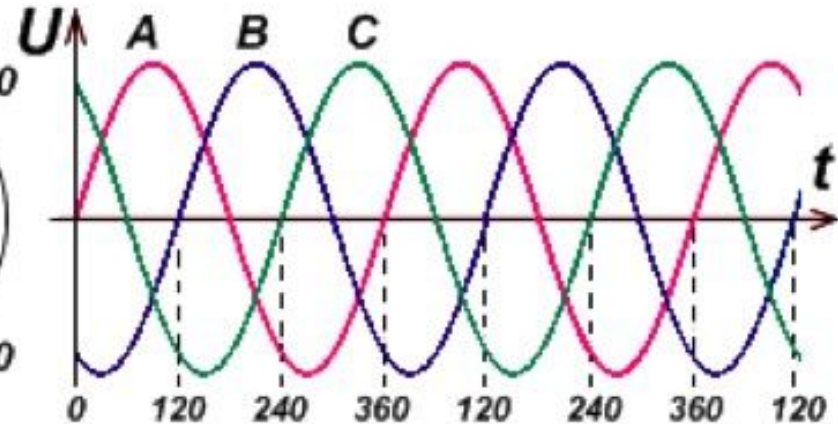
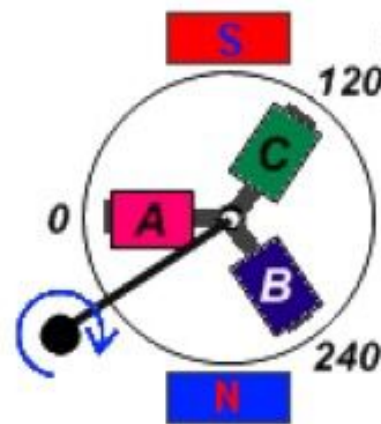
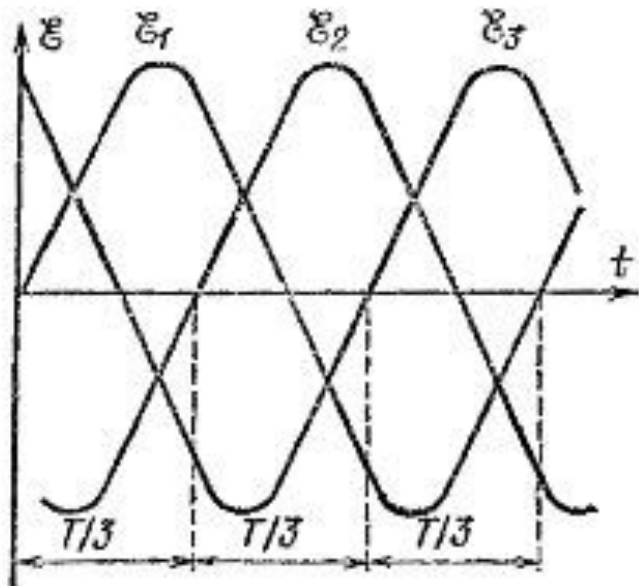


# Трёхфазный ток

Трёхфазной системой электрических цепей называют систему, состоящую из трех цепей, в которых действуют переменные, ЭДС одной и той же частоты, сдвинутые по фазе друг относительно друга на  $1/3$  периода ( $\varphi = 2\pi/3$ ). Каждую отдельную цепь такой системы коротко называют ее фазой, а систему трех сдвинутых по фазе переменных токов в таких цепях называют просто трёхфазным током.



# Кем открыт трёхфазный

В настоящее время во всём мире получила широчайшее распространение так называемая трехфазная система переменного тока, изобретённая и разработанная в 1888 г. русским электротехником Доливо-Добровольским. Он первым сконструировал и построил трехфазный генератор, трехфазный асинхронный электродвигатель и трехфазную линию электропередачи. Эта система обеспечивает наиболее выгодные условия передачи электрической энергии по проводам и позволяет построить простые по устройству и удобные в работе электродвигатели.

