



# Механические расчеты в ELCUT



**Ольга Карасёва,**  
Заместитель коммерческого директора,

Вступительное слово



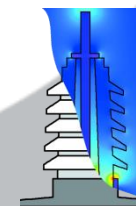
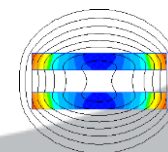
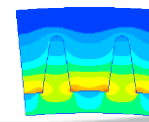
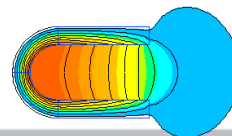
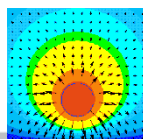
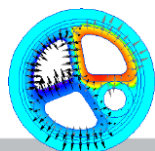
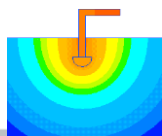
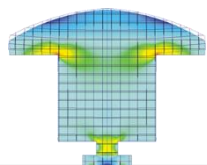
**Сергей Ионин,**  
Инженер технической поддержки

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





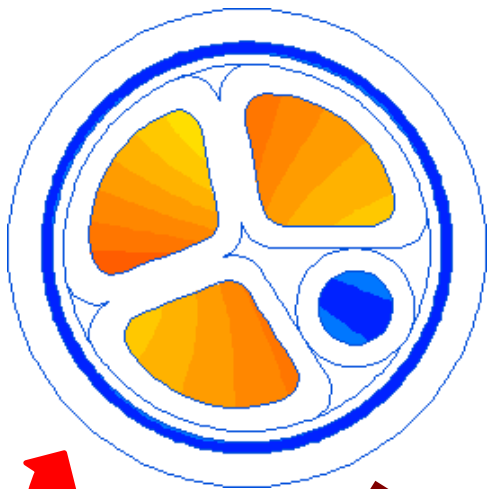
# Упругие напряжения и деформации

- Плоские напряжения и деформации, осесимметричные задачи
- Анизотропные задачи теории упругости
- Распределенные и сосредоточенные нагрузки
- Термические напряжения, магнитные и электрические силы
- Различные варианты закреплений
- Результаты: перемещения, компоненты напряжений, главные напряжения, критерии прочности Мизеса, Трески, Мора, Прагера



# Мультифизика

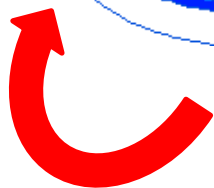
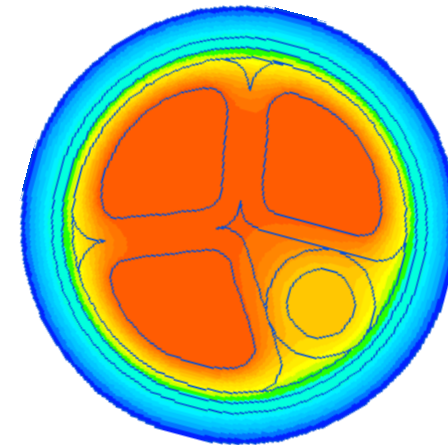
Электромагнитные  
поля



