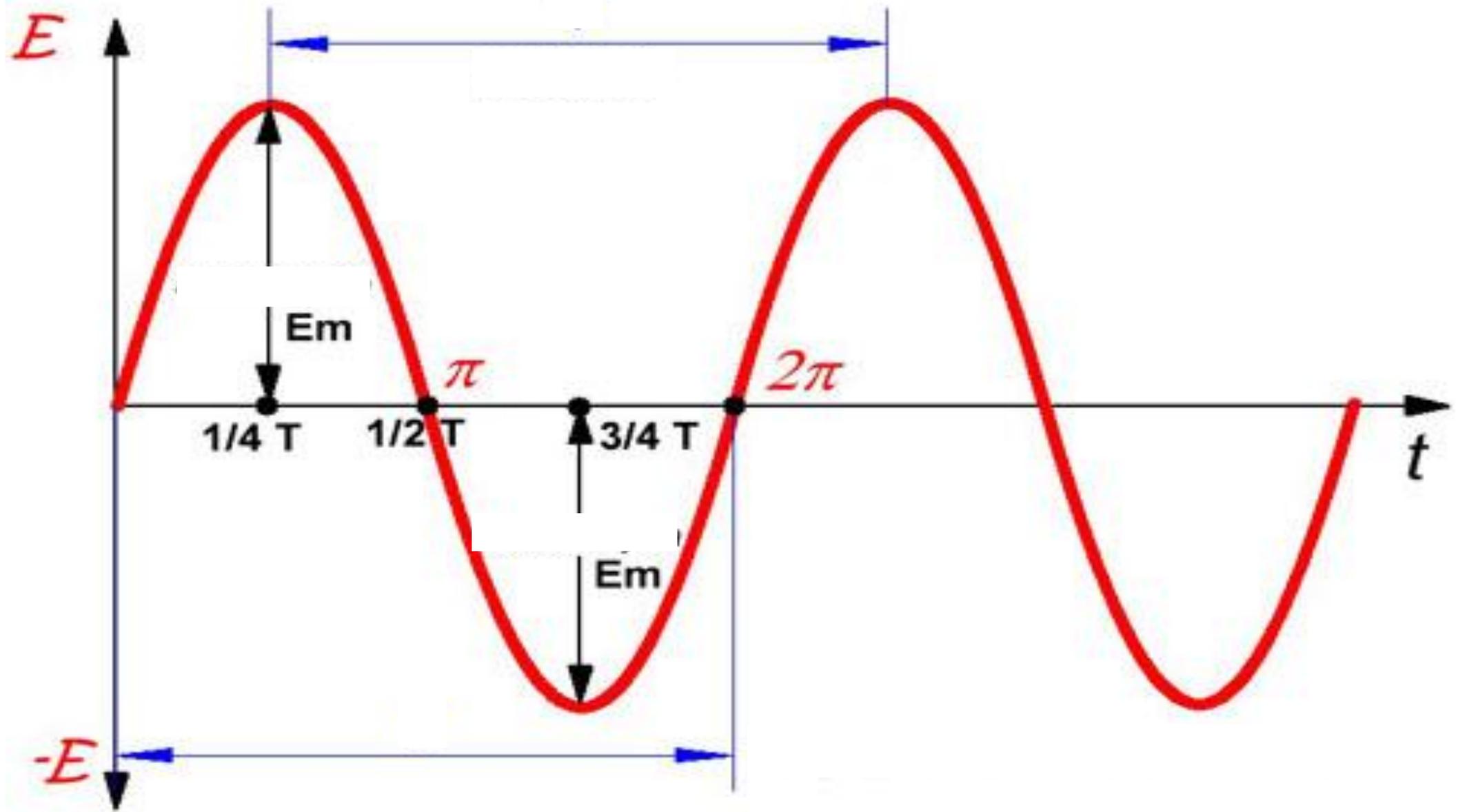


# Тема урока

**Мощность электрического тока.  
Резонансы напряжений и токов в  
электрических цепях**

# Сегодня на уроке

- повторить, обобщить и систематизировать знания по изученному материалу темы «синусоидальный ток»
- Изучить полную, реактивную и активную мощности. Резонанс напряжений. Резонанс токов



**Период и амплитуда синусоидального колебания**

период колебания переменного тока

**Частота колебаний переменного тока**

**Математическая связь между  
периодом и частотой**

**Переменным током** называется

**Значения переменного напряжения и силы тока, получаемые делением амплитудных значений на квадратный корень из 2, называются**

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Рамка, имеющая 100 витков, вращается с частотой 15 Гц в однородном магнитном поле индукцией 0,2 Тл. Чему равна площадь рамки, если ампли-тудное значение возникающей в ней ЭДС 45 В?





**ДАНО:**

$$N=100$$

шт

$$f=15 \text{ Гц}$$

$$B=0,2 \text{ Тл}$$

$$\varepsilon_m = 45 \text{ В}$$

$S$  - ?

