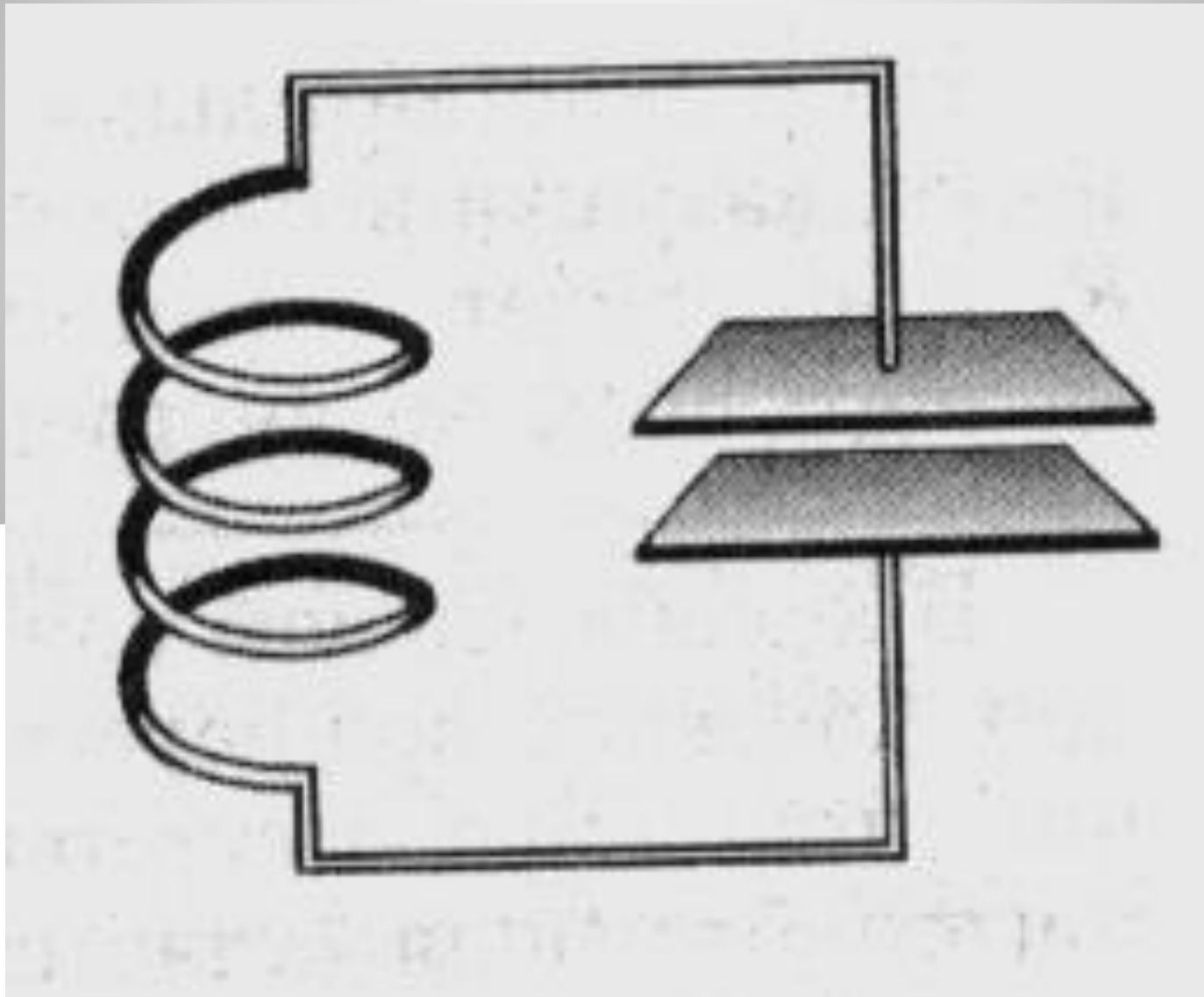


# Расчёт характеристик колебательного контура

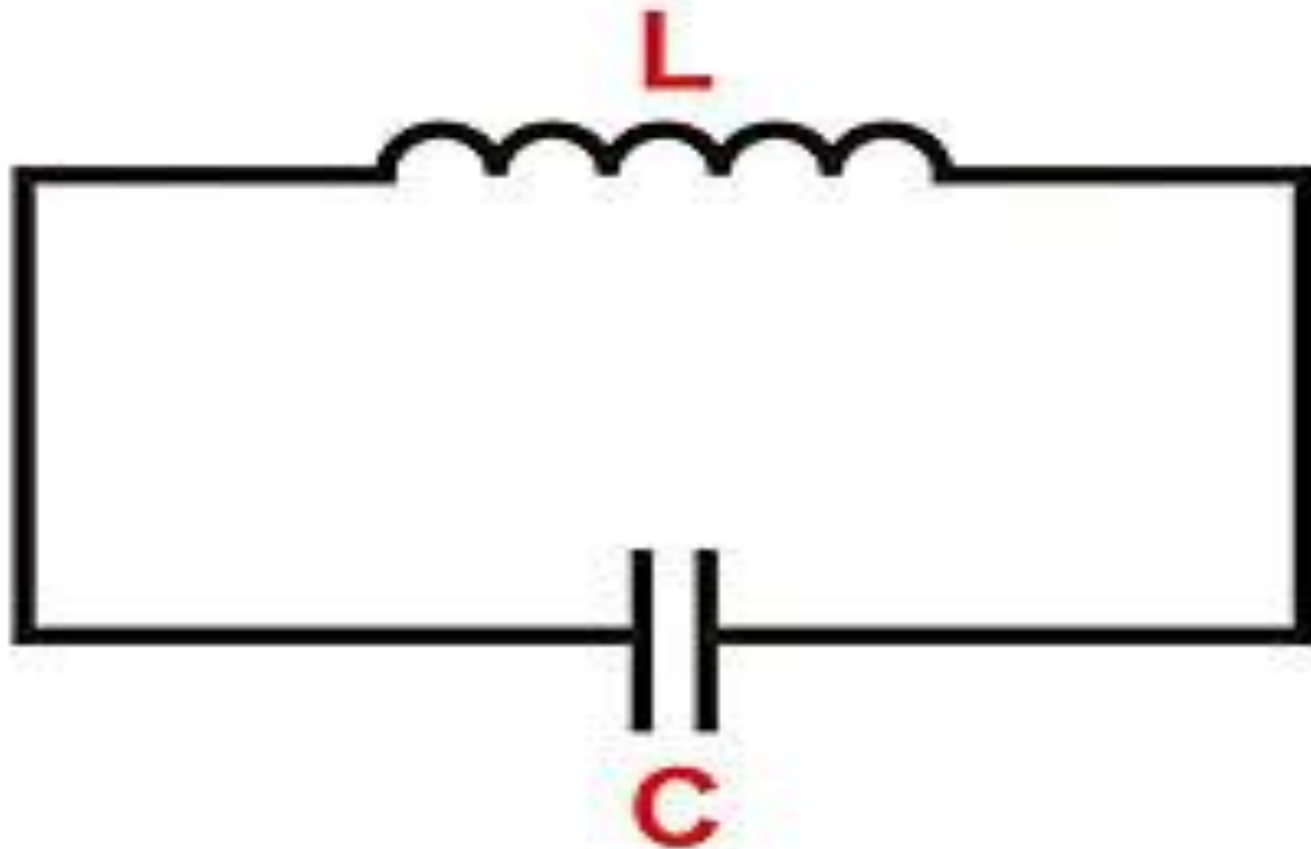
от преподавателя  
ГАПОУ СО «СКПТ и АС»  
Дьяченко С.В.

