#### ФГАУ ВПО «МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



### Кафедра общей физики

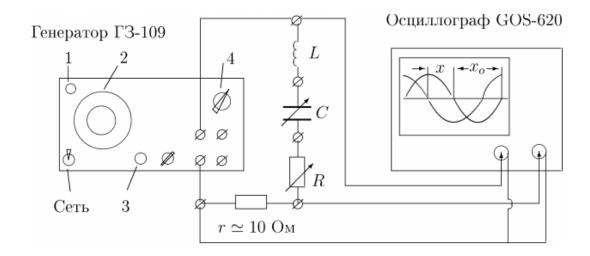
# Исследование сдвига фаз в RLC-цепях

Выполнил: Корепанов Г.М.

512 группа

Преподаватель: Данилин Валерий Алексеевич

## Экспериментальная установка

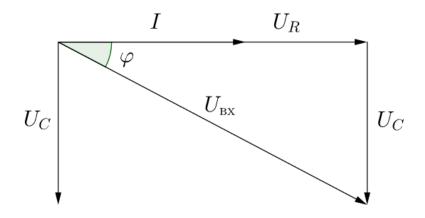


$$R_L=45,6~{
m Om}$$
  $L=50~{
m m}\Gamma{
m H}$   $r=10~{
m Om}$   $C=0,5~{
m mk}\Phi$ 

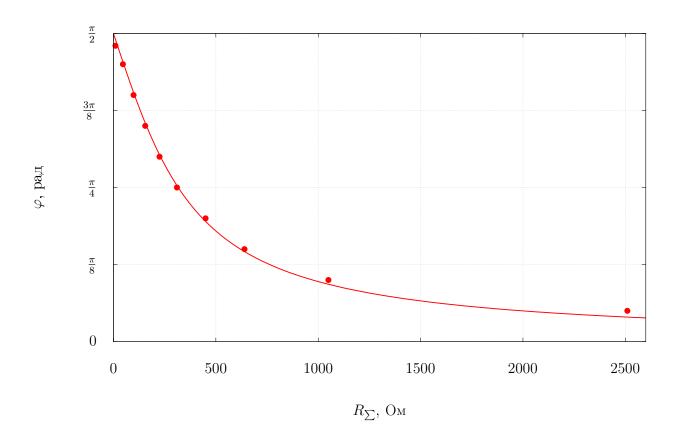
### RC-цепочка, теория

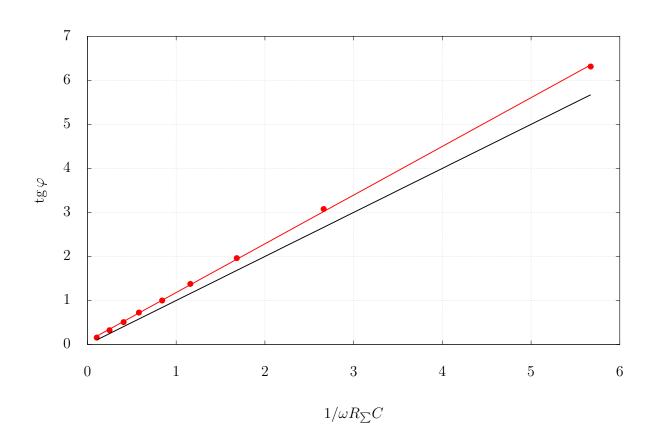
Ток, текущий через RC цепочку, пропорционален напряжению на резисторе, и опережает напряжение на конденсаторе по фазе на  $\pi/2$ . В таком простом случае метод векторных диаграмм даёт простой результат для зависимости сдвига фаз от R:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{1}{\omega RC}$$



## **RC**-цепочка, эксперимент





### RL-цепочка, теория

Всё аналогично RC цепочке, только импеданс катушки теперь

$$Z_2 = j\omega L$$
,

поэтому ток отстаёт по фазе от напряжения, а рассчётная формула приобретает вид

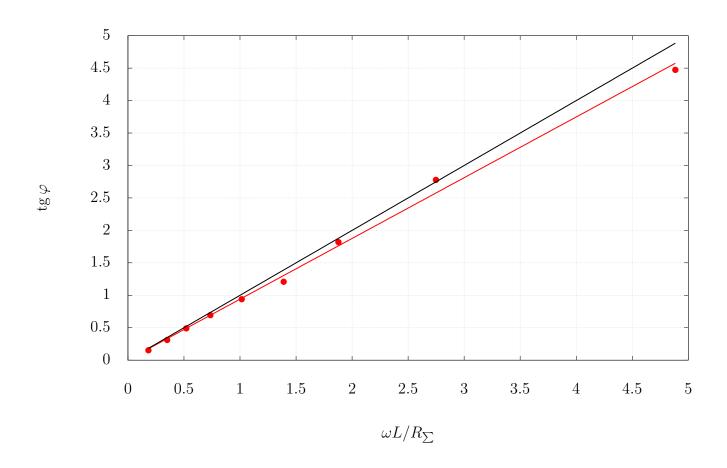
$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega L}{R_{\Sigma}}$$