**РЕШЕНИЕ:**

$$\varepsilon_m = BS \omega$$

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi f$$

$$\varepsilon_m = BS 2\pi f \text{ (1 ВИТОК)}$$

$$\varepsilon_{mn} = BSN 2\pi f$$

$$S = \varepsilon_{mn} / (BN 2\pi f)$$

**ОТВЕТ:**  $S = 0,024$

$\text{м}^2$

**ВЫЧИСЛЕН**

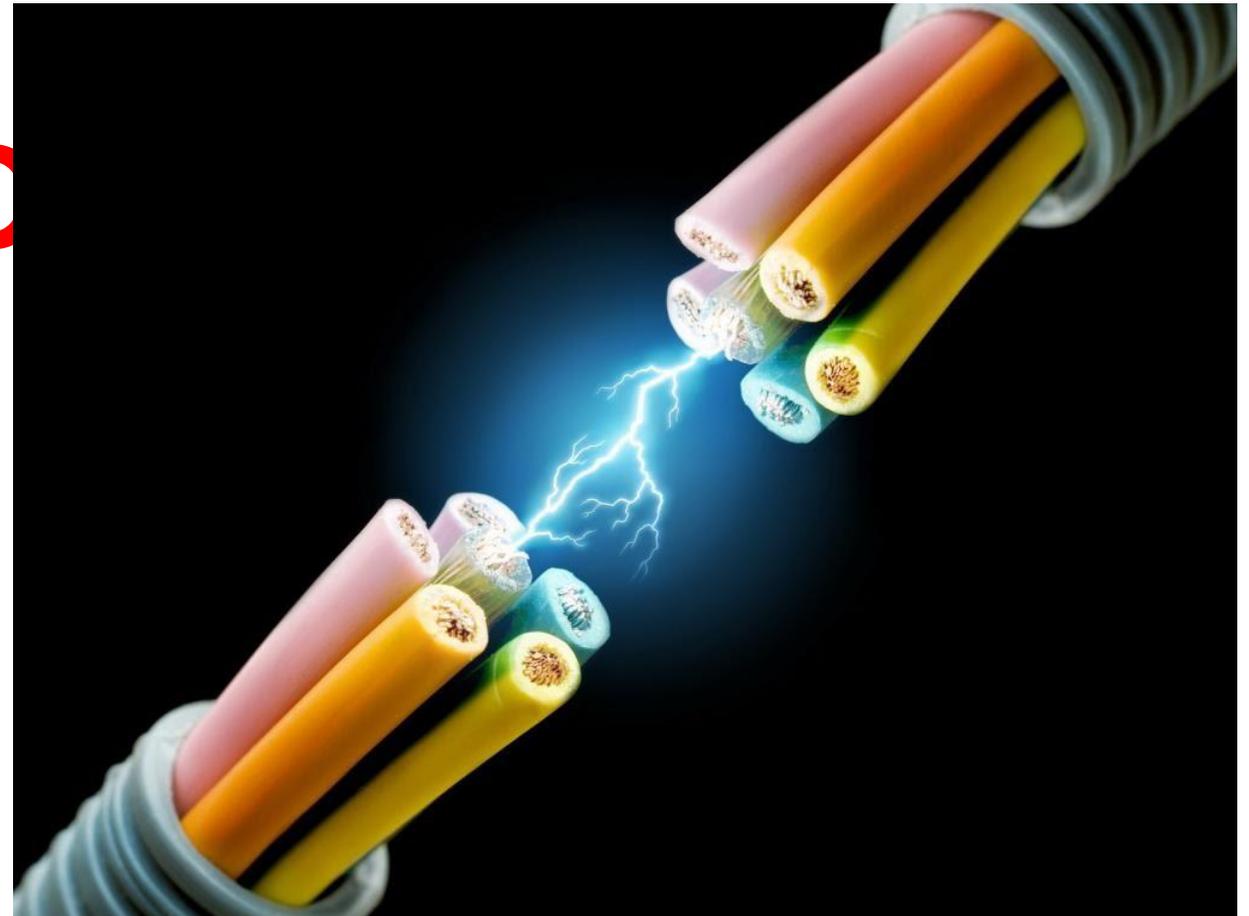
$$S = \frac{45}{0,2 \cdot 100 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 15} = 0,024 \text{ м}^2$$

**РАЗМЕРНОС**

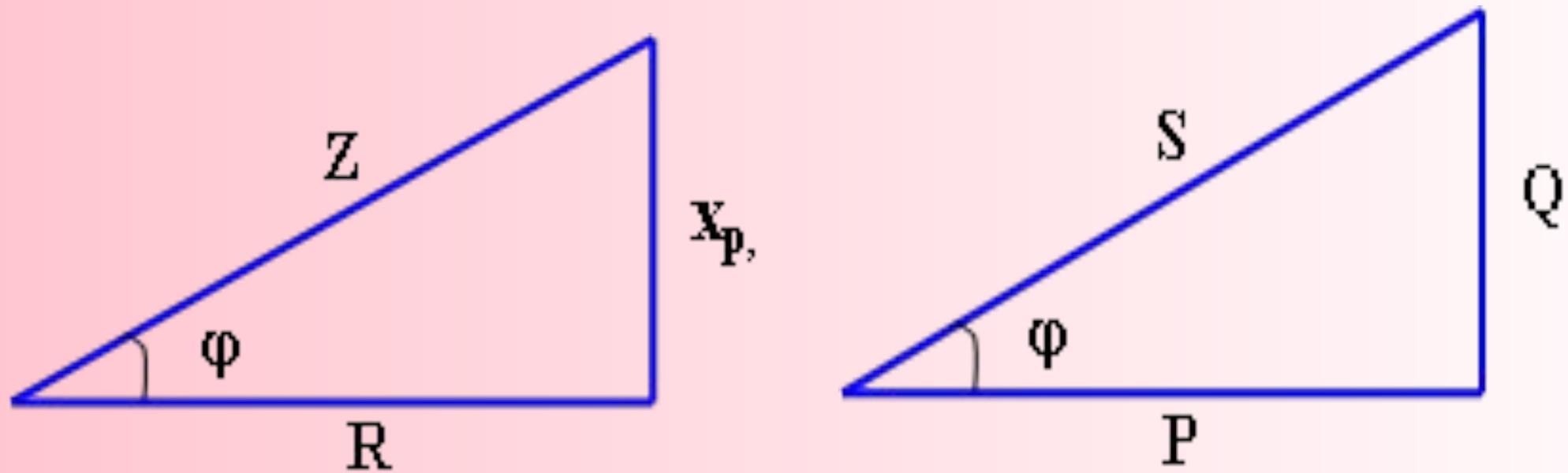
$$[S] = \left[ \frac{\text{В}}{\text{Тл} \cdot \text{Гц}} = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{Кл}}}{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \frac{1}{\text{с}}} = \frac{\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{А} \cdot \text{с}}}{\frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}} \cdot \frac{1}{\text{с}}} = \text{м}^2 \right]$$

# ИЗЛОЖЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА

## МОЩНОСТЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

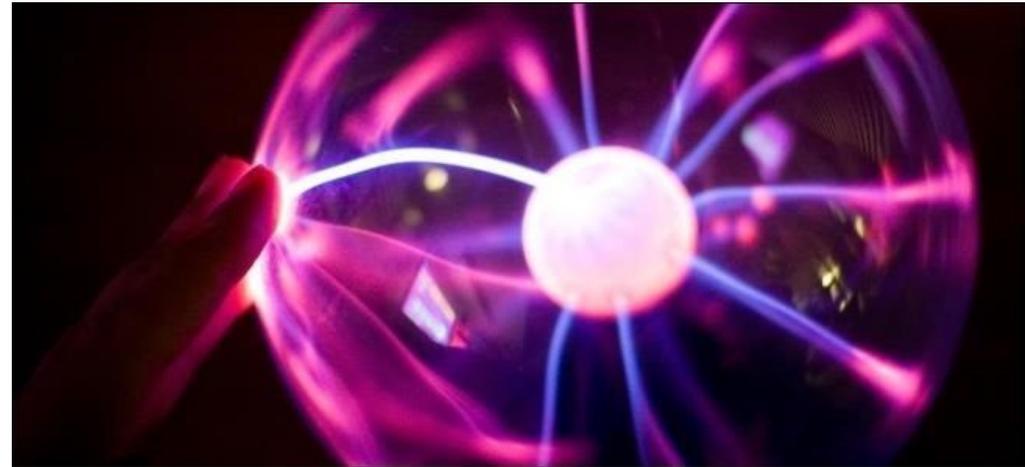


## *Треугольники сопротивлений и мощностей*



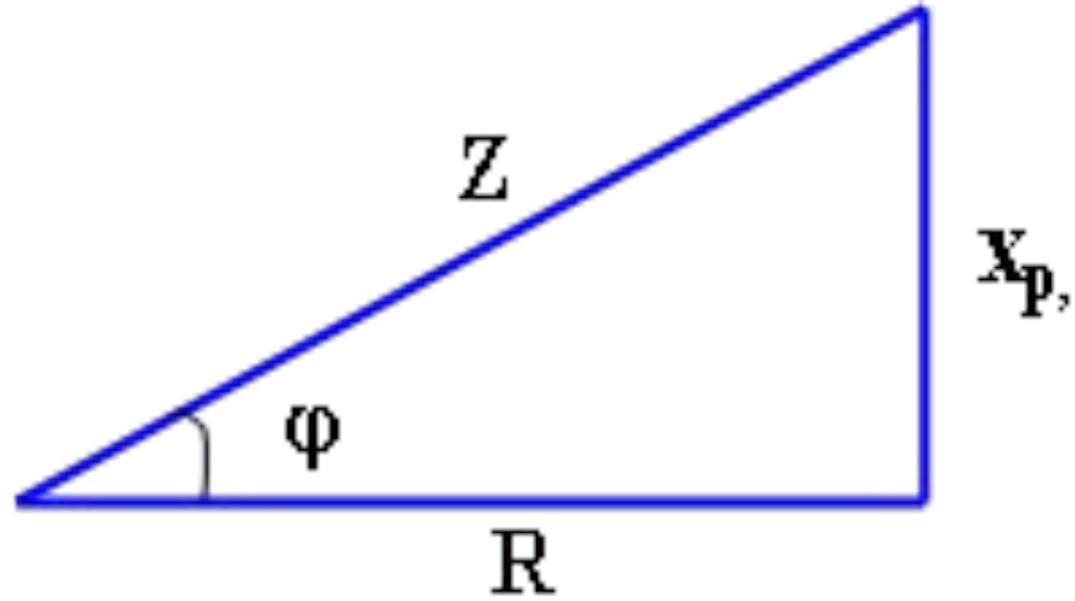
Ранее при рассмотрении векторных диаграмм было установлено, что полное сопротивление цепи  $Z$ , реактивное сопротивление  $x_p$ , активное сопротивление  $R$  и сдвиг фаз между током и напряжением  $\phi$  связаны треугольником сопротивлений, где гипотенуза выражает полное сопротивление цепи

$$Z = \sqrt{R^2 + x_p^2}$$
$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{C\omega}\right)^2}$$