Джоулево  
тепло

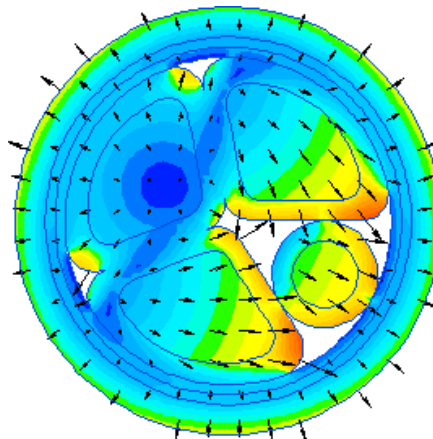


Температурные  
поля



Импорт  
магнитного  
состояния

Силы

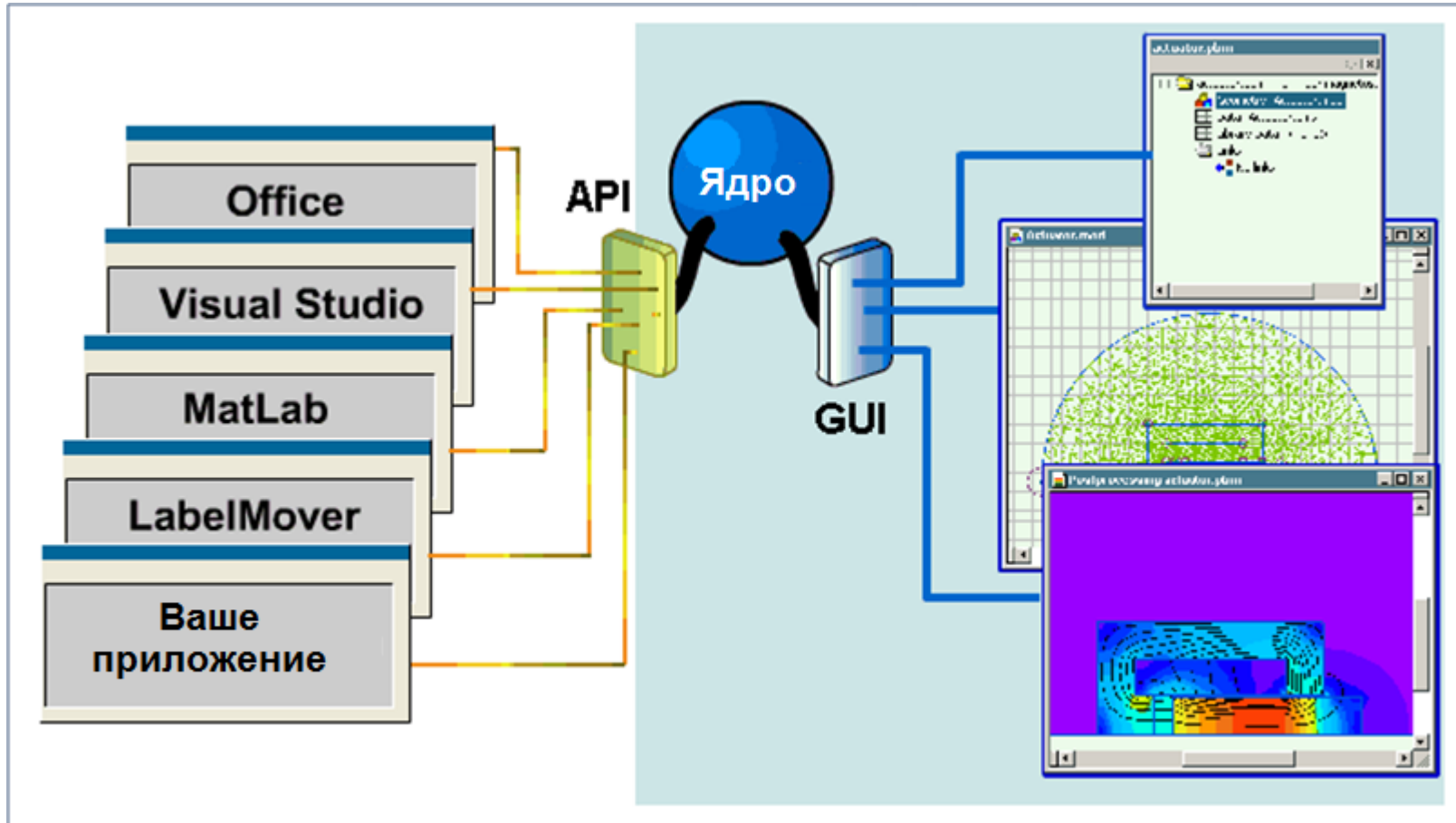


Напряжения и  
деформации

Термические  
напряжения



# Открытый объектный интерфейс



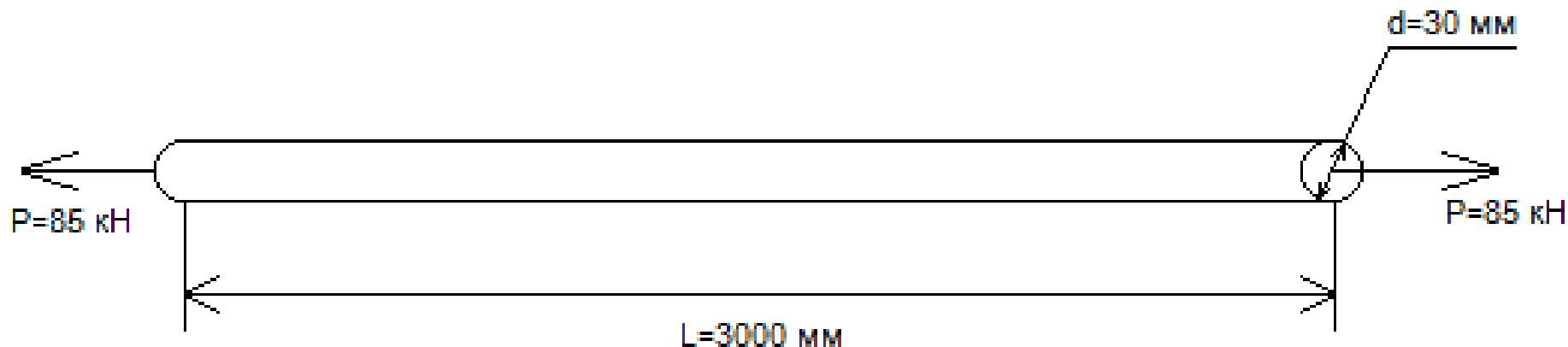


# Упругие напряжения и деформации в ELCUT

1. Растяжение цилиндрического прутка
2. Перфорированная пластина.
3. Распределение механических напряжений в длинном соленоиде
4. Нагрев цилиндра и механические напряжения
