

ПРЕЗЕНТАЦИЯ НА ТЕМУ: ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

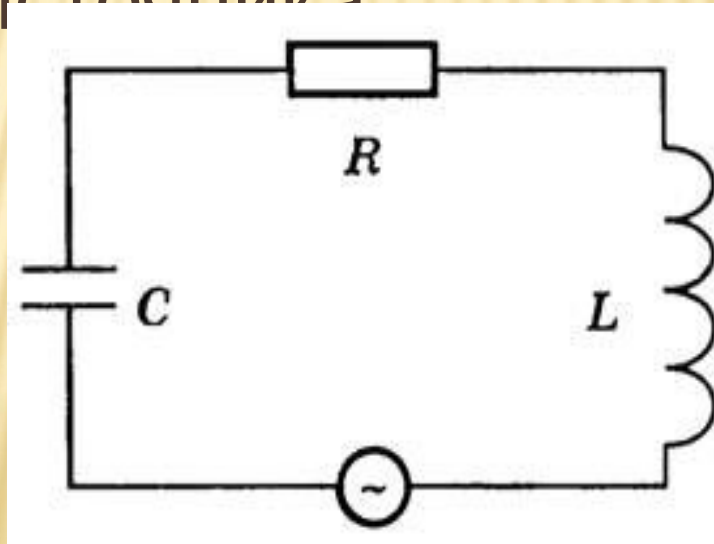
Сделал студент группы АВТ 16-01 Кудрявцев Павел

ПЛАН ЗАНЯТИЯ

1. Переменный ток и его получение.
2. Мгновенное и максимальное значения ЭДС, напряжения и силы переменного тока.
3. График изменения ЭДС, напряжения и силы переменного тока.
4. Однофазные цепи переменного тока.

ПОНЯТИЕ ВЫНУЖДЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ.

- **Вынужденные электрические колебания** — это периодические изменения силы тока в контуре и других электрических величин под действием переменной ЭДС от внешнего источника



ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

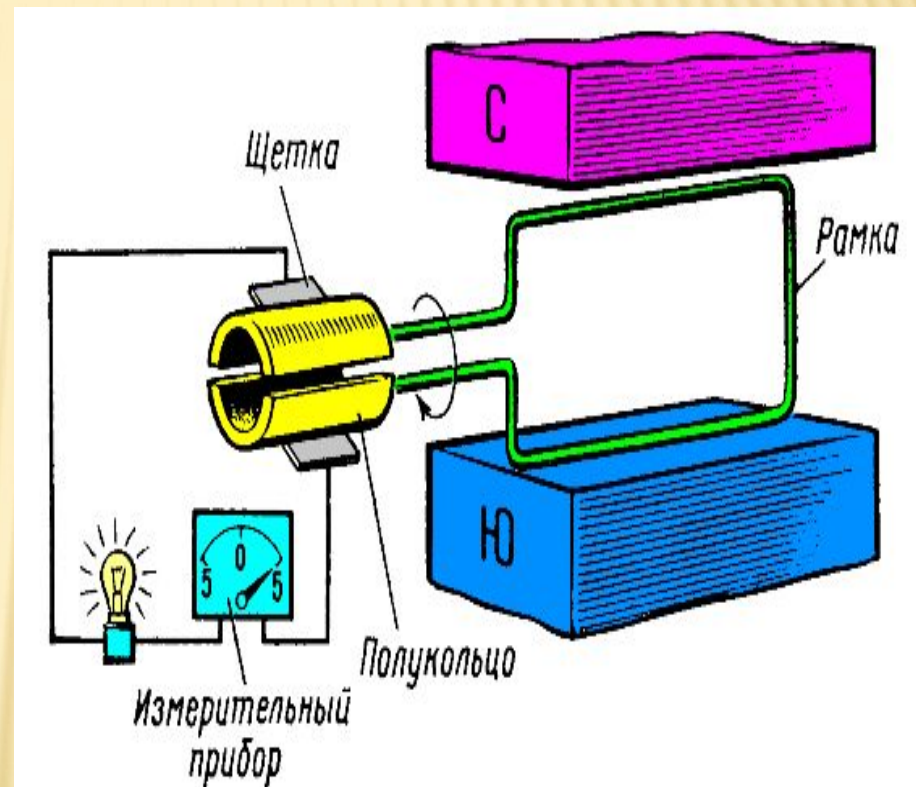
- ❑ **Переменный ток — это ток, периодически изменяющийся со временем.**
- ❑ Он представляет собой вынужденные электрические колебания, происходящие в электрической цепи под действием периодически изменяющейся внешней ЭДС. Периодом переменного тока называется промежуток времени, в течение которого сила тока совершает одно полное колебание. Частотой переменного тока называется число колебаний переменного тока за секунду.
- ❑ Чтобы в цепи существовал синусоидальный ток, источник в этой цепи должен создавать переменное электрическое поле, изменяющееся синусоидально. На практике синусоидальная ЭДС создается генераторами переменного тока, работающими на электростанциях.

