



# Моделирование в ELCUT задач электронно/ионной оптики



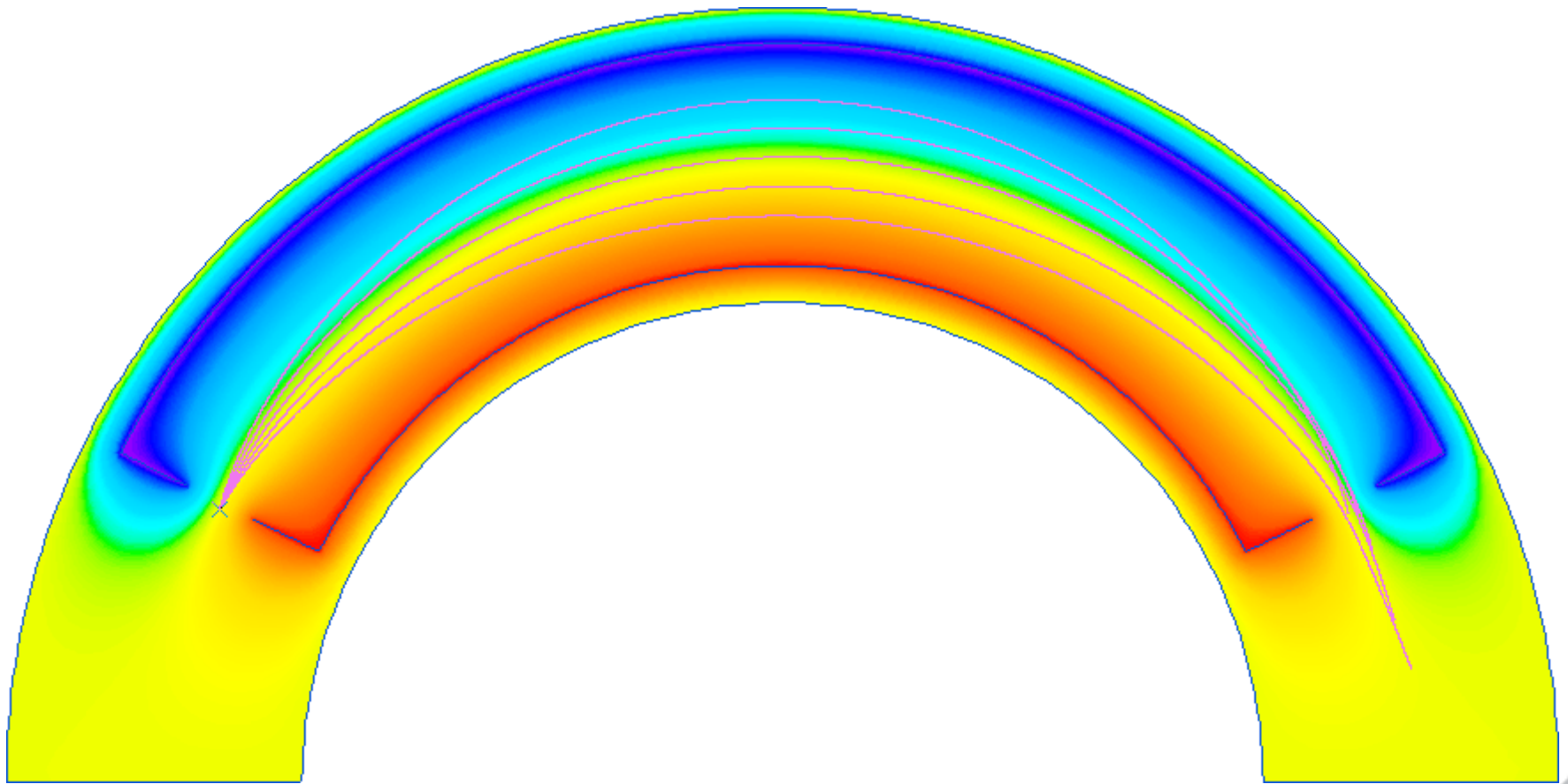
**Ольга Карасёва,**  
Заместитель коммерческого директора,  
Группа поддержки пользователей ELCUT



**Александр Любимцев**  
Старший инженер технической поддержки,  
Группа поддержки пользователей ELCUT



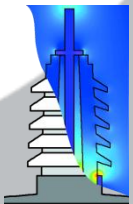
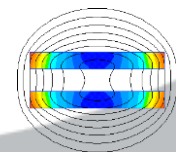
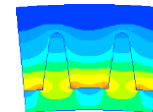
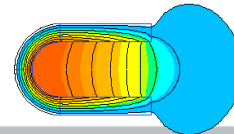
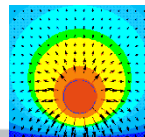
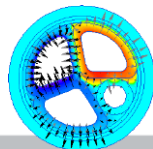
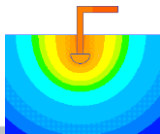
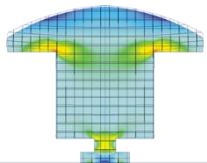
# Траектории заряженной частицы в электромагнитном поле