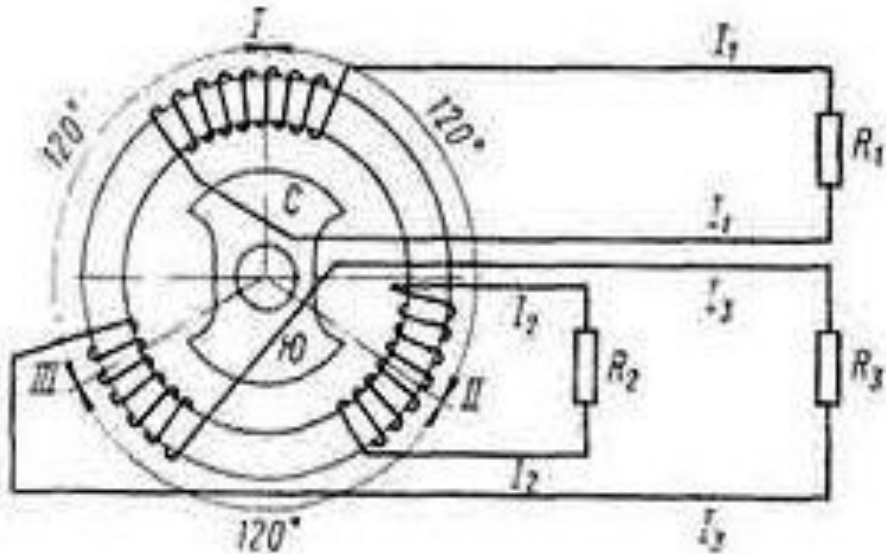


Рис. 1 Схема электрического генератора трехфазного тока



Почти все генераторы, установленные на наших электростанциях, являются **генераторами трехфазного тока**. По существу, каждый такой генератор представляет собой соединение в одной электрической машине трех генераторов переменного тока, сконструированных таким образом, что индуцированные в них **ЭДС** сдвинуты друг относительно друга на одну треть периода, как это показано на рис. 1.

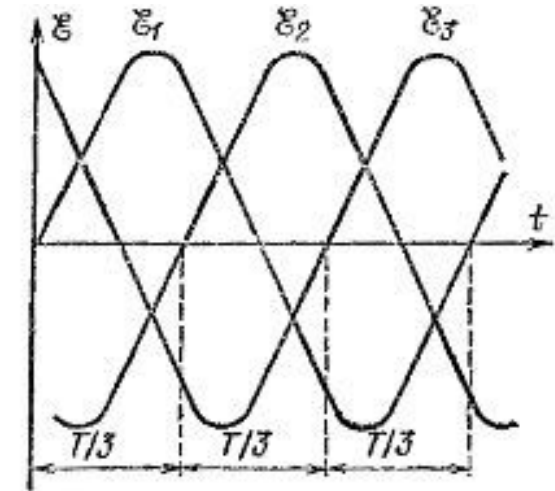


Рис. 1. Графики зависимости от времени ЭДС, индуцированных в обмотках якоря генератора трехфазного тока. Как осуществляется подобный генератор легко понять из схемы на рис. 2.

