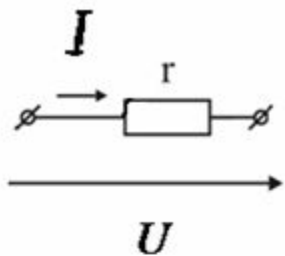
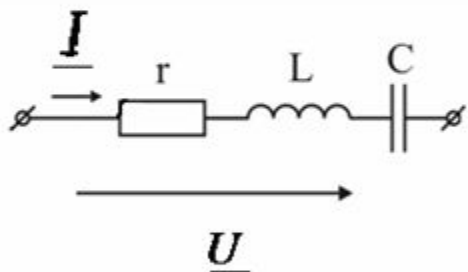


## 2.7 Комплексная, полная, активная и реактивная мощности



$P = rI^2 = (rI)I = UI, \text{ Вт}$  - тепловые потери в резисторе - Закон

Джоуля-Ленца



$$\underline{Z} = r + jX_L - jX_C = r + j(X_L - X_C) = r + jX$$

-комплексное сопротивление

$$(\underline{Z} = Ze^{j\varphi} \quad Z = \sqrt{r^2 + X^2} = \sqrt{r^2 + (X_L - X_C)^2} )$$

## Комплексная мощность

$$\begin{aligned}\tilde{S} &= \underline{Z}I^2 = (r + jX_L - jX_C)I^2 = \\ &= rI^2 + jX_L I^2 - jX_C I^2 = P + jQ_L - jQ_C \text{ ,ВА}\end{aligned}$$

где  $P = rI^2$ , Вт - активная мощность;

$Q_L = X_L I^2$ , Вар - индуктивная мощность;

$Q_C = X_C I^2$ , Вар - емкостная мощность;

Комплексная мощность

$\tilde{S} = \underline{Z}I^2 = (r + jX)I^2 = rI^2 + jXI^2 = P + jQ$  ,ВА, произведение комплексного сопротивления и квадрата действующего тока цепи;

где

$$X = X_L - X_C \Rightarrow Q = Q_L - Q_C, \text{ вар -}$$

реактивная мощность.

$$\begin{aligned} \tilde{S} &= Z e^{j\varphi} * I * I = Z * I * I e^{j(\psi_u - \psi_i)} = U e^{j\psi_u} * I e^{-j\psi_i} = \\ &= \underline{U} * I^* \end{aligned}$$

- произведение комплексного напряжения на сопряженный комплекс тока цепи,

где  $I^* = I e^{-j\psi_i}$  -- сопряженный комплексной величине комплексному току на знак угла противоположный (например,

$$\underline{I} = 5e^{-j60^\circ} \text{ A, то } I^* = 5e^{j60^\circ} \text{ A}$$

$$\tilde{S} = \underline{U} \underline{I}^* = \underline{E} \underline{I}^* = P + jQ = S e^{j\varphi} = S \angle \varphi, \text{ ВА},$$

$$\text{где } S = \sqrt{P^2 + Q^2} = UI = ZI^2 = \sqrt{r^2 + x^2} I^2, \text{ ВА-}$$

полная мощность (модуль комплексной мощности) - произведение действующих значений напряжения и тока цепи.

$\varphi = \operatorname{arctg} \frac{Q}{P} = \operatorname{arctg} \frac{x}{r}$  - угол сдвига фаз между напряжением и током цепи, определяющий характер цепи.

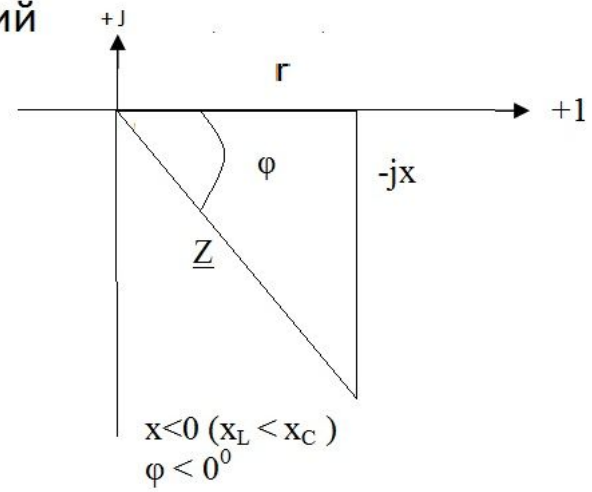
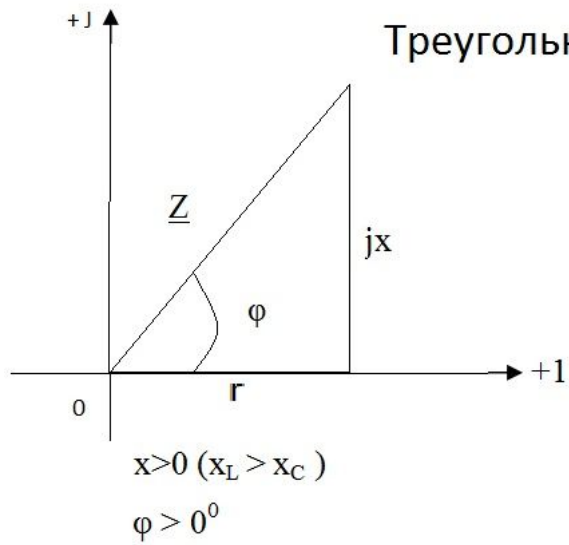
На следующем слайде приведены треугольники мощностей, подобные треугольникам сопротивления (см. §2.5), так как

