

ГБПОУ МО Орехово-Зуевский
железнодорожный техникум им.
В. И. Бондаренко

Презентация на тему:

« Последовательное соединение
сопротивлений в цепи переменного тока.
Резонанс »

Выполнила: Садовникова И.А.

Орехово-Зуево
2019 год

Цель работы:

1. Проверить практически и выяснить, какие явления происходят в резисторном, индуктивном и емкостном элементах, включенных последовательно.

2. Исследовать режим резонанса

3. Рассчитать параметры элементов данной цепи.

Объект исследования: электрическая цепь переменного тока с последовательным соединением сопротивлений.

Предмет исследования: переменный ток.

Цепь с активным сопротивлением



$u = U_m \sin \omega t$ – мгновенное значение напряжения

$i = I_m \sin \omega t$ – мгновенное значение силы тока

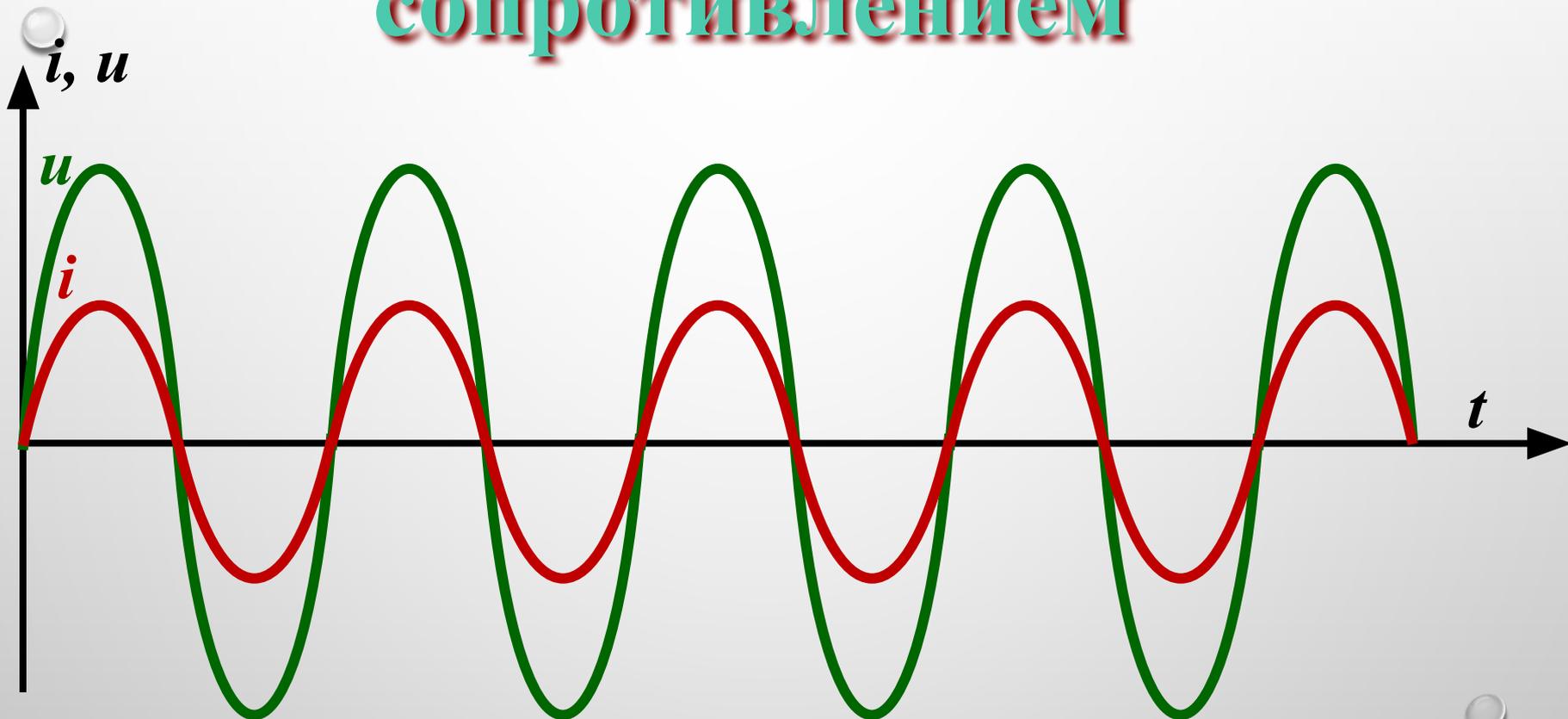
$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \text{ – действующее значение силы тока}$$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \text{ – действующее значение напряжения}$$