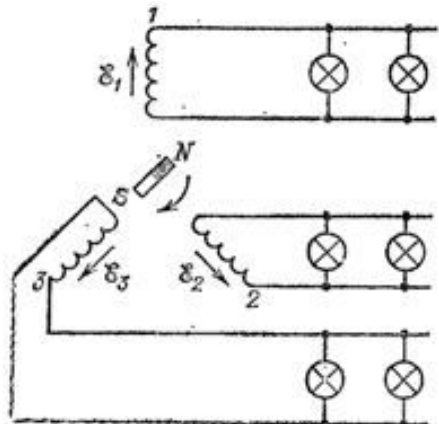


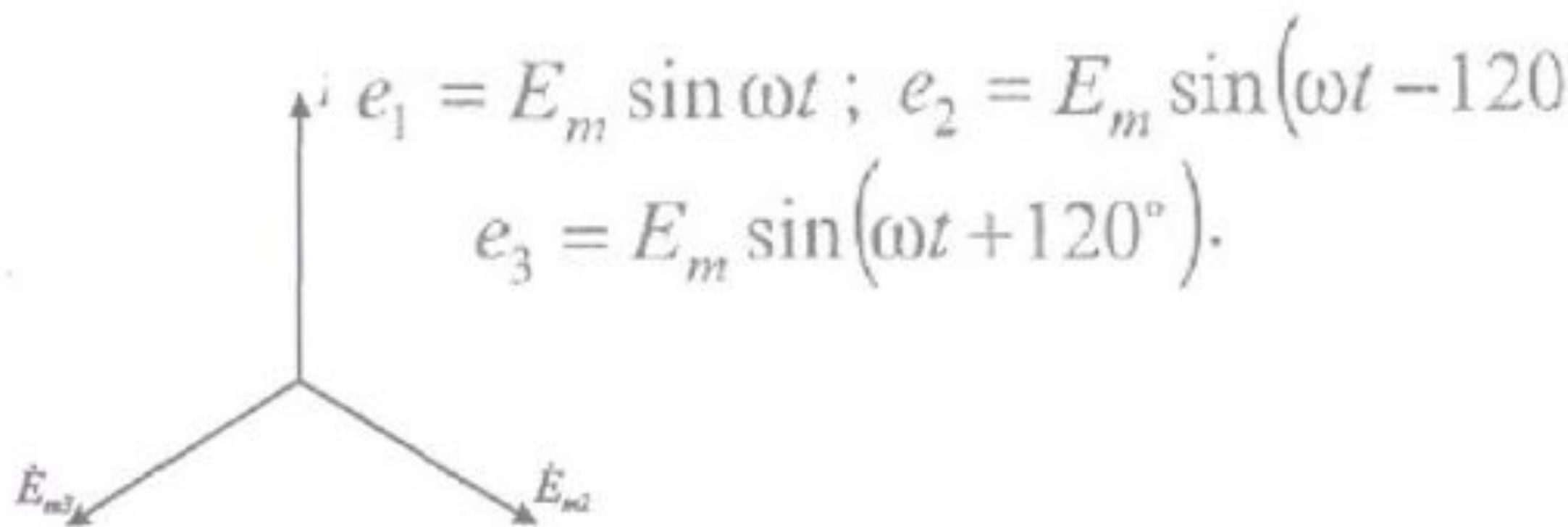
Рис. 2. Три пары независимых проводов, присоединенных к трем якорям генератора трехфазного тока, питают осветительную сеть

## Симметричная система ЭДС

- Источниками электрической энергии в трехфазных цепях являются трехфазные генераторы, создающие симметричную систему ЭДС:

$$e_1 = E_m \sin \omega t ; e_2 = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) ;$$
$$e_3 = E_m \sin(\omega t + 120^\circ) .$$

# Векторная диаграмма ЭДС трехфазного генератора





## Комплексные амплитуды ЭДС фаз генератора

---

$$\dot{E}_A = E; \quad \dot{E}_B = Ee^{-j\frac{2\pi}{3}}; \quad \dot{E}_C = Ee^{-j\frac{4\pi}{3}} = Ee^{j\frac{2\pi}{3}}.$$

