



# Расчёт электрических цепей в ELCUT



**Александр Любимцев,**  
Начальник технической поддержки,

Вступительное слово



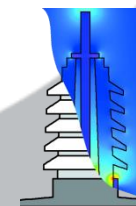
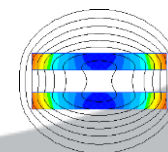
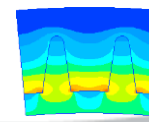
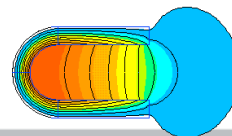
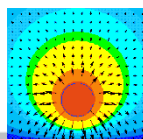
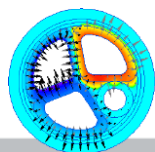
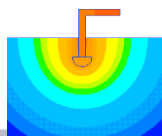
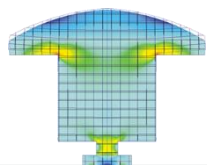
**Сергей Ионин,**  
Инженер технической поддержки

Демонстрация примеров в ELCUT



# Программный комплекс ELCUT

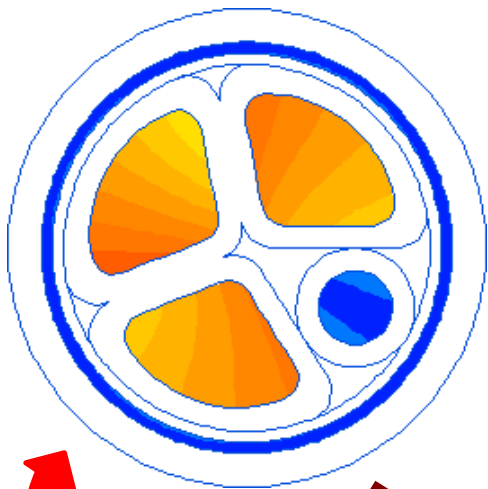
Набор для магнитных расчётов	
Магнитные задачи	Магнитостатика
	Магнитное поле переменных токов
	Нестационарное магнитное поле
Набор для электрических расчётов	
Электрические задачи	Электростатика и электрическое поле постоянных токов
	Электрическое поле переменных токов
	Нестационарное электрическое поле
Набор для тепловых и механических расчётов	
Тепловые и механические задачи	Стационарная теплопередача
	Нестационарная теплопередача
	Анализ упругих деформаций





# Мультифизика

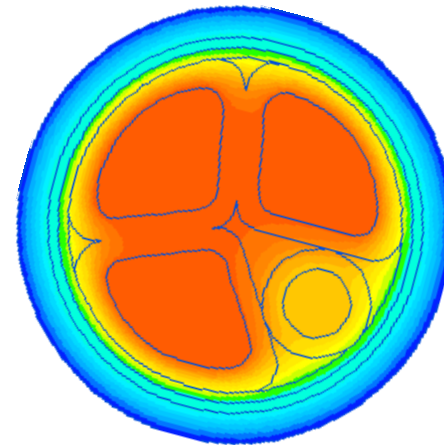
Электромагнитные  
поля



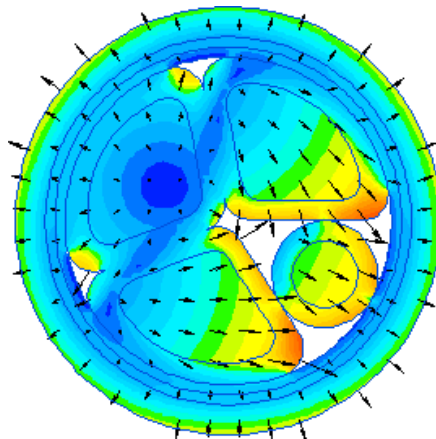
Джоулево  
тепло



Температурные  
поля



Силы



Напряжения и  
деформации

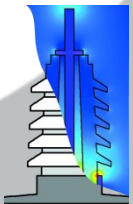
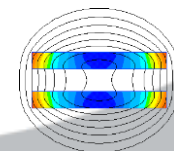
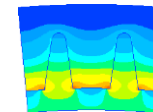
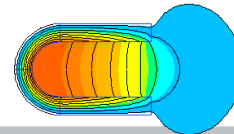
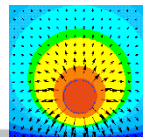
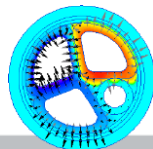
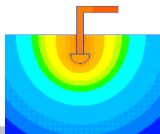
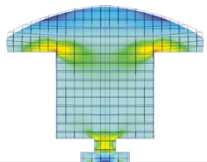
Термические  
напряжения