# ***КОЛЕБАТЕЛЬНЫЙ КОНТУР***

***замкнутая электрическая цепь, состоящая из конденсатора емкостью  $C$  и катушки с индуктивностью  $L$ , в которой могут возбуждаться собственные колебания с частотой, обусловленные перекачкой энергии из электрического поля конденсатора в магнитное поле катушки и обратно.***

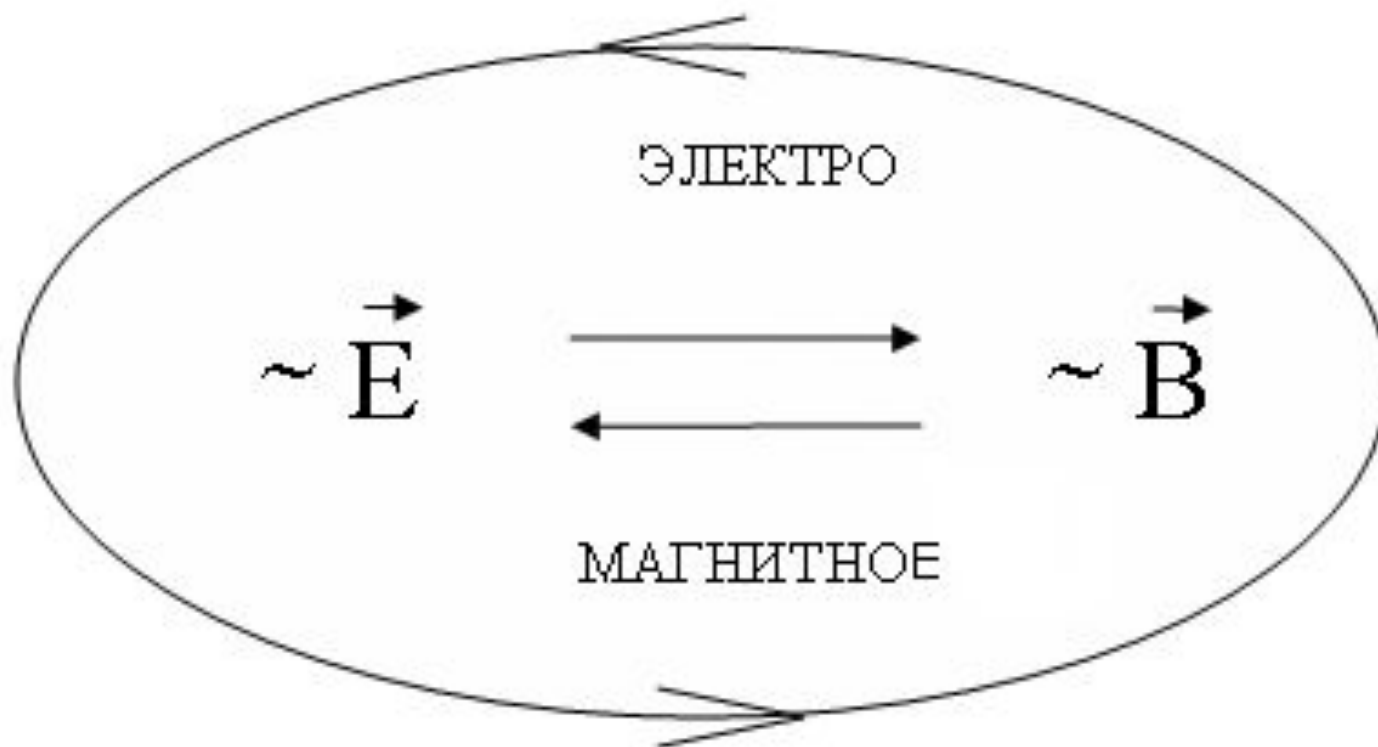


# ***Простейший колебательный контур.***



**Периодические или  
почти периодические  
изменения заряда,  
силы тока и  
напряжения  
называются  
электромагнитными  
колебаниями.**

**Из вывода Максвелла следует, что в природе существует единое электромагнитное поле.**



***В реальных  
колебательных  
контурах всегда есть  
активное  
сопротивление,  
которое  
обуславливает  
затухание  
колебаний.***

