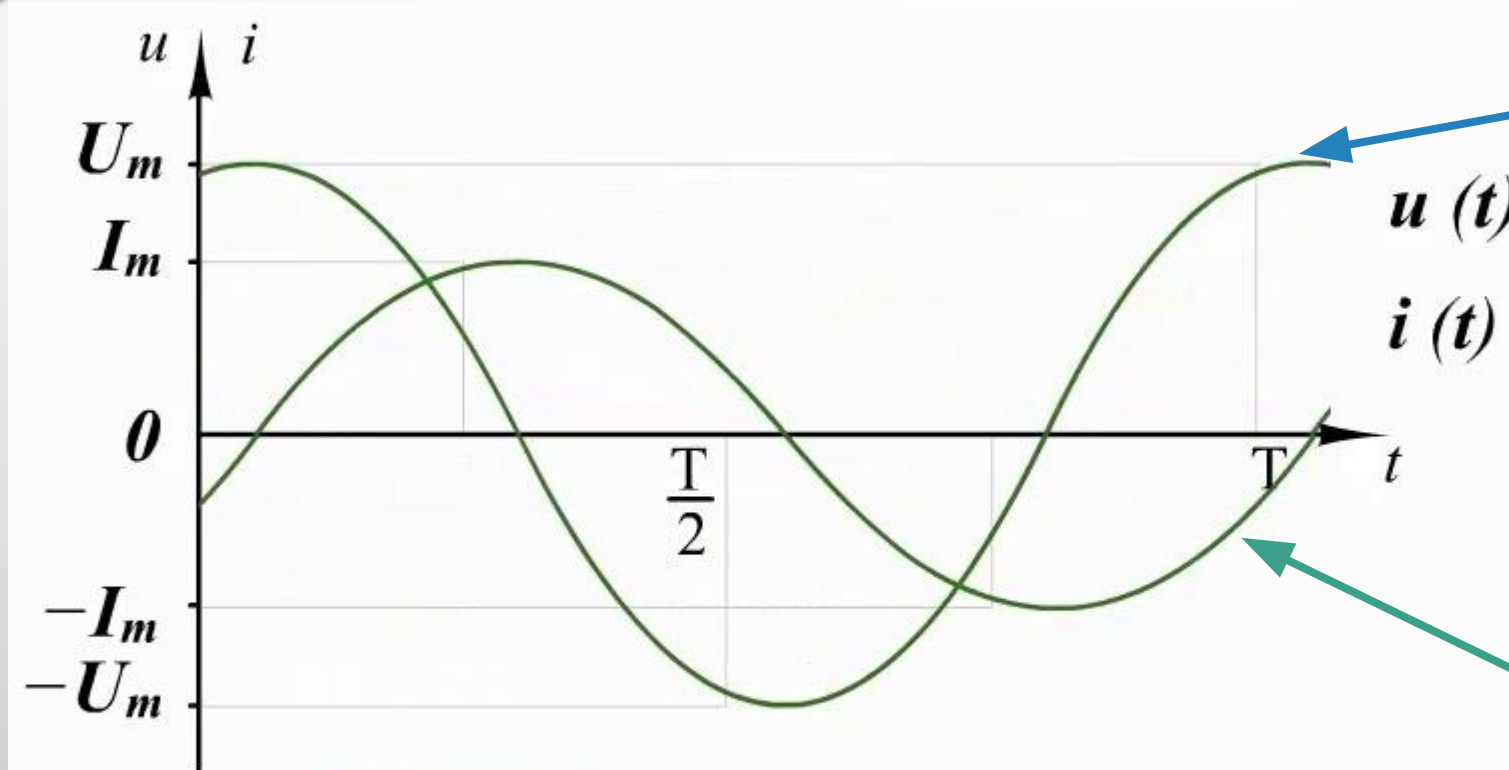


The background of the slide is a light gray gradient, decorated with several realistic water droplets of various sizes. The droplets are rendered with soft shadows and highlights, giving them a three-dimensional appearance. They are scattered across the page, with a higher concentration in the top-left and bottom-right corners.

**СВОБОДНЫЕ И ВЫНУЖДЕННЫЕ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ.
КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР.
ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК.**

Колебания – это движения или процессы, повторяющиеся во времени.