Импорт  
магнитного  
состояния



# Задачи с электрическими цепями

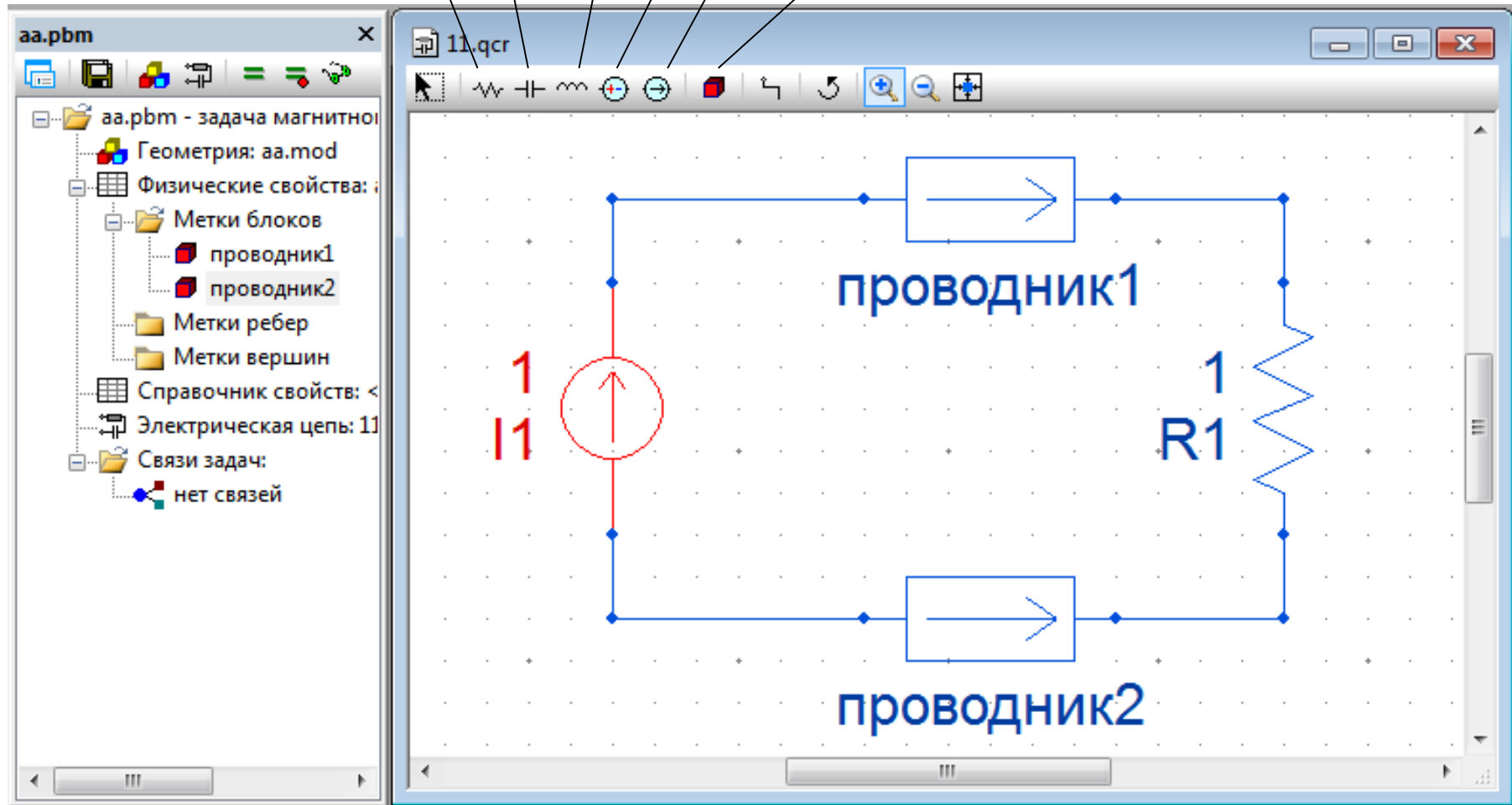
Набор для магнитных расчётов	
Магнитные задачи	Магнитостатика
	Магнитное поле переменных токов
	Нестационарное магнитное поле
Набор для электрических расчётов	
Электрические задачи	Электростатика и электрическое поле постоянных токов
	Электрическое поле переменных токов
	Нестационарное электрическое поле
Набор для тепловых и механических расчётов	
Тепловые и механические задачи	Стационарная теплопередача
	Нестационарная теплопередача
	Анализ упругих деформаций