5. Механический термодатчик (с применением утилиты LabelMover)
6. Деформация бобины под действием силы намотки провода
7. Деформированная форма тела.



# Растяжение цилиндрического прутка



## Дано:

Модуль Юнга  $E = 70 \text{ ГПа}$ ;  
Коэффициент Пуассона  $\nu = 1/3$

## Задание:

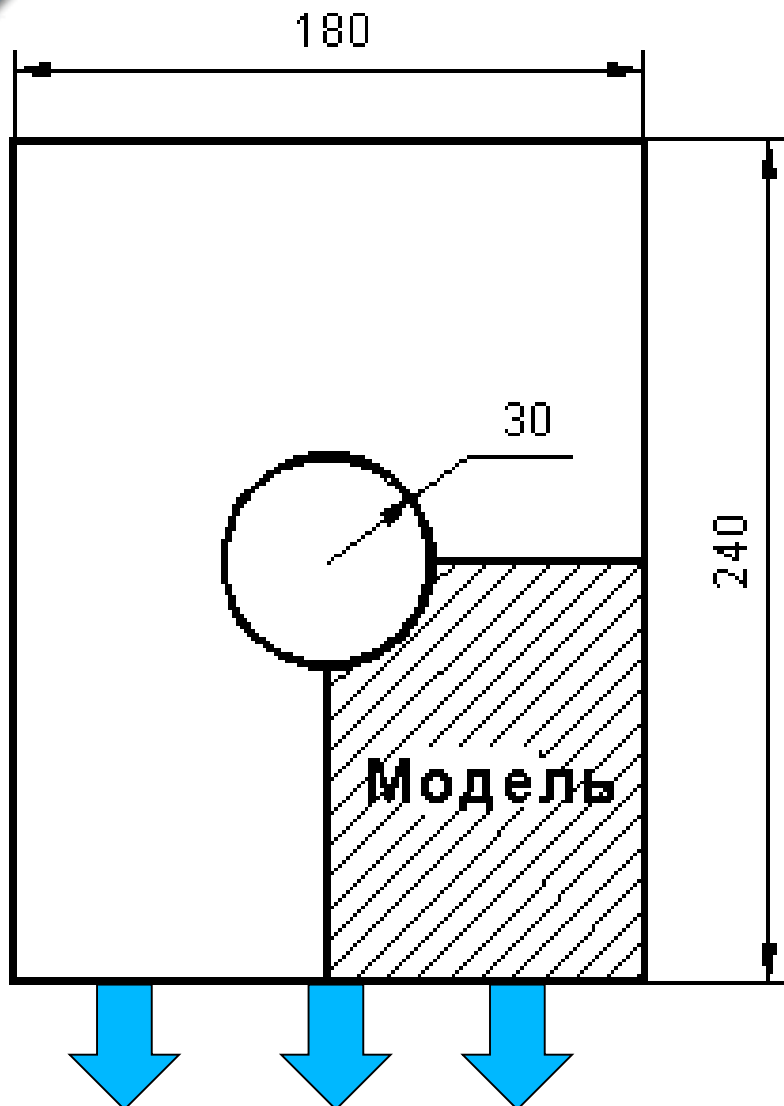
Рассчитать удлинение прутка

Поверхностная сила

$$f = \text{Сила [Н]} / \text{Площадь [м}^2\text{]}$$



# Перфорированная пластина



## Дано:

Толщина пластины 5 мм.