# **СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ -**

**колебания в системе,  
которые возникают после  
выведения её из положения  
равновесия.**

**Система выводится из  
равновесия при сообщении  
конденсатору заряда**



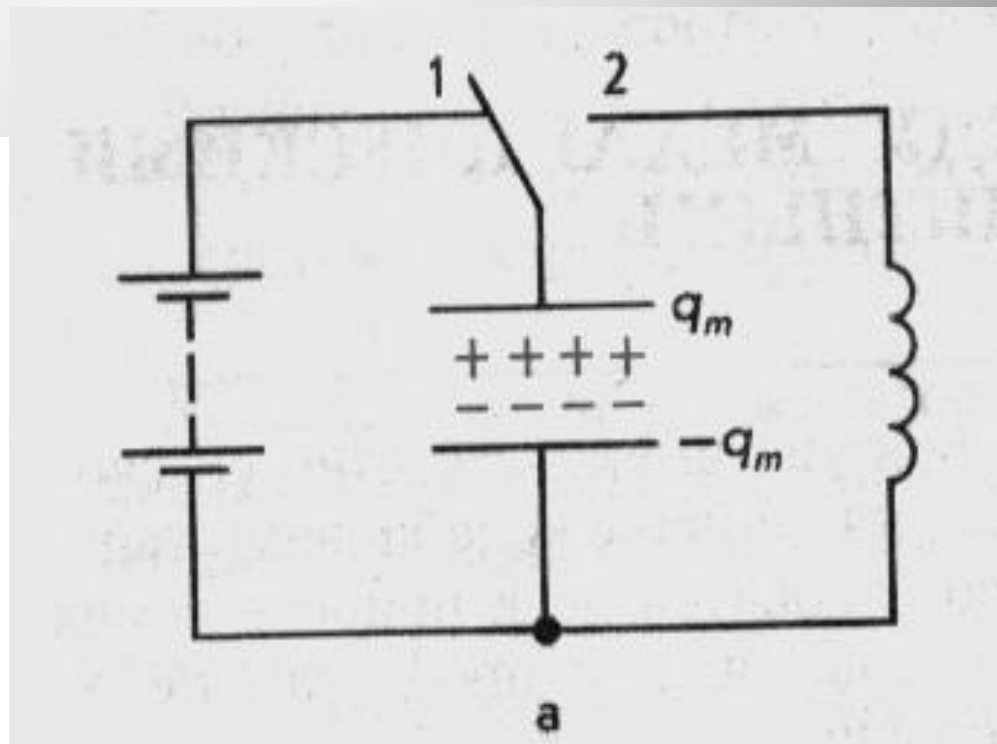
# ***ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ -***