Из треугольника сопротивлений имеем:

$$\cos \varphi = \frac{R}{Z}$$



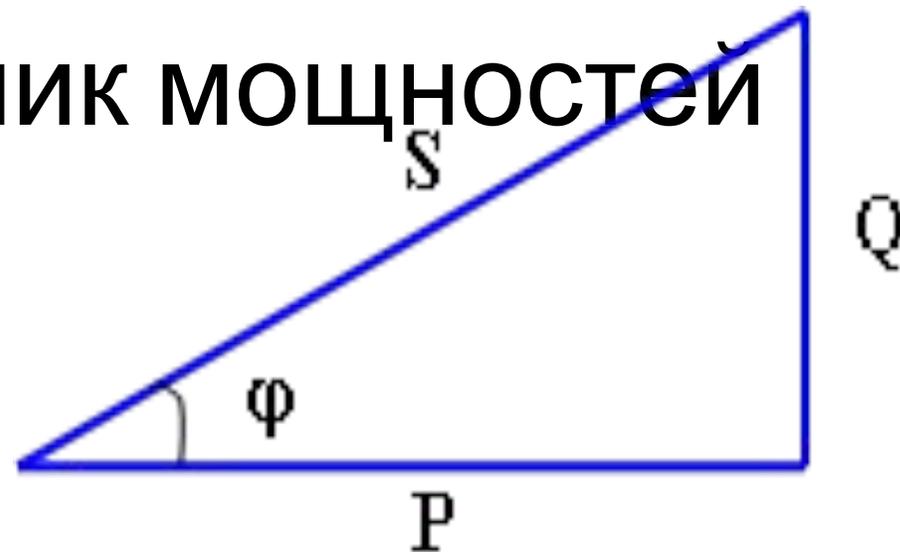
# Рассмотрим треугольник мощностей

Здесь

$S$  — полная мощность

$Q$  — реактивная мощность

$P$  — активная мощность



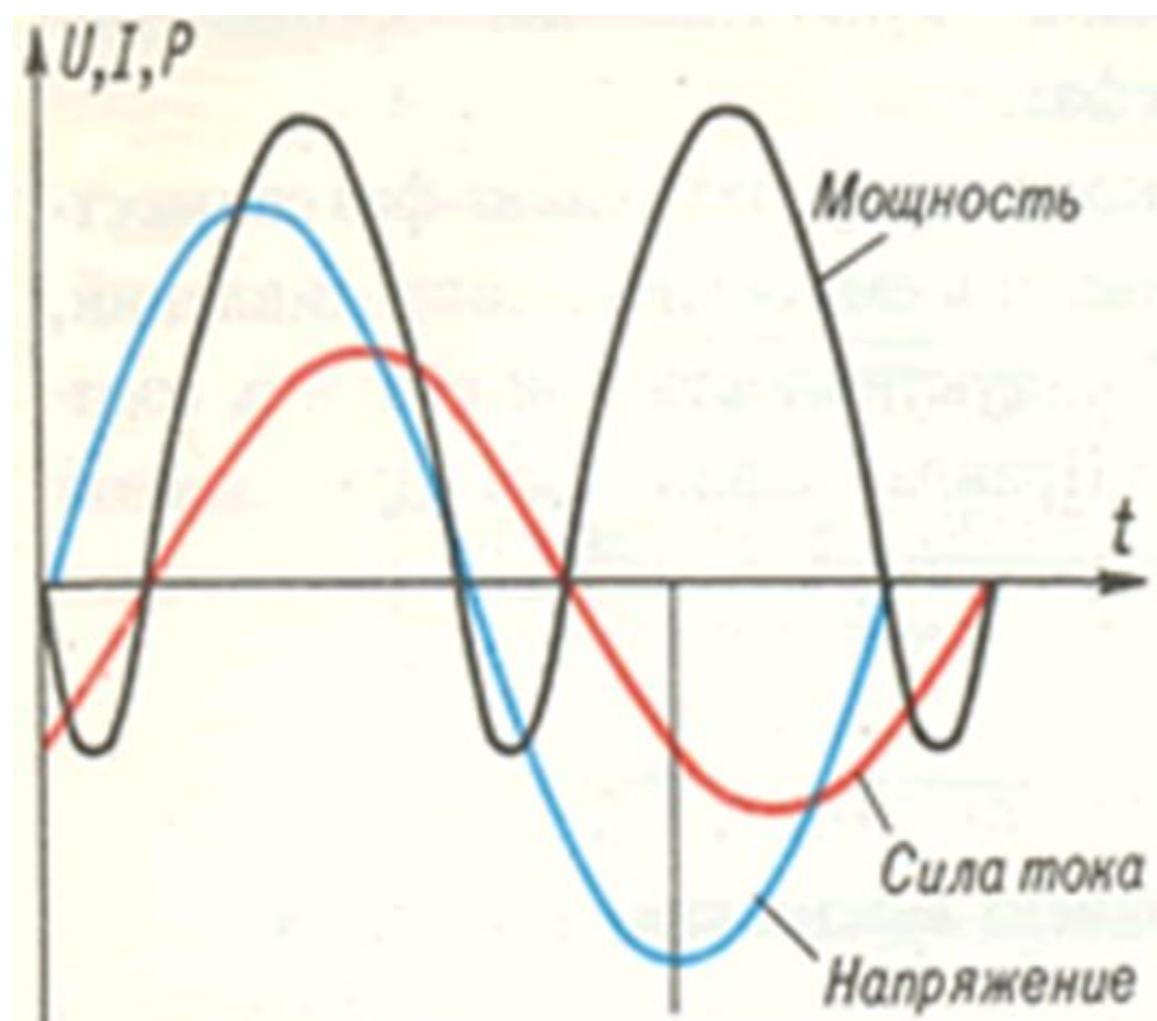
$$S = IU = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$Q = S \sin \varphi = IU \sin \varphi;$$

