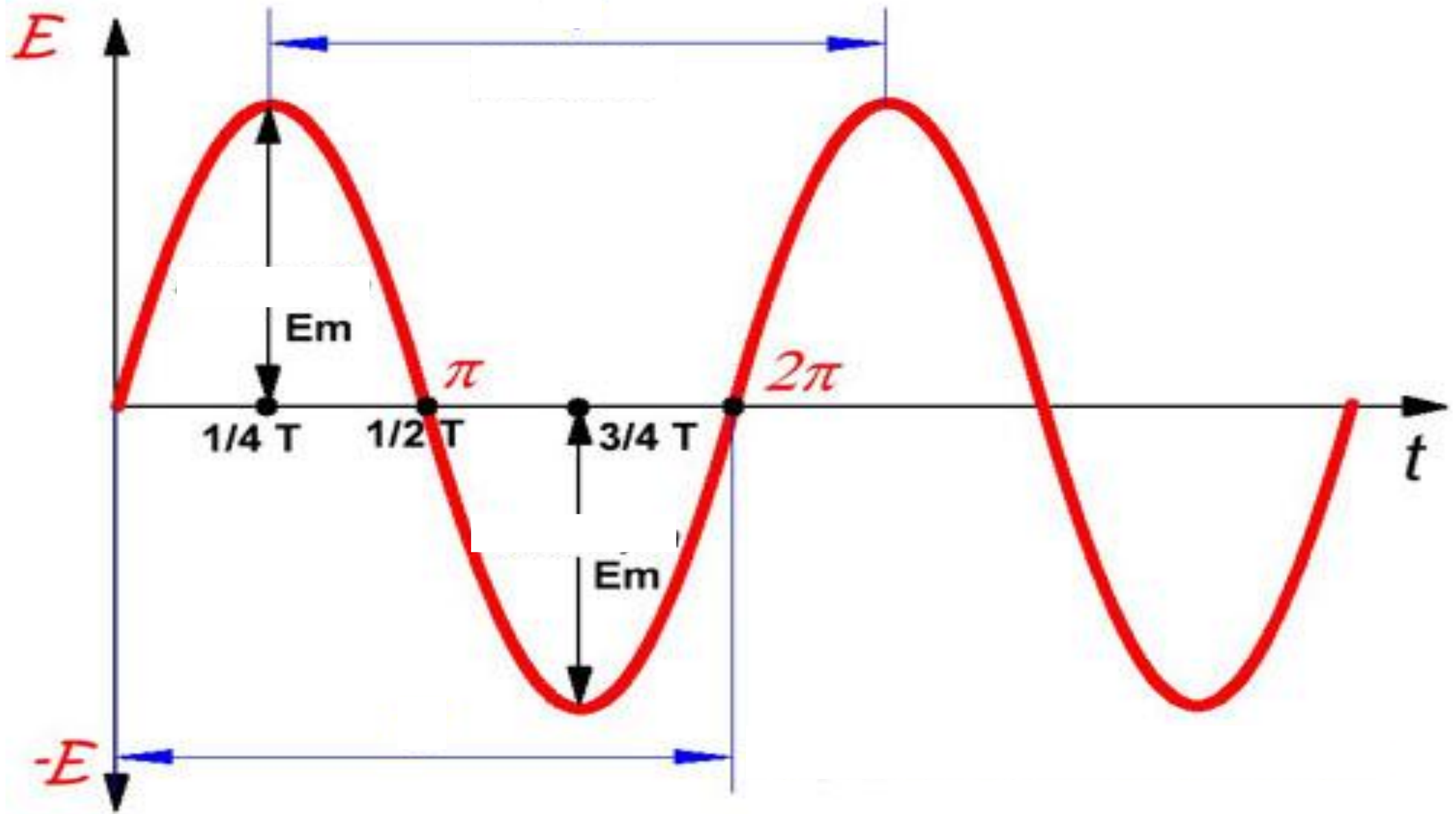


# Тема урока

**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**

**м<sup>2</sup>**

**ВЫЧИСЛЕН**

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

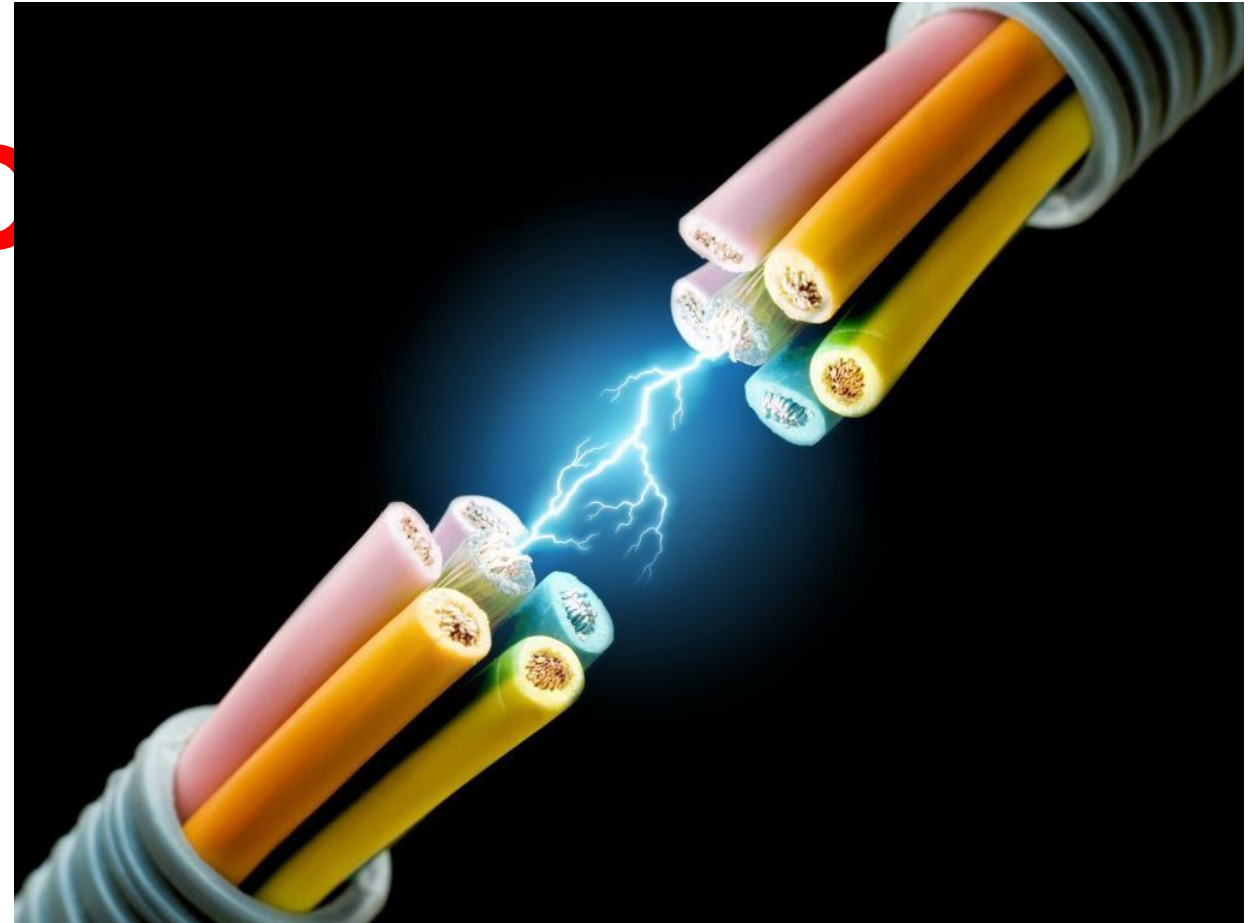
**РАЗМЕРНОС**

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

