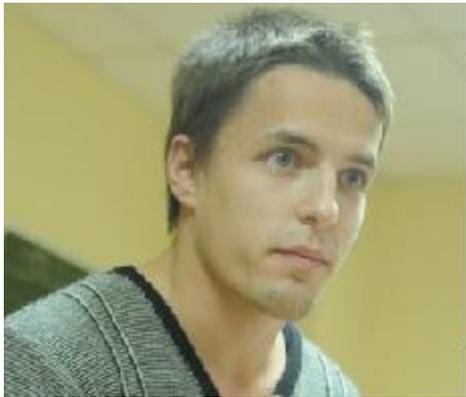




# ВЫЧИСЛЕНИЕ ИНДУКТИВНОСТИ В ПРОГРАММЕ ELCUT



**Томилов Антон,  
инженер группы поддержки  
пользователей**

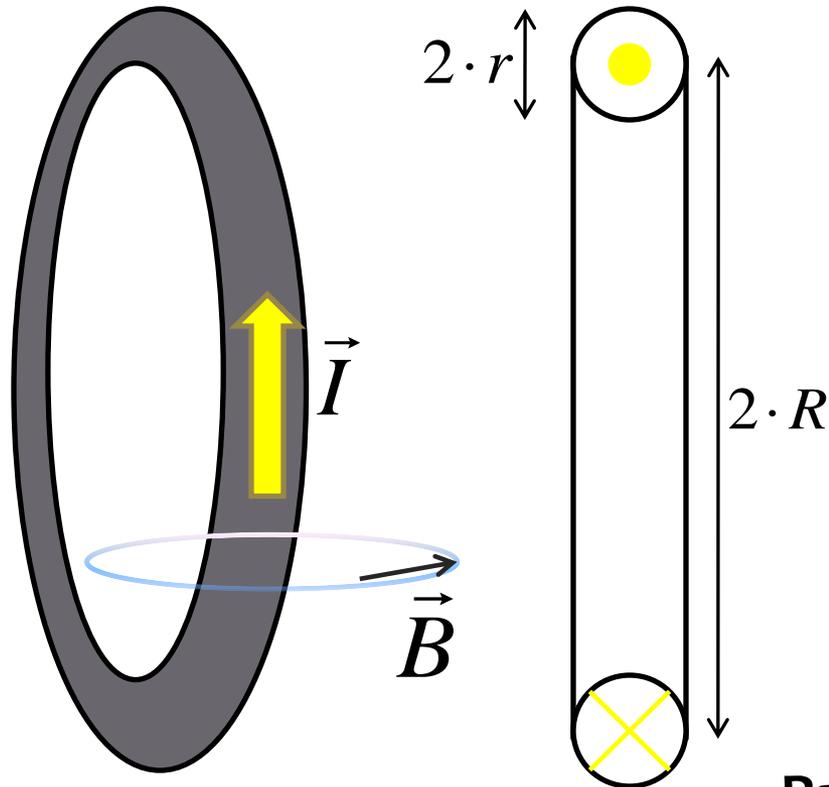


# Вычисление индуктивности в программе ELCUT

1. Индуктивность кольца с током, линии с током, коаксиального провода, соленоида;
2. Взаимная индуктивность двух катушек с током, лежащих на одной оси;
3. Индуктивность линии передач.



# Индуктивность кольца с током



## Условия задачи:

$$R = 10 \text{ см}$$

$$r = 5 \text{ мм}$$

материал – медь

## Теоретический расчет ( $R \gg r$ ):

$$L = \mu_0 R \left[ \ln \frac{8R}{r} - \frac{7}{4} \right]$$

## Результат теоретического расчета:

$$L = 4,179 \cdot 10^{-7} \text{ Гн}$$

Расчет в ELCUT:  $L = 4,164 \cdot 10^{-7} \text{ Гн}$

$R$  – радиус кольца (радиус осевой линии провода),  $r$  – радиус провода



# Индуктивность линии с током

Условия задачи:

$$r = 4 \text{ мм}$$

$$d = 50 \text{ см}$$

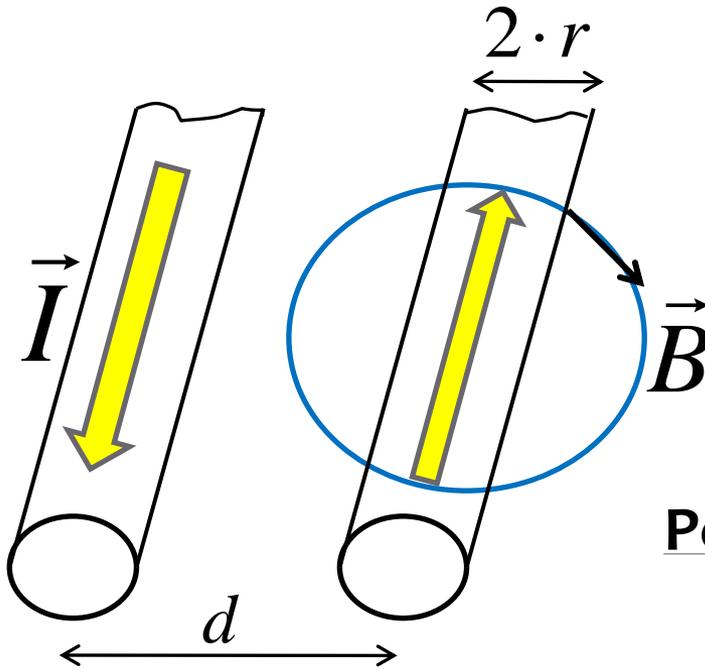
Теоретический расчет ( $d \gg r$ ):

$$L = \frac{\mu_0}{\pi} \left[ \ln\left(\frac{d}{r}\right) + \frac{1}{4} \right]$$

Результат теоретического расчета:

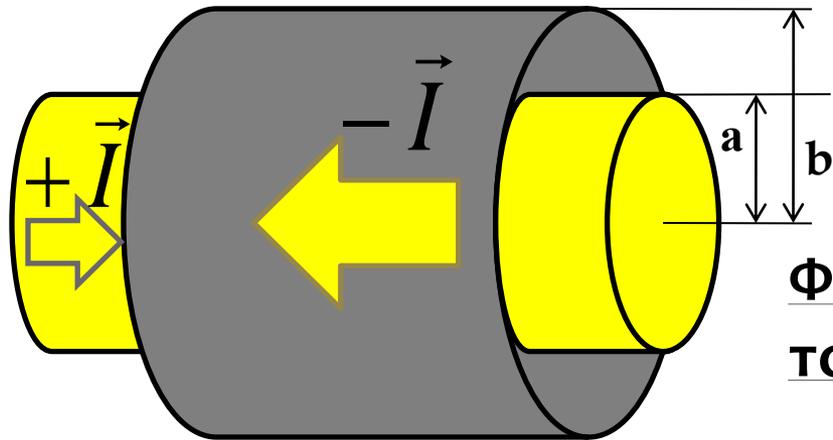
$$L = 2,031 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$$

Расчет в ELCUT:  $L = 2,081 \cdot 10^{-6} \text{ Гн/м}$





# Индуктивность коаксиального провода



## Условия задачи:

внутренний радиус  $a = 1$  мм;  
внешний радиус  $b = 4$  мм;  
ток  $I = 0,001$  А

Формула для расчета (при малой толщине наружного провода):

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left[ \frac{1}{4} + \ln\left(\frac{b}{a}\right) \right] \text{Гн/м}$$