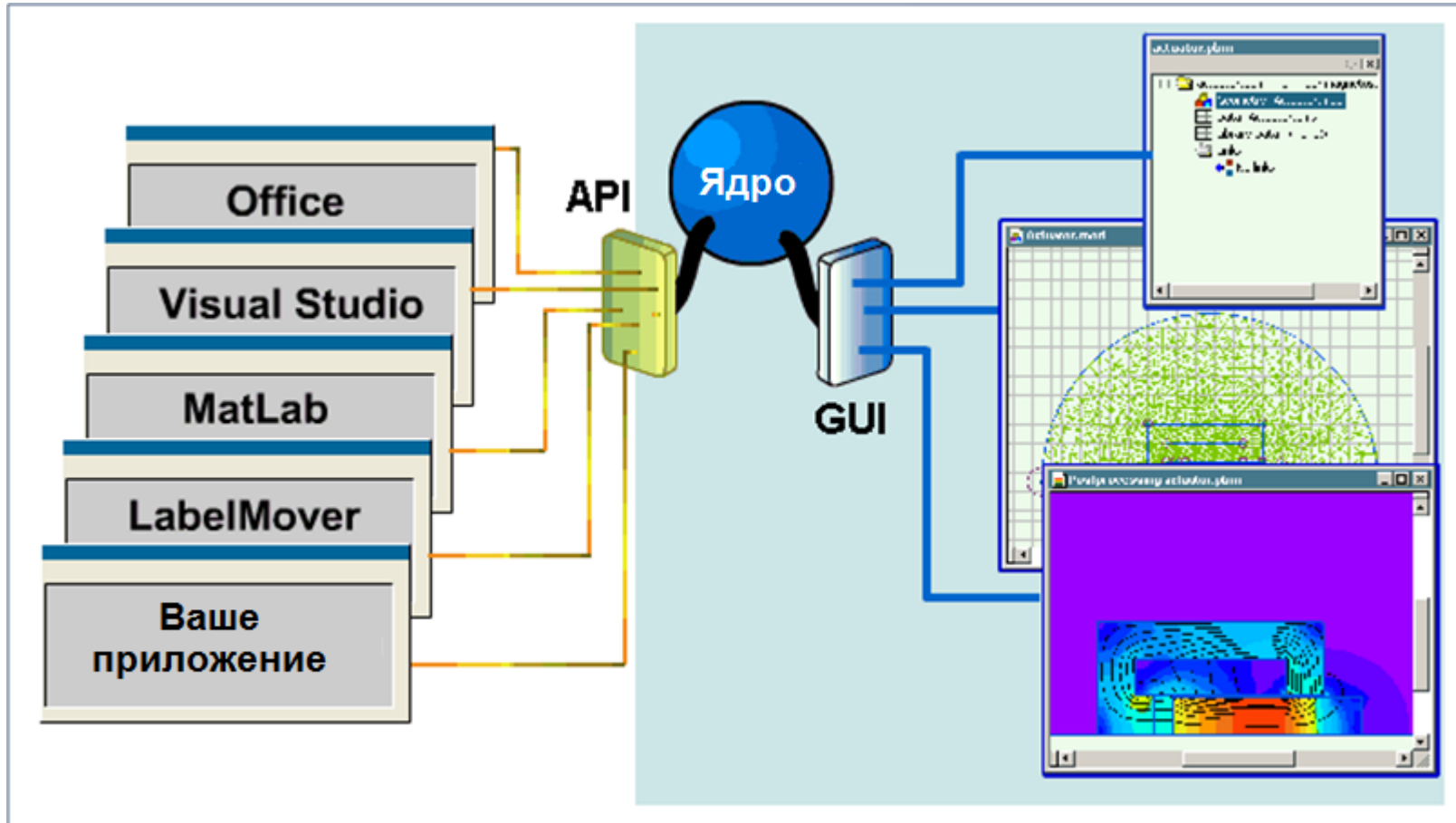
# Элементы цепи в ELCUT

$R$     $C$     $L$     $V$     $I$    