- При вращении рамки магнитный поток меняется по закону:

$$\Phi = BS \cos \alpha$$

$$\alpha = \omega t \Rightarrow$$

$$\Phi = BS \cos \omega t$$



ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК

- По закону электромагнитной индукции

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

- Найдем производную от магнитного потока

$$e = \Phi' = (BS \cos \omega t)' = BS\omega \sin(\omega t)$$

- Введем обозначение $E_m = BS\omega$ амплитуда ЭДС

-
- Уравнение колебания ЭДС будет иметь вид:

$$e = E_m \sin \omega t$$

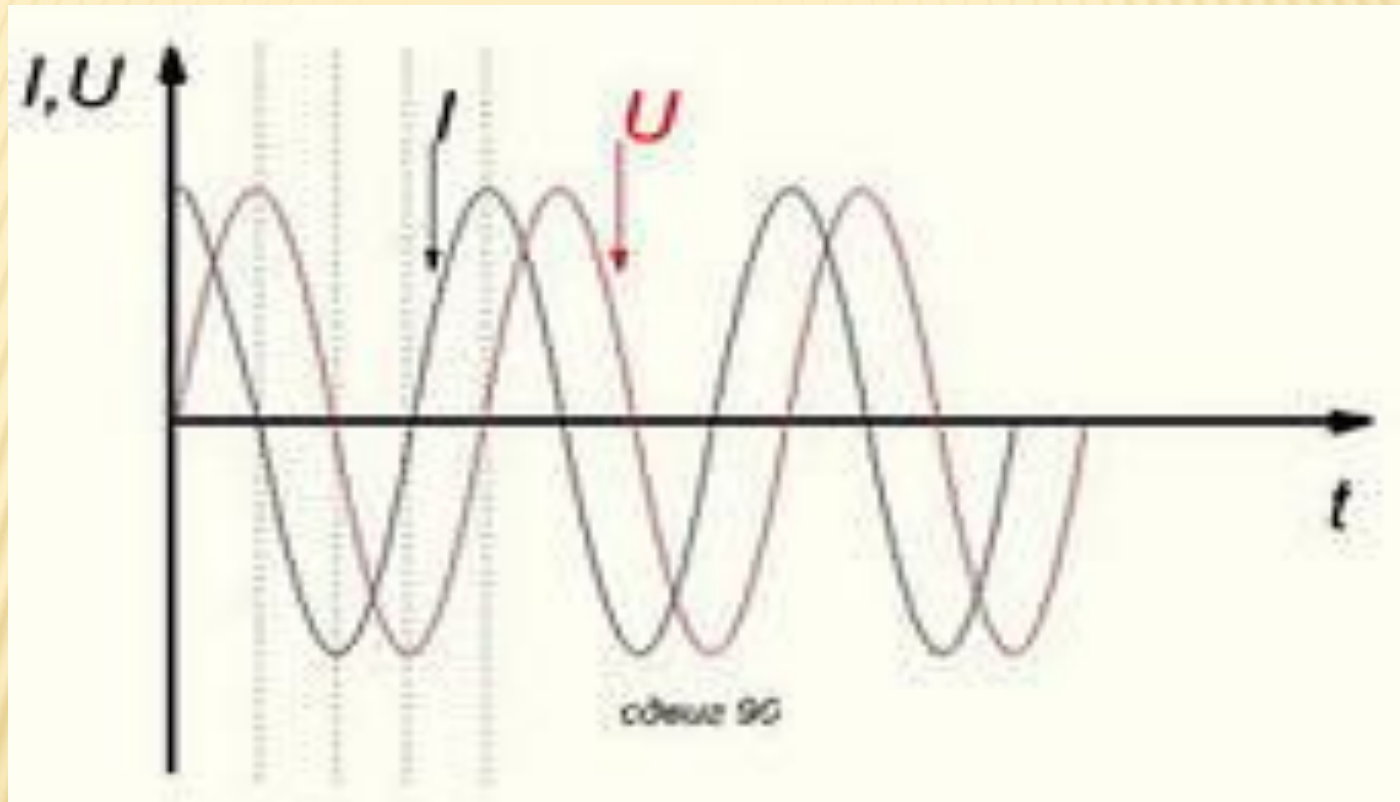
- Если цепь замкнуть, то по цепи пойдет ток.

$$u = U_m \sin \omega t$$

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

- Промышленная частота переменного тока 50Гц

ГРАФИКИ КОЛЕБАНИЙ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ



ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ СИЛЫ ТОКА.