***колебания в цепи под действием внешней периодической электродвижущей силы.***

# Преобразование энергии в колебательном контуре

0

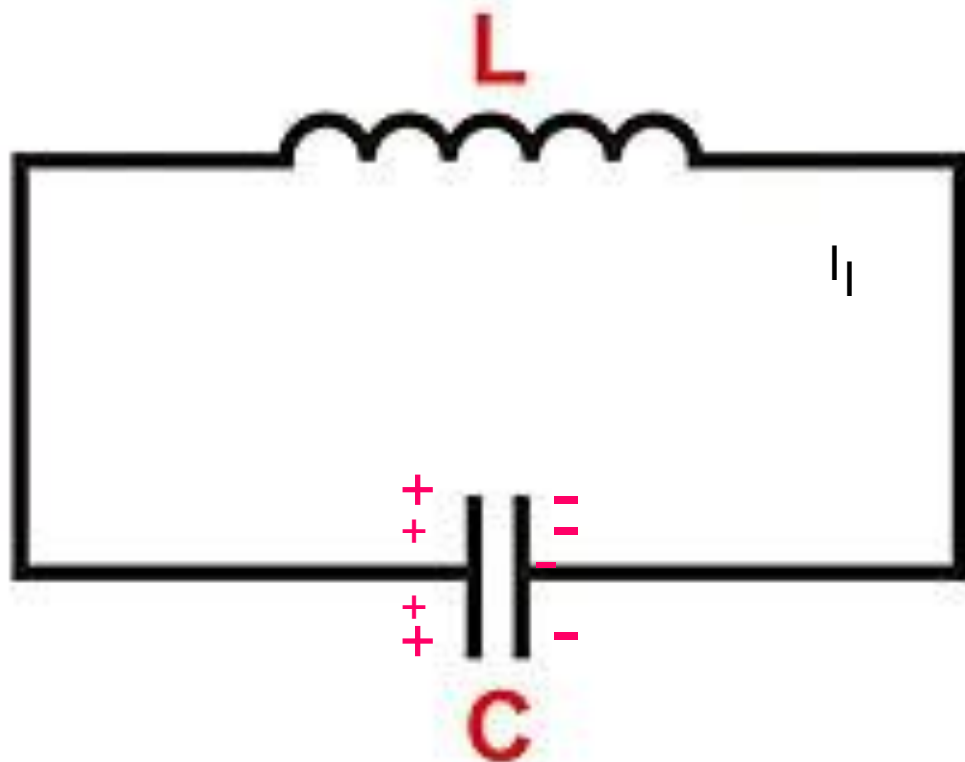
**ЗАРЯДКА  
КОНДЕНСАТОРА**



# Преобразование энергии в колебательном контуре

1

*конденсатор  
получил  
электрическую  
энергию*

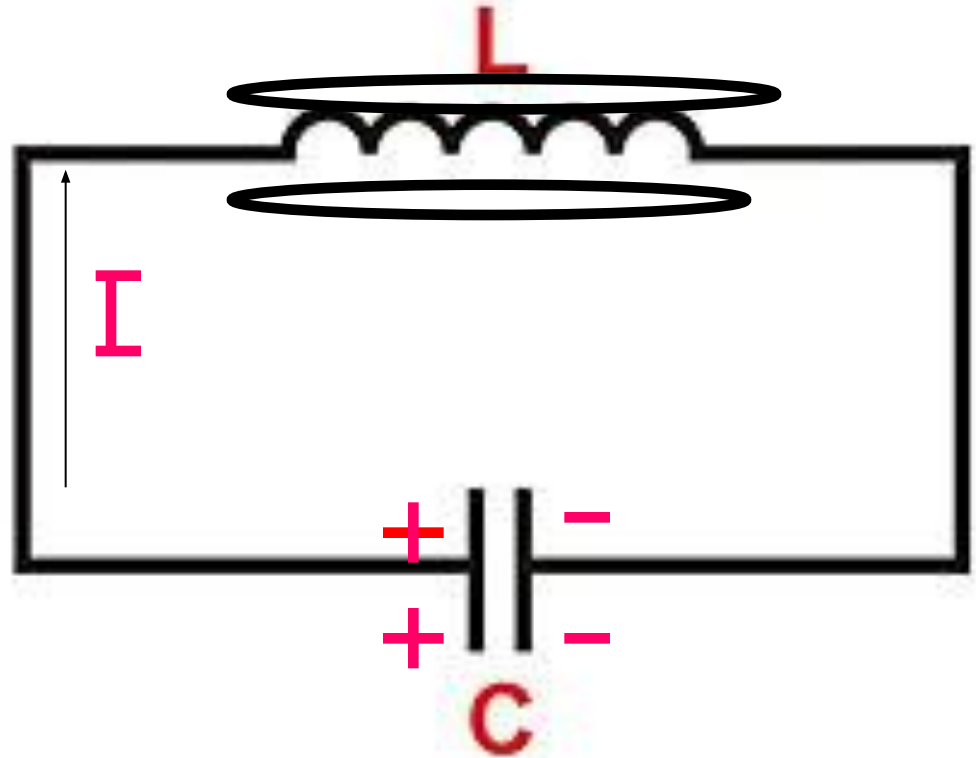


$$W_{\text{эл}} = C U^2 / 2$$

# Преобразование энергии в колебательном контуре

2

конденсатор  
разряжается, в цепи  
появляется  
электрический ток.  
При появлении тока  
возникает  
переменное  
магнитное поле.

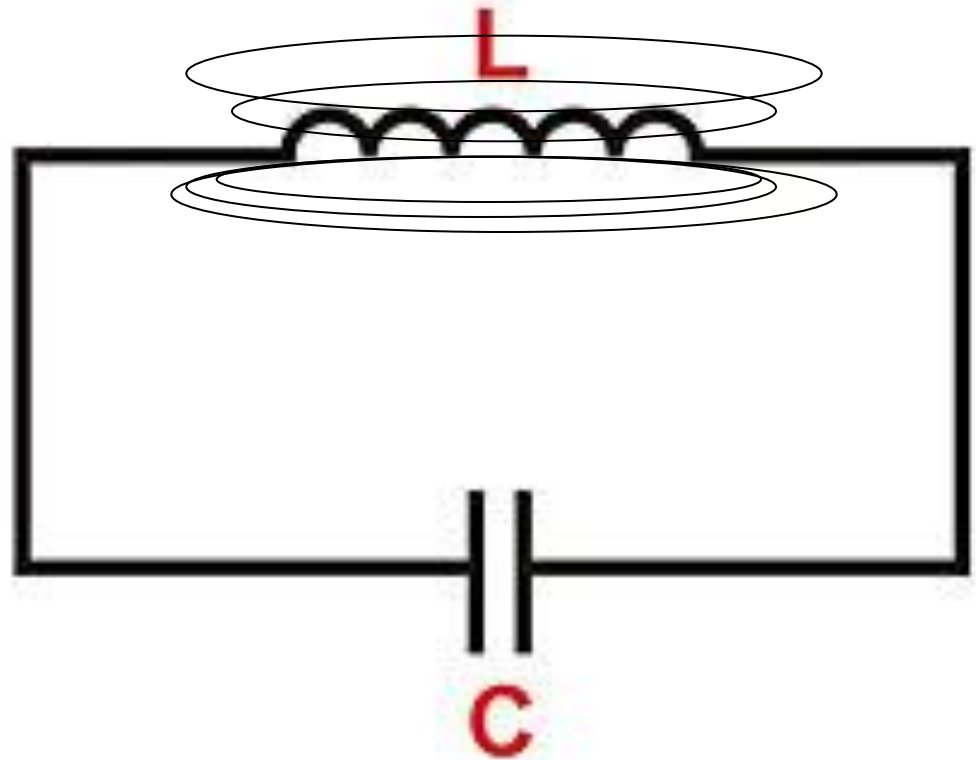


$$W = C u^2 / 2 + L i^2 / 2$$

# Преобразование энергии в колебательном контуре

3

По мере разрядки  
конденсатора  
энергия  
электрического  
поля уменьшается,  
но возрастает  
энергия магнитного  
поля тока

