



# Моделирование импульсных устройств в ELCUT



**Ольга Карасёва,**  
Заместитель коммерческого директора,  
Группа поддержки пользователей ELCUT

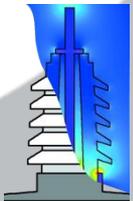
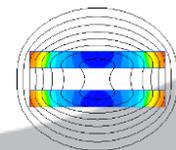
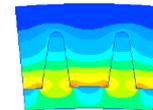
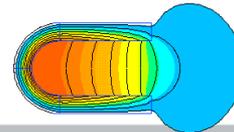
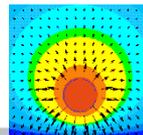
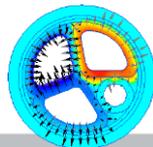
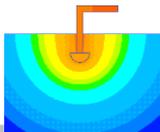
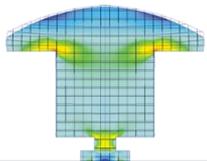


**Александр Любимцев,**  
Инженер группы поддержки пользователей  
Группа поддержки пользователей ELCUT



# Типы анализа

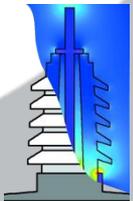
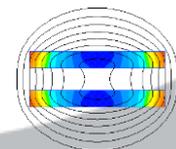
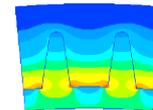
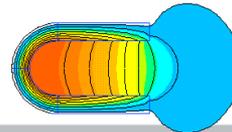
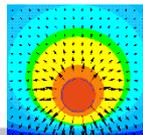
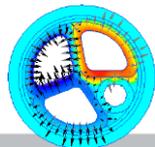
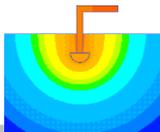
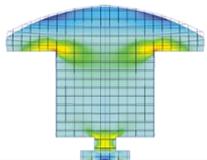
Магнитные задачи	Магнитостатика
	Магнитное поле синусоидальных токов
	Нестационарное магнитное поле
Электрические задачи	Электростатика и Электрическое поле постоянных токов
	Электрическое поле переменных токов
	Нестационарное электрическое поле
Тепловые и механические задачи	Стационарная теплопередача
	Нестационарная теплопередача
	Анализ упругих деформаций



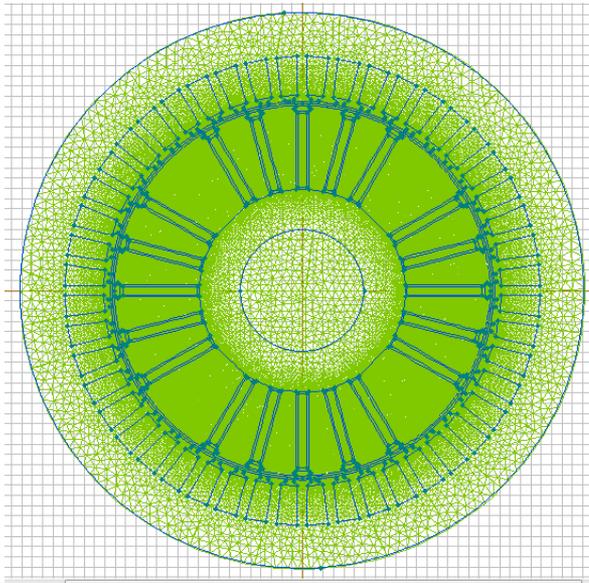


# Типы анализа нестационарные

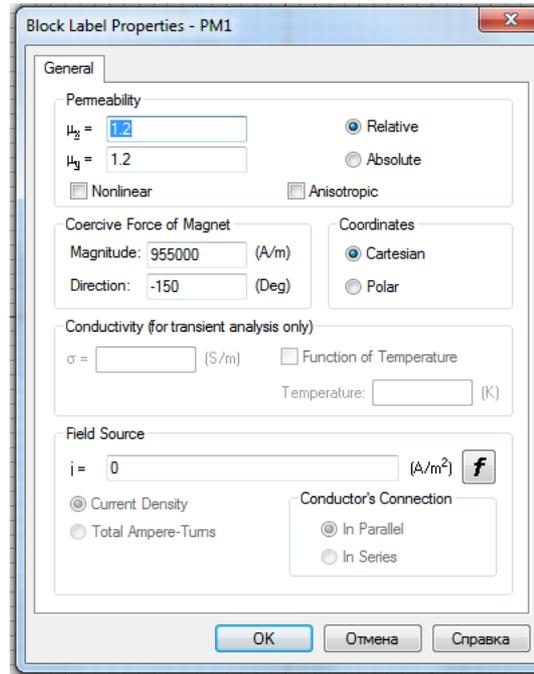
Магнитные задачи	Магнитостатика
	Магнитное поле синусоидальных токов
	<b>Нестационарное магнитное поле</b>
Электрические задачи	Электростатика и Электрическое поле постоянных токов
	Электрическое поле переменных токов
	<b>Нестационарное электрическое поле</b>
Тепловые и механические задачи	Стационарная теплопередача
	<b>Нестационарная теплопередача</b>
	Анализ упругих деформаций