Блок модели



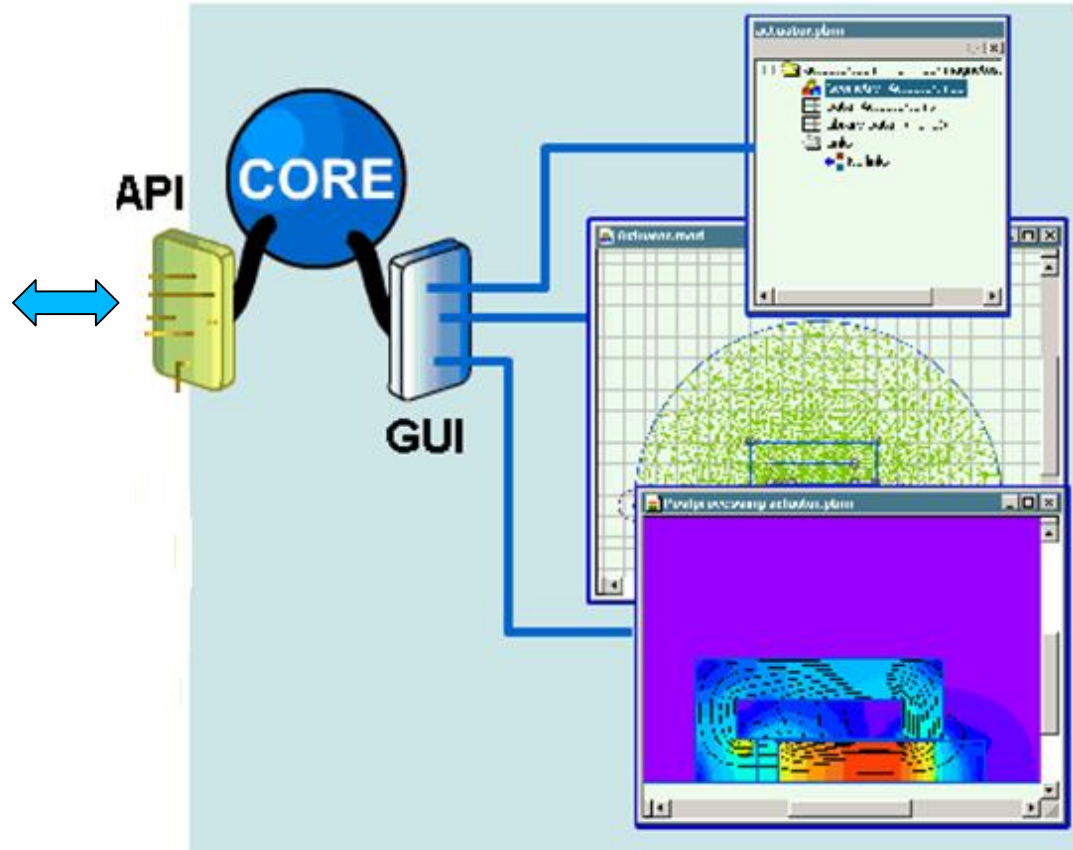
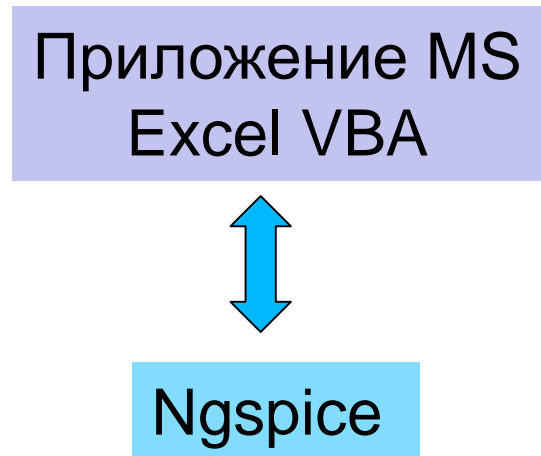


