



## Тема: ПАССИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

1. Общие сведения о радиокомпонентах
2. Постоянный и переменный ток. Сила тока. Напряжение
3. Электрические измерения
4. Резисторы
5. Конденсаторы
6. Катушки индуктивности
7. Трансформаторы



## 1. Общие сведения о радиокомпонентах

К РК относят:

- ✓ Транзисторы
- ✓ Диоды
- ✓ Резисторы
- ✓ Конденсаторы
- ✓ Катушки индуктивности и др.

К РК также относят микросхемы



## Радиокомпоненты делят на две группы:

- ✓ Активные
- ✓ Пассивные.

**Активные** (способны преобразовывать электрические сигналы и усиливать их мощность):

- ✓ Транзисторы
- ✓ Электронные лампы
- ✓ Диоды и др.

**Пассивные:** (предназначены для перераспределения электрической энергии):

- ✓ Резисторы
- ✓ Конденсаторы



## 2. Постоянный и переменный ток

### электрический ток и его характеристики

Электрический ток – упорядоченное нескомпенсированное движение свободных электрически заряженных частиц под воздействием электрического поля.

#### Заряженными частицами в материалах могут быть:

- ✓ Электроны у проводников и в вакууме
- ✓ Ионы (катионы и анионы) у электролитов
- ✓ Ионы и электроны в газах
- ✓ Электроны и дырки в полупроводниках.



Электрическая цепь минимально состоит из:

- ✓ Источника электрической энергии (АКБ, генератор и др.)
- ✓ Проводников, замыкающих путь для тока, т.е. направленного движения заряженных частиц.

Первой количественной характеристикой электрического тока является **сила тока (I)** Сила тока (I) численно равна заряду  $\Delta q$ , проходящему через поперечное сечение проводника за единицу времени  $\Delta t$ : (q заряд Кл)

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

В системе СИ единицей силы тока является ампер (А).

Направление электрического тока.

За направление электрического тока **условно** принято направление упорядоченного движения **положительных зарядов.**  
рис. Сл. 6

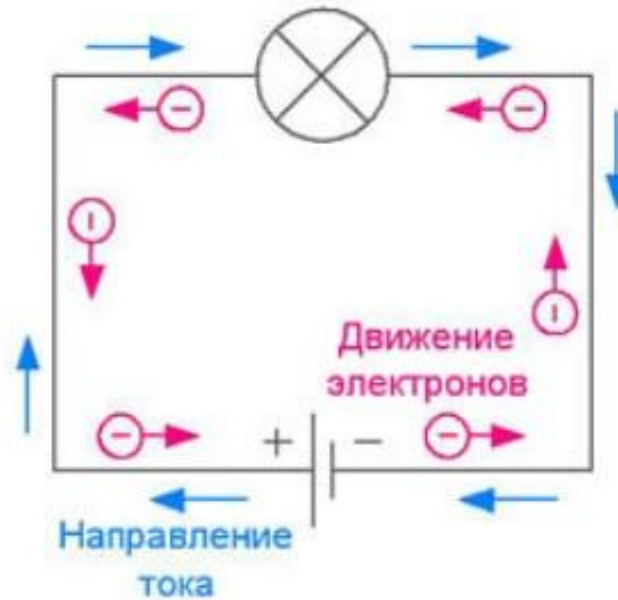


Рис. Направление тока

Второй количественной характеристикой электрического тока является **плотность тока ( $j$ )** .

**Плотность тока** – величина численная равная заряду, проходящему через единицу площади поперечного сечения



$$j = \frac{\Delta I}{\Delta S}$$

Единица измерения: (А/м<sup>2</sup>)

### Постоянный и переменный ток

Постоянный ток (*Direct Current* – DC) – это ток, который на протяжении любого отрезка времени не меняет направление движения и всегда движется от плюса к минусу.

Переменный ток (*Alternative Current* – AC) – это ток, который на некотором временном отрезке меняет свое направление и величину.