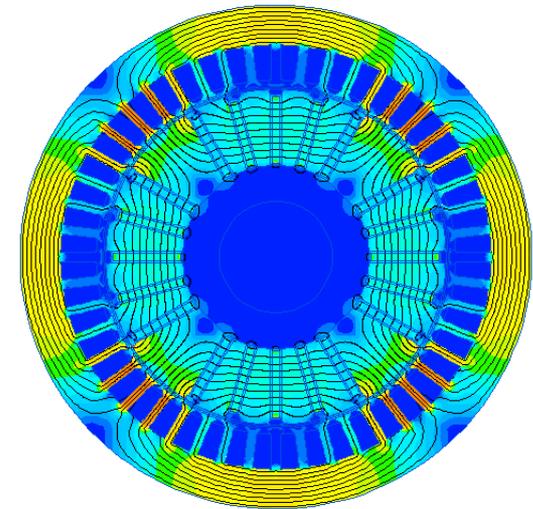
# Этапы решения задачи



Геометрическая модель



Свойства материалов и источники



Картина поля



# Нестационарные источники

Свойства метки блока - coil

Общие

Магнитная проницаемость

$\mu_x =$    Относительная  
 $\mu_y =$    Абсолютная

Нелинейный материал  Анизотропный материал

Коэрцитивная сила магнита

Величина:  (А/м)  
Направление:  (Град)

Координаты

Декартовы  
 Полярные

Электропроводность (только для переходных процессов)

$\gamma =$   (См/м)  Зависит от температуры  
Температура:  (К)

Источники поля

$U =$   (В) **f**

Напряжение  
 Полный ток

Проводники соединены

Параллельно  
 Последовательно

Встроенные функции:

*abs*  
*sign*  
*max*  
*min*  
***step***  
***impulse***  
*sin*  
*cos*  
*tan*