Растягивающая нагрузка  $f_y = -40 \text{ Н/мм}^2$

Модуль Юнга  $E = 20.7 \text{ ГПа}$ ;

Коэффициент Пуассона  $\nu = 0.3$

## Задание:

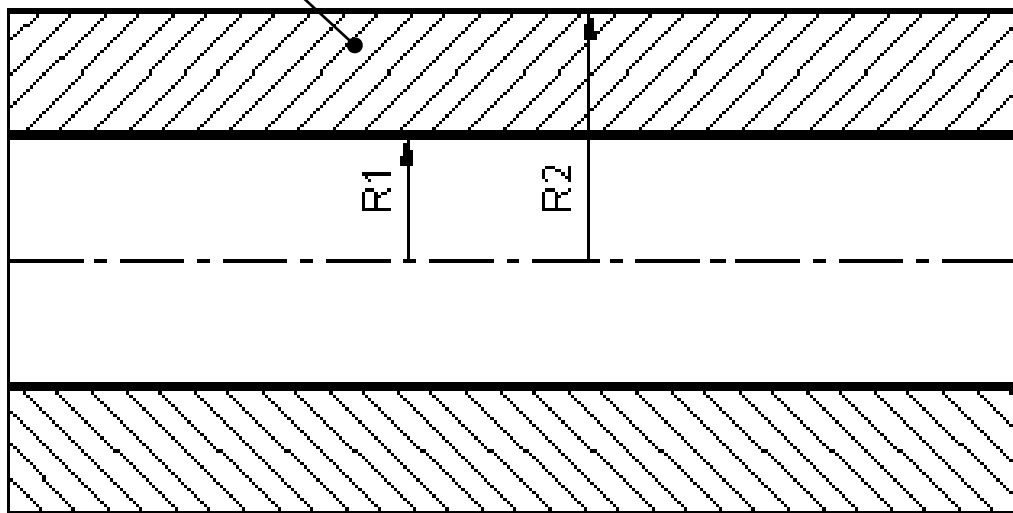
Рассчитать коэффициент концентрации напряжения, обусловленный центральным отверстием





# Распределение механических напряжений в длинном соленоиде

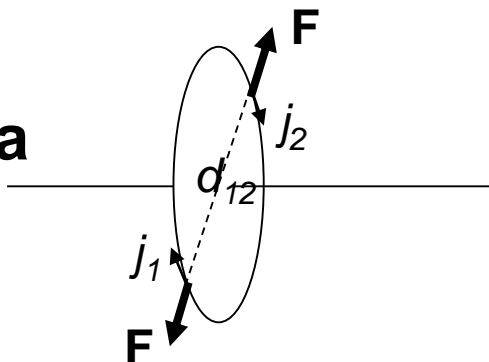
обмотка



$R1 = 1 \text{ см}, R2 = 2 \text{ см}$

**Магнитная сила**

$$F \sim j_1 * j_2 / d_{12}$$



**Дано:**

Плотность тока  
 $j = 0.1 \text{ А/мм}^2$ ;

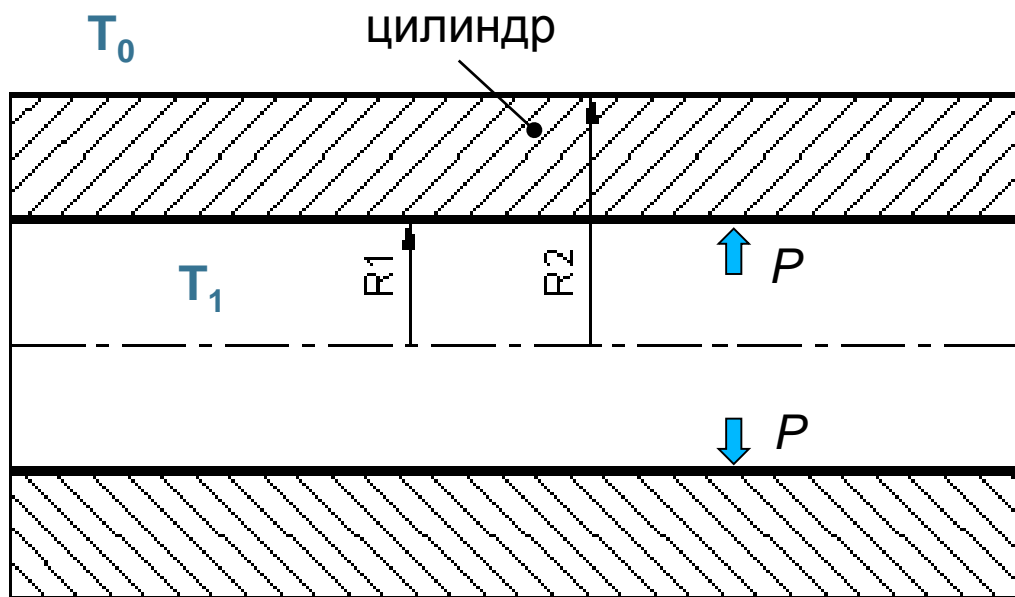
Модуль Юнга  
 $E = 107.5 \text{ ГПа}$ ;  
Коэффициент Пуассона  
 $\nu = 0.33$ .