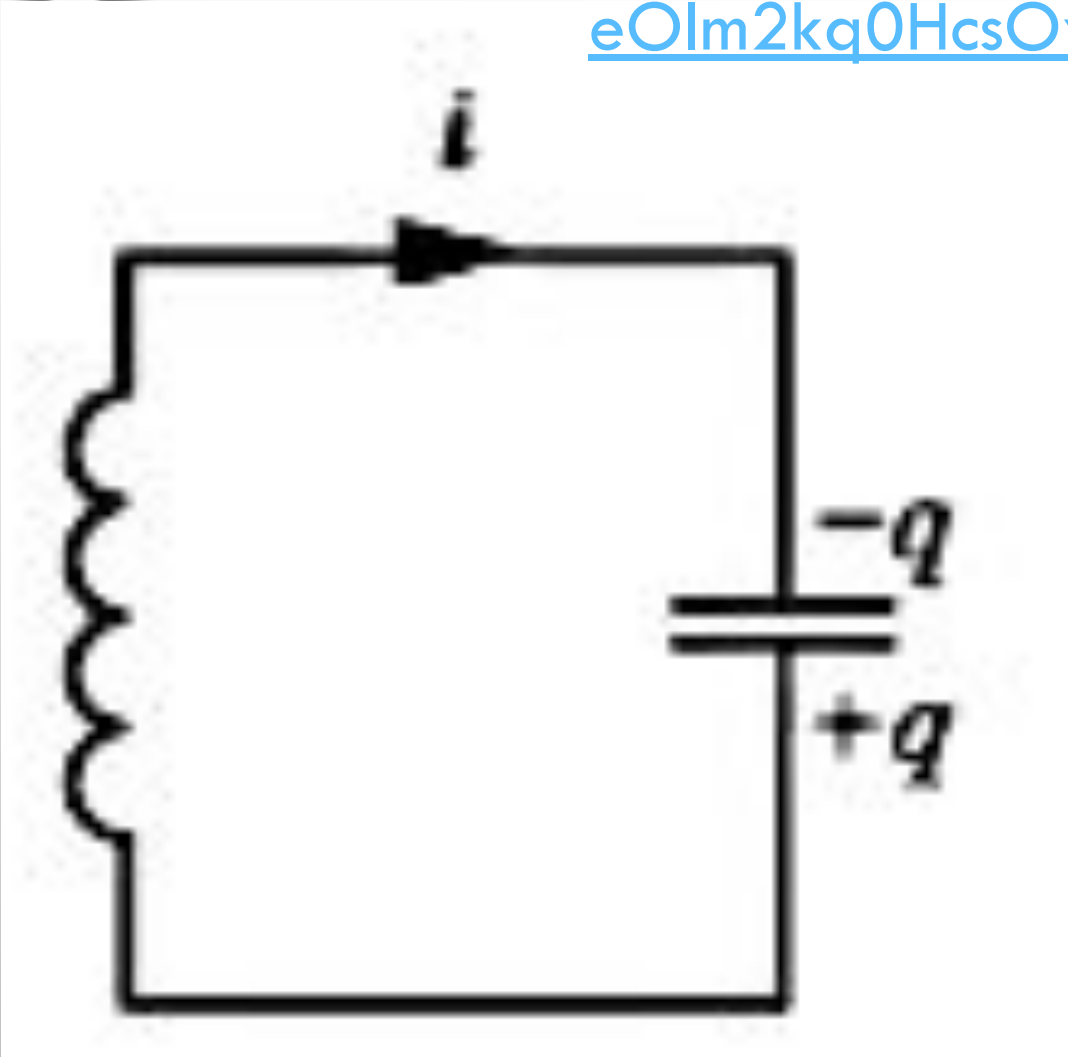


Периодическое
изменение
напряжения

Периодическое
изменение силы
тока

Электромагнитные колебания -
периодические изменения заряда, сила тока
или напряжения.