*asin*  
*acos*  
*atan*  
*atan2*  
*exp*  
*log*  
*sqrt*  
*pow*  
***saw***



# Нестационарные результаты

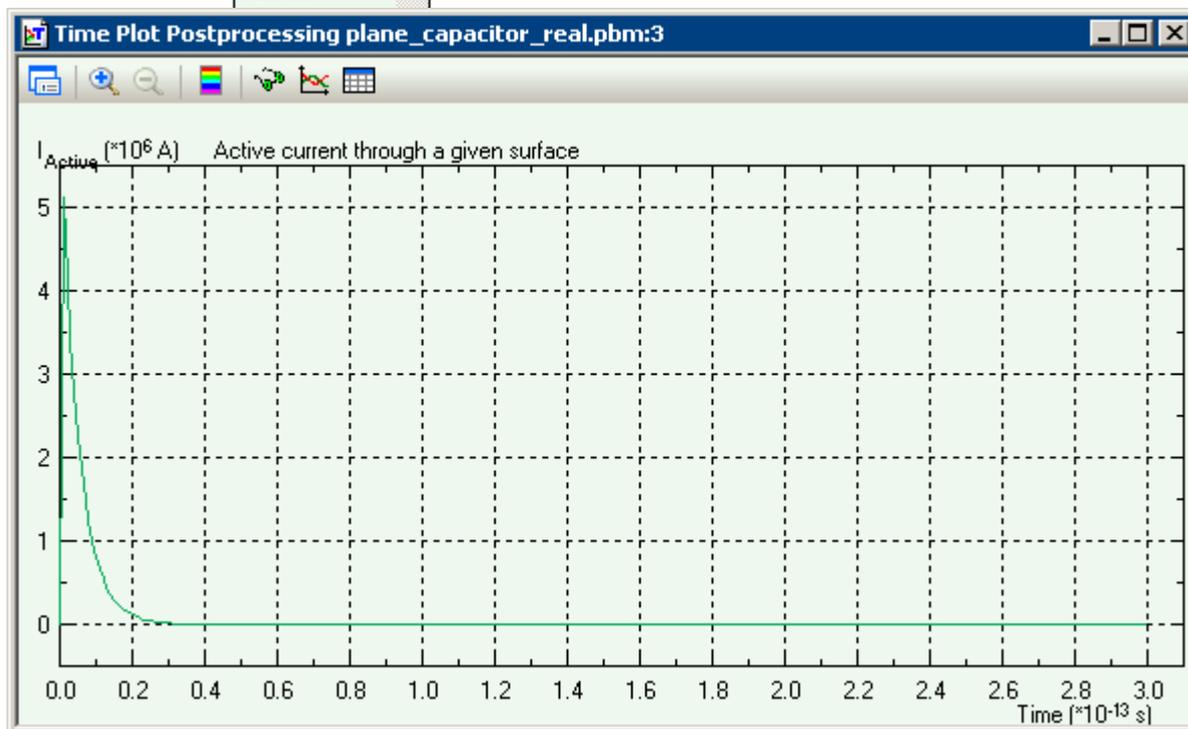
5.e-15

0  
1.e-15  
2.e-15  
3.e-15  
4.e-15  
5.e-15  
6.e-15  
7.e-15  
8.e-15  
9.e-15  
1.e-14  
1.1e-14  
1.2e-14

Временные слои картины поля

Таблица во времени

График во времени



Time Table Postprocessing plan...

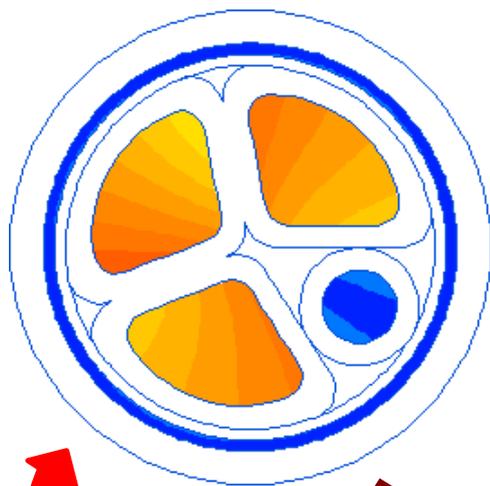
Active current through a given surface (A)

Time (s)	IActive
0	0
1.e-15	5128420
2.e-15	4172400
3.e-15	3404700
4.e-15	2778620
5.e-15	2267670
6.e-15	1850690
7.e-15	1510370
8.e-15	1232640
9.e-15	1005980
1.e-14	820996
1.1e-14	670028
1.2e-14	546821
1.3e-14	446270
1.4e-14	364208
1.5e-14	297236
1.6e-14	242579
1.7e-14	197973
1.8e-14	161569
1.9e-14	131859
2.e-14	107612
2.1e-14	87824.1



# Мультифизика

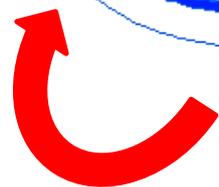
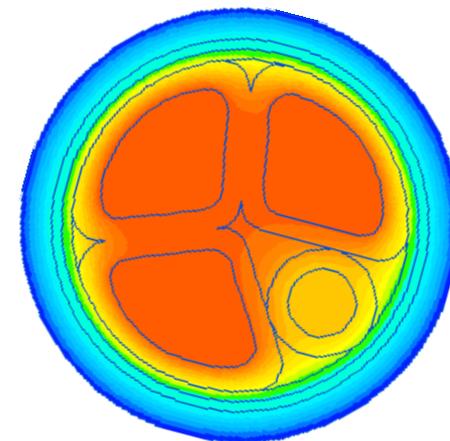
Электромагнитные  
поля