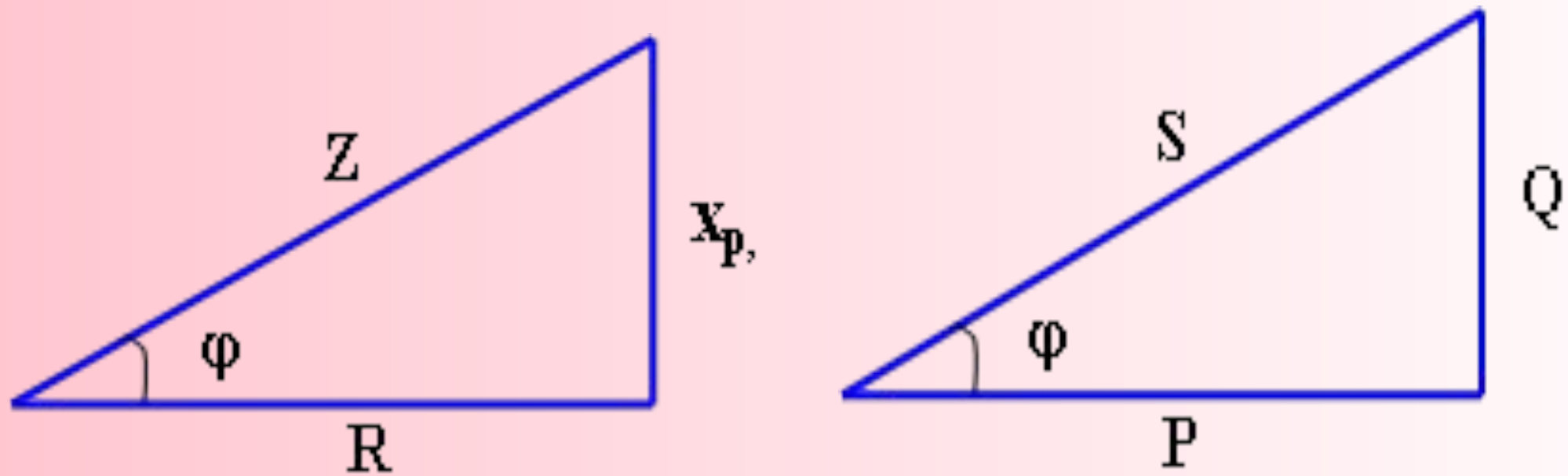


# ИЗЛОЖЕНИЕ НОВОГО МАТЕРИАЛА

## МОЩНОСТЬ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

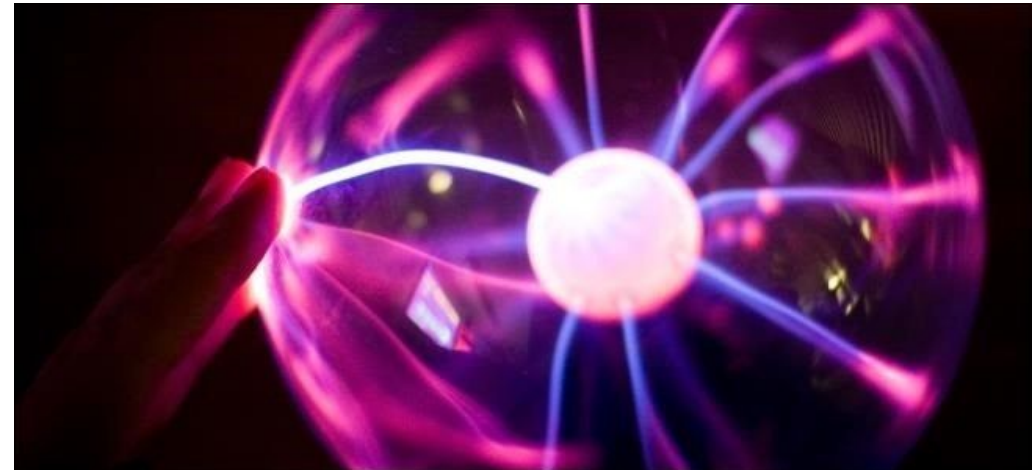


## *Треугольники сопротивлений и мощностей*



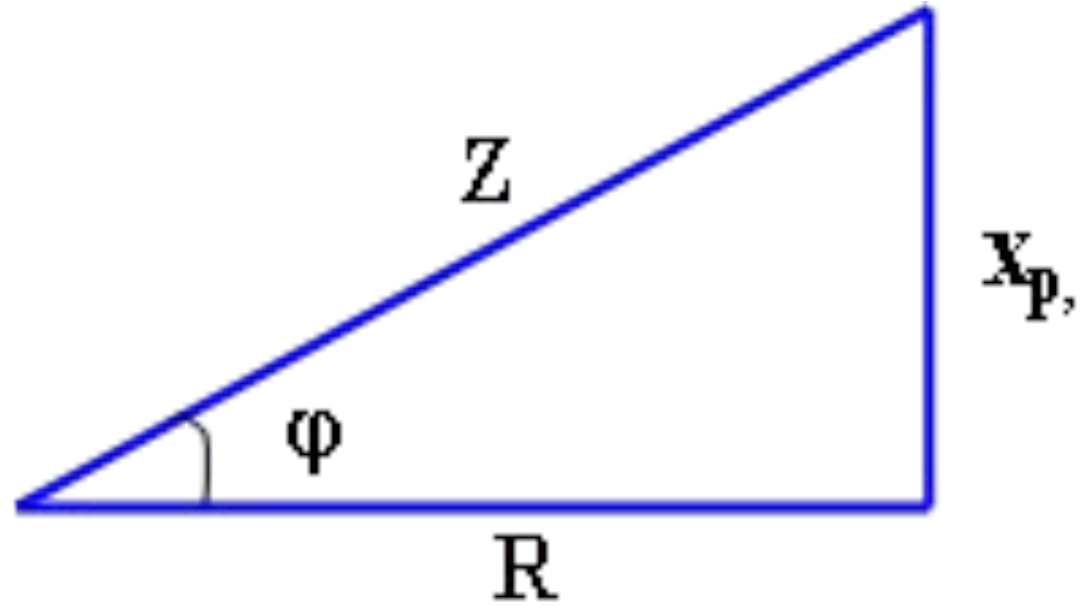
Ранее при рассмотрении векторных диаграмм было установлено, что полное сопротивление цепи  $Z$ , реактивное сопротивление  $x_p$ , активное сопротивление  $R$  и сдвиг фаз между током и напряжением  $\phi$  связаны треугольником сопротивлений, где гипотенуза выражает полное сопротивление цепи