$$P = r I^2, \text{ Вт} - \text{ активная мощность; } P = S \cos \varphi; r = z \cos \varphi;$$

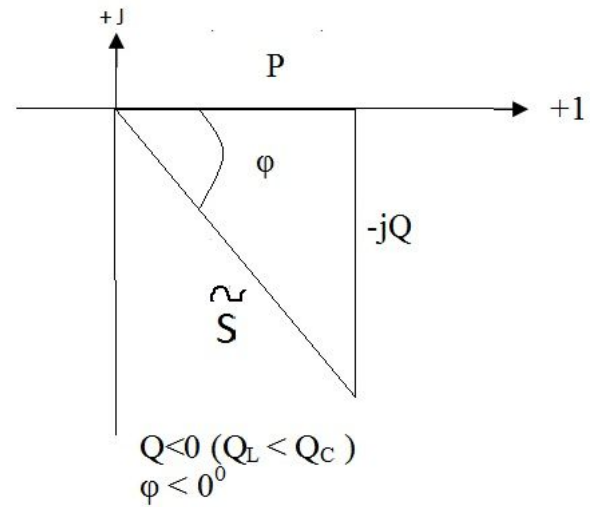
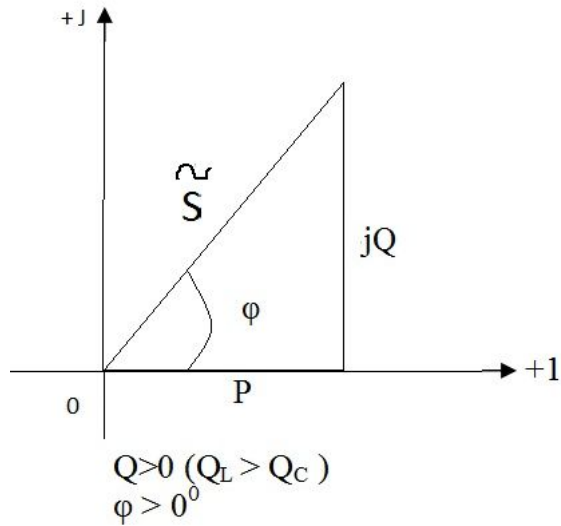
$$Q = x I^2, \text{ вар} - \text{ реактивная мощность; } Q = S \sin \varphi; x = z \sin \varphi;$$

$$S = z I^2, \text{ ВА} - \text{ полная мощность; } S = \sqrt{P^2 + Q^2}; z = \sqrt{r^2 + x^2}$$

### Треугольники сопротивлений



### Треугольники мощностей



Активная мощность

6

$$P = rI^2 = rI * I = U_r I = S \cos \varphi = UI \cos \varphi, \text{ Вт};$$

Реактивная мощность

$$Q_L = X_L I^2 = X_L I * I = U_L I, \text{ Вар}$$

$$Q_C = X_C I^2 = X_C I * I = U_C I, \text{ Вар}$$

$$Q = Q_L - Q_C = X_L I^2 - X_C I^2 = S \sin \varphi = UI \sin \varphi, \text{ Вар}$$

## Контрольные вопросы

- 1 Что такое активная мощность, каким элементом цепи она потребляется?
- 2 Привести формулы расчета активной мощности.
- 3 По какой формуле рассчитывается реактивная мощность конденсатора?
- 4 По какой формуле рассчитывается реактивная мощность индуктивности?
- 5 Привести формулы расчета реактивной мощности.
- 6 Написать формулы расчета комплексной мощности.
- 7 Написать формулы расчета полной мощности.
- 8 Что такое сопряженный комплекс тока?
- 9 Объяснить различия в треугольниках мощностей.
- 10 Что такое компенсация реактивной мощности?