- Тепловое действие тока не зависит от направления тока, поэтому по нему можно сравнивать действия переменного и постоянного токов. Расчет и опыт показывает, что за время T переменный ток выделяет в проводнике теплоту, равную $0,5 I_m^2 R T$.
- Если по тому же проводнику пропустить такой постоянный ток I , чтобы в проводнике выделилось такое же количество теплоты, то $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$. Тогда:

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

- $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ - действующее значение силы тока

ДЕЙСТВУЮЩИЕ ЗНАЧЕНИЯ ЭДС И НАПРЯЖЕНИЯ

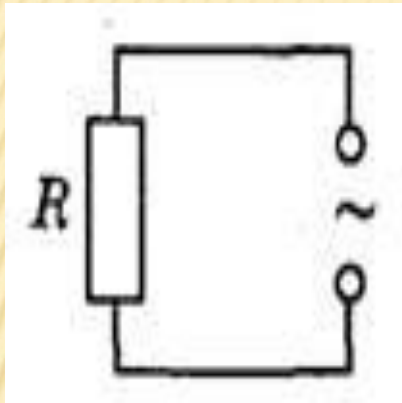
- Действующее значение ЭДС:

$$E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$$

- Действующее значение напряжения:

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

РЕЗИСТОР В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



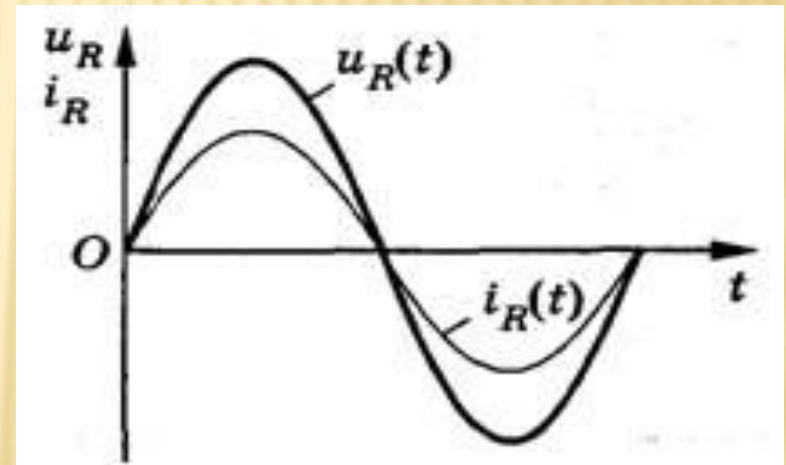
- Сопротивление элемента электрической цепи (резистора), в котором происходит превращение электрической энергии во внутреннюю энергию, называют **активным сопротивлением**.
- Напряжение на концах цепи меняется по закону

$$u = U_m \sin \alpha$$

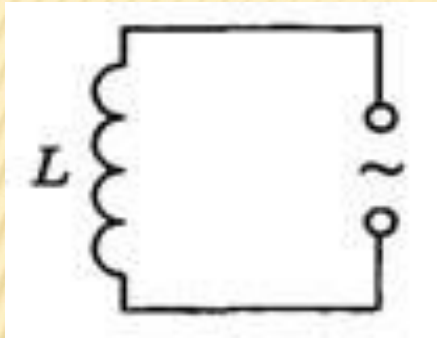
- Как и в случае постоянного тока, мгновенное значение силы тока прямо пропорционально мгновенному значению напряжения. Поэтому можно считать, что мгновенное значение силы тока определяется законом Ома:

$$i = \frac{u}{R} = \frac{U_m \sin \omega t}{R} = I_m \sin \omega t$$

Следовательно, в проводнике с активным сопротивлением колебания силы тока по фазе совпадают с колебаниями напряжения, а амплитуда силы тока равна амплитуде напряжения, деленной на сопротивление:



КАТУШКА В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



- Пусть в цепь переменного тока включена идеальная катушка.
- При изменениях силы тока по гармоническому закону : $i = I_m \cos \omega t$
- В катушке возникает ЭДС самоиндукции

$$e = -Li' = -L(I_m \cos \omega t)' = LI_m \omega \sin \omega t$$

- ЭДС самоиндукции в катушке в любой момент времени равна по модулю и противоположна по знаку напряжению на концах катушки, созданному внешним генератором: $e = -u$

□ Напряжение $u = -LI_m \omega \sin \omega t$

□ Следовательно, при изменении силы тока в катушке по гармоническому закону напряжение на ее концах изменяется тоже по гармоническому закону, но со сдвигом фазы:

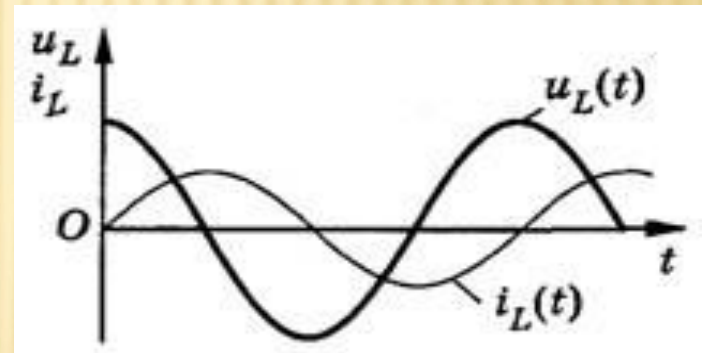
$$u = U_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

Следовательно, колебания напряжения на катушке индуктивности опережают колебания силы тока на $\pi/2$

□ Амплитуда колебаний

Напряжения равна:

$$U_m = LI_m \omega$$



Отношение амплитуды колебаний напряжения на катушке к амплитуде колебаний силы тока в ней называется индуктивным сопротивлением :

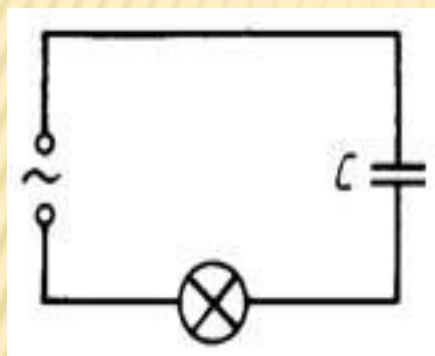
$$X_L = \frac{U_m}{I_m} = L\omega$$

Закон Ома для участка цепи:

$$I_m = \frac{U_m}{X_L}$$

В отличие от электрического сопротивления проводника в цепи постоянного тока, индуктивное сопротивление не является постоянной величиной, характеризующей данную катушку. Оно прямо пропорционально частоте переменного тока.

КОНДЕНСАТОР В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА



- При изменениях напряжения на обкладках конденсатора по гармоническому закону:

$$u = U_m \cos \omega t$$

- Заряд на его обкладках изменяется по закону:

$$q = C \cdot u = CU_m \cos \omega t$$

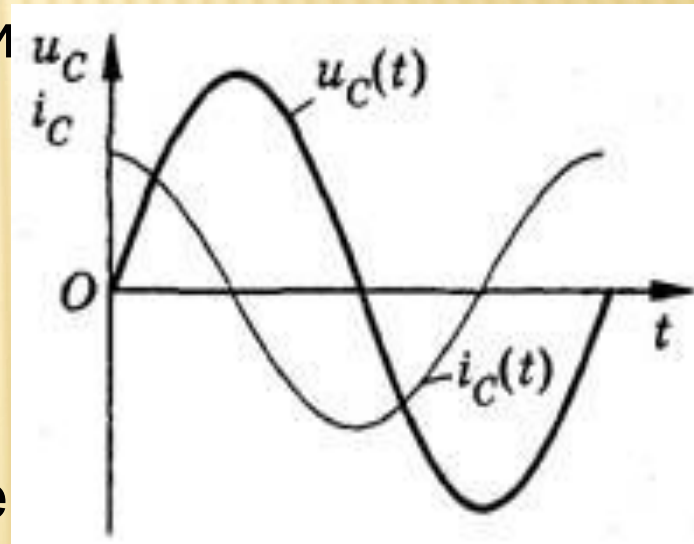
- Электрический ток в цепи возникает в результате изменения заряда конденсатора: $i = q'$

Поэтому колебания силы тока в цепи происходят по закону:

$$i = q' = (CU_m \cos \omega t) = -CU_m \omega \sin \omega t$$

$$i = I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}),$$

Следовательно, колебания напряжения на обкладках конденсатора в цепи переменного тока отстают по фазе от колебаний силы тока на $\pi/2$ (рис.). Это означает, что в момент, когда конденсатор начинает заряжаться, сила тока максимальна, а напряжение равно нулю.



-
- амплитуда колебаний силы тока $I_m = CU_m \omega$
 - Отношение амплитуды колебаний напряжения на конденсаторе к амплитуде колебаний силы тока называют **емкостным сопротивлением конденсатора**:

$$X_C = \frac{U_m}{I_m} = \frac{1}{\omega C}$$

- Емкостное сопротивление конденсатора, как и индуктивное сопротивление катушки, не является постоянной величиной. Оно обратно пропорционально частоте переменного тока.
- закона Ома для участка цепи: $I_m = \frac{U_m}{X_C}$