Сл. 8



Рис. Постоянный и переменный ток

Для протекания тока:

(во-первых), необходим источник заряженных частиц

(во-вторых), чтобы переместить заряды из одной точки в другую

надо совершить работу ( $A$ ) которая зависит от положения начальной





## Взаимодействие неподвижных заряженных частиц.

В природе существует только **два вида зарядов**:

- ✓ Положительные –  $(+q)$
- ✓ Отрицательные –  $(-q)$

Ни положительный, ни отрицательный заряды не могут исчезать по отдельности один от другого, они могут только взаимно нейтрализовать друг друга, если равны по абсолютной величине

Этот факт называется законом сохранения электрического заряда, который гласит: в электрически **изолированной** системе алгебраическая сумма зарядов остается постоянной

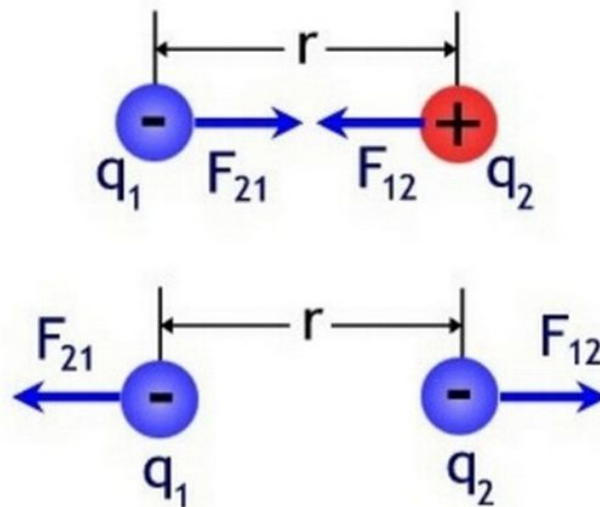


**Закон**, который описывает взаимодействие двух точечных зарядов - это **Закон Кулона** который гласит:

**Сила взаимодействия** двух точечных зарядов прямо пропорциональна произведению этих зарядов ( $q_1, q_2$ ) и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними ( $r$ ) и направлена (сила) по линии, соединяющей эти заряды (Рис.).

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{|q_1| \cdot |q_2|}{r^2},$$

где  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  Кл<sup>2</sup>/Н\*м<sup>2</sup> (Ф/м) – электрическая постоянная.





Взаимодействие осуществляется через **электрическое поле (ЭП)** каждого из зарядов (каждый из зарядов создает свое **ЭП**). При этом получается некое общее электрическое поле (Сл. 12).

Поле, окружающее **неподвижные** заряды наз. **электростатическим (ЭСП)** и является частным случаем **электрического** поля.

ЭП и ЭСП - один из видов материи.

Рассмотри случай, когда в **ЭСП**, создаваемое неким зарядом  **$q$**  будут помещать другие заряды разных величин ( **$q_{np}$** ).

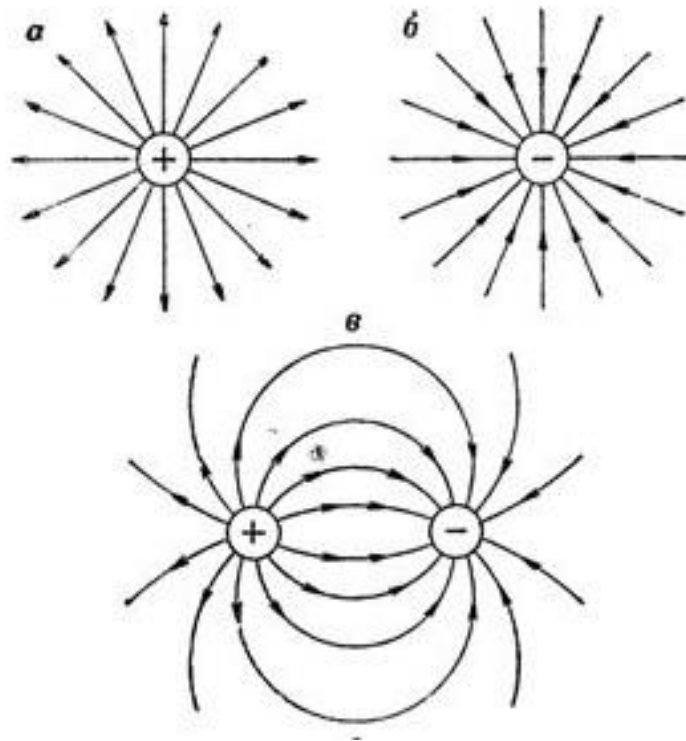


Рис. Изображение электрического поля с помощью силовых линий (а, б – одиночные заряды; в – поле двух разноименных зарядов).