$$\dot{E}_A + \dot{E}_B + \dot{E}_C = 0; \quad e_A + e_B + e_C = 0.$$

# Фазные и линейные напряжения симметричного трехфазного генератора

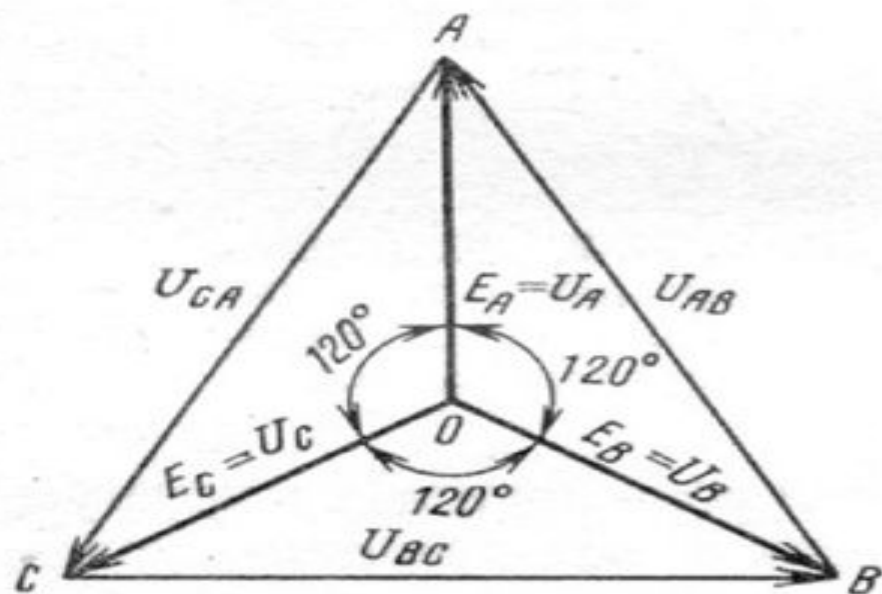


Рис. 14-5. Фазные и линейные напряжения симметричного трехфазного генератора.

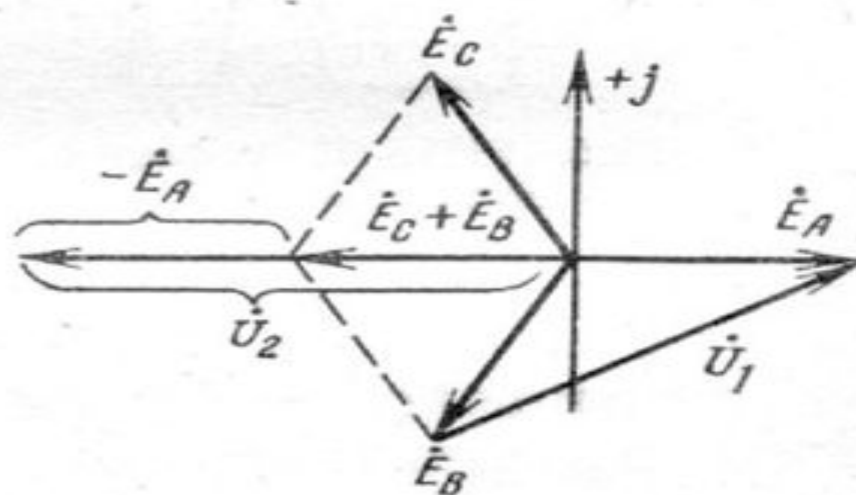


Рис. 14-6. Векторная диаграмма цепи рис. 14-1.

# Соединение обмоток генератора звездой и треугольником

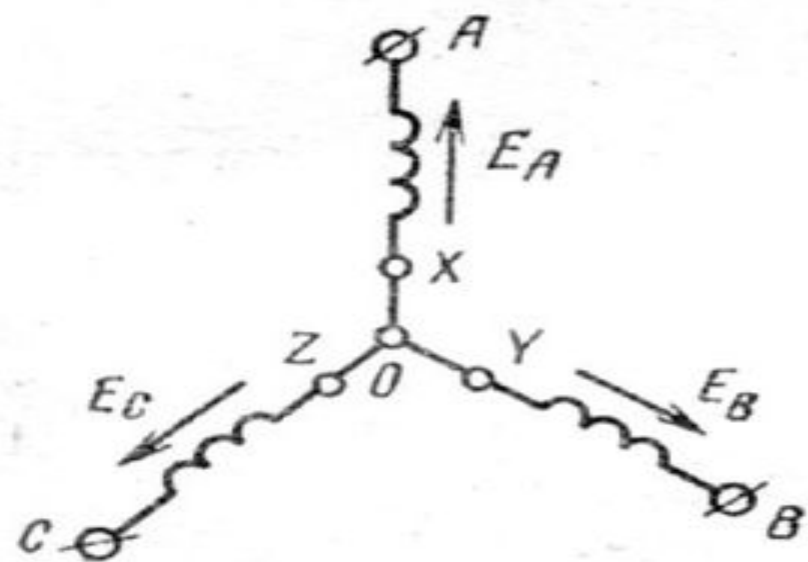


Рис. 14-3. Соединение обмоток генератора звездой.