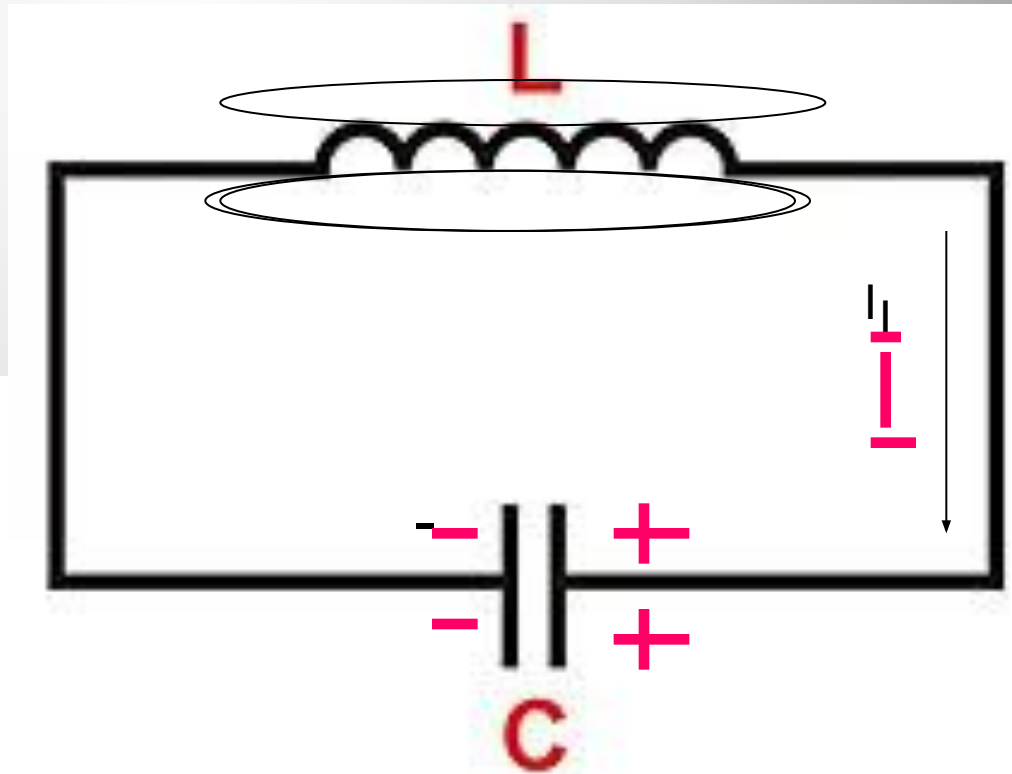


$$W_M = L I^2 / 2$$

# Преобразование энергии в колебательном контуре

4

*Полная энергия  
электромагнитного  
поля контура равна  
сумме энергий  
магнитного и  
электрического  
полей.*

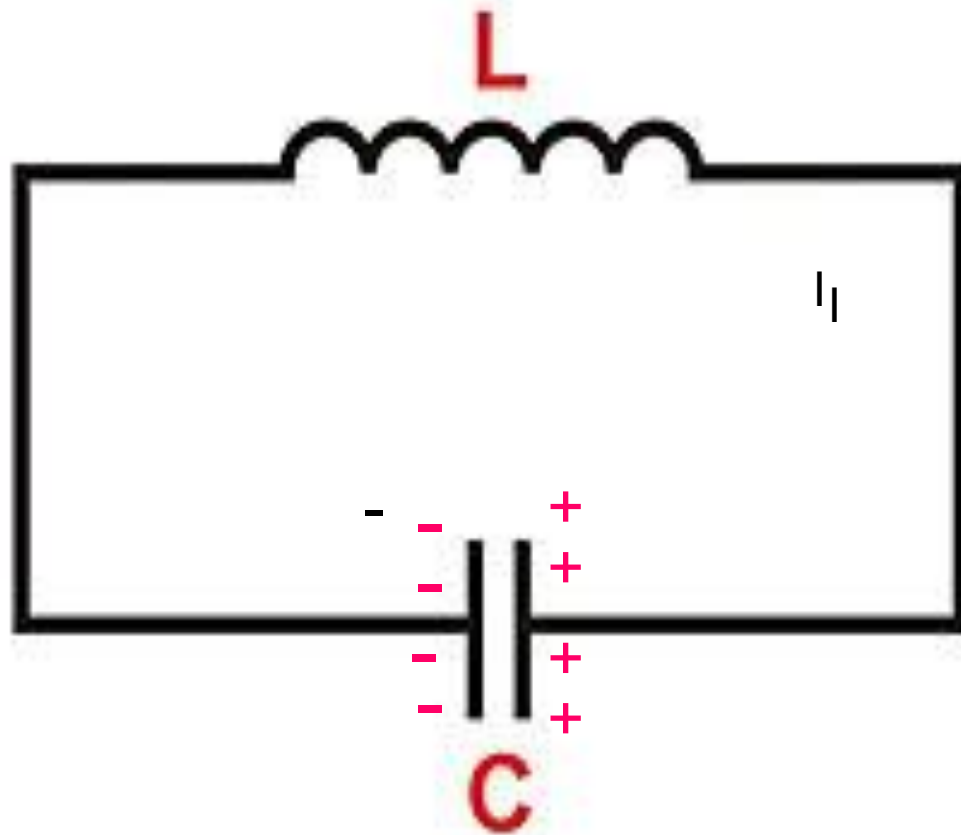


$$W = L i^2 / 2 + C u^2 / 2$$

# Преобразование энергии в колебательном контуре

5

*Конденсатор  
перезарядился*

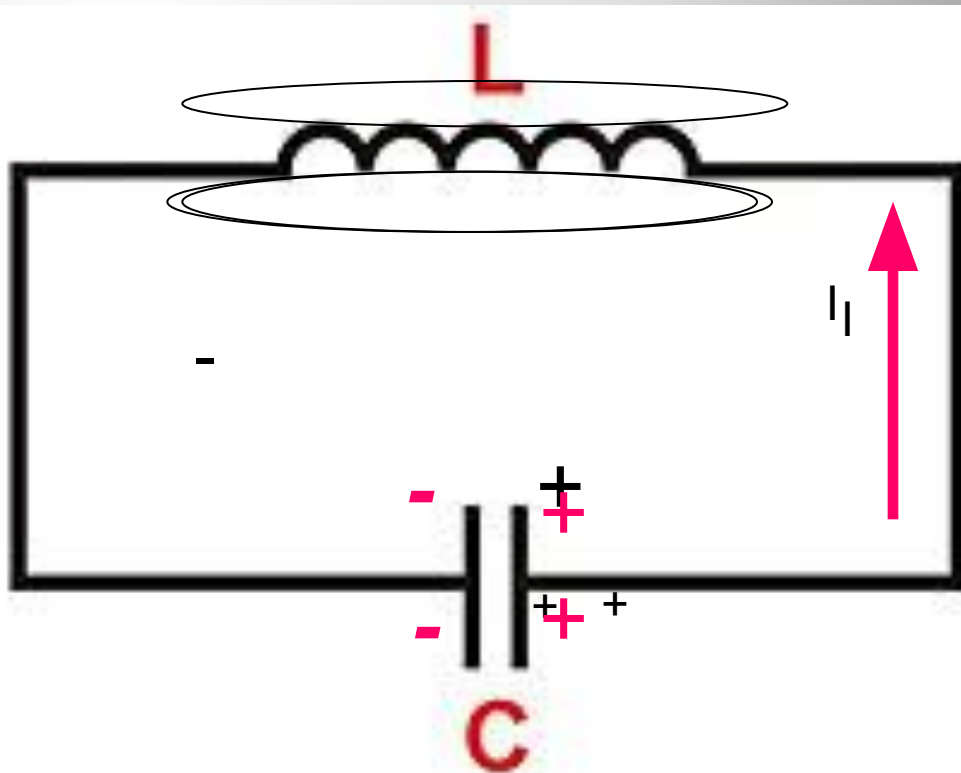


$$W_{\text{эл}} = C U^2 / 2$$

# Преобразование энергии в колебательном контуре

6

Электрическая  
энергия  
конденсатора  
преобразуется в  
магнитную  
энергию катушки  
с током.