Теперь к споротивлению калибровочного резистора и резистора R добавится активное сопротивление катушки:

$$R_{\sum} = R + r + R_L,$$

где  $R_L$  – активное сопротивление катушки.

### RL-цепочка, эксперимент



### RLC-резонанс

Комплексный импеданс RLC-цепочки:

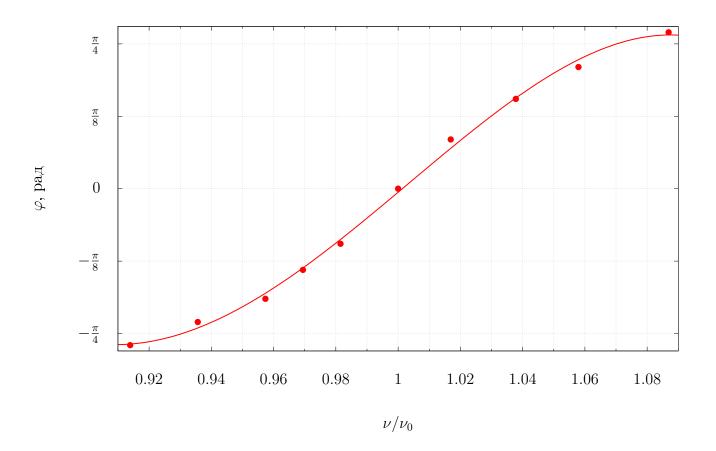
$$Z = R + j\omega L - \frac{j}{\omega C}.$$

Сдвиг фаз между током и напряжением получим, взяв аругмент Z:

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{\omega L - \frac{1}{\omega C}}{R} = Q \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 - 1}{\frac{\omega}{\omega_0}} = Q \frac{(1+x)^2 - 1}{1+x} \simeq 2xQ,$$

где  $x = \Delta \omega/\omega_0 = \Delta \nu/\nu_0$ , и в последнем переходе пренебрегаем квадратичными по x членами. Измерив ширину графика w = 2x на высоте  $\varphi = \pi/4$  (tg  $\varphi = 1$ ), можем непосредственно измерить добротность контура:

 $Q = \frac{1}{w}$ 



Из графика добротность равна:

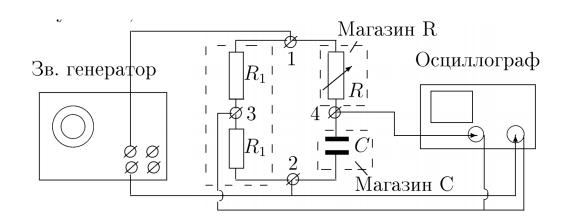
$$Q = 7 \pm 1$$

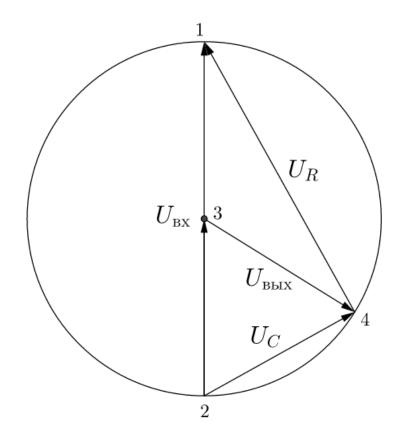
Можно рассчитать её, выразив через параметры цепочки:

$$Q = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Q_{\mathrm{reop}} = 5, 7$$

### Фазовращатель





Разность фаз равна  $\pi/2$ , когда медиана 34 является и высотой, т.е. когда  $\triangle 124$  — равнобедренный, откуда

$$U_R = U_C,$$
 
$$R = \frac{1}{\omega C} = 318 \,\, \mathrm{Om}$$

Измеренное на практике значение:

$$R_{
m 9 KC II} = 336 \pm 25 \,\, {
m OM}$$