Джоулево  
тепло

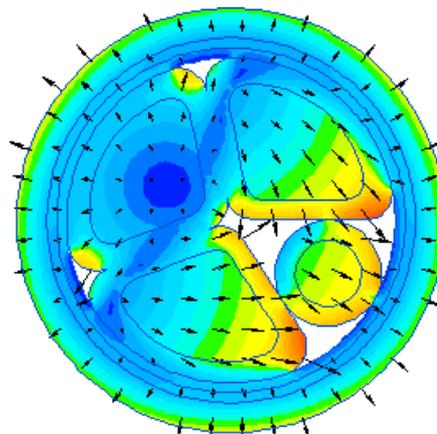


Температурные  
поля



Импорт  
магнитного  
состояния

Силы

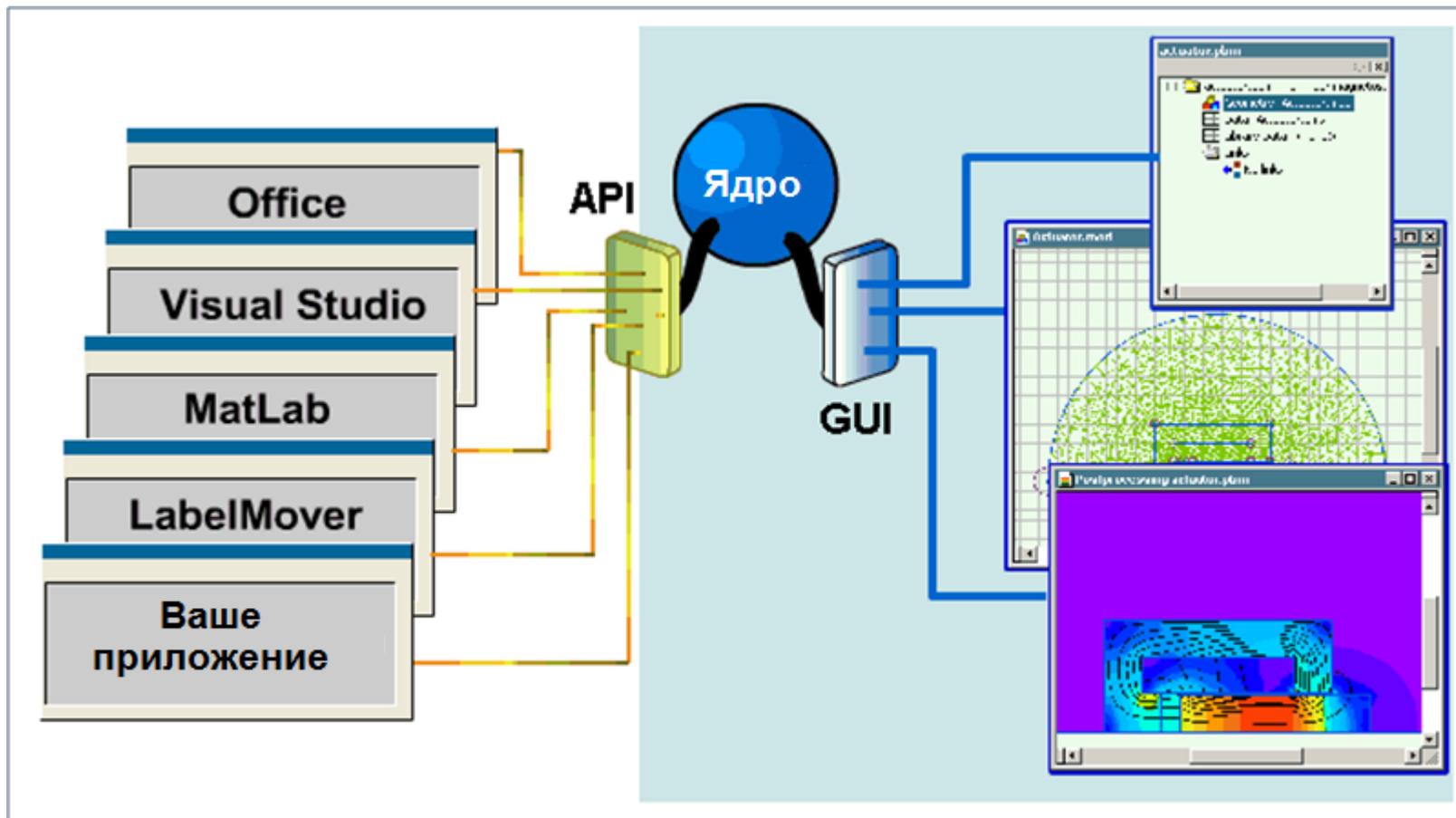


Напряжения и  
деформации

Термические  
напряжения



# Открытый объектный интерфейс





# Моделирование импульсных устройств в ELCUT



**Ольга Карасёва,**  
Заместитель коммерческого директора,  
Группа поддержки пользователей ELCUT



**Александр Любимцев,**  
Инженер группы поддержки пользователей  
Группа поддержки пользователей ELCUT