# Открытый объектный интерфейс





# Совместное использование с Ngspice\*



\* <http://ngspice.sourceforge.net/>



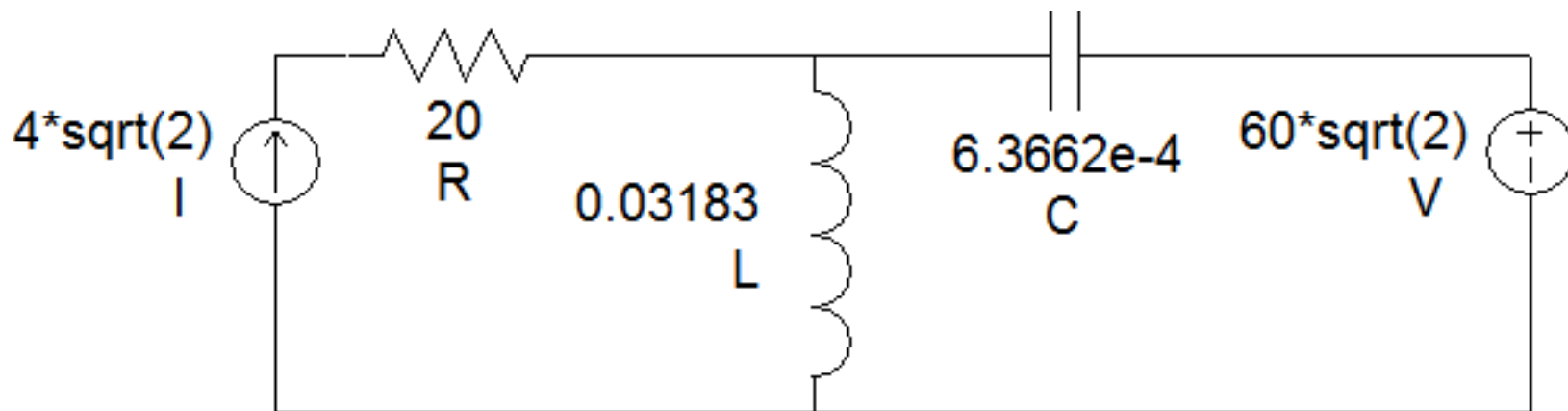
# Расчёт электрических цепей в ELCUT

1. Цепная задача переменных токов.
2. Частотная характеристика (с использованием LabelMover).
3. Цепно-полевая задача магнитного поля переменных токов (трансформатор).
4. Цепная нестационарная задача ( $RC$ -цепь).
5. Цепь с нелинейным элементом (катушка со стальным сердечником).
6. Совместное решение с программой для расчета электрических цепей *Ngspice*.





# Цепная задача переменных токов



## Дано:

Частота  $f = 50$  гц

$X_L = 10$  Ом

$X_C = 2$  Ом

Источник тока  $I = 4$  А (д.з.)

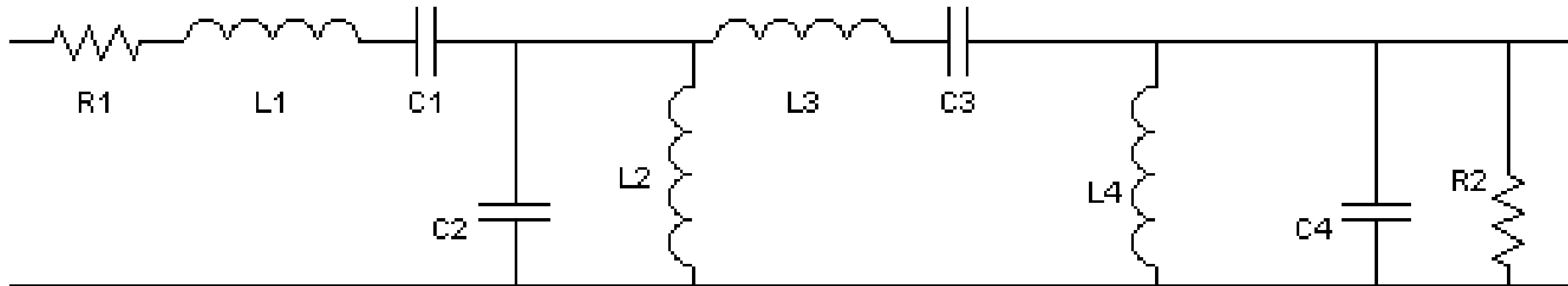
Источник напряжения  $U = 60$  В  
(д.з.)

## Особенности ELCUT

1. Задаются амплитудные значения для источников
2. Нет «земли»
3. Связанный цепно-полевой анализ



# Частотная характеристика



## Дано:

$$R1 = 150 \text{ Ом}, R2 = 150 \text{ Ом}$$

$$C1 = 840 \text{ пкФ}, C2 = 0.1637 \text{ мкФ}, C3 = 852 \text{ пкФ}, C4 = 0.0558 \text{ мкФ}$$

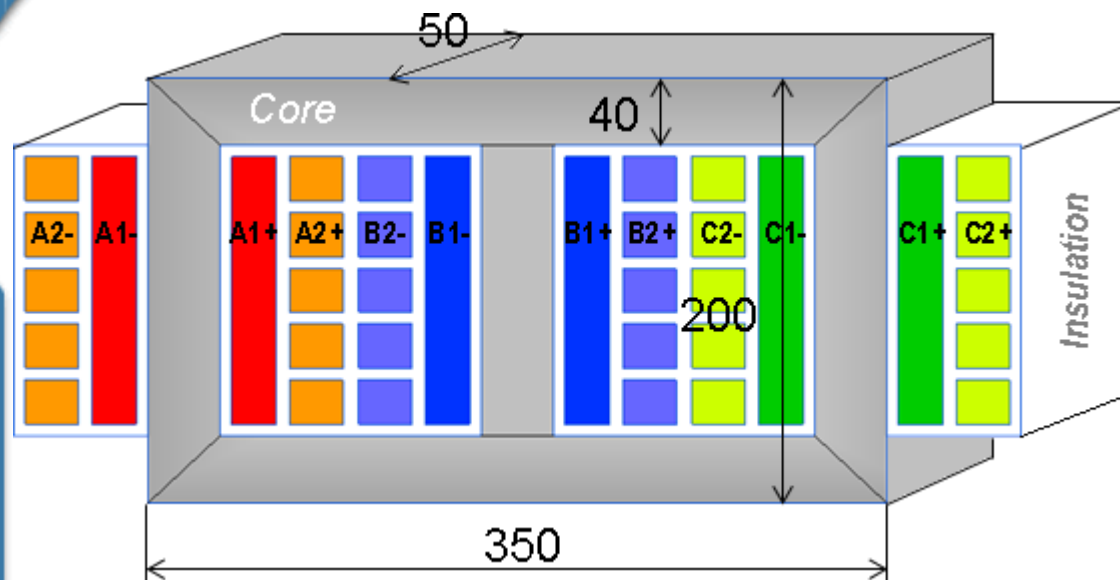
$$L1 = 12.11 \text{ мГн}, L2 = 62.08 \text{ мкГн}, L3 = 11.91 \text{ мГн}, L4 = 182.3 \text{ мкГн}$$