Согласно Закону Кулона на эти разные заряды ( $q_{np}$ ) будут действовать разные по величине силы.

Если силу приведем к единичному пробному заряду, то получим



Эта силовая характеристика ЭП наз. **напряженностью** электрического поля, которая численно равна

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{|q_{\text{пр.}}|} \quad (\text{В/м})$$

Напряженность зависит от:

- ✓ свойств поля (определяется зарядом-источником)
- ✓ расстояния от заряда-источника до точки, в которой измеряется напряженность

Рассмотрим процесс переноса заряда из одной точки в другую под действием **кулоновской силы** вдоль линии напряженности

Процесс перемещения – это работа ( $A$ ).

Механическая работа есть произведение силы ( $F$ ) на перемещение ( $s$ ), т.е.  $A = F \cdot s$

Применительно к перемещению заряда можно записать:

работа = сила  $\times$  путь = заряд  $\times$  напряженность  $\times$  путь, т.е.



$$A = q \cdot E \cdot s, \quad \text{где}$$

$s$  – путь, пройденный зарядом из точки 1 в точку 2.

$E$  векторная величина.

**Потенциальная энергия** заряда в точке 1 равна:

$W_1 = - q \cdot E \cdot s_1$ , а в точке 2 равна:  $W_2 = - q \cdot E \cdot s_2$ , а отношение

значения потенциальной энергии к величине соответствующего заряда есть величина постоянная, которая называется потенциал поля, т.е.  $\varphi = W_{\text{поля}} / q$ .

Работа, совершаемая полем при переносе единичного заряда с потенциалом  $\varphi_1$  в точку с потенциалом  $\varphi_2$ , называют **электрическим напряжением (или разностью потенциалов)**, т.е.

$$U = A/q, \quad \text{ед. измерения (В)} \quad (1)$$

Из формулы (1) видно, что:



## 3. Электрические измерения

Физические величины:

- ✓ Сила тока
- ✓ Электрическое напряжение (напряжение)
- ✓ Сопротивление
- ✓ Мощность и др.

(амперметры, вольтметры, мультиметры)

Погрешности: абсолютные, относительные и др.

Приборы делят:

- ✓ Аналоговые



Электронные осциллографы.

Это прибор для наблюдения формы сигнала и измерения амплитудных (напряжение) и временных параметров сигналов.





Электронные осциллографы.

Это прибор для наблюдения формы сигнала и измерения амплитудных (напряжение) и временных параметров сигналов.



## 4. Резисторы

**Резистор** - пассивный элемент электрических цепей, обладающий определённым или переменным значением электрического сопротивления, предназначенный для линейного преобразования силы тока в напряжение или напряжения в силу тока, ограничения тока, поглощения электрической энергии и др.

$$(U = R \cdot I)$$

$$(R = \rho \cdot \frac{L}{S})$$

### Классификация

По назначению:

- ✓ Общего назначения
- ✓ Прецизионные
- ✓ Высокочастотные
- ✓ Высоковольтные
- ✓ Высокоомные
- ✓ Специальные



R=1000		500
U, В	I, А	I, А
0,0	0,0000	0
0,5	0,0005	0,001
1,0	0,0010	0,002
1,5	0,0015	0,003
2,0	0,0020	0,004
2,5	0,0025	0,005
3,0	0,0030	0,006
3,5	0,0035	0,007
4,0	0,0040	0,008
4,5	0,0045	0,009
5,0	0,0050	0,01