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



Из треугольника сопротивлений имеем:

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



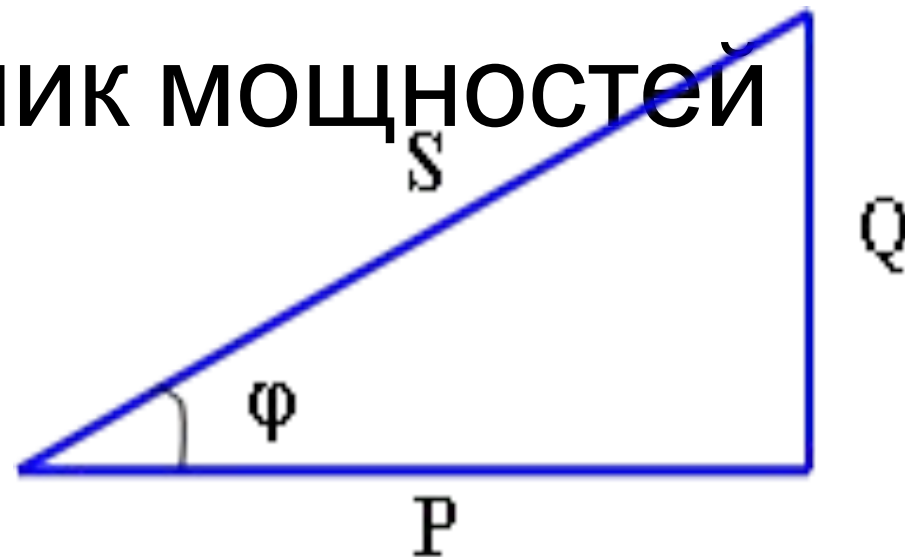
# Рассмотрим треугольник мощностей

Здесь

$S$  — полная мощность

$Q$  — реактивная мощность

$P$  — активная мощность



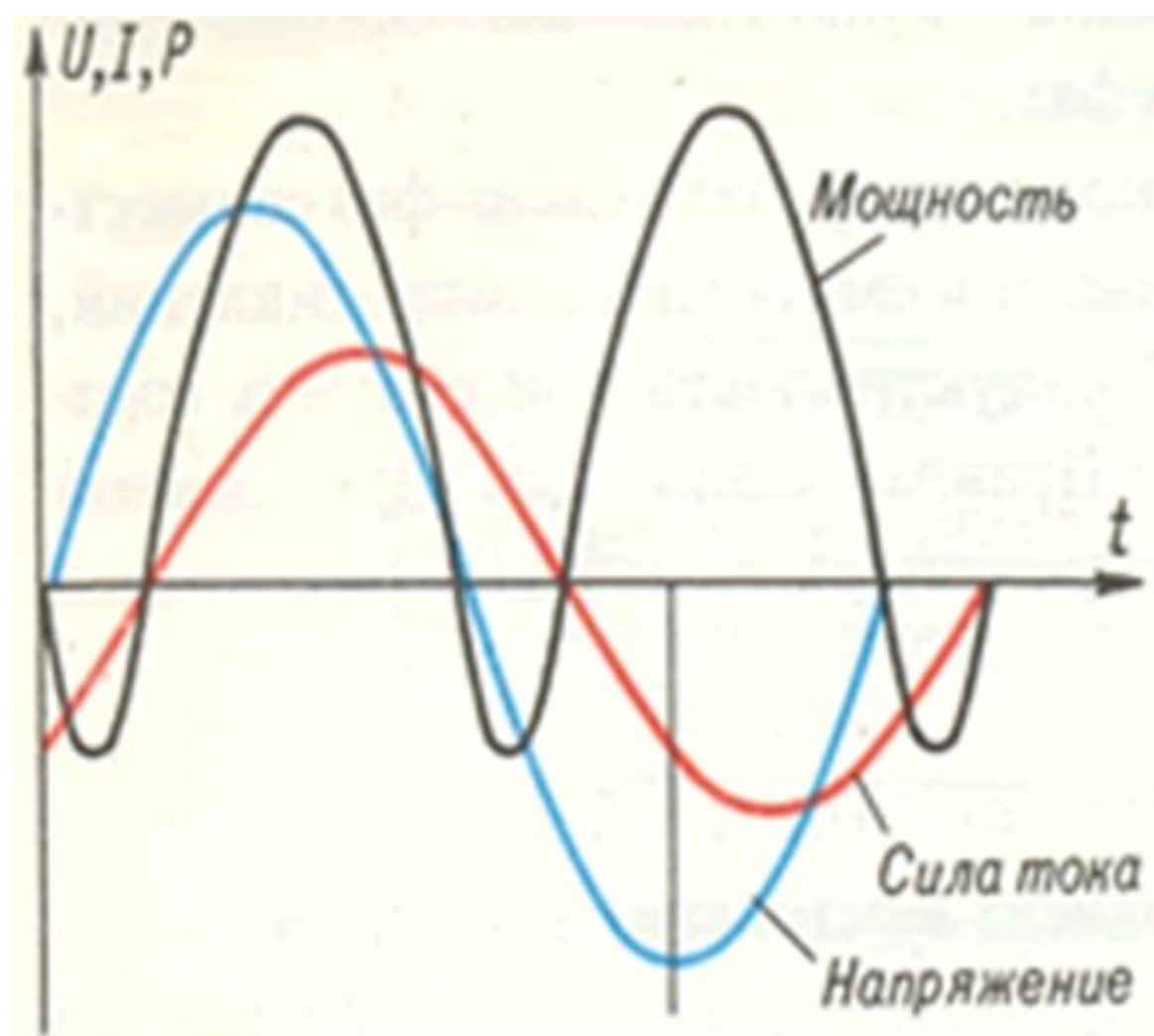
$$S = IU = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