$$P = S \cos \varphi = IU \cos \varphi$$



Кривая мощности при нулевом сдвиге фаз



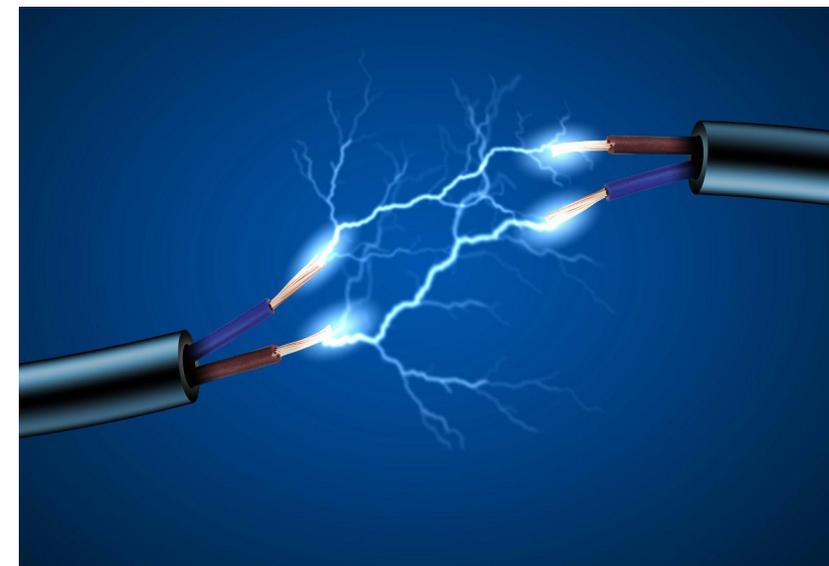
Кривая мощности при  
сдвиге фаз

Отрицательная мощность объясняется тем, что потребитель тока "возвращает обратно" мощность источнику. Эту мощность называют реактивной

Реактивная мощность характеризуется обменом энергией между потребителем и источником. Внешне эта энергия не проявляется, но ухудшает полезное действие тока.

Реактивная мощность возникает за счет включенных в электрическую цепь катушек индуктивности и конденсаторов.

Ее измеряют в *вольт-амперах реактивных (вар)*



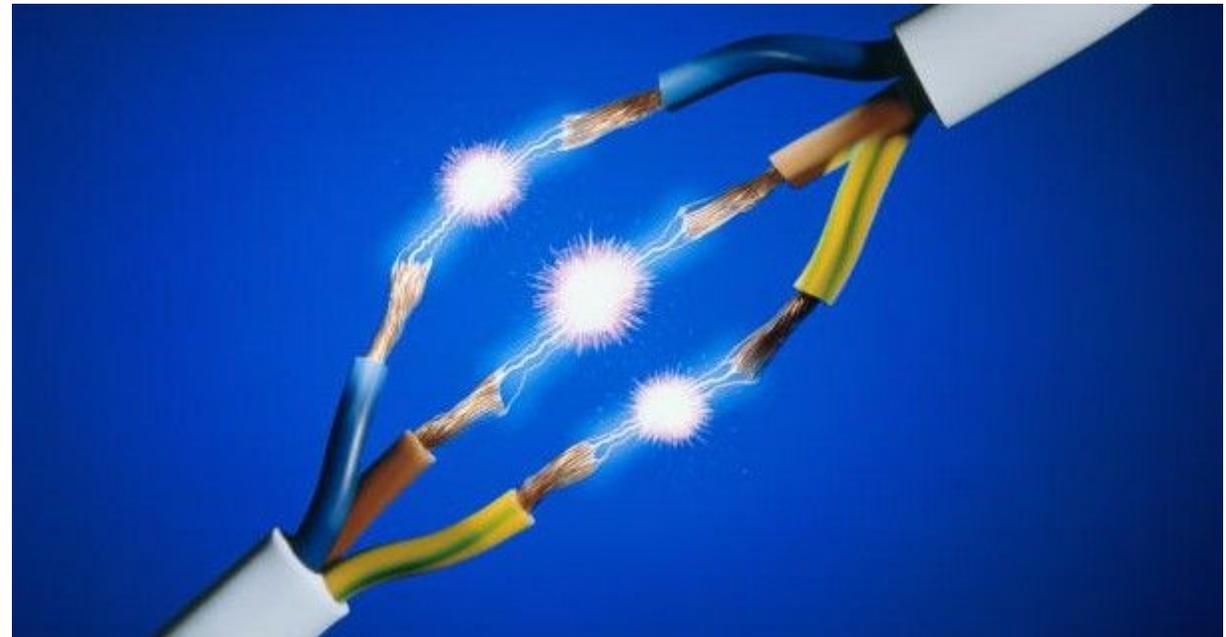
Полная мощность  $S$  содержит в себе как активную, так и реактивную составляющие - это мощность, которая потребляется от источника электроэнергии. При  $P = 0$  вся полная мощность становится реактивной, а при  $Q = 0$  - активной. Следовательно, составляющие полной мощности определяются характером нагрузки. Полная мощность измеряется в вольт-амперах (ВА). Эта величина указывается на табличках приборов переменного тока. Это те значения, которые нам показывают амперметр и вольтметр.

Активная мощность  $P$  связана с той электрической энергией, которая может быть преобразована в другие виды энергии - теплоту, механическую работу и т.д. Она измеряется в *ваттах* (Вт). Активная мощность зависит от тока, напряжения и  $\cos \varphi$ . При увеличении угла  $\varphi$  уменьшаются  $\cos \varphi$  и мощность  $P$ , а при уменьшении угла  $\varphi$  активная мощность  $P$  возрастает.



$\cos \varphi$  показывает, какая часть полной мощности теоретически может быть преобразована в другие виды энергии.

Величина  $\cos \varphi$  называется *коэффициентом мощности*.