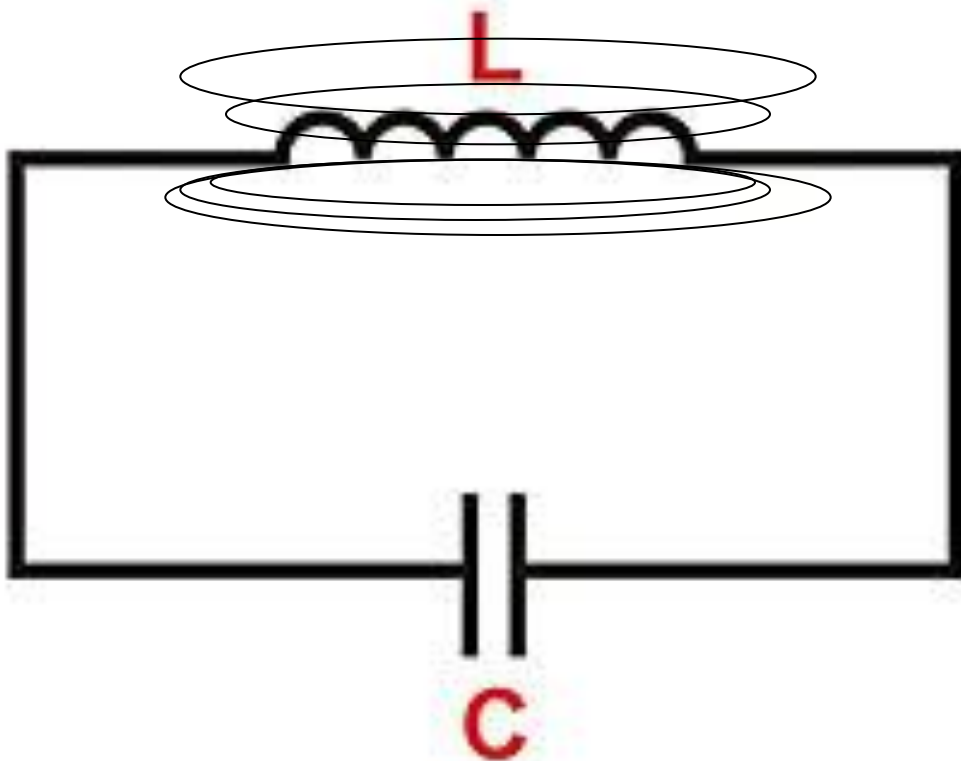
$$W = L i^2 / 2 + C u^2 / 2$$



# Преобразование энергии в колебательном контуре

7

Конденсатор  
разрядился.  
Электрическая  
энергия  
конденсатора равна  
нулю, а магнитная  
энергия катушки с  
током  
максимальная.

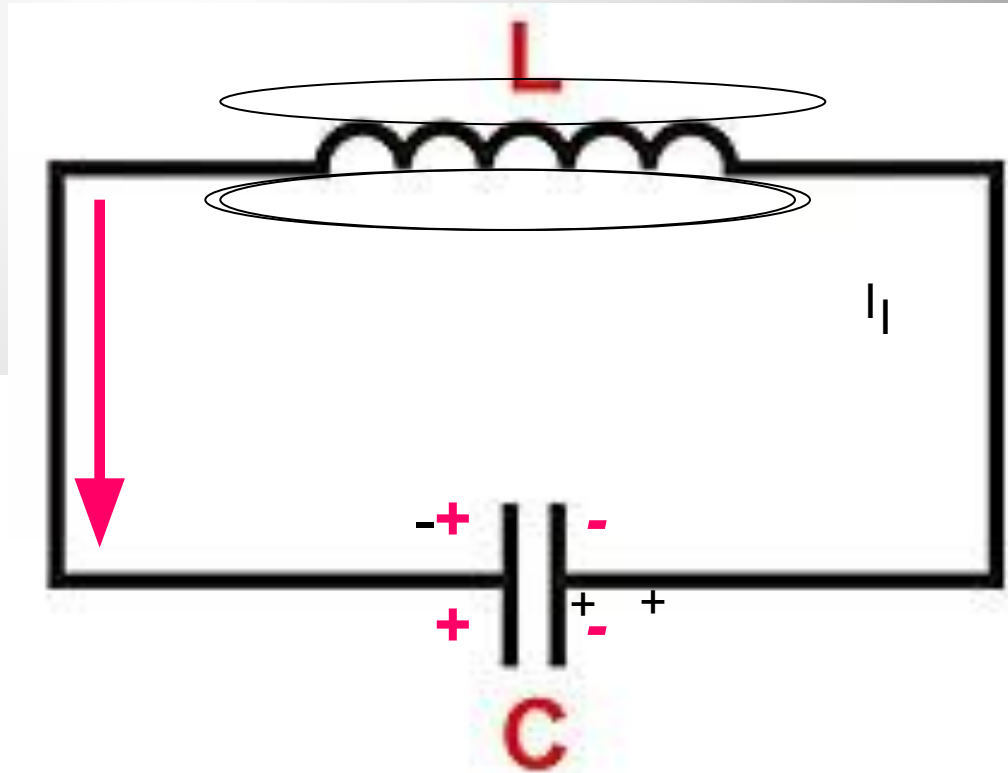


$$W_M = L I^2 / 2$$

# Преобразование энергии в колебательном контуре

8

*Полная энергия  
электромагнитного  
поля контура равна  
сумме энергий  
магнитного и  
электрического  
полей.*