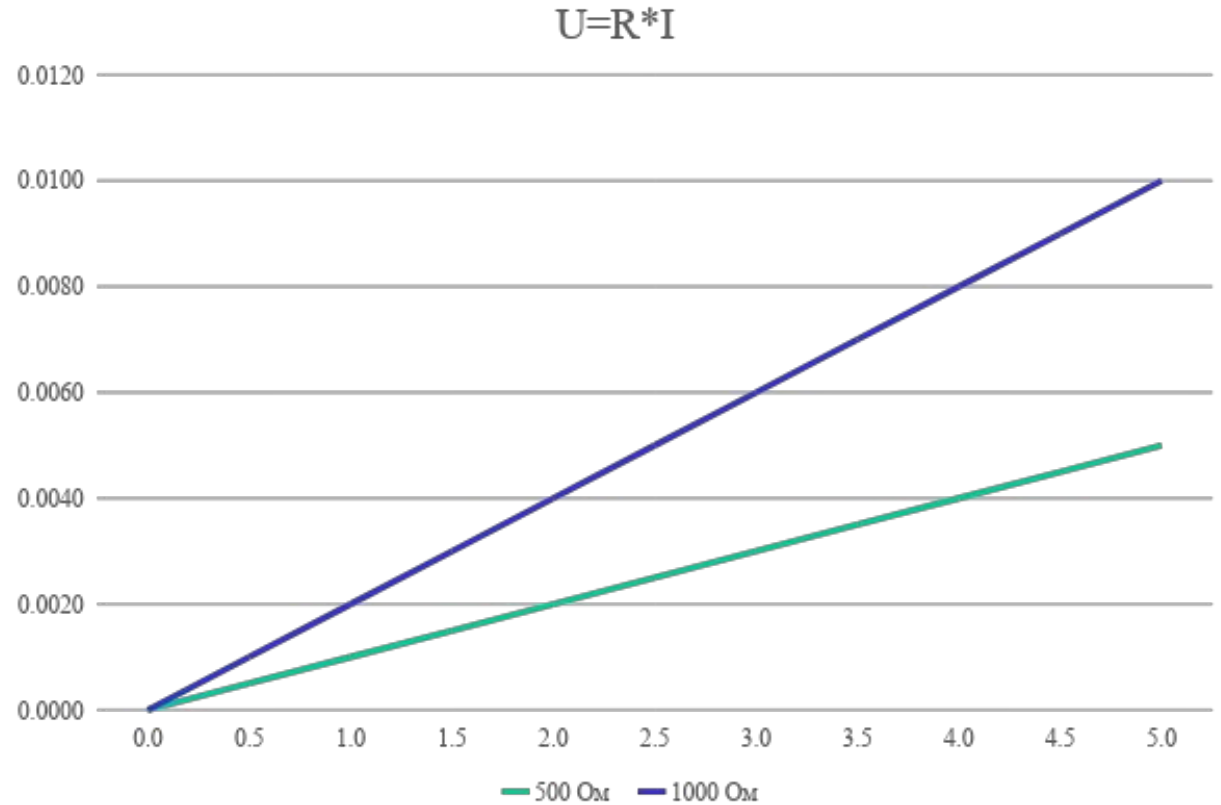


График линейной зависимости тока от напряжения, подаваемого на резистор ( $R= 1000 \text{ Ом}$  или  $R= 500 \text{ Ом}$ ) - ВАХ



## По постоянству значения сопротивления:

- ✓ Постоянные
- ✓ Переменные
- ✓ Специальные

## По виду токопроводящего элемента:

- ✓ Проволочные
- ✓ Непроволочные

## Параметры резисторов

- ✓ Номинальное сопротивление,  $R_{ном}$  (Ом)
- ✓ Допустимое отклонение от номинала ( $\pm\Delta R$ )
- ✓ Предельная рассеиваемая мощность,  $P$  (Вт),  $P = U \cdot I$