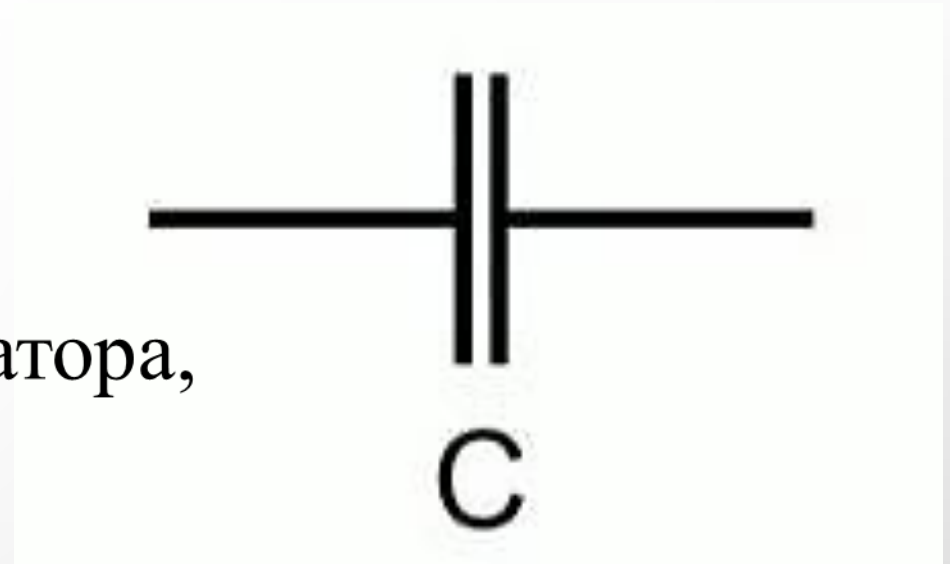
<https://www.youtube.com/watch?v=I2apjzY6PLk&list=PLeOIm2kq0HcsOyCtDiuvi-dVvIDyhh9pK&index=13>



Простейшая система, в которой могут происходить свободные электромагнитные колебания – это **КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР**, состоящий из *конденсатора и катушки*, присоединенной к его обкладкам.

электрического поля) $W_{\text{э}} = \frac{q_{\text{max}}^2}{2C}$:

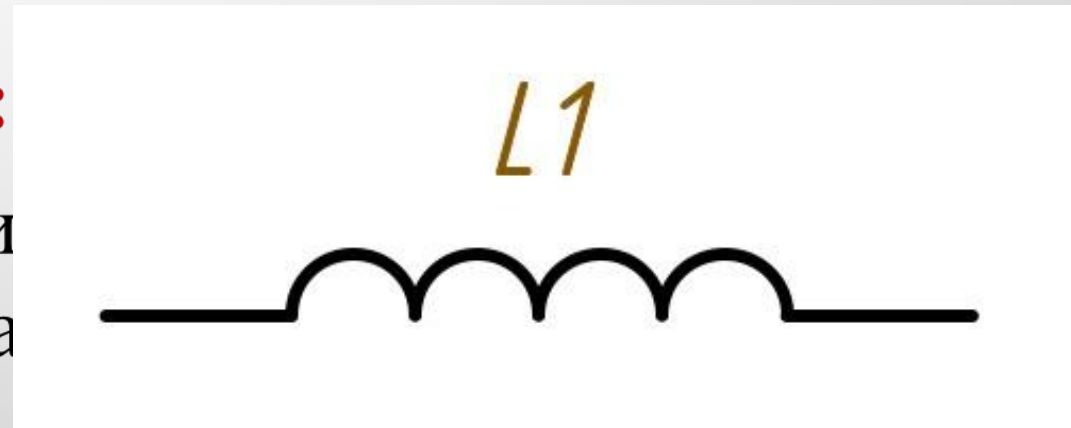
где q_{max} - максимальный заряд конденсатора,
 C – емкость конденсатора.



Энергия катушки (энергия

магнитного поля) $W_{\text{м}} = \frac{LI_{\text{max}}^2}{2}$:

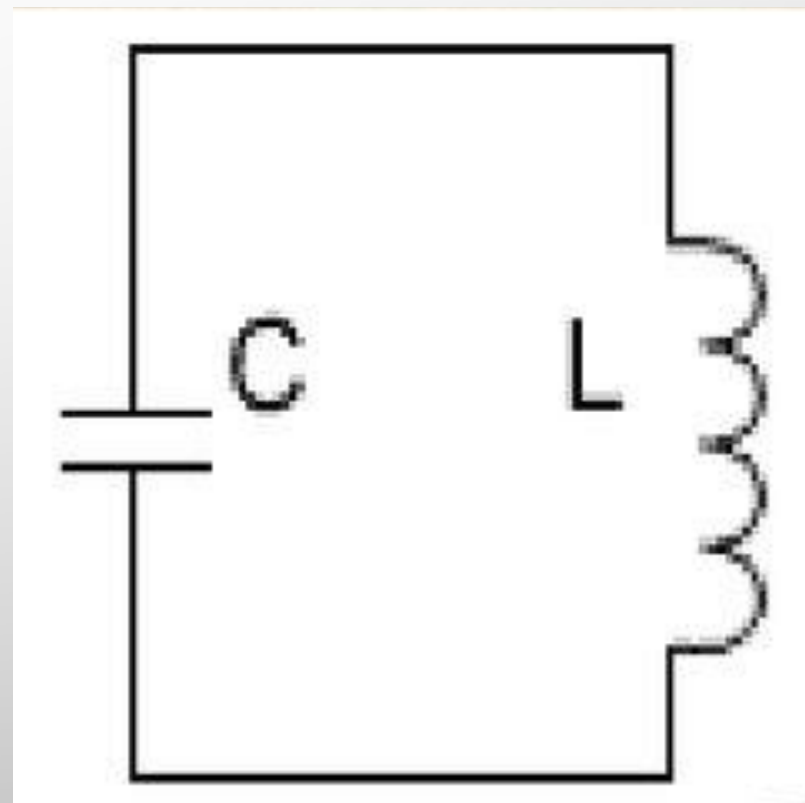
где L – индуктивность катушки
 I_{max} – максимальная сила тока
протекающая в цепи.



энергии во внешнюю среду, то **энергию всего колебательного контура по закону сохранения энергии** можно было рассчитать по формулам:

$$\dots \dots \dots \quad a^2 \quad Li^2 \quad a_{\max}^2 \quad LI_{\max}^2$$

Аналогично тому, как при механических колебаниях **кинетическая энергия** перетекает в **потенциальную** и наоборот, при электромагнитных колебаниях **энергия электрического поля** перетекает в **энергию магнитного поля** и наоборот.

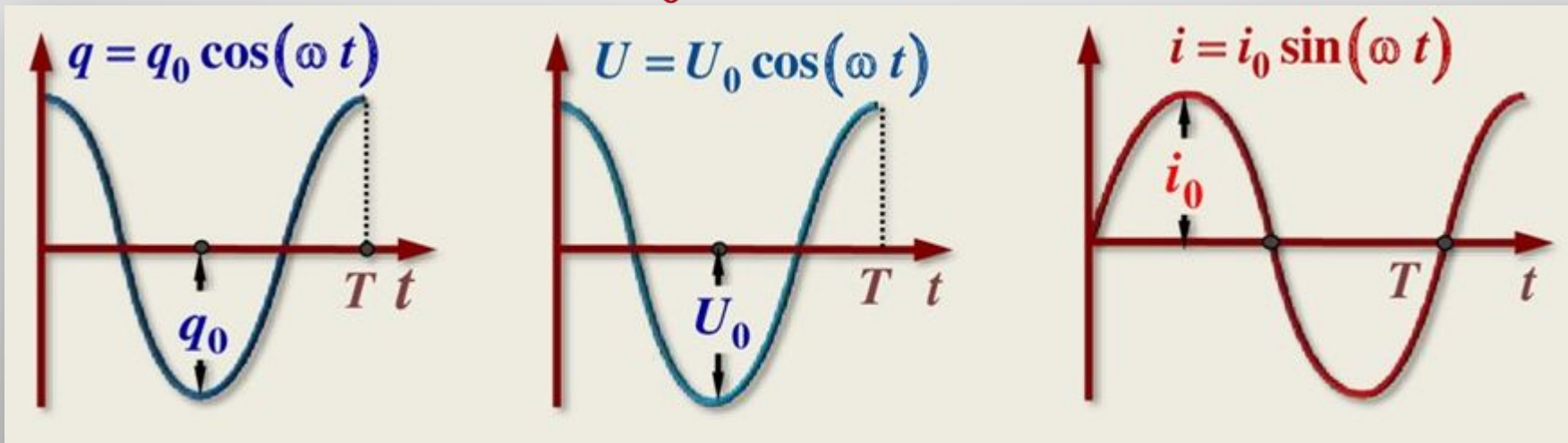


Основное уравнение, описывающее свободные гармонические колебания в контуре: $q'' = -\frac{1}{LC}q$

$$x'' = -\omega_0^2 x$$

ФОРМУЛА ТОМСОНА для нахождения периода гармонических колебаний в колебательном контуре:

$$T = \frac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{LC}$$



<https://www.youtube.com/watch?v=Nv2V5VcXIEI>

Если цепь запитать напряжением, изменяющимся по синусоидальному закону, в цепи возникнет ток, который будет изменяться аналогично.