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

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



Кривая мощности при нулевом сдвиге фаз



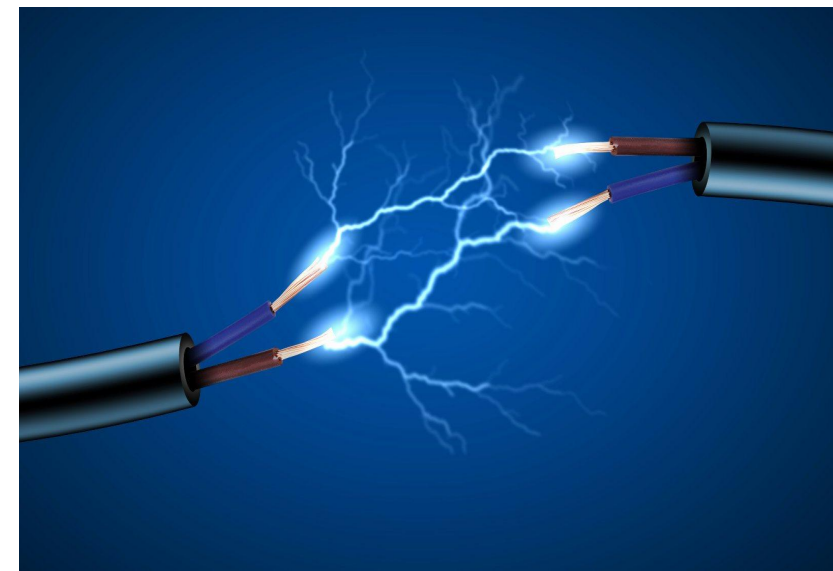
Кривая мощности при  
сдвиге фаз

**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)**





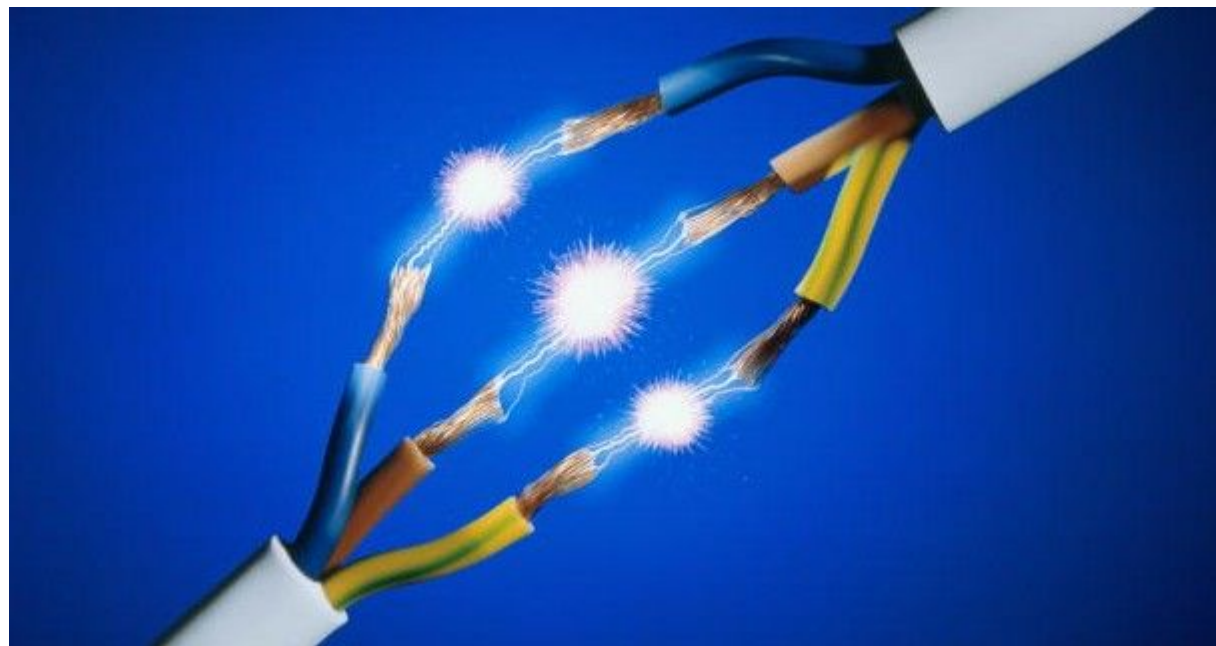
Полная мощность  $S$  содержит в себе как активную, так и реактивную составляющие - это мощность, которая потребляется от источника электроэнергии. При  $P = 0$  вся полная мощность становится реактивной, а при  $Q = 0$  - активной. Следовательно, составляющие полной мощности определяются характером 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*.