## Задание:

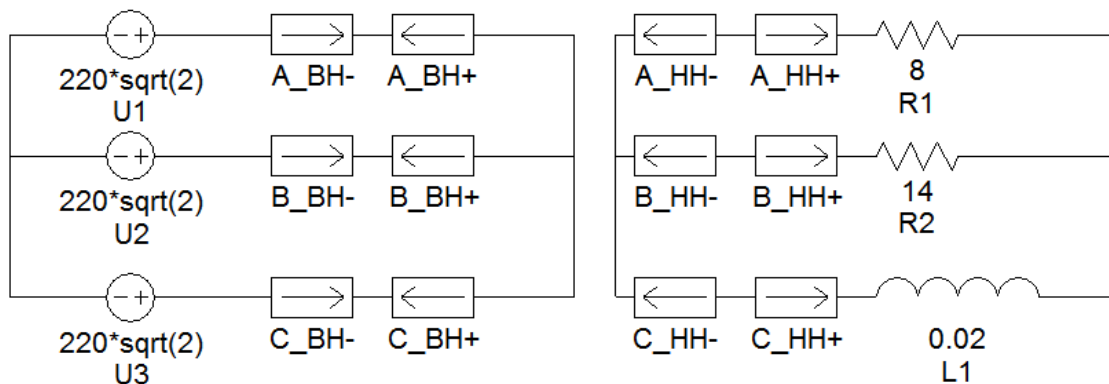
Рассчитать частотную характеристику фильтра в частотном диапазоне  $f = 40..60$  кГц.



# Трансформатор



Размеры даны в мм



## Дано:

Фазное напряжение

$$U = 220 \text{ V,}$$

Частота  $f = 50 \text{ Гц,}$

Нагрузка:

$$R_{1A} = 8 \text{ } \Omega,$$

$$R_{2B} = 14 \text{ } \Omega,$$

$$L_{1C} = 0.02 \text{ H (6.3 } \Omega).$$

Параметры обмоток

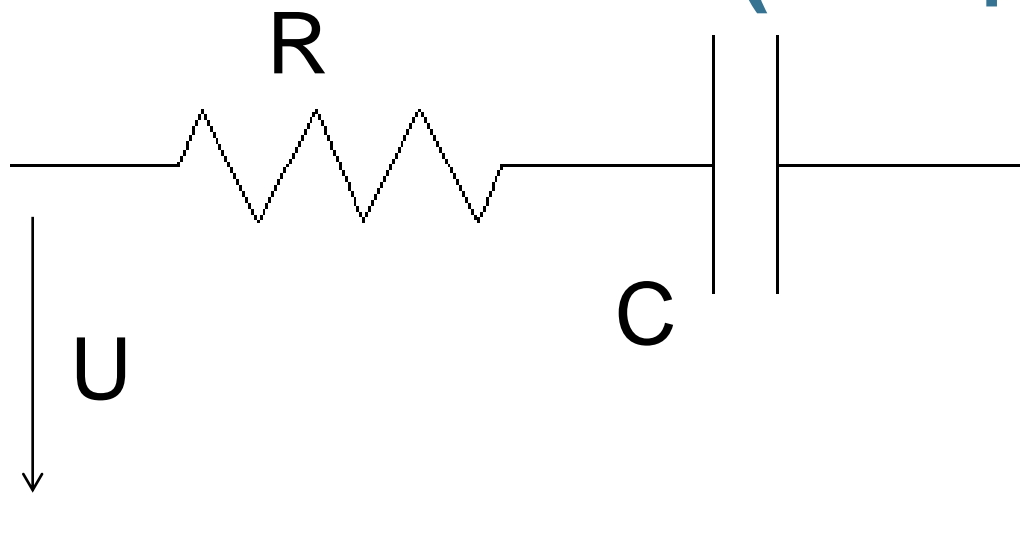
Соединение: Y/Y

$$N_{HB} = 150,$$

$$N_{BB} = 384.$$



# Цепная нестационарная задача (RC-цепь)

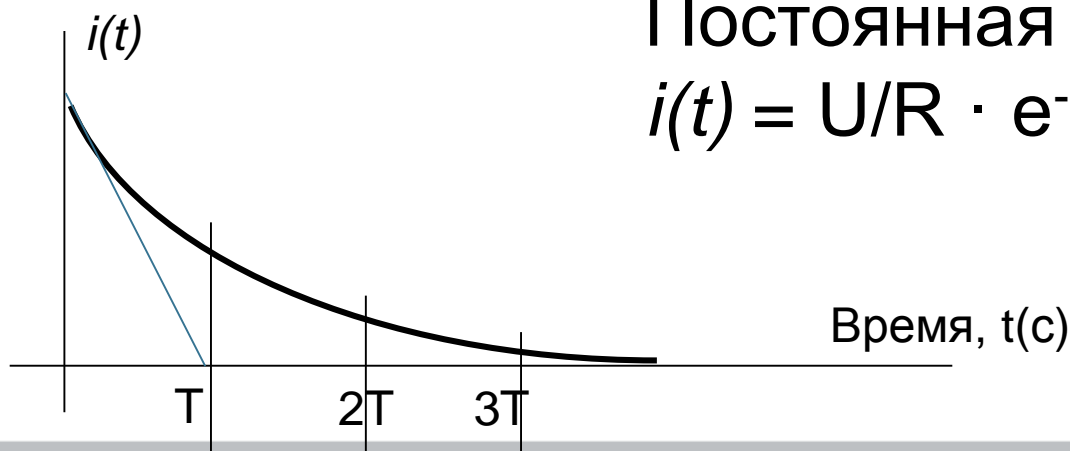


Дано:

$R = 4.5 \text{ Ом}$ ,  $C = 100 \text{ мкФ}$ .  
Напряжение  $U = 100 \text{ В}$