Такой **ток** называется **переменным** — электрический ток, который с течением времени изменяется по величине и направлению.



Если в цепь, в которой напряжение и ток меняются со временем, подключить амперметр и вольтметр, изменения этих параметров мы не увидим. Приборы будут показывать постоянные рабочие (действующие) значения, которые будут в $\sqrt{2}$ раз меньше от реальных (максимальных).

Например, в цепь со станций, нам подается напряжение 311В, но мы в итоге в розетке имеем только 220В, это и есть действующее напряжение. То же самое происходит и с переменным током.

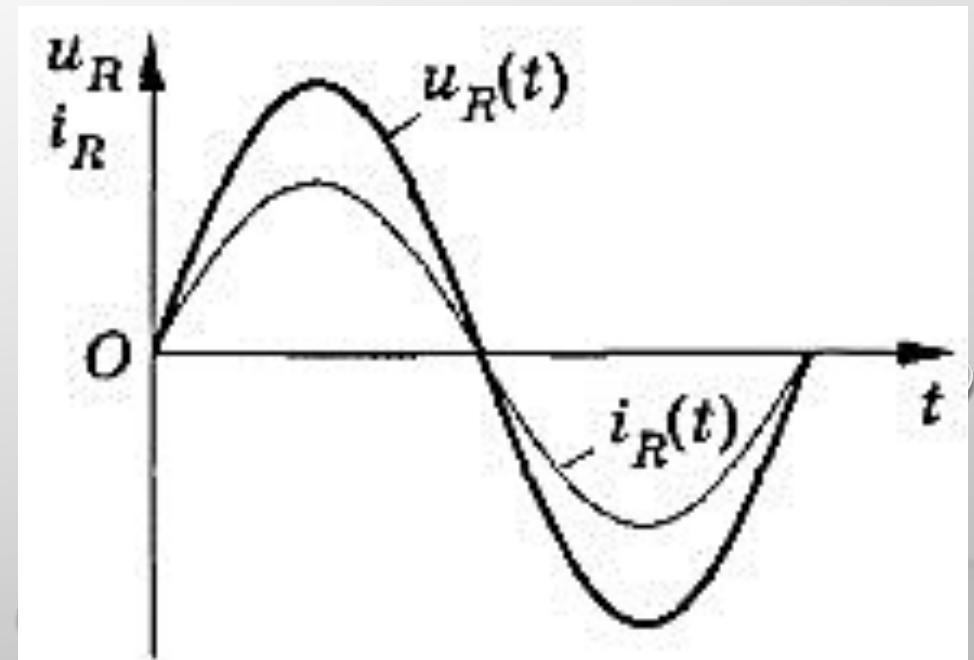
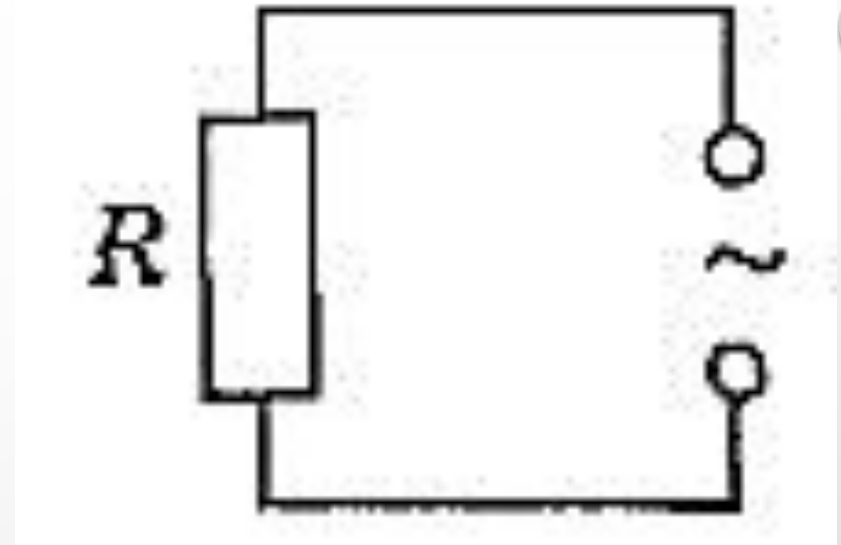
$$I = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