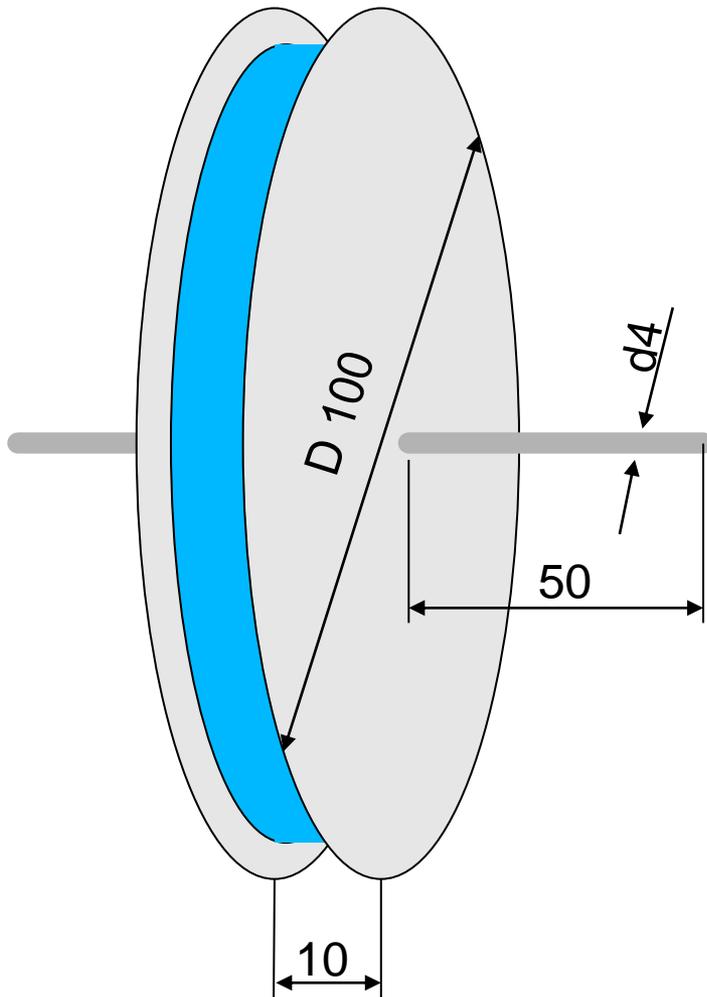


# Моделирование импульсных устройств в ELCUT

1. Дисковый конденсатор. Импульс напряжения.
2. Ограничитель перенапряжений.
3. Многовитковая катушка. Импульс напряжения.
4. Импульсный трансформатор.
5. Импульсный нагрев.
6. Импульсные усилия (вибрация).



# Дисковый конденсатор



Все размеры в миллиметрах

## Дано:

Импульс напряжения  $U = 1$  кВ

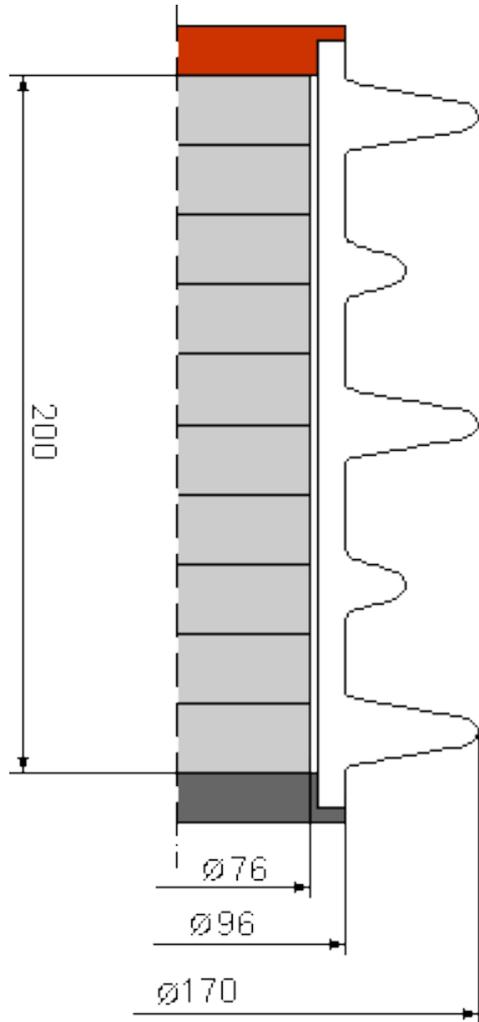
Диэлектрическая  
проницаемость изоляции  $\varepsilon = 4$

