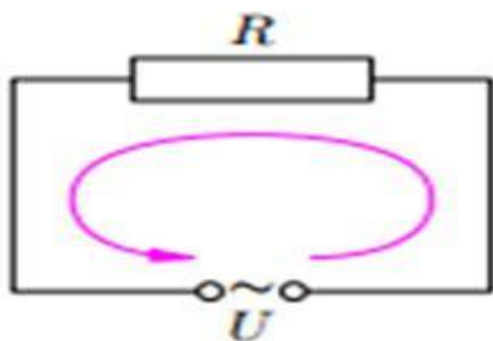


# Резистор в цепи переменного тока

# Простейшие цепи переменного тока



## Цепь с активным сопротивлением

К источнику переменного напряжения

$$U = U_0 \sin \omega t.$$

подключается обычный резистор  $R$ , который называют также активным сопротивлением

Положительное направление обхода цепи выбираем против часовой стрелки

Сила тока считается положительной, если ток течет в положительном направлении, в противном случае сила тока отрицательна.

Мгновенные значения силы тока и напряжения связаны формулой, аналогичной закону Ома для постоянного тока:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_0}{R} \sin \omega t.$$

Рассмотрим процессы, происходящие в проводнике, включенном в цепь переменного тока.

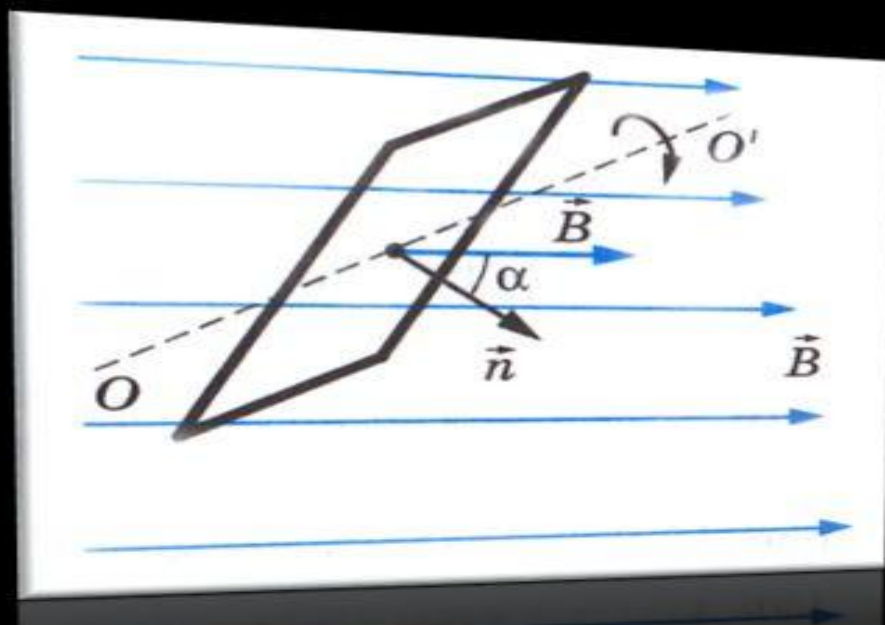
Если индуктивность проводника настолько мала, что при включении его в цепь переменного тока индукционными полями можно пренебречь по сравнению с внешним электрическим полем, то движение электрических зарядов в проводнике определяется действием только внешнего электрического поля, напряженность которого пропорциональна напряжению на концах проводника.

При изменении напряжения по гармоническому закону напряженность электрического поля в проводнике изменяется по такому же закону.

$$U = U_m \cos \omega t$$

Под действием переменного электрического поля в проводнике возникает переменный электрический ток, частота и фаза колебаний которого совпадает с частотой и фазой колебаний напряжения:

$$i = I_m \cos \omega t$$



Поток магнитной индукции  $\Phi$ , пронизывающий проволочную рамку площадью  $S$ , пропорционален косинусу угла  $\alpha$  между нормалью к рамке и вектором магнитной индукции

$$\Phi = B * S * \cos \alpha$$

При равномерном вращении рамки угол  $\alpha$  увеличивается прямо пропорционально времени

$$\alpha = \omega t$$

Где  $\omega$  - угловая скорость вращения рамки

Колебания силы тока в цепи являются вынужденными электрическими колебаниями, возникающими под действием приложенного переменного напряжения.