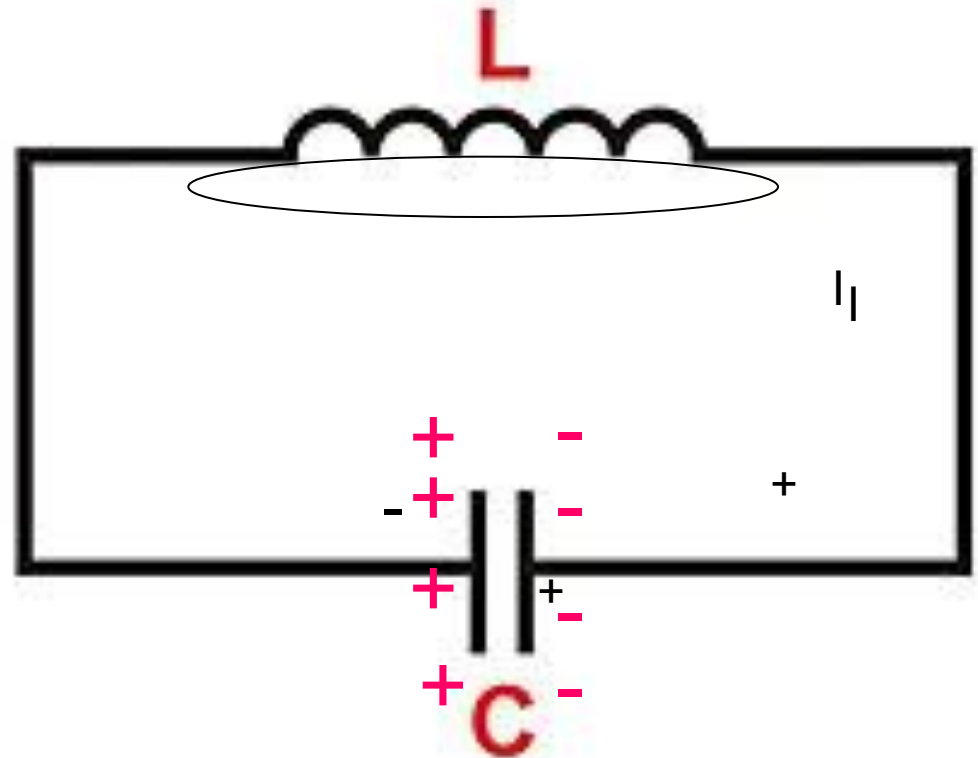


$$W = L i^2 / 2 + C u^2 / 2$$

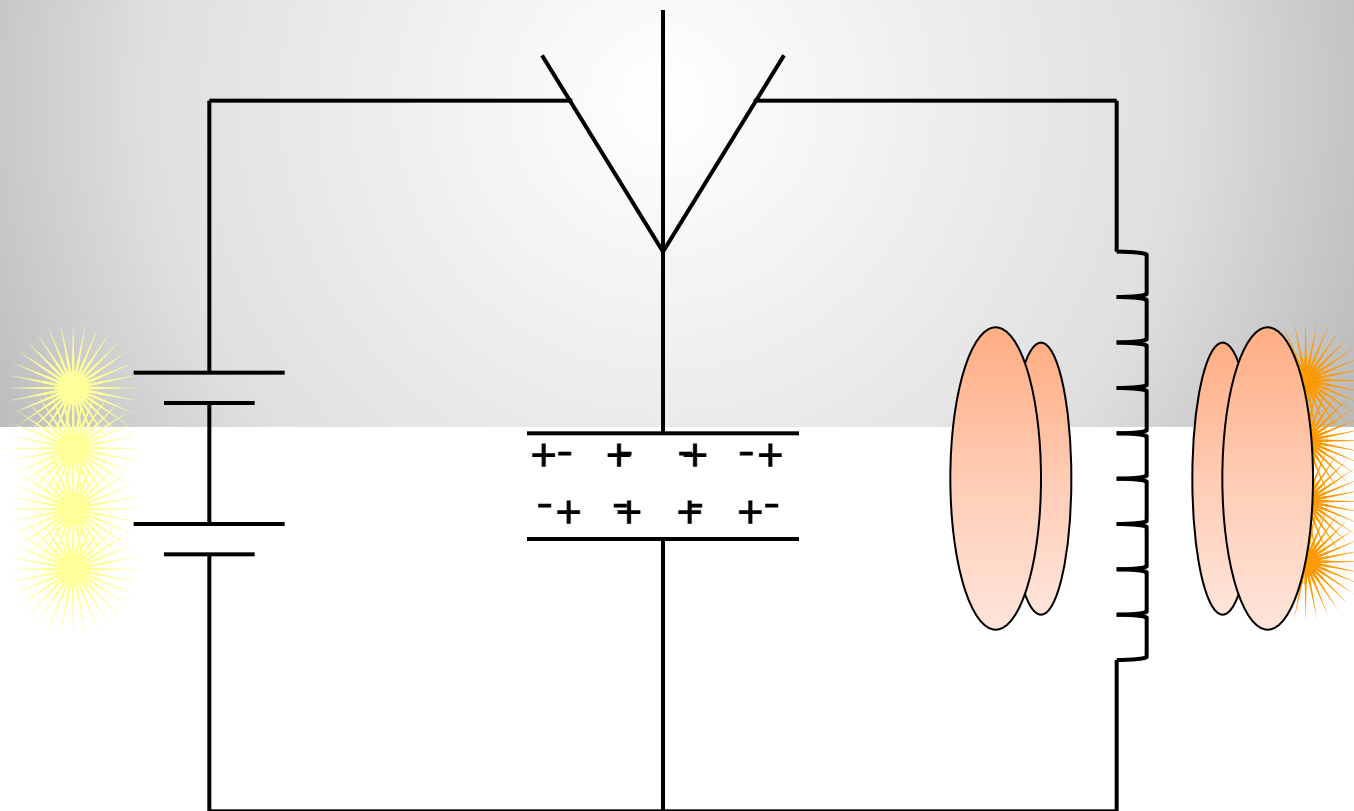
# Преобразование энергии в колебательном контуре