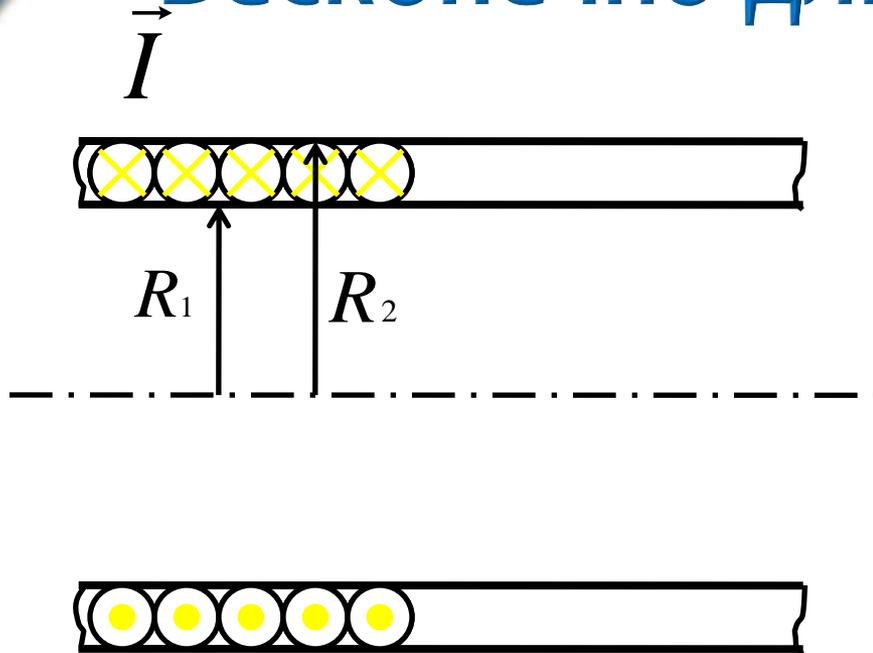
Расчет в ELCUT:  $L = 3,273 \cdot 10^{-7} \text{Гн/м}$

Результат теоретического расчета:

$$L = 3,273 \cdot 10^{-7} \text{Гн/м}$$



# Бесконечно длинный соленоид



## Условия задачи:

$$R_1 = 30 \text{ мм};$$

$$R_2 = 35 \text{ мм};$$

$$\text{ток } i = 10 \text{ А};$$

$$\text{число витков } N = 100;$$

$$\text{число витков на единицу длины } n = N/l = 200 \text{ м}^{-1}$$

Расчет по формуле для бесконечно длинного соленоида	83,40 мкГн/м
Решение в программе ELCUT (без учета краевых эффектов)	83,53 мкГн/м
Решение в программе ELCUT (с учетом краевых эффектов)	82,75 мкГн/м