Амплитуда силы тока равна:  $I_m = U_m / R$

При совпадении фаз колебаний силы тока и напряжения мгновенная мощность переменного тока равна:

$$P = i * U = I_m U_m \cos^2 \omega t$$

Среднее значение квадрата косинуса за 1 период равно 0,5. В результате средняя мощность за период

$$P = I_m U_m / 2 = I_m^2 R / 2$$

- Поток магнитной индукции меняется по гармоническому закону

$$\Phi = B * S * \cos \omega t$$

Согласно закону электромагнитной индукции ЭДС индукции в рамке равна взятой со знаком «-» скорости изменения потока магнитной индукции, т.е. производной потока магнитной индукции по времени

$$\begin{aligned} e &= -\Phi' = -BS(\cos \omega t)' = \\ &= BS\omega * \sin \omega t = E_m \sin \omega t \end{aligned}$$

Где  $E_m = BS\omega$  - амплитуда ЭДС индукции

**Активное сопротивление.  
Действующие значения  
силы тока и напряжения.**

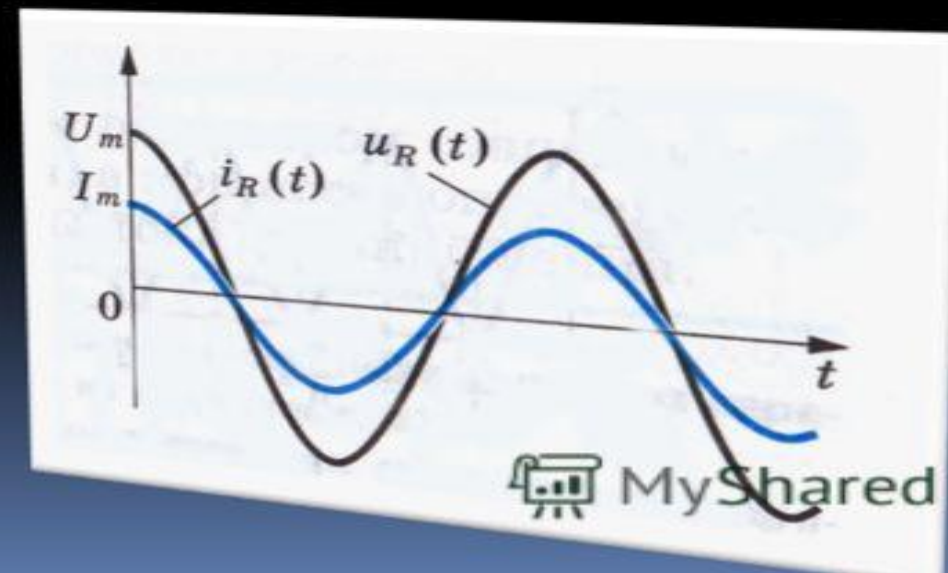
Сопротивление, включенное в цепь переменного тока, в котором происходит превращение электрической энергии в полезную работу или в тепловую энергию, называется *активным сопротивлением*.

Мгновенное значение силы тока прямо пропорционально мгновенному значению напряжения. Поэтому для нахождения мгновенного значения силы тока можно применить закон Ома

$$i = u/R = U_m \cos \omega t / R = I_m \cos \omega t$$

В проводнике с активным сопротивлением колебания силы тока совпадают по фазе с колебаниями напряжения, а амплитуда силы тока определяется равенством

$$I_m = U_m / R$$





- Мощность в цепи постоянного тока на участке с сопротивлением  $R$  определяется по формуле

$$P = I^2 R$$

- Мгновенная мощность в цепи переменного тока на участке с активным сопротивлением  $R$ , определяется формулой

$$P = i^2 R$$

- Средняя мощность равна


$$P^- = i^2 R = I^2 R / 2$$

Величина, равная квадратному корню из среднего значения квадрата силы тока, называется **действующим значением** силы переменного тока. Действующее значение силы переменного тока обозначается через  $I$ :

$$I = \sqrt{\bar{i}^2} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Действующее значение переменного напряжения определяется аналогично действующему значению силы тока:

$$U = \sqrt{\bar{u}^2} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

*Колебания силы тока в цепи с резистором совпадают по фазе с колебаниями напряжения, а мощность определяется действующими значениями силы тока и напряжения.*  MyShared

# **Действующее значение силы тока-**

**сила постоянного тока, который на  
одинаковом сопротивлении за время  
равное одному периоду выделяет  
такое же количество теплоты, что и  
данный переменный ток за тоже  
время.**



# Действующие значения напряжения и силы тока

Когда говорят, что напряжение в городской электрической сети составляет 220 В, то речь идёт не о мгновенном значении напряжения и не его амплитудном значении, а о так называемом **действующем значении**.

Когда на электроприборах указывают силу тока, на которую они рассчитаны, то также имеют в виду **действующее значение силы тока**.



## ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ

Действующее значение силы переменного тока равно силе постоянного тока, выделяющего в проводнике то же количество теплоты, что и переменный ток за то же время.

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

Действующее значение напряжения:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

# Мощность в цепи переменного тока

Действующие значения напряжения и силы тока фиксируются электроизмерительными приборами и позволяют непосредственно вычислять мощность переменного тока в цепи.