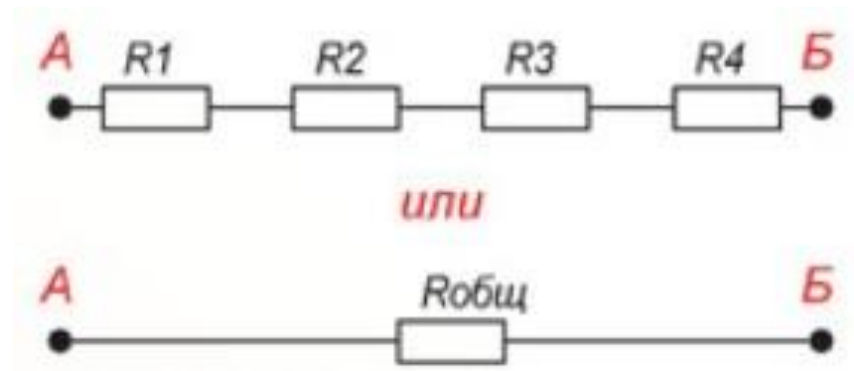
## Соединение резисторов

- ✓ Последовательное
- ✓ Параллельное
- ✓ Смешанное

### **Последовательное.**

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4, \text{ или}$$

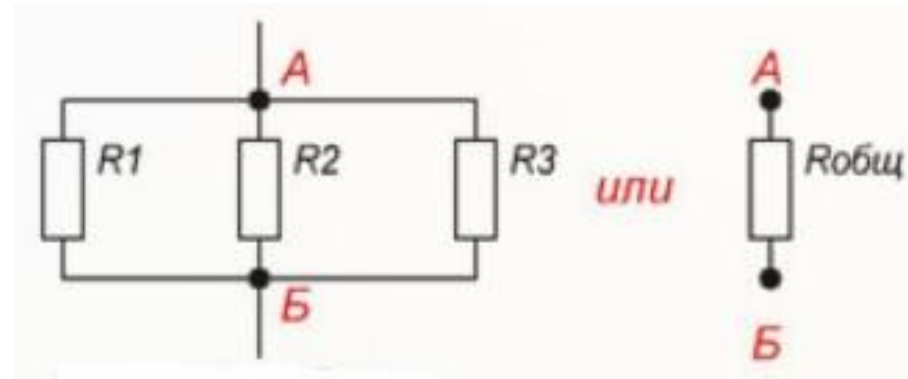
$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



### **Параллельное.**

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}, \text{ или}$$

$$\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n},$$

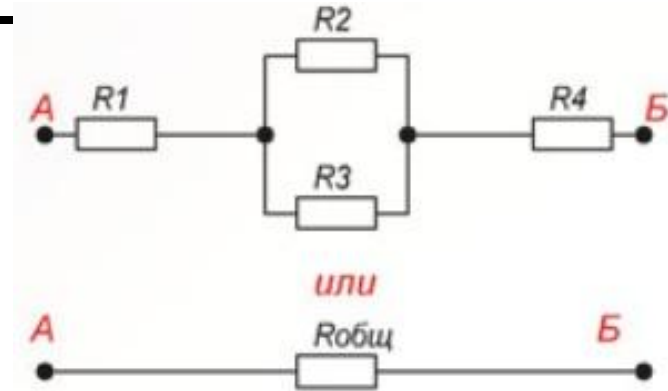


$$R_{\text{общ}} = \frac{R_2 \cdot R_1}{R_2 + R_1}$$



**Смешанное.**

$$R_{\text{общ}} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} + R_4$$





## 5. Конденсаторы

Конденсатор – это пассивный электронный компонент, который способен накапливать заряд на металлических обкладках.

Коэффициент пропорциональности – это емкость:

$q = C \cdot U$ , т.е. емкость количественная мера способности накапливать электрические заряды.

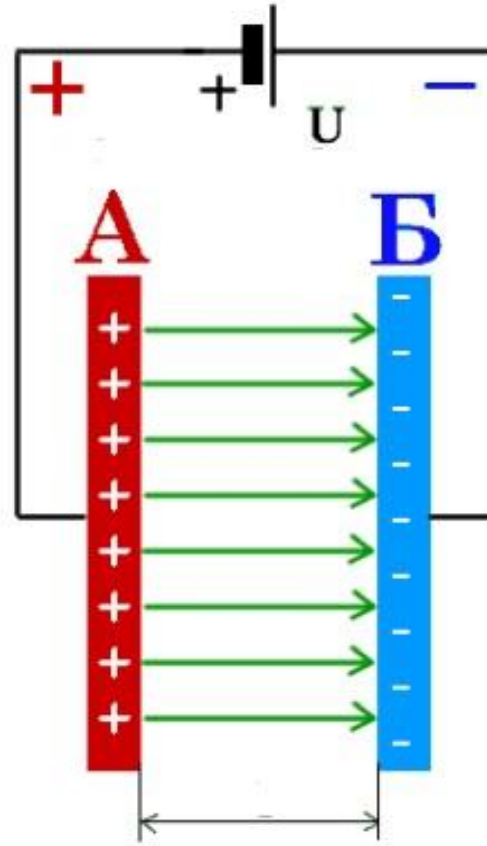
**Емкость** плоского конденсатора:

$$C = 0,0885 \cdot \frac{\varepsilon S}{d}, \text{ где}$$

$\varepsilon$  – относительная диэлектрическая проницаемость диэлектрика ( $\varepsilon > 1$ )