$$U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$$

R [Ом] - АКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Если в цепь с переменным напряжением добавить резистор, сдвига между фазами напряжения и возникшей в цепи силы тока не будет, что и видно из графика. Но при этом значение силы тока изменится в соответствии с законом Ома:

$$I_{max} = \frac{U_{max}}{R}$$



X_C [Ом] - ЁМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

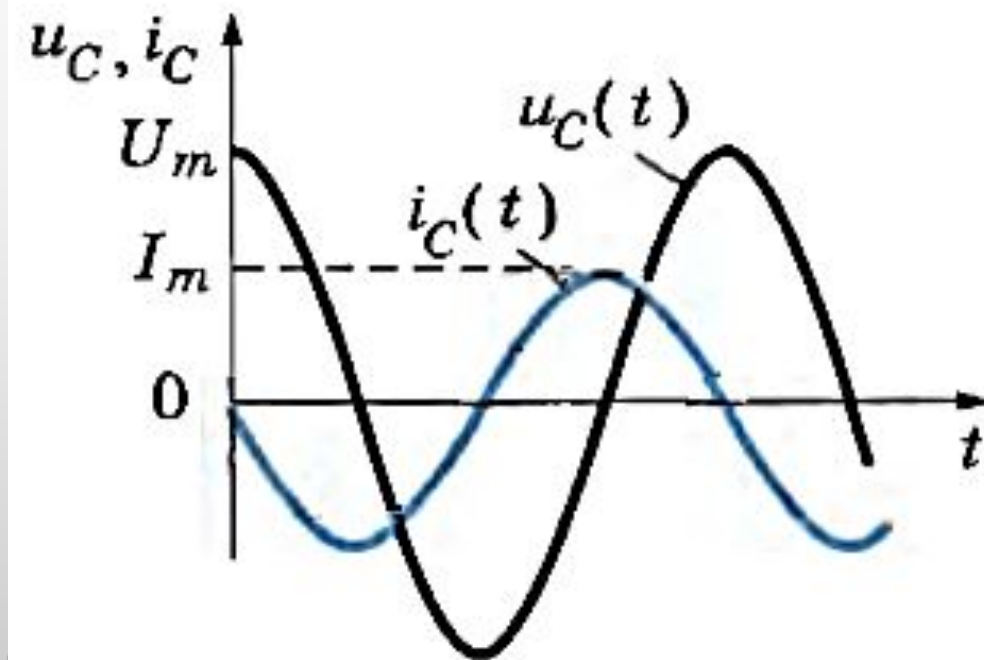
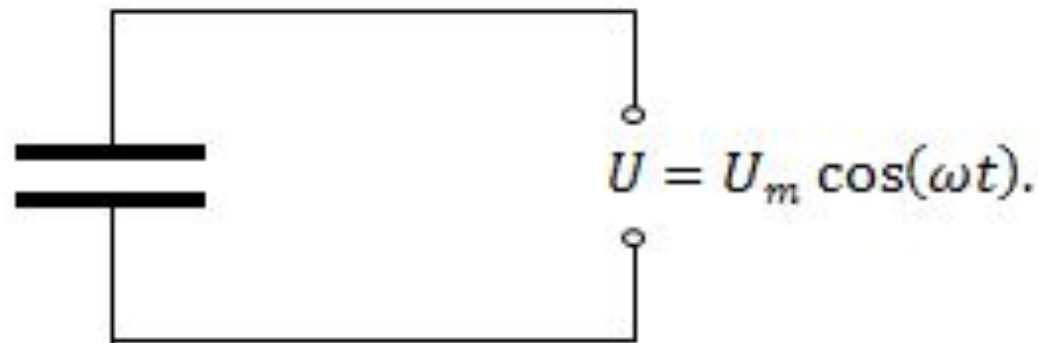
<https://www.youtube.com/watch?v=GWfY0My11v8&list=PLeOIm2kq0HcsS1P9Hw8HJzygXEtcvB7ks&index=4>