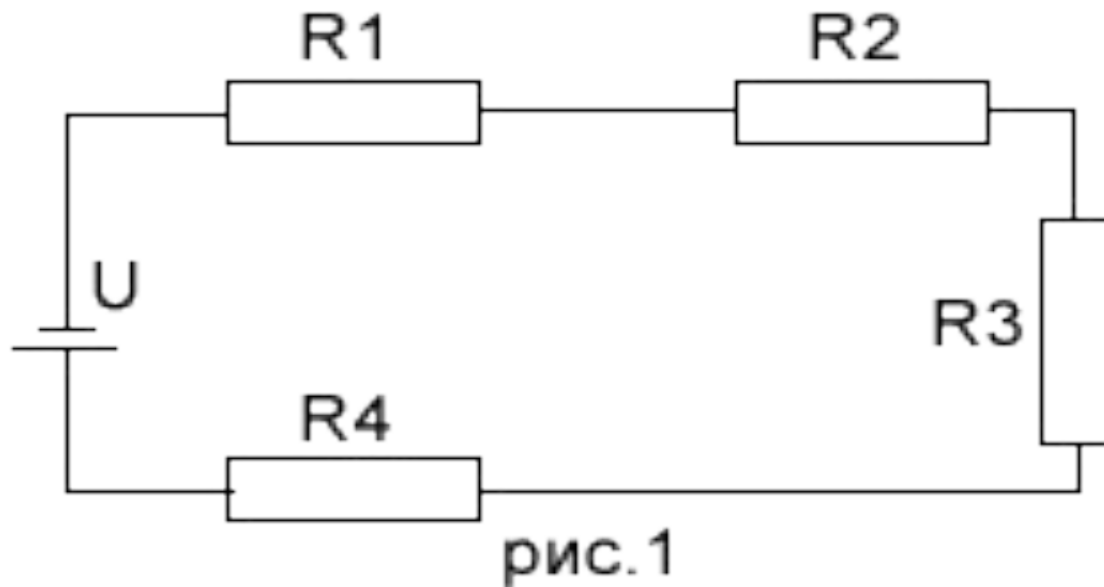
Напряжение, приложенное к цепи, равно напряжению на активном сопротивлении, а ток в цепи совпадает по фазе с напряжением. Этот случай называется *резонансом напряжений*.

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.

