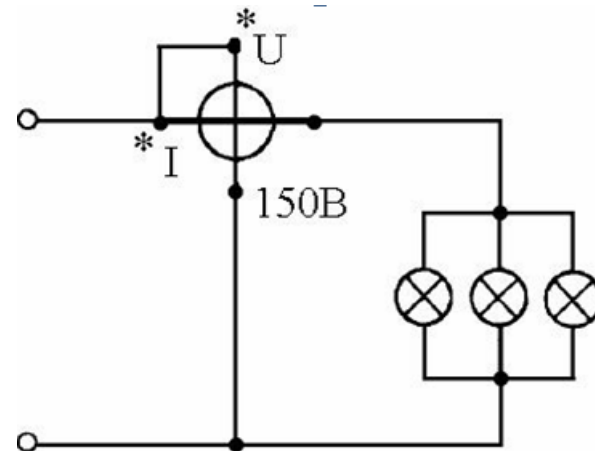
Расширение пределов



$$R_{\delta} = \frac{U - U_{\varepsilon}}{U_{\varepsilon}} R_{\varepsilon} = (n - 1) R_{\varepsilon}$$



Измерение мощности



Цена деления многопредельного ваттметра определяется по формуле:

$$C_W = \frac{U_n I_n}{n},$$

где U_n , I_n — предельные значения напряжения и тока, указанные на соответствующих зажимах прибора; n — число делений шкалы.

Погрешности

Абсолютная погрешность

разность между показаниями прибора $A_{\text{п}}$ и действительным значением измеряемой величины $A_{\text{д}}$, выраженная в единицах измеряемой величины

$$\Delta A = A_{\text{п}} - A_{\text{д}}$$

Поправка $\Delta P = -\Delta A = A_{\text{д}} - A_{\text{п}}$

Относительная погрешность

отношение абсолютной погрешности к истинному значению измеряемой величины. выраженное обычно в процентах:

$$\delta = \frac{\Delta A}{A_{\text{д}}} \times 100\% = \frac{A_{\text{п}} - A_{\text{д}}}{A_{\text{д}}} \times 100\%$$

Приведенная погрешность

То же самое к предельному значению

$$\gamma = \frac{\Delta A}{A_{\text{Н}}} \times 100\% = \frac{A_{\text{п}} - A_{\text{д}}}{A_{\text{Н}}} \times 100\%$$

Класс точности

Максимальное значение приведенной погрешности

0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4

Поверка

Определение соответствия классу точности:

- внешний осмотр
- определение погрешности
- документальное оформление

Поверка сравнением с образцовым прибором

- Поверка приборов точностью 0,5; 1,0; 1,5; 2,5; 4
- допустимая приведенная погрешность (класс точности) образцового прибора должна быть не менее чем в 3 раза меньше
- верхний предел измерения образцового прибора должен быть таким же, как у поверяемого, или не превышать его более чем на 25 %.

Шкалы приборов



Начальное значение шкалы — наименьшее значение измеряемой величины

Конечное значение шкалы — наибольшее значение измеряемой величины

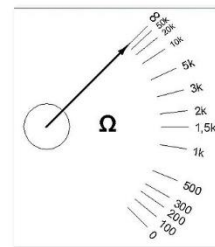
Цена деления шкалы — разность значений величины, соответствующих двум соседним отметкам шкалы

Жирные точки — указывают диапазон, в котором обеспечивается класс точности

Шкала



- Односторонняя – Двусторонняя
- Равномерная - Неравномерная



Маркировочные характеристики

1. Характеристики типа
2. Электрические характеристики
3. Метрологические характеристики
4. Характеристики исполнения

Характеристики типа

- Вид – амперметр
- Номенклатура – модель
- Тип указателя
 - стрелочный
 - световой
 - цифровой
 - электронно-лучевой
- Тип измерительной системы

Магнитоэлектрический прибор

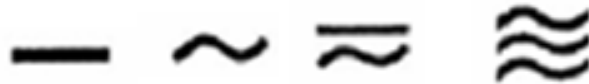
Электромагнитный прибор

Электродинамический прибор



Электрические характеристики

1. Род тока



2. Минимальное пробойное напряжение



3. Внутреннее сопротивление

5A R=0,005Ω L=0,0023mH

4. Частотная характеристика

45-55-1500Hz

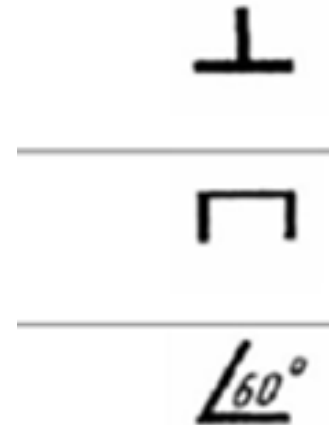
Метрологические характеристики

1. Класс точности 0,05 | 0,1 | 0,2 | 0,5 | 1,0 | 1,5 | 2,5 | 4
2. Верхний предел, однопредельный-многопредельный
3. Цена деления (= предел/кол-во делений)
4. Границы доверительного интервала (в делениях)

Характеристики исполнения

1. Шкалы –

- Равномерная/неравномерная
- Зеркальная/незеркальная
- Однолегендная/многолегендная



2. Нормальное положение шкалы

- Вертикальное
- Горизонтальное
- Под углом

3. Защита прибора



Чтение шкалы