Если в цепь с переменным напряжением добавить конденсатор, колебания силы тока будут опережать по фазе колебания напряжения на конденсаторе на $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$. При этом значение силы тока изменится в соответствии с законом Ома:

$$I = \frac{U}{X_C} = U\omega C,$$

$$\text{где } X_C = \frac{1}{\omega C}.$$

<https://www.youtube.com/watch?v=sCdYxwld3aA&list=PLeOIm2kq0HcsS1P9Hw8HJzygXEtcvB7ks&index=3>



X_L [Ом] – ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

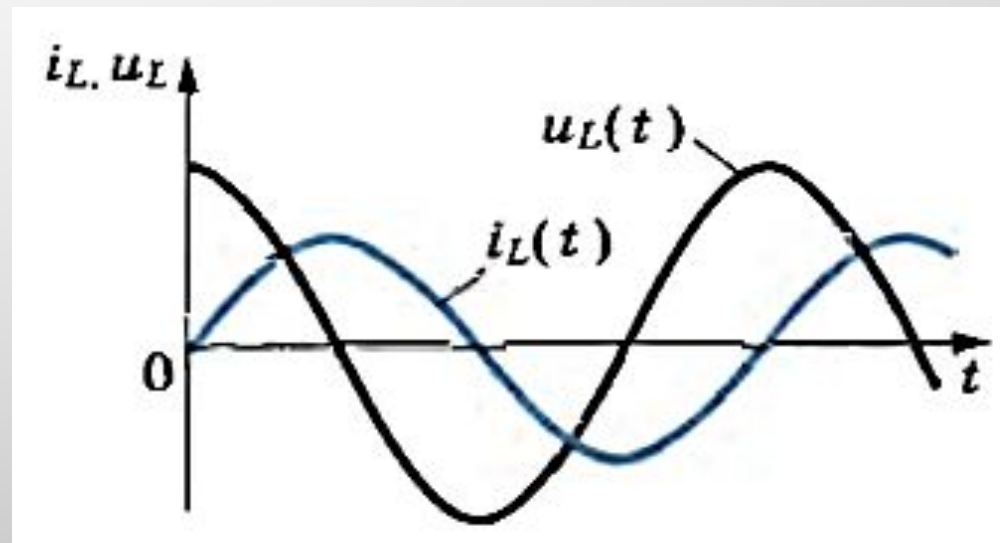
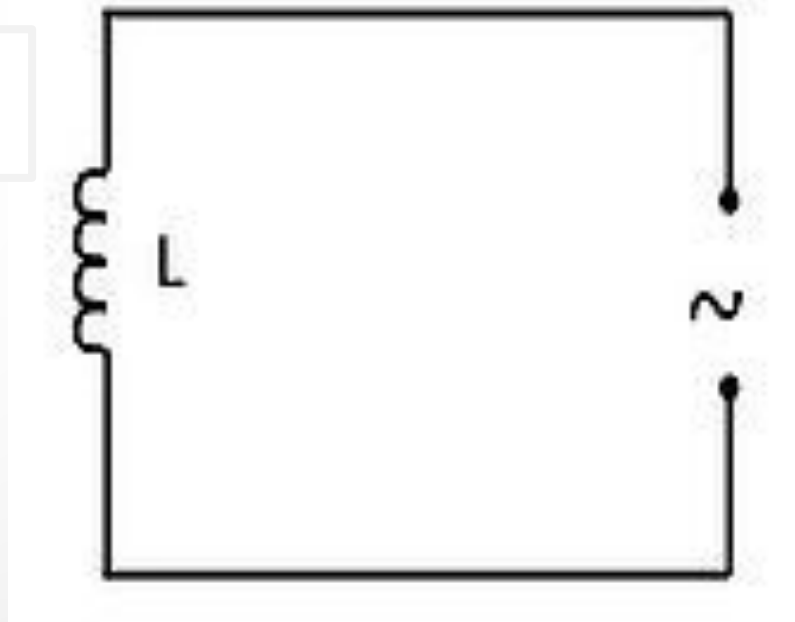
https://www.youtube.com/watch?v=suDKwb_XmQ&list=PLeOIm2kq0HcsS1P9Hw8HJzygXEtcvB7ks&index=6

Если в цепь с переменным напряжением добавить катушку, колебания напряжения на катушке будут опережать по фазе колебания силы тока на $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$. При этом значение силы тока изменится в соответствии с законом Ома:

$$I = \frac{U}{X_L} = \frac{U}{\omega L},$$

где $X_L = \omega L$.