9

*Конденсатор  
зарядился заново.  
Начинается новый  
цикл.*



$$W = C U^2 / 2$$



$W$   $\xrightarrow{\text{эл}}$

$W$   $\xrightarrow{\text{м}}$

$W$   
 $\text{эл}$

*Преобразование энергии в  
колебательном контуре*

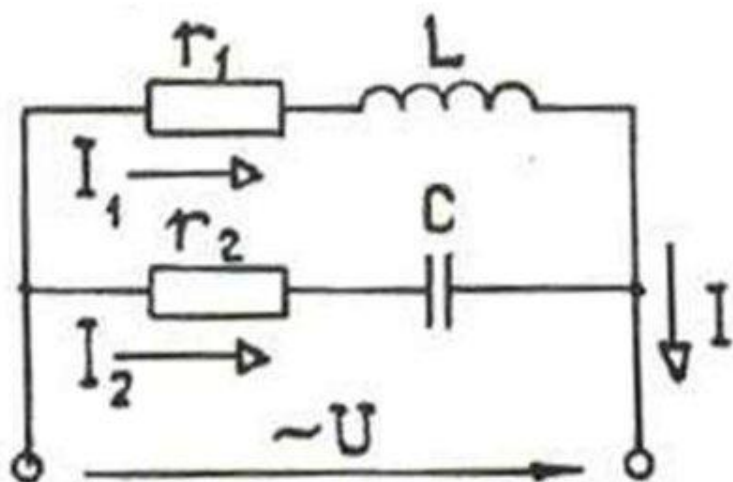
$$CU^2/2 = Cu^2/2 + Li^2/2 = LI^2/2$$

## Сравнение характеристик колебательных процессов пружинного маятника и колебательного контура

|                                                                         | 1) пружинный маятник                               | 2) колебательный контур                             |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| колеблющаяся величина                                                   | смещение относительно положения равновесия $x$     | заряд $q$                                           |
| дифференциальное уравнение колебаний                                    | $\ddot{x} + \frac{r}{m}\dot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ | $\ddot{q} + \frac{R}{L}\dot{q} + \frac{1}{LC}q = 0$ |
| частота незатухающих колебаний $\omega_0$                               | $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$                    | $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$                    |
| коэффициент затухания $\delta$                                          | $\delta = \frac{r}{2m}$                            | $\delta = \frac{R}{2L}$                             |
| частота затухающих колебаний<br>$\omega = \sqrt{\omega_0^2 - \delta^2}$ | $\omega = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{r^2}{4m^2}}$   | $\omega = \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}}$   |
| добротность $Q$                                                         | $Q = \frac{\sqrt{km}}{r}$                          | $Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$                |
| закон колебаний                                                         | $x = A_0 e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi)$   | $q = q_0 e^{-\delta t} \cos(\omega t + \varphi)$    |

$$r \div R; \quad v \div I; \quad m \div L; \quad k \div 1/C; \quad mv^2/2 \div LI/2; \quad kx^2/2 \div q^2/2C_{11}$$

# Параллельный колебательный контур



$$\underline{Y}_1 = \frac{1}{\underline{Z}_1} = \frac{1}{R_1 + j\omega L} =$$

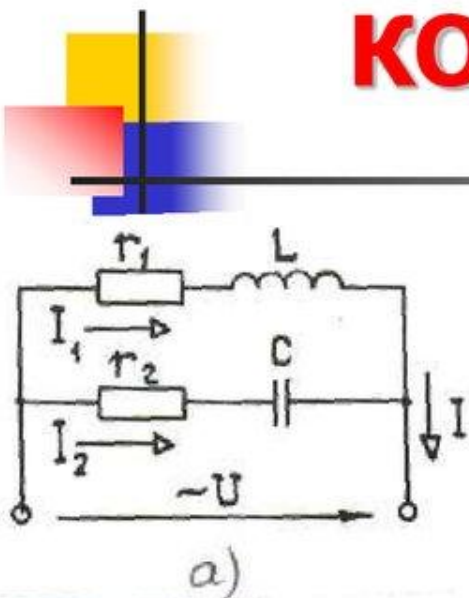
$$= \frac{R_1}{R_1^2 + (\omega L)^2} - j \frac{\omega L}{R_1^2 + (\omega L)^2} = g_1 + jb_1,$$

$$\underline{Y}_2 = \frac{1}{\underline{Z}_2} = \frac{1}{R_2 - j\frac{1}{\omega C}} = \frac{R_2}{R_2^2 + (\frac{1}{\omega C})^2} + \frac{j\frac{1}{\omega C}}{R_2^2 + (\frac{1}{\omega C})^2} = g_2 + jb_2$$

*Параллельным колебательным контуром* называется электрическая цепь, в которой индуктивность и емкость включены параллельно источнику сигнала.



# РЕЗОНАНС В ПАРАЛЛЕЛЬНОМ КОЛЕБАТЕЛЬНОМ КОНТУРЕ



*Основным условием возбуждения резонанса токов в цепи гармонического тока является равенство индуктивного и емкостного проводимостей цепи.*

$$\varphi_0 = \psi_u - \psi_i = \arctg \frac{b_{0C} - b_{0L}}{g_0} = \arctg \frac{b_0}{g_0} = 0$$

$$b_{0L} = b_{0C}$$

$$\frac{\omega_0' L}{R_1^2 + (\omega_0' L)^2} = \frac{\frac{1}{\omega_0' C}}{R_2^2 + \left(\frac{1}{\omega_0' C}\right)^2}$$



**Спасибо за внимание!**  
**Успехов в учёбе!**