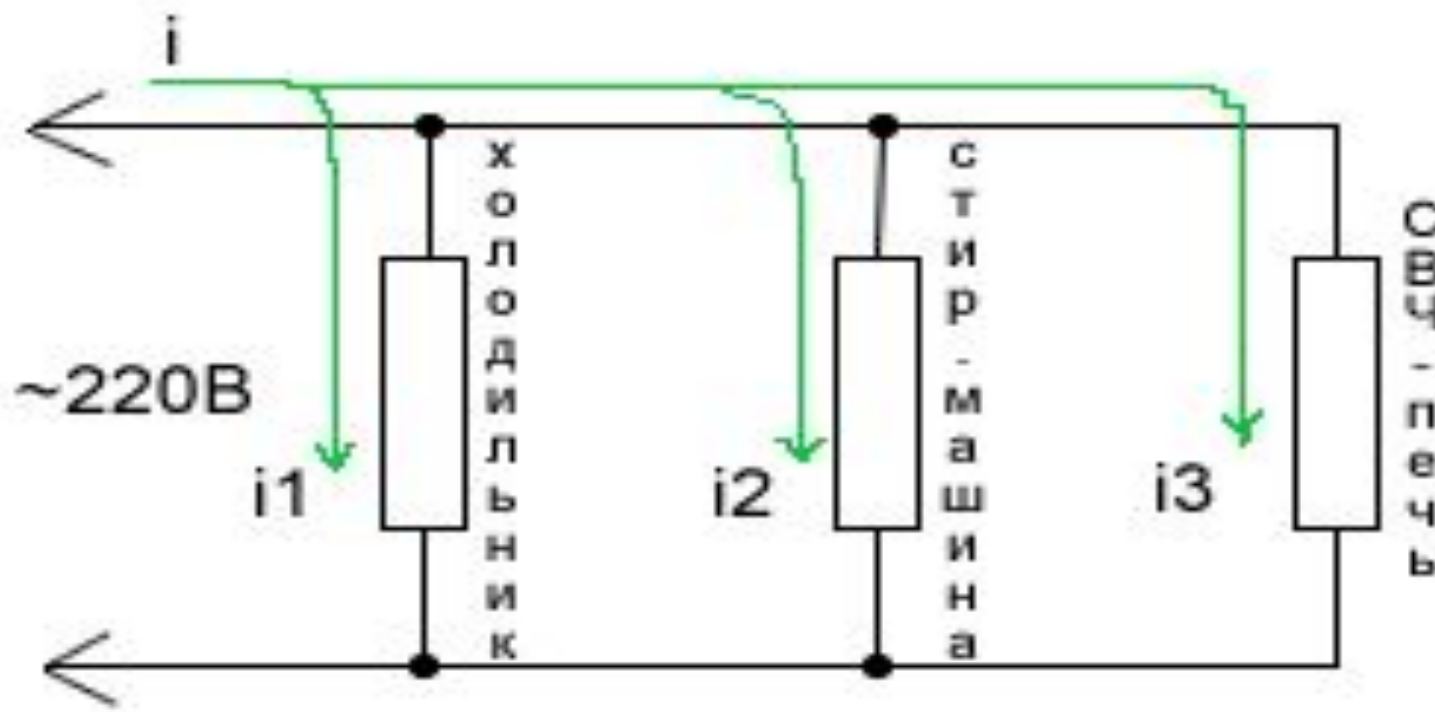
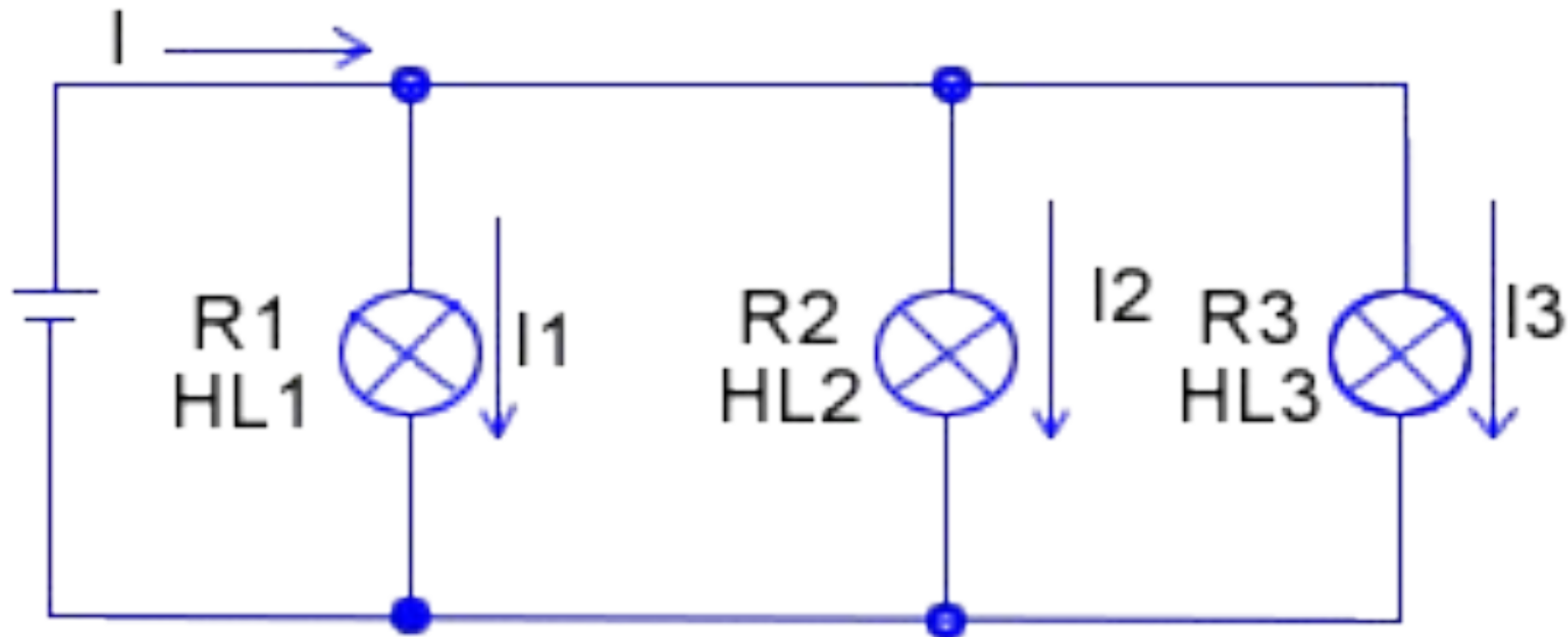