**Задание:**

Рассчитать механические напряжения в соленоиде



# Нагрев цилиндра и механические напряжения



$$R1 = 1 \text{ см}, R2 = 2 \text{ см}$$

## Задание:

Рассчитать распределение механических напряжений

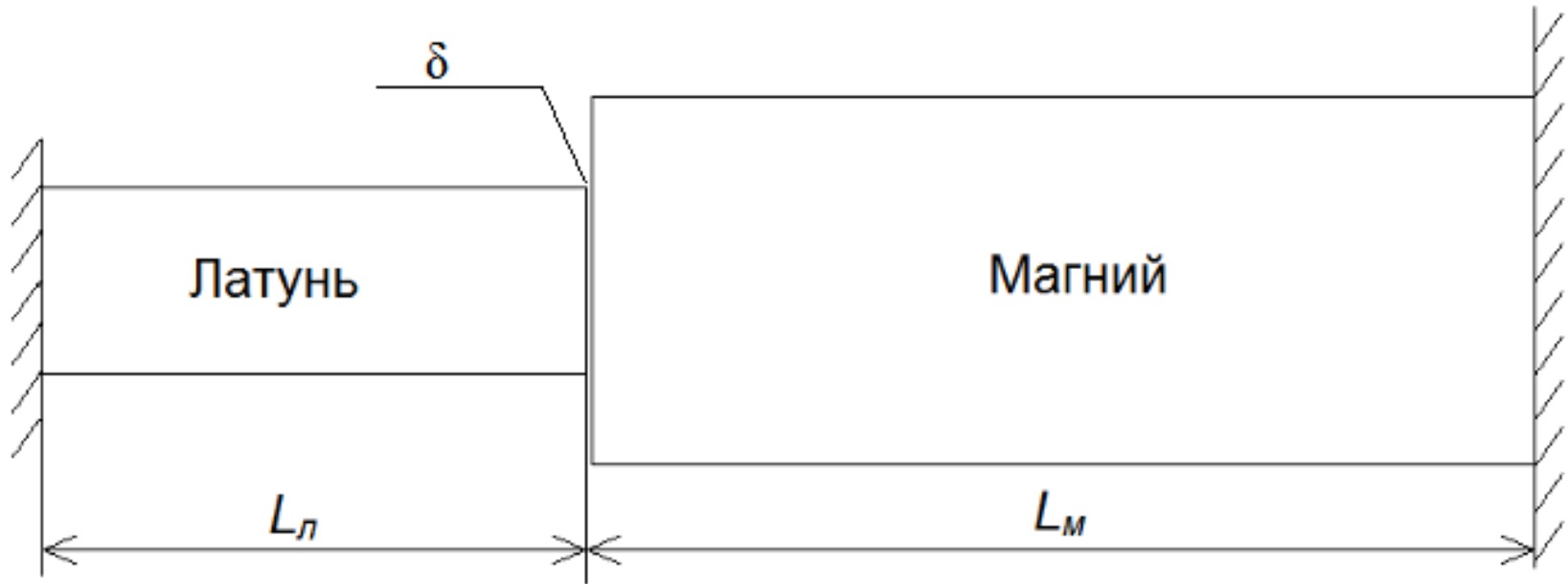
## Дано:

Температура внутренней поверхности,  $T_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
Температура внешней поверхности,  $T_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  
Внутреннее давление,  $P = 1 \text{ МПа}$ ;

Коэффициент теплового расширения,  $\alpha = 10^{-6} \text{ 1/K}$ ;  
Модуль Юнга,  $E = 300 \text{ ГПа}$ ;  
Коэффициент Пуассона,  $\nu = 0.3$ .