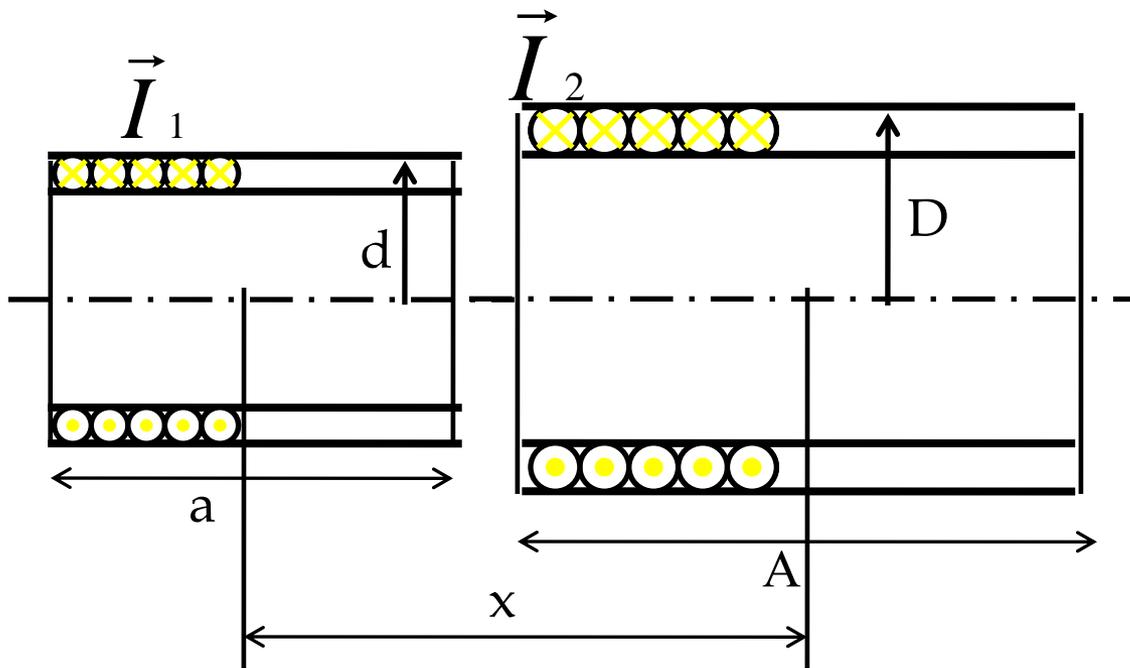


# Взаимная индуктивность

**Условия задачи:**  $D = 6 \text{ см}$ ,  $A = 6 \text{ см}$ ,  $d = 4 \text{ см}$ ,

$a = 10 \text{ см}$ ,  $x = 18 \text{ см}$

количество витков  $W = 100$  и  $w = 60$



**Результат расчетной  
взаимной  
индуктивности:**

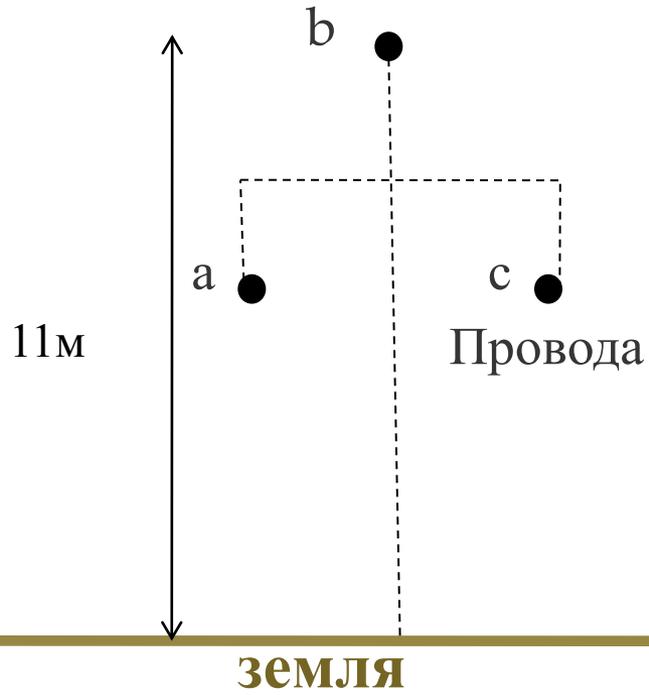
$$M = 8,504 \cdot 10^{-7} \text{ Гн}$$

**Расчет в ELCUT:**

$$M = 8,502 \cdot 10^{-7} \text{ Гн}$$



# Линия передач



$$\Phi_a = L_{aa} \cdot I_a + M_{ab} \cdot I_b + M_{ac} \cdot I_c$$

Матрица идуктивностей(М)

	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	$L_{aa}$	$M_{ab}$	$M_{ac}$
<i>b</i>	$M_{ba}$	$L_{bb}$	$M_{bc}$
<i>c</i>	$M_{ca}$	$M_{cb}$	$L_{cc}$



# Блок-схема

Инициализация коллекции проводников. Счетчик  $k=1$

Присвоить  $k$ -проводнику значение тока  $i=1A$ , остальным  $i=0A$

Настройка и решение задачи в ELCUT

Вычисление потокосцепления собственного и взаимные.

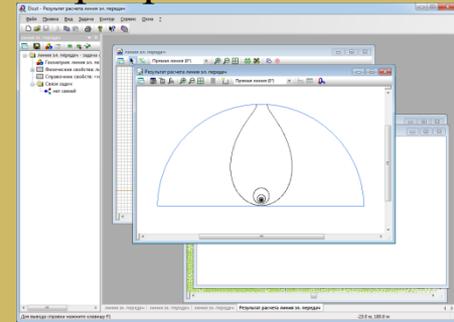
Да  
 $k=k+1$

Есть ещё проводники?

Нет

Выход

## Программа ELCUT



## Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	La	Lb	Lc						
1	Inductance								
2	La	2,3224E-06	4,79145E-07	4,63047E-07					
3	Lb	4,79145E-07	2,34855E-06	4,79142E-07					
4	Lc	4,6305E-07	4,79142E-07	2,32735E-06					