# Программный комплекс ELCUT

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





# Нерелятивистская механика частиц

$$\mathbf{F} = q (\mathbf{E} + \mathbf{V} \times \mathbf{B} )$$

$$d\mathbf{V}/dt = \mathbf{F}/m$$

$\mathbf{F}$  – сила Лоренца [Н]

$\mathbf{E}$  – вектор напряженности  
электрического поля [В/м]

$\mathbf{B}$  – вектор магнитной индукции [Тл]

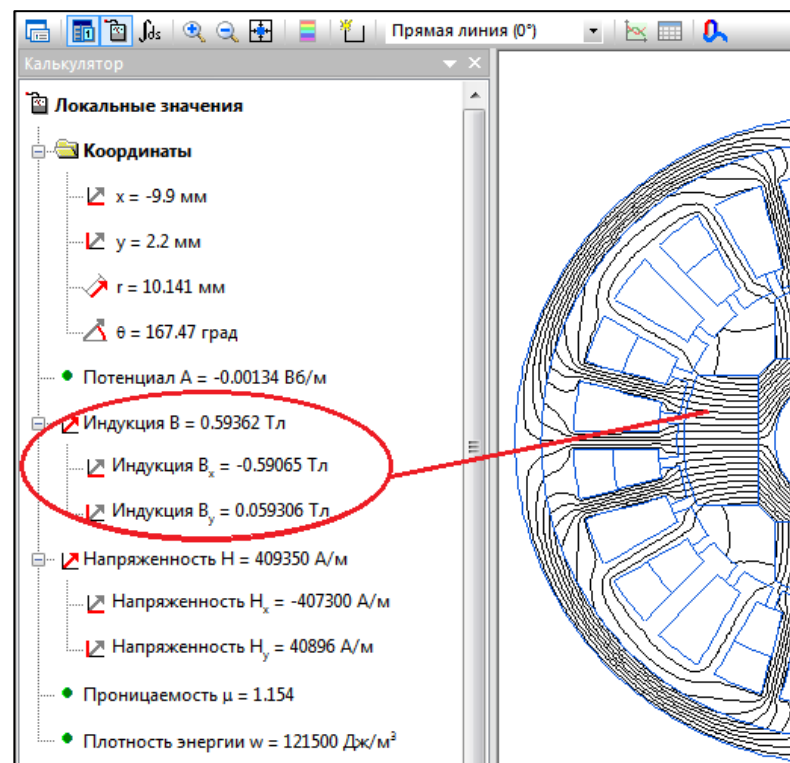
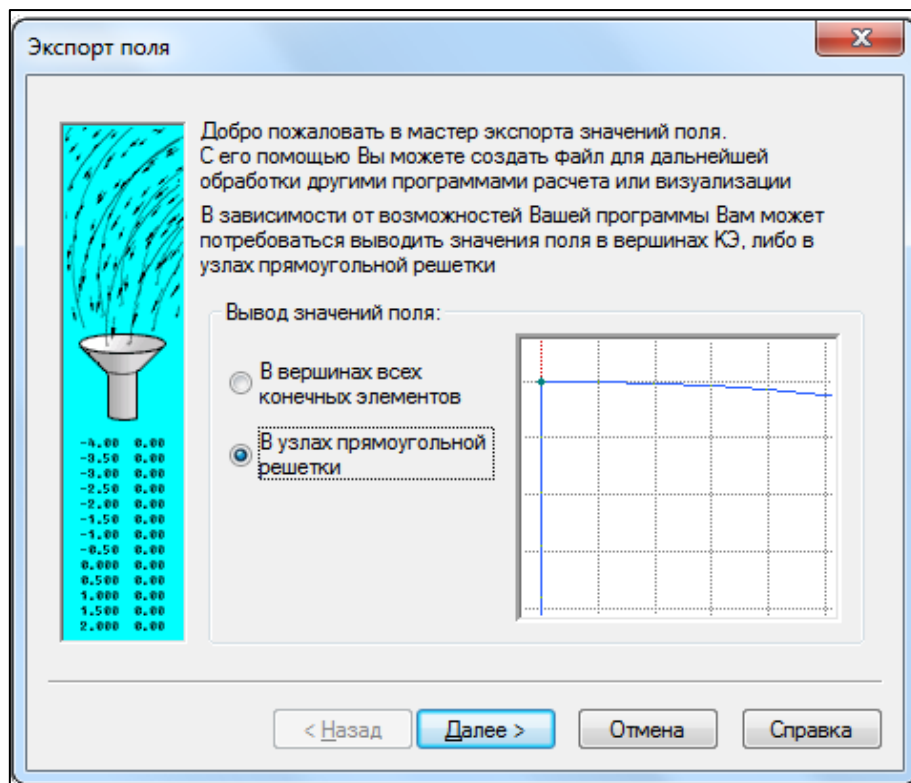
$\mathbf{V}$  – вектор скорости частицы [м/с]