<https://www.youtube.com/watch?v=vu1sKI7hNBI&list=PLeOIm2kq0HcsS1P9Hw8HJzygXEtcvB7ks&index=5>



Z [Ом] – ПОЛНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ

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

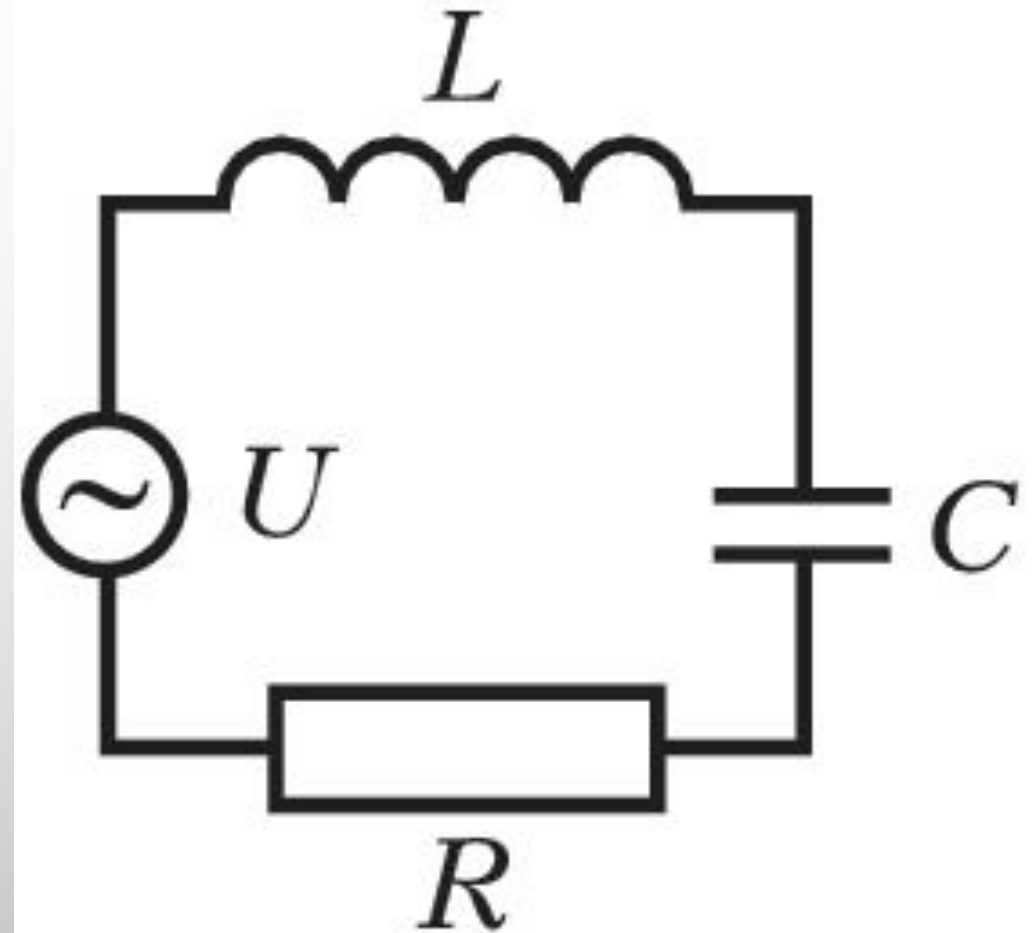
**Цепь с переменным напряжением,
включающая в себя резистор,
конденсатор и катушку:**

Сила тока $i = I_m \cos(\omega t - \varphi_0)$,

где $I_m = \frac{U_m}{Z}$ (закон Ома),

а φ_0 - разность фаз между током и напряжением,

причем $\operatorname{tg} \varphi_0 = \frac{X_L - X_C}{R}$.



<https://www.youtube.com/watch?v=Xl6Wrg2z8gQ&list=PLeOIm2kq0HcsOyCtDiuvi-dVvIDyhh9pK&index=14>

Резонансом в электрическом колебательном контуре

называется явление резкого возрастания амплитуды вынужденных колебаний силы тока или напряжения при совпадении частоты внешнего переменного напряжения с собственной частотой колебательного контура:

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} \Rightarrow X_L = X_C \Rightarrow Z = R$$

Условия
возникновения
резонанса