рис.2

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



Параллельное соединение 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:  $P = U \cdot I = 220 \cdot 19,54 = 4300\text{Вт} = 4,3\text{кВт}$ .

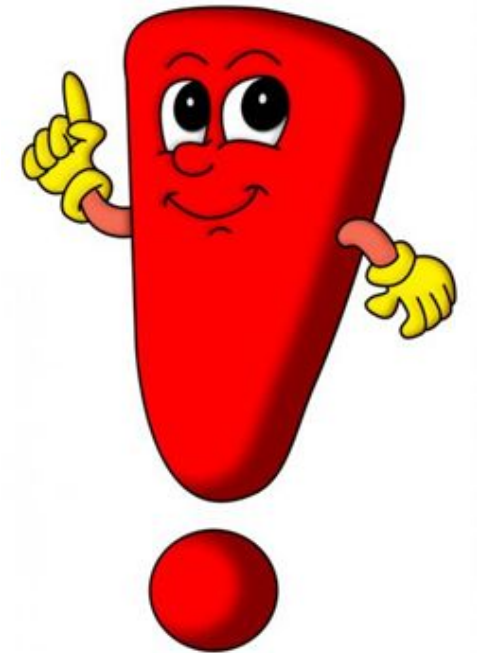
Все верно.

## 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>



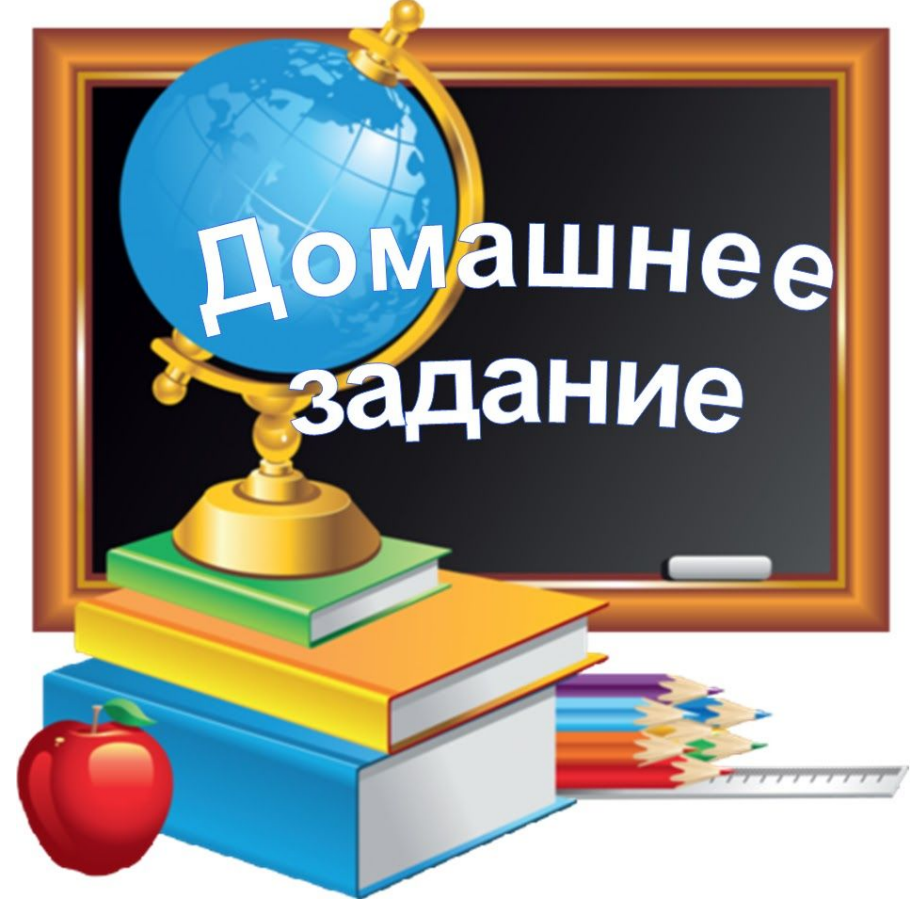
# ДОМАШНЕЕ ЗАДАНИЕ

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!