Электропроводность металла  
 $\sigma = 56e6$  S/m

Посчитать ток  $I(t)$



# Ограничитель перенапряжений



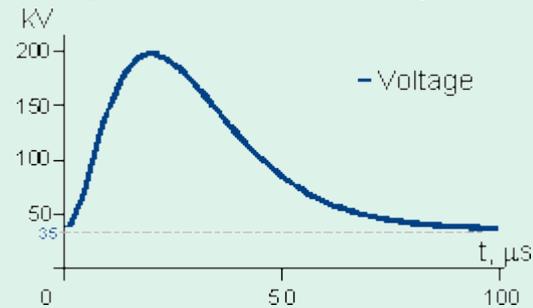
## Дано:

Номинальное напряжение:  $U = 35$  кВ

Диэлектрическая  
проницаемость ZnO:  $\varepsilon = 60$

Электропроводность ZnO:  $\sigma = \sigma(E)$

Форма грозового импульса

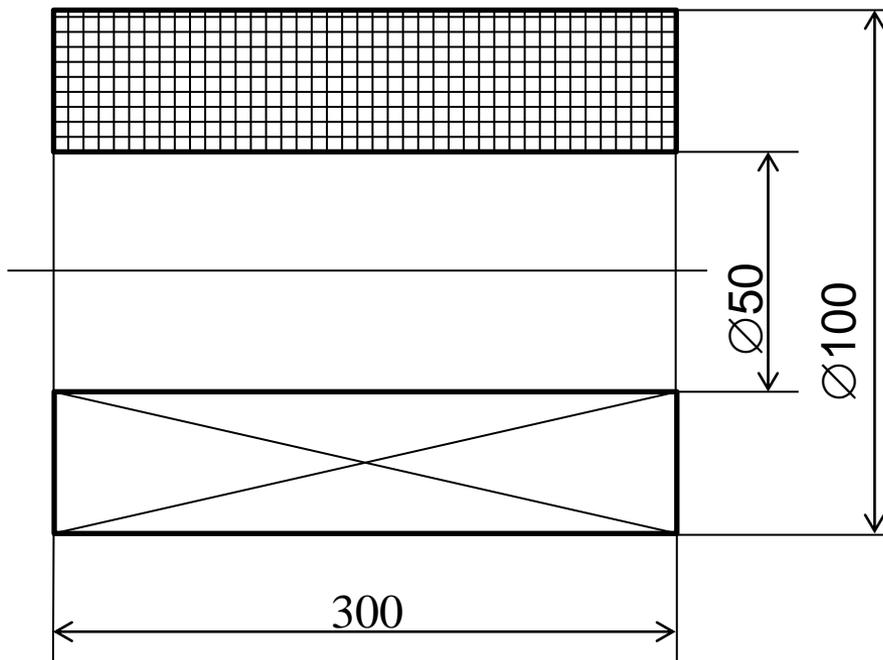


Посчитать ток  $I(t)$

Все размеры в миллиметрах



# Многовитковая катушка

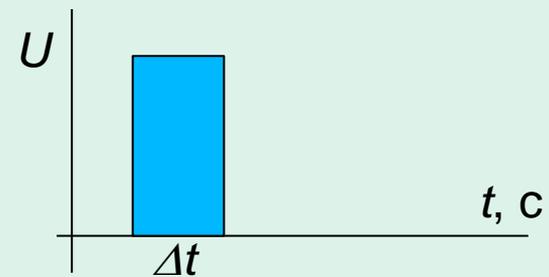


## Дано :

Число витков  $N = 275$

Напряжение  $U = 100$  В

Длина импульса  $\Delta t = 0.1$  с.