# РЕЗОНАНСЫ НАПРЯЖЕНИЙ И ТОКОВ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ

Для увеличения  $\cos \varphi$  на практике часто используют резонанс токов и резонанс напряжений. Если в цепь с индуктивностью последовательно включить емкость и подобрать ее так, чтобы реактивное сопротивление емкости равнялось реактивному сопротивлению индуктивности ( $x_c = x_L$ ), то в цепи наступит резонанс напряжений и  $\cos \varphi$  станет равен 1. Этот способ называется *последовательной компенсацией*.

Если параллельно индуктивной нагрузке подключить конденсатор, подобранный таким образом, что его емкостное сопротивление равно индуктивному сопротивлению нагрузки, то в цепи наступит резонанс токов и  $\cos \varphi$  станет равен 1. Этот способ называется *параллельной компенсацией*.

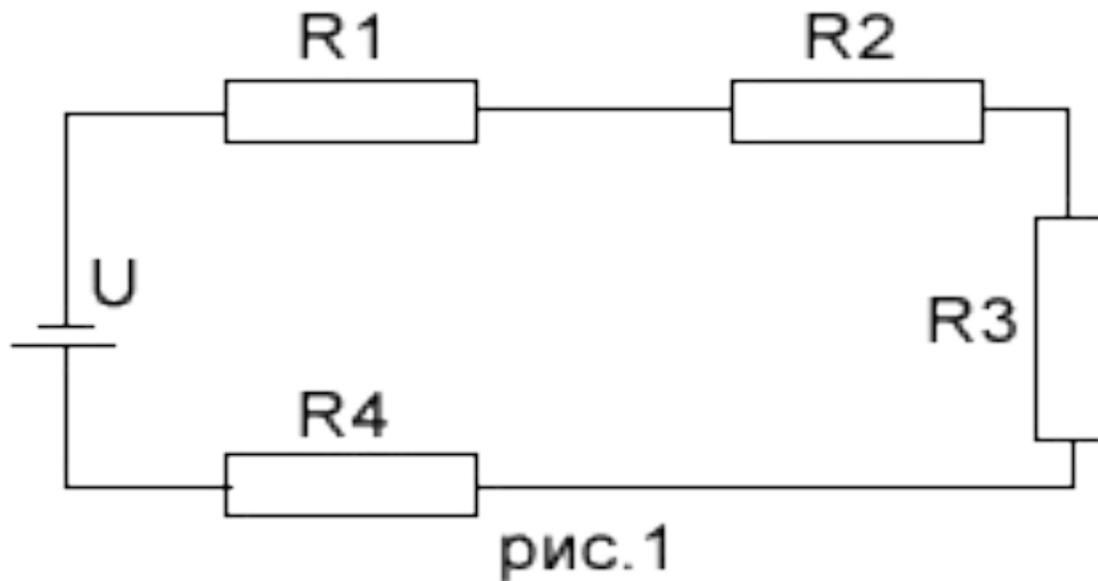
Напряжение, приложенное к цепи, равно напряжению на активном сопротивлении, а ток в цепи совпадает по фазе с напряжением. Этот случай называется *резонансом напряжений*.

Условием резонанса напряжений является равенство напряжений на индуктивности и емкости или равенство индуктивного и емкостного сопротивлений цепи:

$$L = X_C \quad \text{или} \quad \omega L = \frac{1}{\omega C}$$

# Решение задач

**Задача 1** Определить общее сопротивление электрической цепи, напряжение и мощность каждого проводника на рис.1 при  $R_1 = 10$  Ом,  $R_2 = 25$  Ом,  $R_3 = 15$  Ом и  $R_4 = 14$  Ом. Напряжение источника напряжения  $U = 16$  В. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



Решение: Данная электрическая цепь является цепью с последовательно включенными проводниками.

Общее сопротивление тогда рассчитывается по формуле

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4.$$

Получим  $R = 10 + 25 + 15 + 14 = 64$  Ома.

При последовательном включении ток одинаков во всей цепи и вычисляется как  $I = U:R$ . Имеем:

$I = 16:64 = 0,25$  Ампер. Тогда, согласно закона Ома для участка цепи напряжение на каждом из проводников составят:  $U_1 = I \times R_1$ ,  $U_2 = I \times R_2$ ,  $U_3 = I \times R_3$ ,  $U_4 = I \times R_4$ .

Вычисляем:  $U_1 = 0,25 \times 10 = 2,5$ В;  $U_2 = 0,25 \times 25 = 6,25$ В;  $U_3 = 0,25 \times 15 = 3,75$ В;  $U_4 = 0,25 \times 14 = 3,5$  В.

Проверяем:  $U = 2,5 + 6,25 + 3,75 + 3,5 = 16 \text{ В}$ .

Мощность каждого элемента рассчитывается по формуле  $P = U \times I$ .

Получим:  $P_1 = U_1 \times I = 2,5 \times 0,25 = 0,625 \text{ Вт}$ ;  $P_2 = U_2 \times I = 6,25 \times 0,25 = 1,5625 \text{ Вт}$ ;  $P_3 = U_3 \times I = 3,75 \times 0,25 = 0,9375 \text{ Вт}$ ;  $P_4 = U_4 \times I = 3,5 \times 0,25 = 0,875 \text{ Вт}$ .

Правильность решения можно проверить, рассчитав баланс системы.

Должно выполняться условие:  $U_1 * I + U_2 * I + U_3 * I + U_4 * I = U * I$ .

Проверяем:

$$0,625\text{Вт} + 1,5625\text{Вт} + 0,9375\text{Вт} + 0,875\text{Вт} = 64\text{В} * 0,25\text{А}.$$

Откуда  $4 = 4$ .

Все верно.