# Механический термодатчик



$$L_{\text{л}} = 1.91 \text{ см}; L_{\text{м}} = 3.3 \text{ см}; \delta = 0.013 \text{ см}$$

## Задание:

Определить, при какой температуре бруски соприкоснутся друг с другом

## Дано:

Латунь

$$E_{\text{л}} = 103 \text{ ГПа}$$

$$\alpha_{\text{л}} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$$

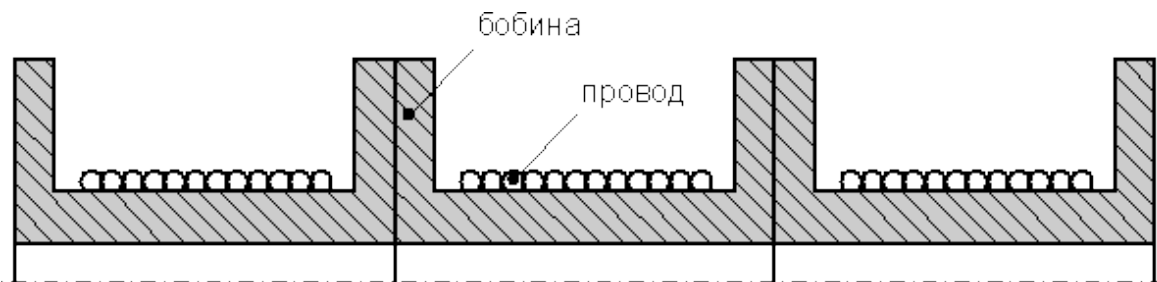
Магний

$$E_{\text{м}} = 44.8 \text{ ГПа}$$

$$\alpha_{\text{м}} = 14.5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/К}$$



# Деформация бобины под действием силы намотки провода



**Дано:**

Сила намотки,  $F = 50 \text{ Н}$ .

**Задание:**

Рассчитать деформацию бобины

Относительное удлинение проводника согласно закону Гука:

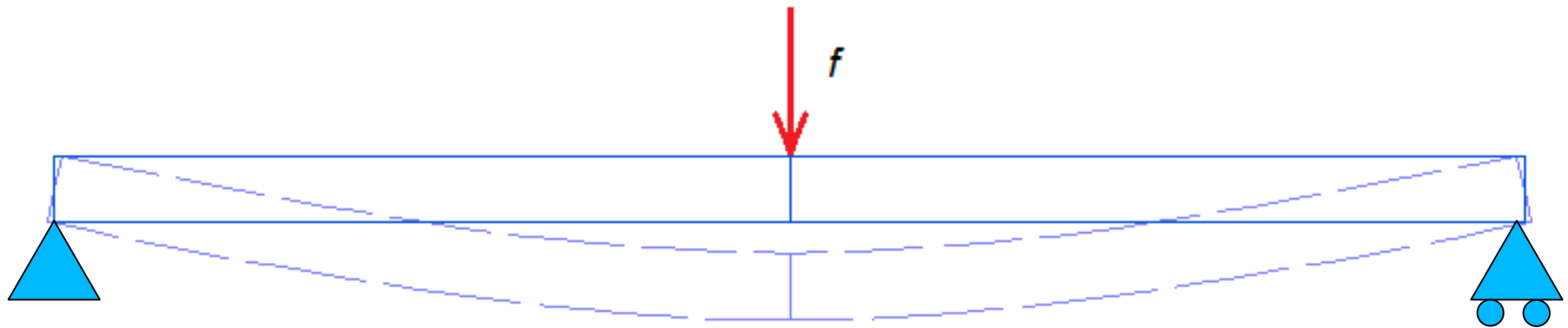
$$dL/L_0 = F / (E \cdot A_w)$$

Относительное удлинение проводника согласно закону теплового расширения:

$$dL/L_0 = \alpha \cdot dT$$



# Деформированная форма тела



## Дано:

Модуль Юнга  $E = 100$  ГПа;  
Коэффициент Пуассона  $\nu = 1/3$   
 $f = 4 \cdot 10^6$  Н/м

## Задание:

Получить деформированную форму балки