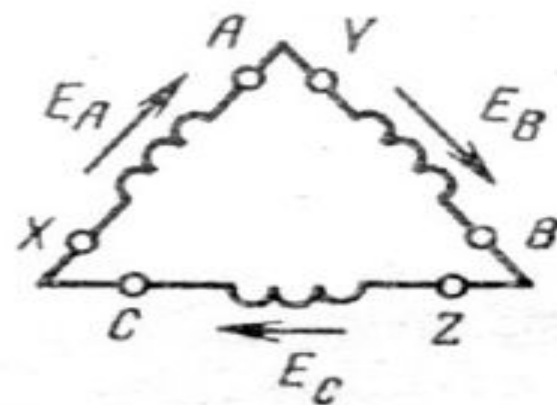
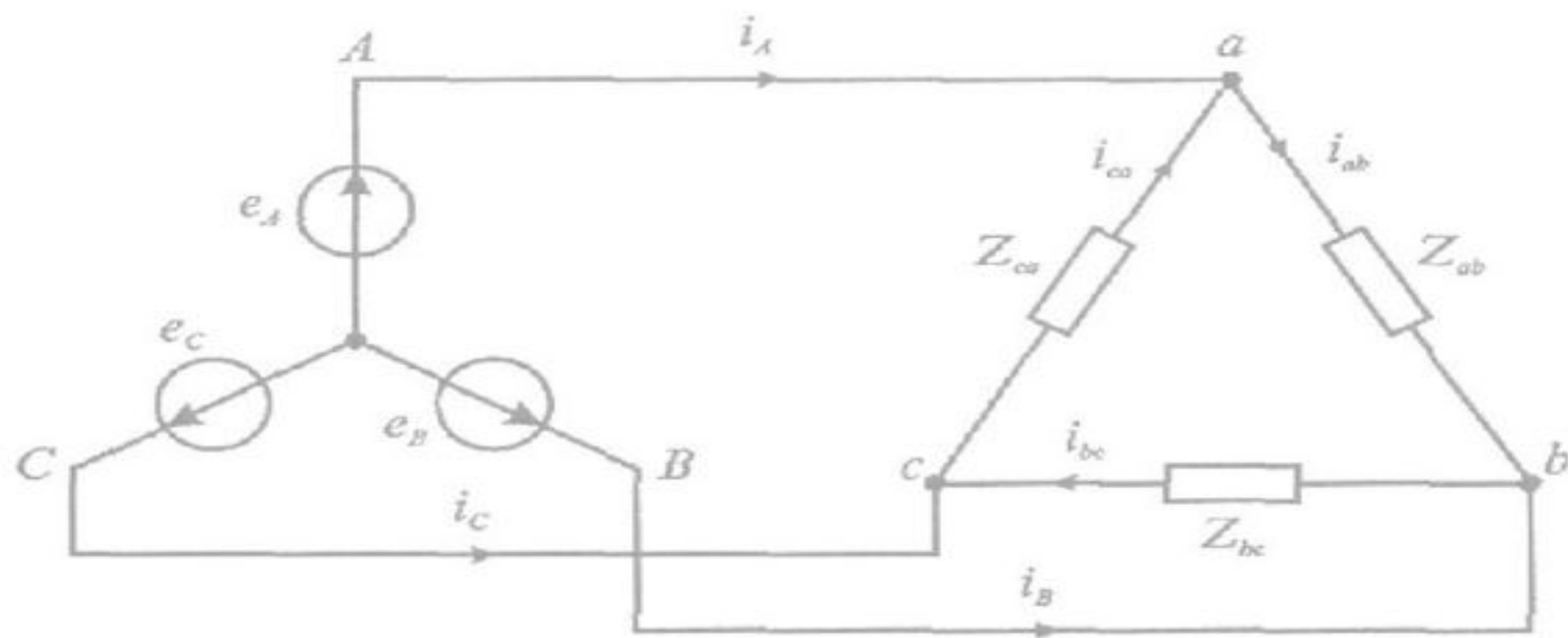