$$I = \frac{U}{R} \quad I_m = \frac{U_m}{R} \text{ закон Ома для цепи переменного тока с резистором, } R \text{ – активное сопротивление}$$

$$P = IU = I^2 R \text{ – действующее значение мощности}$$

Цепь с активным сопротивлением



В цепи переменного тока, содержащей активное сопротивление, колебания силы тока i и напряжения u совпадают по фазе

Цепь с емкостным сопротивлением



$q = C U_m \sin \omega t$ - мгновенное значение заряда

$u = U_m \sin \omega t$ - мгновенное значение напряжения

$i = q' = C U_m \omega \cos \omega t$ мгновенное значение силы тока

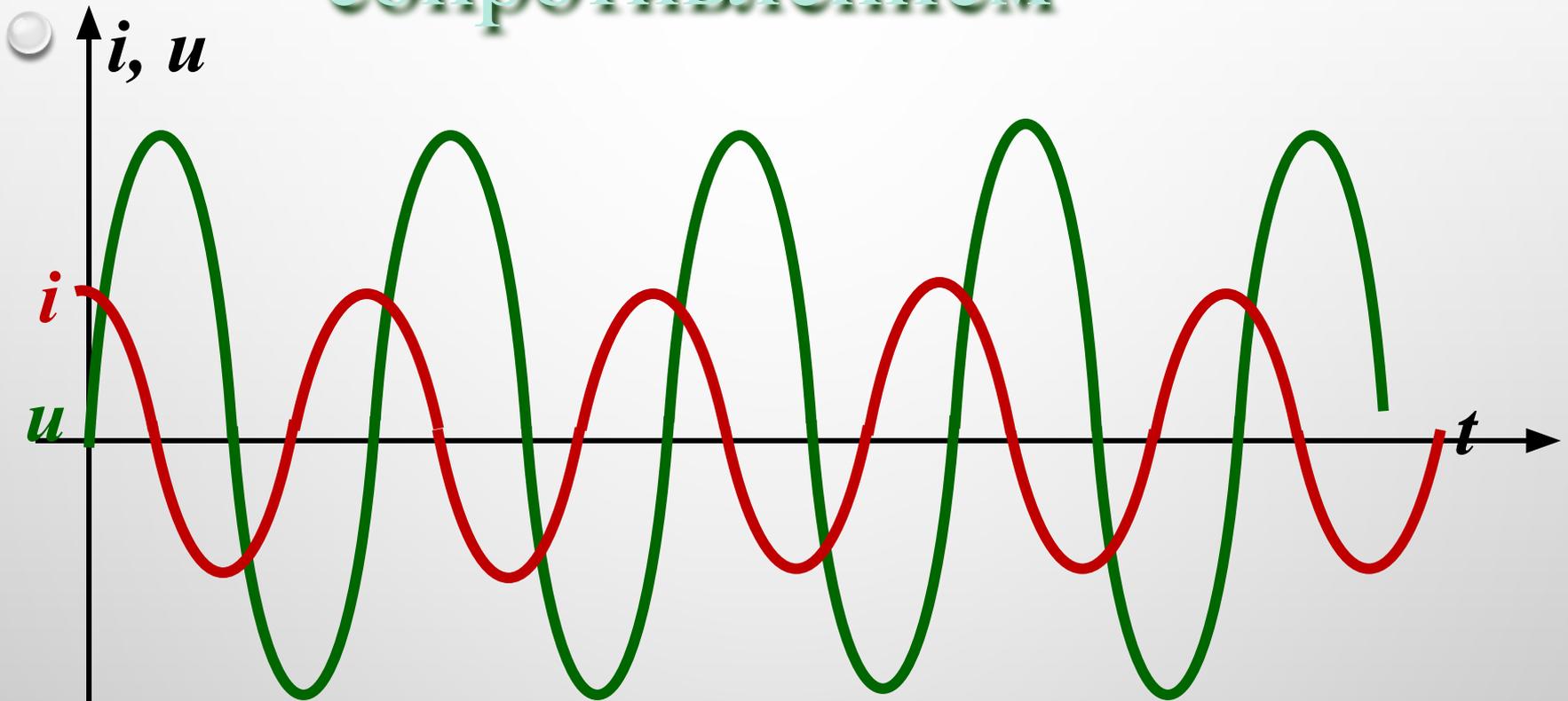
$I_m = U_m C \omega$ - максимальное значение силы тока