$S$  – площадь обкладок конденсатора, (см<sup>2</sup>)

$d$  – расстояние между обкладками (см).



Схематичное изображение конденсатора





## Классификация По группам

- ✓ Общего назначения:
  - низкочастотные
  - высокочастотные
- ✓ Специальные
  - высоковольтные
  - импульсные
  - с электрически управляемой емкостью (варикапы) и др.

## По назначению

- ✓ Разделительные
- ✓ Фильтровые и др.

## По характеру изменения емкости

- ✓ Постоянные



## По материалу диэлектрика

- ✓ С твердым
- ✓ Газообразным
- ✓ Жидким

## **Параметры конденсаторов**

- ✓ Величина емкости ( $\Phi$ )
- ✓ Рабочее напряжение ( $B$ )
- ✓ Тангенс угла диэлектрических потерь ( $tg\delta$ ).
- ✓ Допустимое отклонение от номинала ( $\pm\Delta C$ )

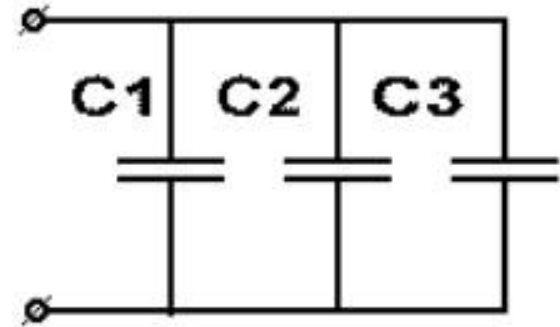
## Соединение конденсаторов

- ✓ Параллельное
- ✓ Последовательное



## Параллельное.

$$C_{\text{общ}} = C_1 + C_2 + C_3$$



## Последовательное.

$$1/C_{\text{общ}} = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$$



**Заряд и разряд конденсатора.**



## Конденсатор в цепи постоянного и переменного тока

конденсатор в цепи постоянного тока - цепь разомкнута

Конденсатор в цепи переменного тока.

$$C = q/U$$

Пусть на конденсатор подается напряжение переменного тока, которое изменяется по гармоническому закону  $U = U_m \cos(\omega t)$

Т.к.  $U = \frac{q}{C} = U_m \cos(\omega t)$ , то  $q = C \cdot U_m \cos(\omega t)$

т.е. заряд на конденсаторе будет изменяться по гармоническому закону, следовательно через конденсатор будет протекать электрический ток.

Емкостное сопротивление конденсатора  $X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$ , где

$\omega$  - циклическая частота



## 6. Катушки индуктивности

*Катушки индуктивности (Гн)* обладают свойством оказывать реактивное сопротивление переменному току при незначительном сопротивлении постоянному току. Их применяют для создания фильтров, элементов задержки сигналов, запоминающих элементов, осуществления связи м



**L** магнитный поток и т. д.

Изменяющийся по величине ток всегда создает изменяющееся магнитное поле, которое, в свою очередь, всегда индуцирует ЭДС. При всяком изменении тока в катушке (или вообще в проводнике) в ней самой индуцируется ЭДС самоиндукции.

**Соединение индуктивностей.**



## **Возникновение в проводнике ЭДС индукции**

**ЭДС индукции**

**Индукционный ток**

**Явление возникновения ЭДС в проводнике при пересечении его силовыми линиями магнитного поля называется электромагнитной индукцией.**

Электромагнитная индукция - это процесс превращения механической энергии в электрическую.