Рис. 14-4. Соединение обмоток генератора треугольником.



# Трёхфазная цепь при соединении генератора и нагрузки по схеме «звезда—треугольник»

«звезда—треугольник»



## Соединение генератора с нагрузкой

---

- Трехфазный генератор соединяется с нагрузкой четырьмя линейными проводами либо тремя.
- Общие точки генератора  $O$  и потребителя  $O'$  называют нулевыми (нейтральными).
- Провод  $OO'$  — нулевой ( $O$ ) или нейтральный ( $N$ ) провод.

## Фазные и линейные напряжения

---

- *Напряжения между зажимами фаз и нейтральными точками, а также токи в фазах генератора и потребителя называются фазными.*
- *Напряжения между линейными проводами и токи в этих проводах называют линейными.*

## Фазные и линейные напряжения

---

- *В симметричной трехфазной цепи при соединении фаз звездой действующие фазные и линейные токи равны друг другу.*
- *Напряжения отличаются друг от друга в  $\sqrt{3}$  раз.*

Трёхфазная цепь при соединении генератора и нагрузки по схеме

«звезда— звезда»

$$I_{\Phi} = I_{Л},$$

$$I_A + I_B + I_C = 0,$$

$$U_A = U_B = U_C = U_{\Phi}; \quad U_{AB} = U_{BC} = U_{CA} = U_{Л}.$$



## Соотношения между фазными и линейными величинами при нагрузке «треугольник»

- В симметричной трехфазной цепи при соединении фаз нагрузки треугольником фазные и линейные напряжения равны друг другу, а линейный ток в  $\sqrt{3}$  раз больше фазного.

$$U_L = U_\Phi$$

$$\frac{1}{2} I_L = I_\Phi \sin 60^\circ \quad \text{или} \quad I_L = \sqrt{3} I_\Phi.$$

# **Трехфазные электрические цепи**

**Мощность трехфазной цепи**

# Активная мощность трехфазной цепи

- Активная мощность трехфазной цепи равна сумме активных мощностей фаз:

$$P = P_A + P_B + P_C = \\ = U_A I_A \cos \varphi_A + U_B I_B \cos \varphi_B + U_C I_C \cos \varphi_C,$$

## Активная мощность в симметричной трехфазной цепи

$$P = 3P_{\phi} = 3U_{\phi}I_{\phi} \cos \varphi_{\phi}.$$

$$P = \sqrt{3}U_{л}I_{л} \cos \varphi_{\phi},$$

## Реактивная мощность трехфазной цепи

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C = U_A I_A \sin \varphi_A + U_B I_B \sin \varphi_B + U_C I_C \sin \varphi_C$$

- В симметричной трехфазной цепи суммарная реактивная мощность равна утроенной реактивной мощности одной фазы:

$$Q = 3Q_\phi = 3U_\phi I_\phi \sin \varphi_\phi = \sqrt{3}U_L I_L \sin \varphi_L$$



## Полная мощность трехфазной цепи

- $S = 3U_{\phi}I_{\phi} = \sqrt{3}U_{л}I_{л}$ .
- Мгновенная мощность трехфазной цепи равна сумме мгновенных мощностей фаз; в симметричной трехфазной цепи она постоянна, равна активной мощности, а сама цепь называется уравновешенной.

**Над презентацией работал Кузнецов  
Константин**

**Спасибо за внимание !**