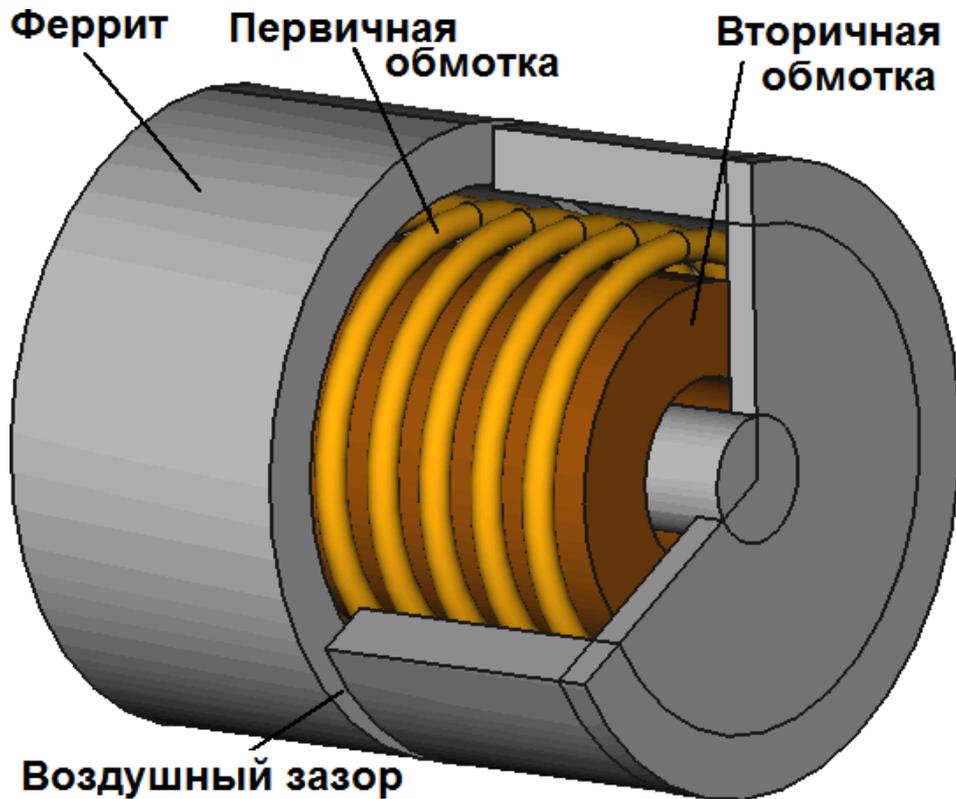


Посчитать ток  $I(t)$

Все размеры в миллиметрах

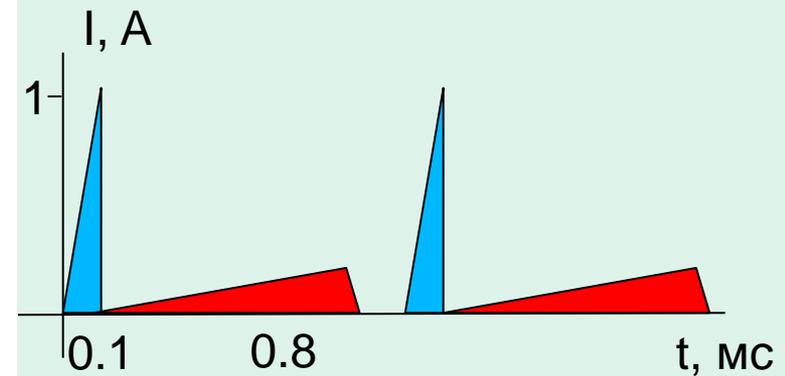


# Импульсный трансформатор



## Дано :

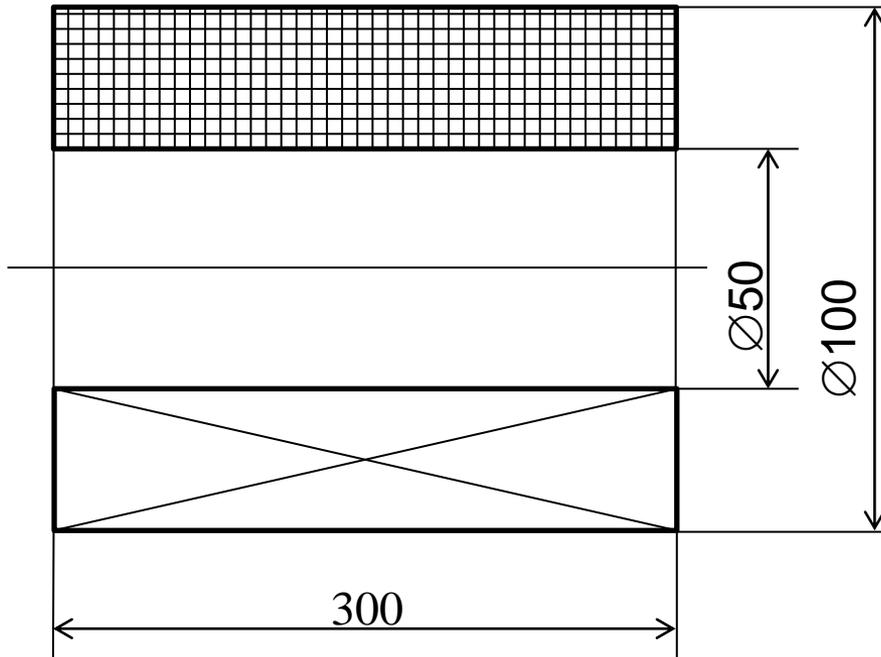
Число витков  $N1 = 13$ ,  
Число витков  $N2 = 200$   
Токи обмоток известны