**ЗАДАЧА 2** В домашнюю розетку через удлинитель включены холодильник мощностью 300 Вт, стиральная машина мощностью 2,5 кВт и СВЧ-печь мощностью 1,5 кВт. Определить общий ток в цепи и ток каждого из потребителей.

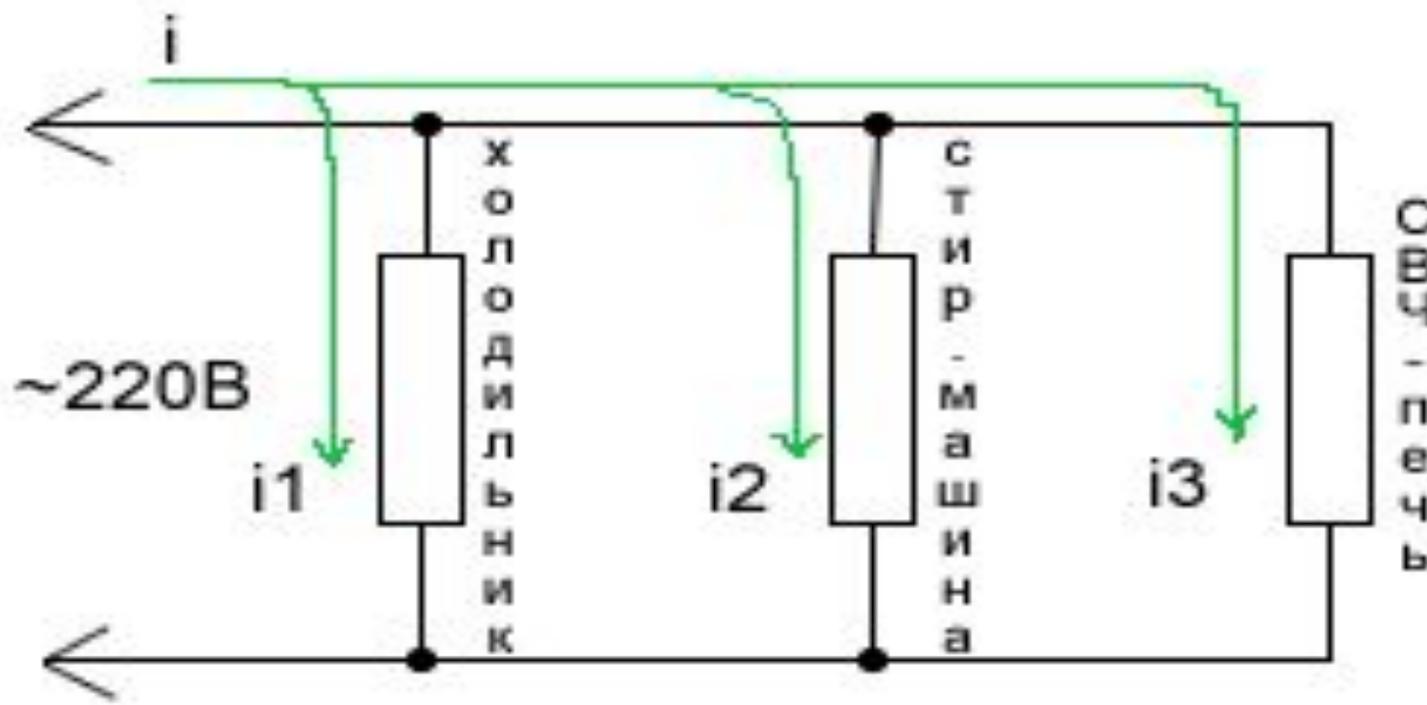
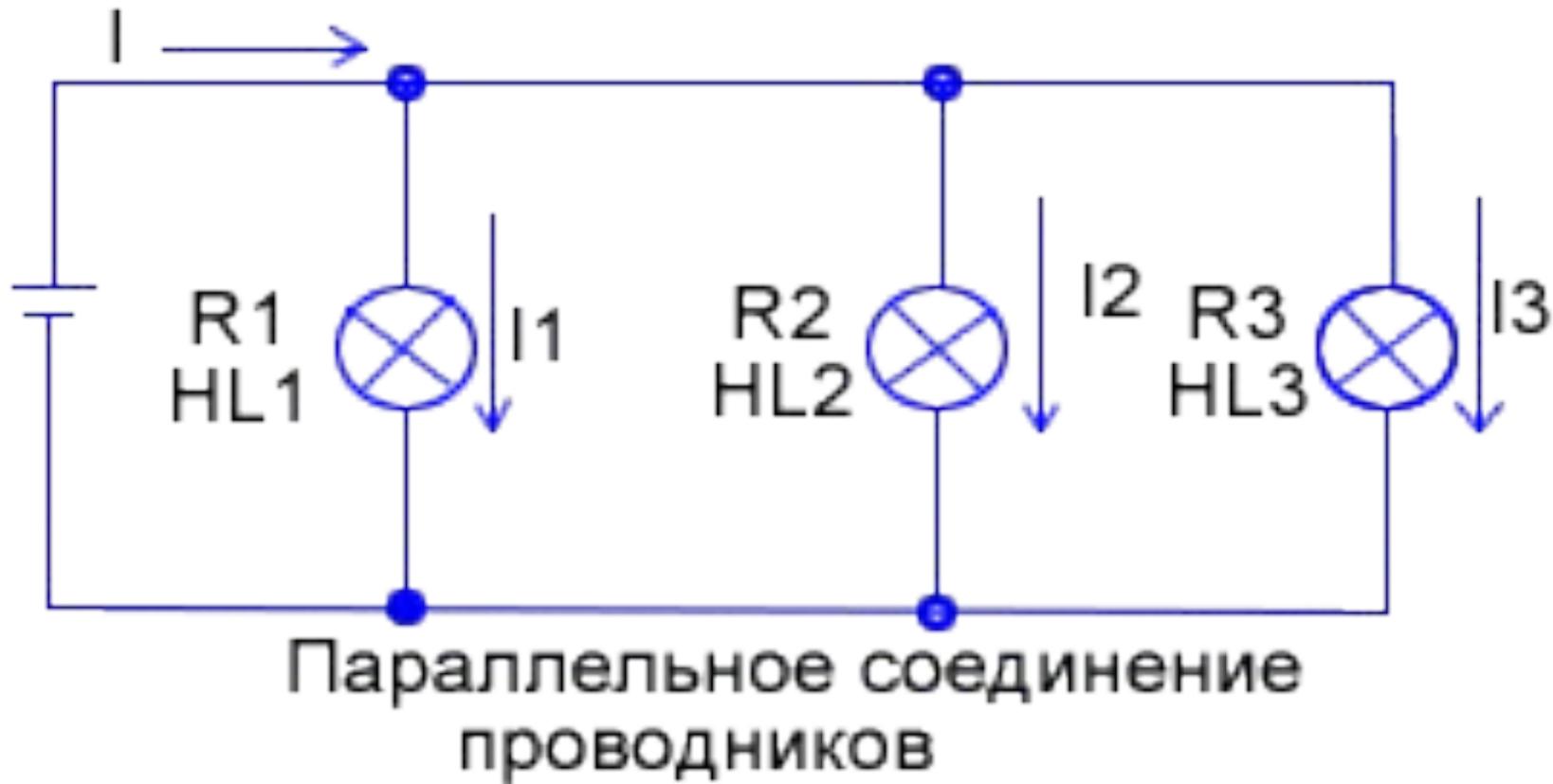