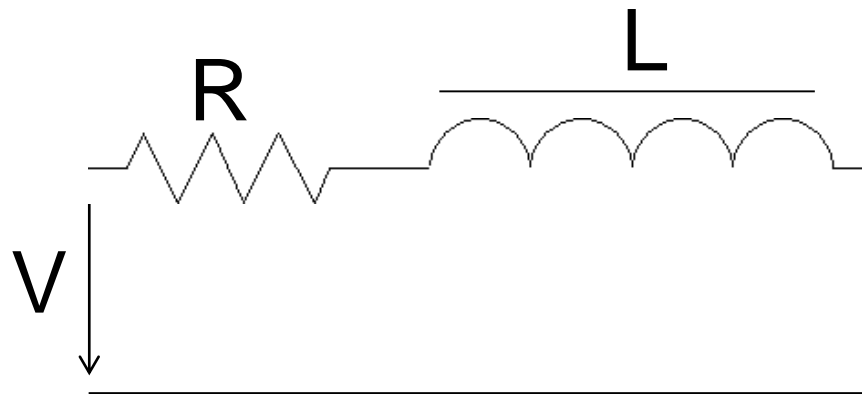
Постоянная времени  $\tau = C \cdot R$

$$i(t) = U/R \cdot e^{-t/\tau}$$

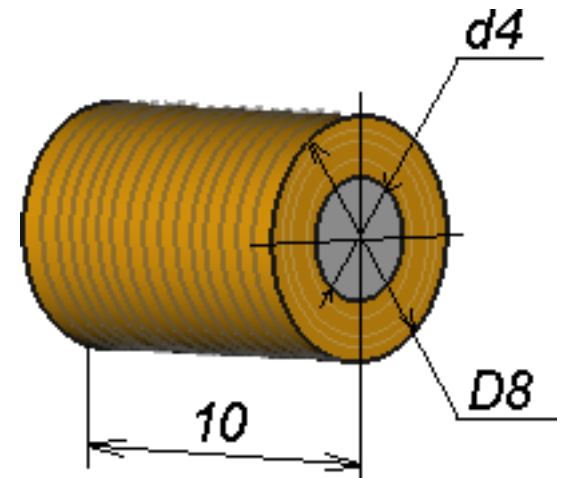




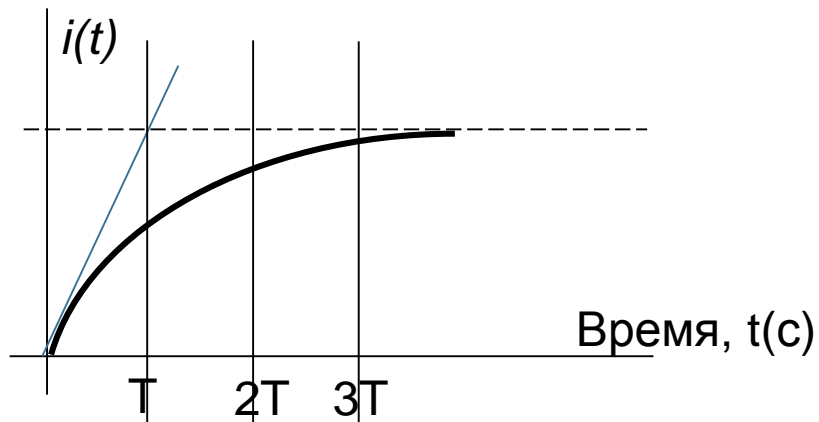
# Цепь с нелинейным элементом



Постоянная времени  $\tau = L / (R + R_L)$   
 $i(t) = U / (R + R_L) * (1 - e^{-t/\tau})$



$R_L = 4.2 \text{ Ом}$   
 $L = 2.8 \text{ мГн}$

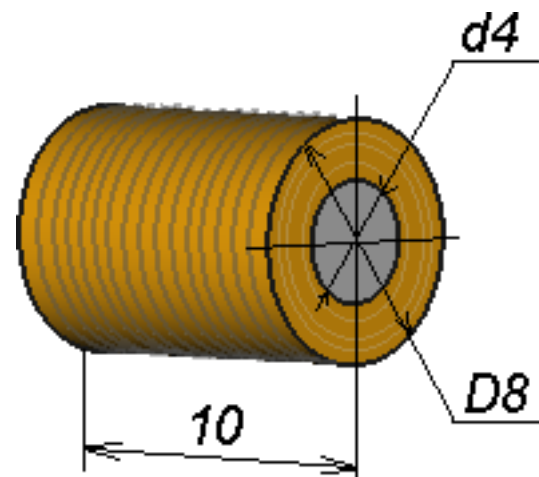
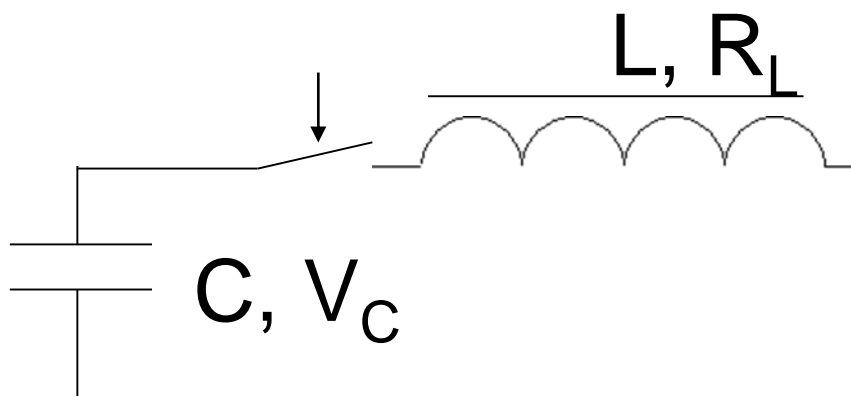


## Дано:

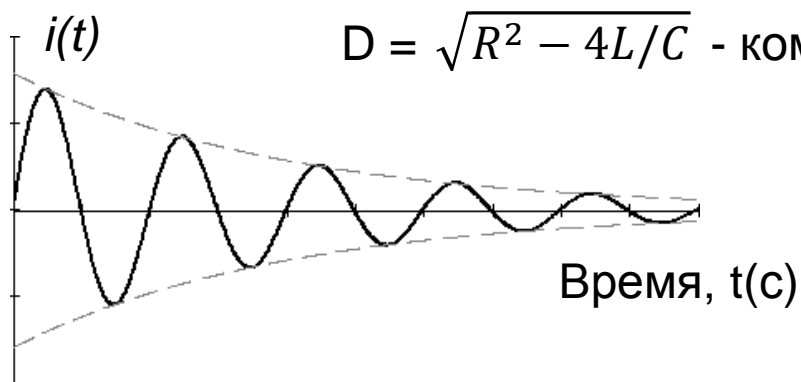
$R = 10 \text{ Ом}$ ,  
 $R_L = 4.2 \text{ Ом}$ ,  $L = 2.8 \text{ мГн}$   
Напряжение  $U = 100 \text{ В}$



# Совместное решение с Ngspice



$$L \cdot di(t)/dt + R \cdot i(t) + q(t)/C = e$$



## Дано:

$C = 100 \text{ мкФ}$ ,  $V_C = 100 \text{ В}$   
 $R_L = 4.5 \text{ Ом}$ ,  $L = 2.5 \text{ мГн}$