Определить величину поля,  
излучаемого через зазор.



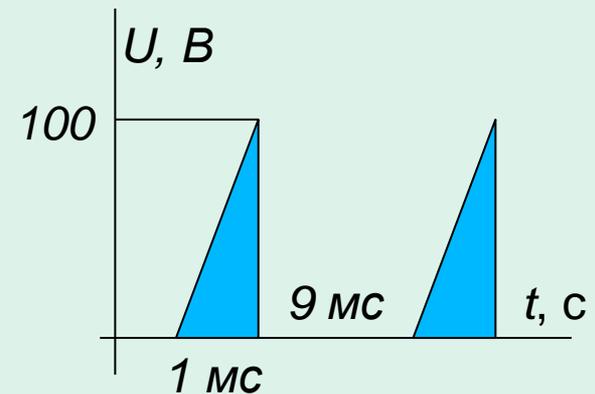
# Импульсный нагрев



Все размеры в миллиметрах

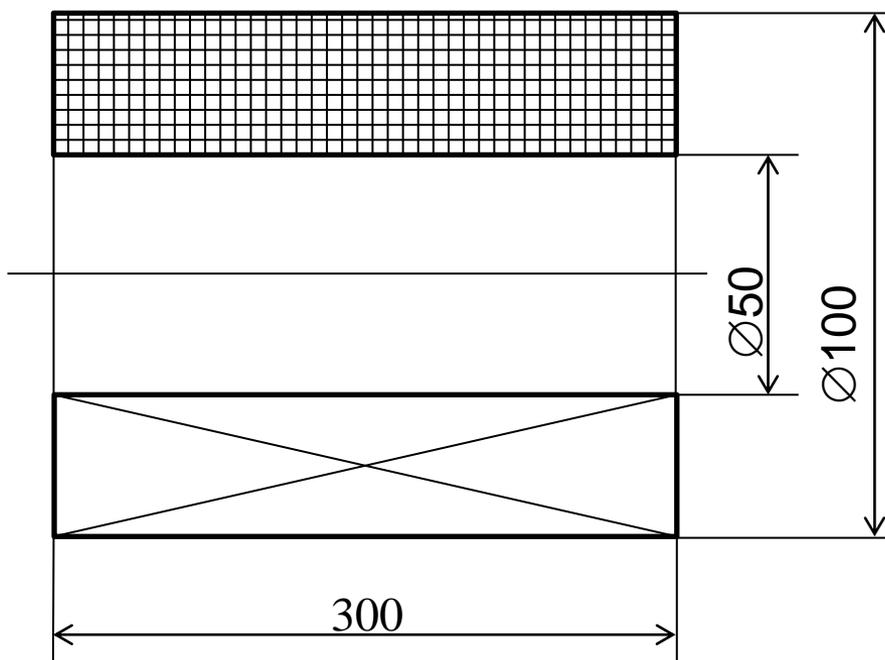
## Дано:

Коэф. конвекции  $\alpha = 10 \text{ Вт/К} \cdot \text{м}^2$   
Питающее напряжение



Объемная мощность  
 $W = \text{Мощность} / \text{Объём}$

# Импульсные усилия



Все размеры в миллиметрах

## Дано:

Модуль Юнга меди

$$E = 17 \text{ ГПа}, \nu = 0.33.$$

Модуль Юнга компаунда

$$E = 3 \text{ ГПа}, \nu = 0.45.$$

Прочность компаунда при  
растяжении/сжатии  
100/150 Мпа.

Определить механические  
напряжения в компаунде,  
амплитуду вибрации.