рис.2

Решение: Составим электрическую схему включения потребителей. Она будет представлять из себя параллельное включение проводников



Токи приборов вычислим из формулы определения мощности:

$P = U \cdot I$  откуда  $I = P/U$ .

Находим  $I_1 = P_{\text{хол}}/U = 300/220 = 1,36(\text{А})$ ;

$I_2 = P_{\text{ст.м}}/U = 2500/220 = 11,369(\text{А})$ ;

$I_3 = P_{\text{свч}}/U = 1500/220 = 6,81(\text{А})$ . Общий ток будет равен сумме всех ТОКОВ.

Находим:  $I = I_1 + I_2 + I_3 = 1,36 + 11,369 + 6,81 = 19,54$  (Ампер).

Правильность решения можно проверить, рассчитав баланс системы.

Из условия следует что общая мощность равна

$P = 300\text{Вт} + 2500\text{Вт} + 1500 = 4300\text{Вт} = 4,3\text{кВт}$ .

Также мощность равна произведению общего тока на напряжение и составит:  $P = U \cdot I = 220 \cdot 19,54 = 4300\text{Вт} = 4,3\text{кВт}$ .

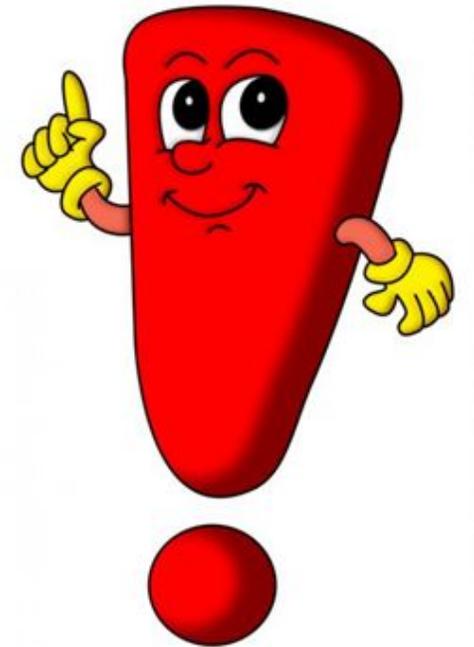
Все верно.

## Составьте соответствие

<b>1</b>	Какими видами мощности характеризуется переменный ток	<b>1</b>	<b>вар</b>
<b>2</b>	Формула по которой определяют реактивную мощность	<b>2</b>	<b>ВА</b>
<b>3</b>	Формула по которой определяют активную мощность	<b>3</b>	<b>Полная Реактивная Активная</b>
<b>4</b>	Единица измерения полной мощности	<b>4</b>	<b>Вт</b>
<b>5</b>	Единица измерения полной активной мощности	<b>5</b>	
<b>6</b>	Формула по которой определяют полную мощность	<b>6</b>	
<b>7</b>	Единица измерения реактивной мощности	<b>7</b>	

# ОТВЕТЫ

<i>1</i>	<i>3</i>
<i>2</i>	<i>7</i>
<i>3</i>	<i>6</i>
<i>4</i>	<i>2</i>
<i>5</i>	<i>4</i>
<i>6</i>	<i>5</i>
<i>7</i>	<i>1</i>



# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

УЧЕБНИК Синдеев Ю. Г. Электротехника с  
основами электроники СТР 106-108,  
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СТР. 108

ЗАДАЧНИК ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ  
НОВИКОВ П.Н. ЗАДАЧА 4.42 СТР. 77

ПОДГОТОВИТЬ РЕФЕРАТ НА ТЕМУ:  
«Последовательный и параллельный резонанс в  
электрических цепях»

ПОДГОТОВКА К П\Р № 5



Урок закончен.  
СПАСИБО ЗА  
ВНИМАНИЕ!