## 7. Трансформаторы

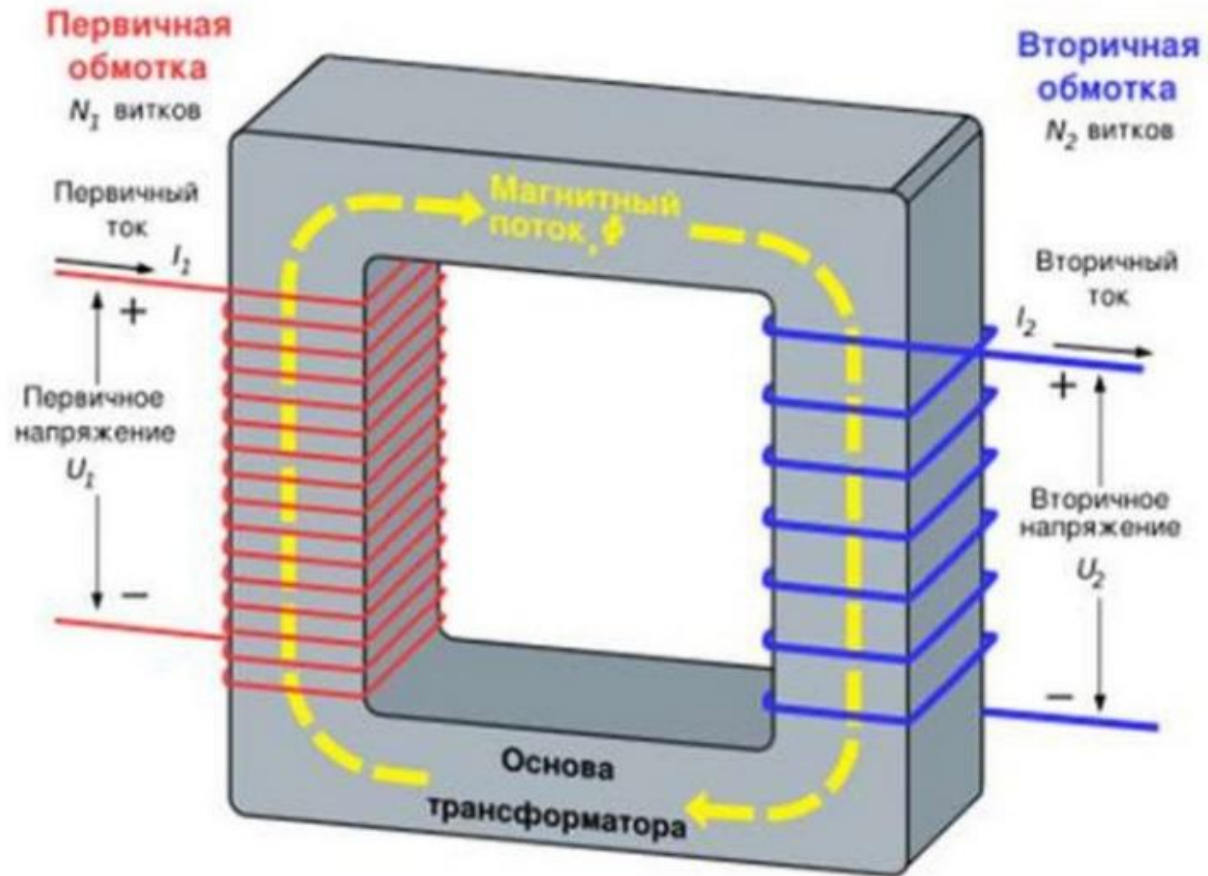
Трансформаторами называют электромагнитные устройства, имеющие две или большее число индуктивно-связанных обмоток и предназначенные для изменения значений переменного напряжения и тока.

Трансформатор состоит из ферромагнитного магнитопровода (сердечника) и расположенных на нем обмоток (сл. 31).

Обмотка, подключаемая к источнику преобразуемого напряжения, называется первичной, а обмотки, к которым подключены потребители электрической энергии, - вторичными.

В зависимости от назначения трансформаторы подразделяют на трансформаторы:

- ✓ Питания (применяют в блоках питания)
- ✓ Согласующие (согласовывают источник сигнала с нагрузкой)
- ✓ Импульсные (используются для формирования и



Трансформатор