$i = I_m \sin (\omega t + \pi/2)$ - мгновенное значение силы тока

$I = \frac{U}{X_C}$ – закон Ома для цепи переменного тока с конденсатором

$X_C = \frac{1}{\omega C}$ – емкостное сопротивление

Цепь с емкостным сопротивлением



В цепи переменного тока, содержащей конденсатор, колебания силы тока i опережают колебания напряжения u на $\frac{\pi}{2}$

Цепь с индуктивным сопротивлением



$i = I_m \sin \omega t$ - мгновенное значение силы тока

$e_i = -L i' = -L I_m \omega \cos \omega t$ - мгновенное значение ЭДС

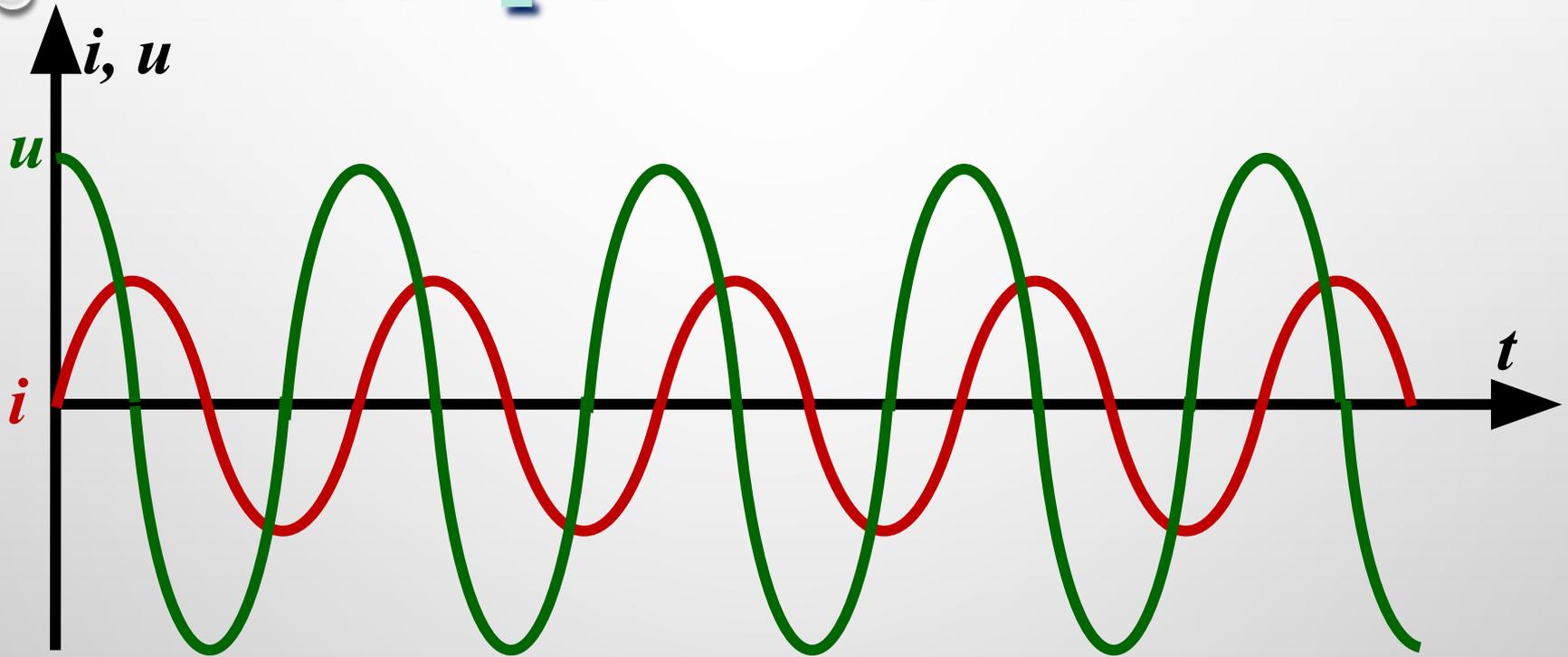
$u = -e_i = U_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$ - мгновенное значение напряжения