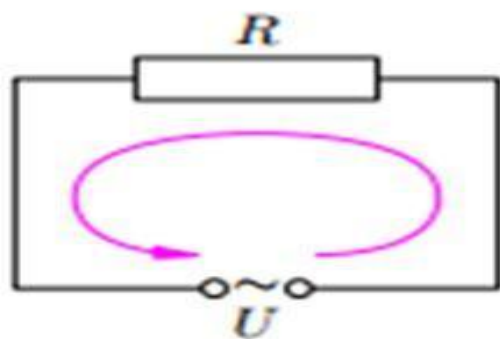
Мощность в цепи переменного тока определяется теми же соотношениями, что и мощность постоянного тока, в которые вместо силы постоянного тока и постоянного напряжения подставляют соответствующие действующие значения:

$$P = U \cdot I$$

Когда между напряжением и силой тока существует сдвиг фаз, мощность определяется по формуле:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \phi$$

# Простейшие цепи переменного тока



Цепь с активным сопротивлением

**ВЫВОД:**

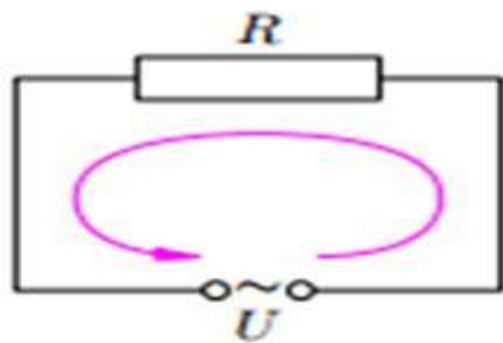
Сила тока в резисторе меняется по закону синуса:

$$I = I_0 \sin \omega t.$$

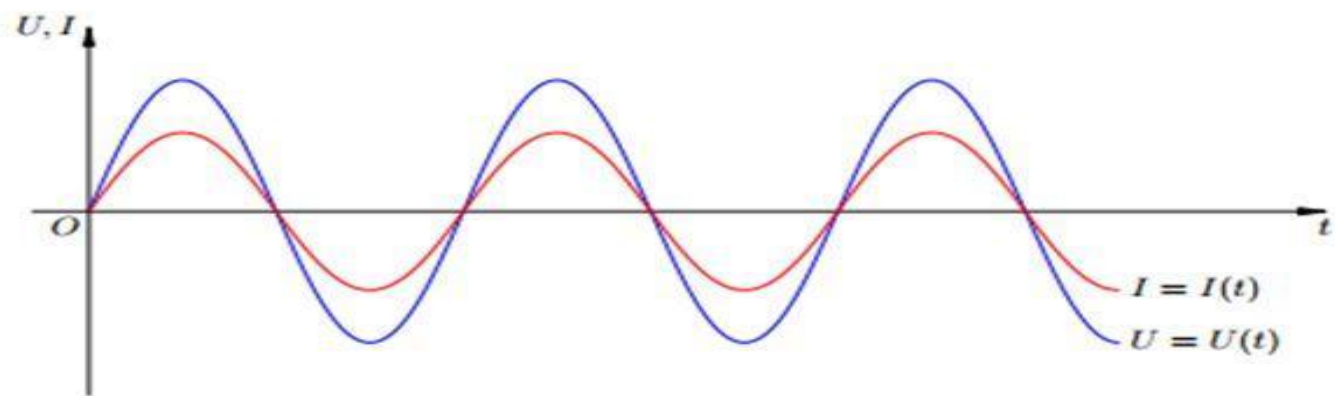
Амплитуда тока  $I_0$  равна отношению амплитуды напряжения  $U_0$  к сопротивлению  $R$

$$I_0 = \frac{U_0}{R}.$$

# Простейшие цепи переменного тока



Цепь с активным сопротивлением



Ток через резистор совпадает по фазе с напряжением

$$U = U_0 \sin \omega t.$$

$$I = I_0 \sin \omega t.$$

# ВЫВОДЫ

**На этом уроке вы узнали, что:**

- переменный электрический ток представляет собой вынужденные электромагнитные колебания, в которых сила тока в цепи изменяется со временем по гармоническому закону;
- получение переменной ЭДС в цепи основано на явлении электромагнитной индукции;
- на активном сопротивлении разность фаз колебаний силы тока и напряжения равна нулю;
- действующие значения переменного тока и напряжения равны значениям постоянного тока и напряжения, при которых в цепи с тем же активным сопротивлением выделялась бы та же энергия;
- мощность в цепи переменного тока определяется теми же соотношениями, что и мощность постоянного тока, в которые вместо силы постоянного тока и постоянного напряжения



## Метод векторных диаграмм

Амплитуду колебаний напряжения в цепи переменного тока можно выразить через амплитудные значения напряжения на отдельных ее элементах, воспользовавшись методом векторных диаграмм.



Выберем ось  $x$  диаграммы таким образом, чтобы вектор, изображающий колебания тока, был направлен вдоль этой оси. В дальнейшем мы будем называть ее **осью токов**.

Так как угол  $\varphi$  между колебаниями напряжения и тока на резисторе равен нулю, то вектор, изображающий колебания напряжения на сопротивлении  $R$ , будет направлен вдоль оси токов. Длина его равна  $I_0 \cdot R$ .