$$U_m = L I_m \omega$$

$I = \frac{U}{X_L}$ - закон Ома для цепи переменного тока с катушкой индуктивности

$X_L = \omega L$ - индуктивное сопротивление

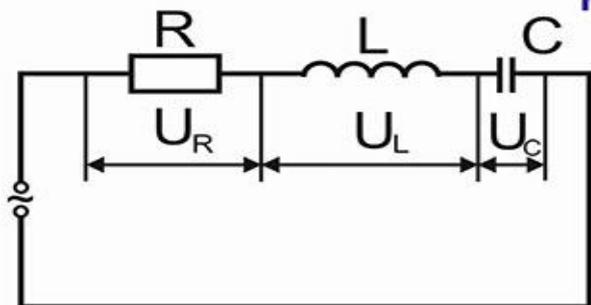
Цепь с индуктивным сопротивлением



В цепи переменного тока, содержащей катушку индуктивности, колебания напряжения u опережают колебания силы тока i на $\frac{\pi}{2}$

ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

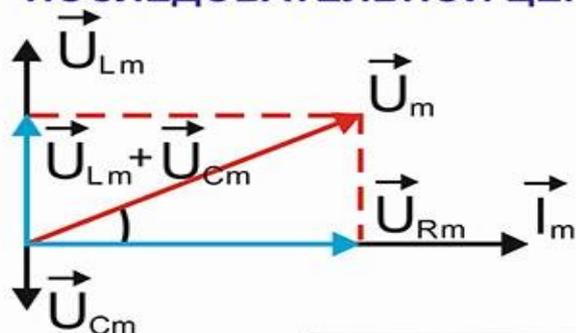
ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЦЕПЬ ИЗ R, L и C - ЭЛЕМЕНТОВ



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

$$i = I_m \cos \omega t \quad u = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

ВЕКТОРНАЯ ДИАГРАММА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЦЕПИ



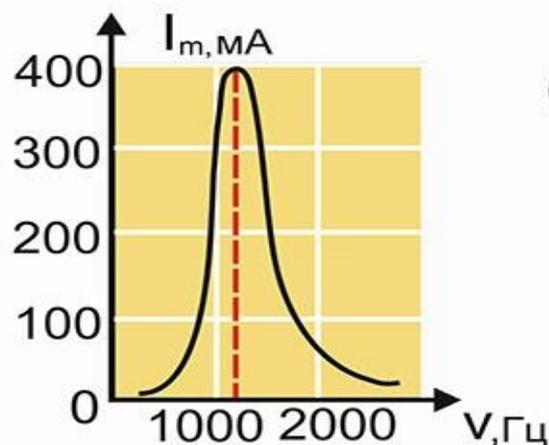
$$U_m = \sqrt{U_{Rm}^2 + (U_{Lm} - U_{Cm})^2}$$

$$U_m = I_m \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

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

РЕЗОНАНС В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ



$$U_L = -U_C$$

$$(I_m)_{\text{Рез}} \rightarrow \infty$$

$$X_L = X_C$$

$$\omega_0 L = \frac{1}{\omega_0 C}$$

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Расчет параметров

Дано:

$$R = 30 \text{ Ом}$$

$$L = 450 \cdot 10^{-3} \text{ Гн}$$

$$C = 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}$$

$$U = 250 \text{ В}$$

$$f = 50 \text{ Гц}$$

$$X_L - ?$$

$$X_C - ?$$

$$I - ?$$

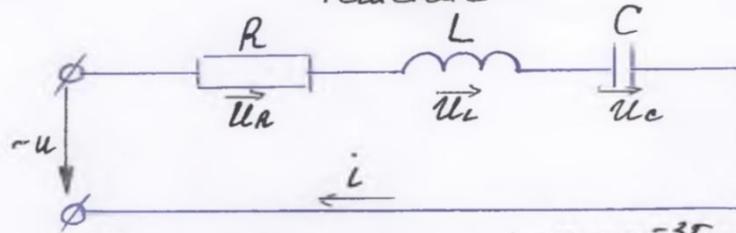
$$U_R - ?$$

$$U_L - ?$$

$$U_C - ?$$

ВД напряжений

Решение:



$$X_L = 2\pi fL = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 450 \cdot 10^{-3} \text{ Гн} = 141,3 \text{ Ом}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \text{ Гц} \cdot 40 \cdot 10^{-6} \text{ Ф}} = 79,62 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{30^2 + (141,3 - 79,62)^2} = 68,59 \text{ Ом}$$

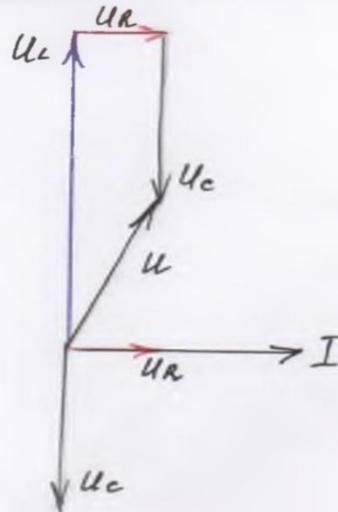
$$I = \frac{U}{Z} = \frac{250 \text{ В}}{68,59 \text{ Ом}} = 3,64 \text{ А}$$

$$U_R = IR = 3,64 \text{ А} \cdot 30 \text{ Ом} = 109,2 \text{ В}$$

$$U_L = IX_L = 3,64 \text{ А} \cdot 141,3 \text{ Ом} = 514,33 \text{ В}$$

$$U_C = IX_C = 3,64 \text{ А} \cdot 79,62 \text{ Ом} = 289,82 \text{ В}$$

Масштаб: 1 см — 100 Ом



РЕЗОНАНС В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ

Резонанс в электрической цепи – явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний тока при совпадении частот $\omega_0 = \omega$, где
 ω_0 – собственная частота колебаний контура;
 ω – частота питающего напряжения

$$X_C = X_L$$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

Когда $\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ в цепи наблюдается резонанс

Амплитуда установившихся колебаний

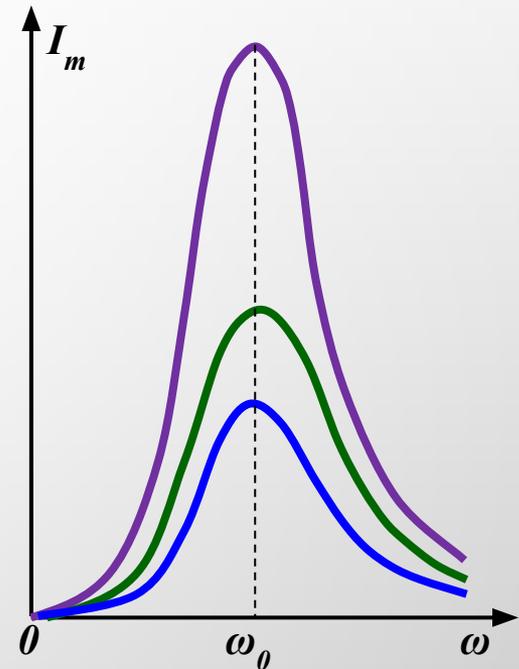
$$I_{max} = \frac{U_{max}}{R}, \quad \text{при} \quad R \rightarrow 0, \quad I \rightarrow \infty$$

При максимальной силе тока:

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

$$\omega^2 = \frac{1}{LC} = \frac{4\pi^2}{T^2}$$

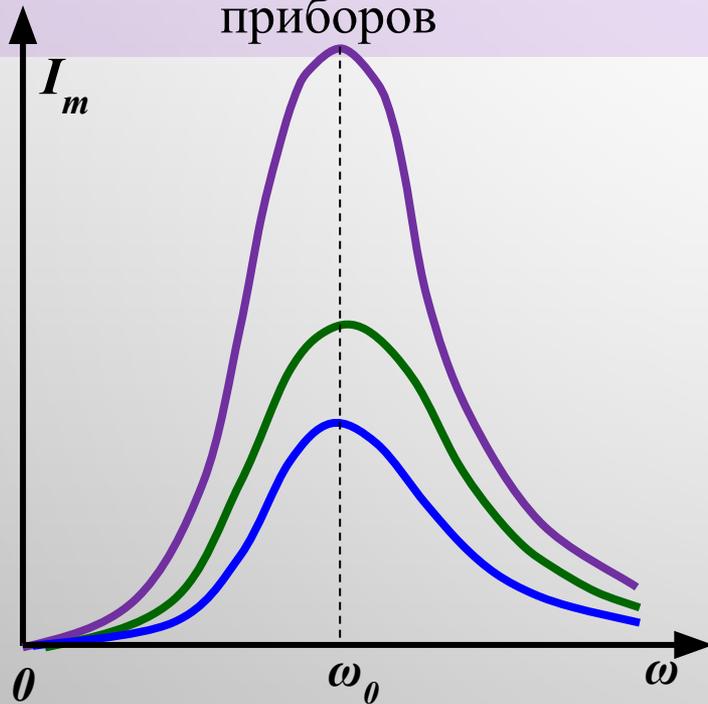
$$T = 2\pi\sqrt{LC} \implies T = T_{cob} \quad (\omega = \omega_{cob})$$



ПОЛЬЗА РЕЗОНАНСА

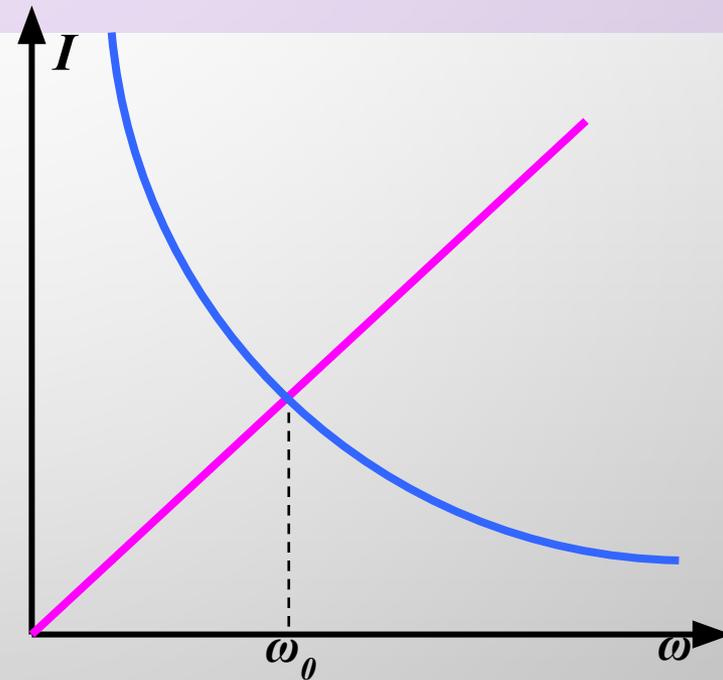
$$\omega = \omega_0$$

Используется при осуществлении радиосвязи, основана работа измерительных приборов



ВРЕД РЕЗОНАНСА

При резком возрастании тока – приводит к нарушению изоляции витков катушки индуктивности;
при резком увеличении напряжения – к пробое конденсаторов



Вывод.

Исследованы параметры электрической цепи переменного тока с последовательным соединением сопротивлений. Резонанс напряжений в этой цепи возникает на частоте, при которой реактивные сопротивления ёмкости и индуктивности равны. На резонансной частоте сопротивление последовательного контура минимально и равно активному сопротивлению цепи. Падения напряжений на ёмкости и индуктивности, и ток в цепи достигают максимальных значений.

На частотах, ниже резонансной, сопротивление последовательного контура имеет ёмкостной характер. На частотах, выше резонансной, индуктивный характер.