$q$  – заряд частицы [Кл]

$m$  – масса частицы [кг]

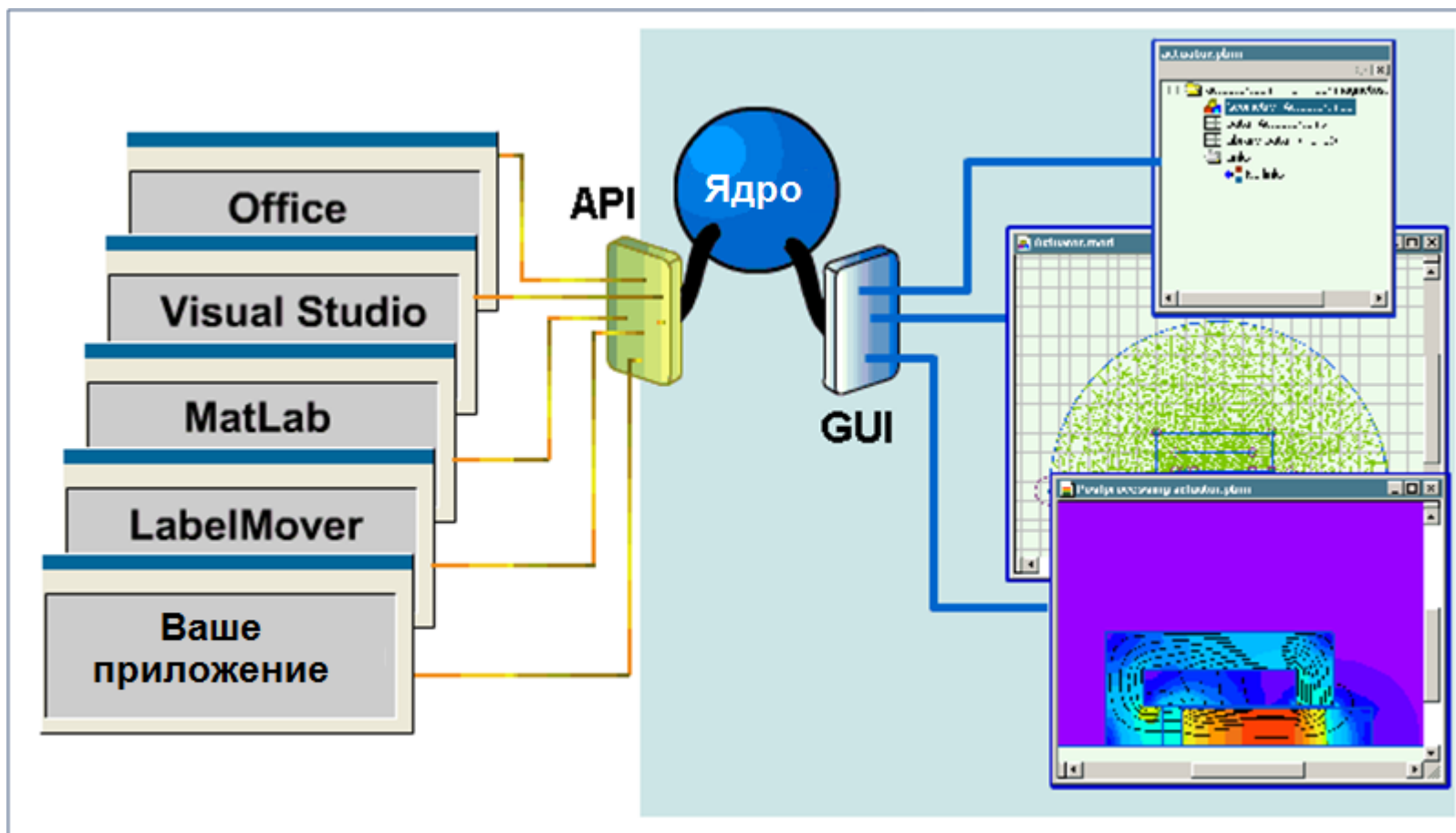


# Экспорт поля и локальные величины





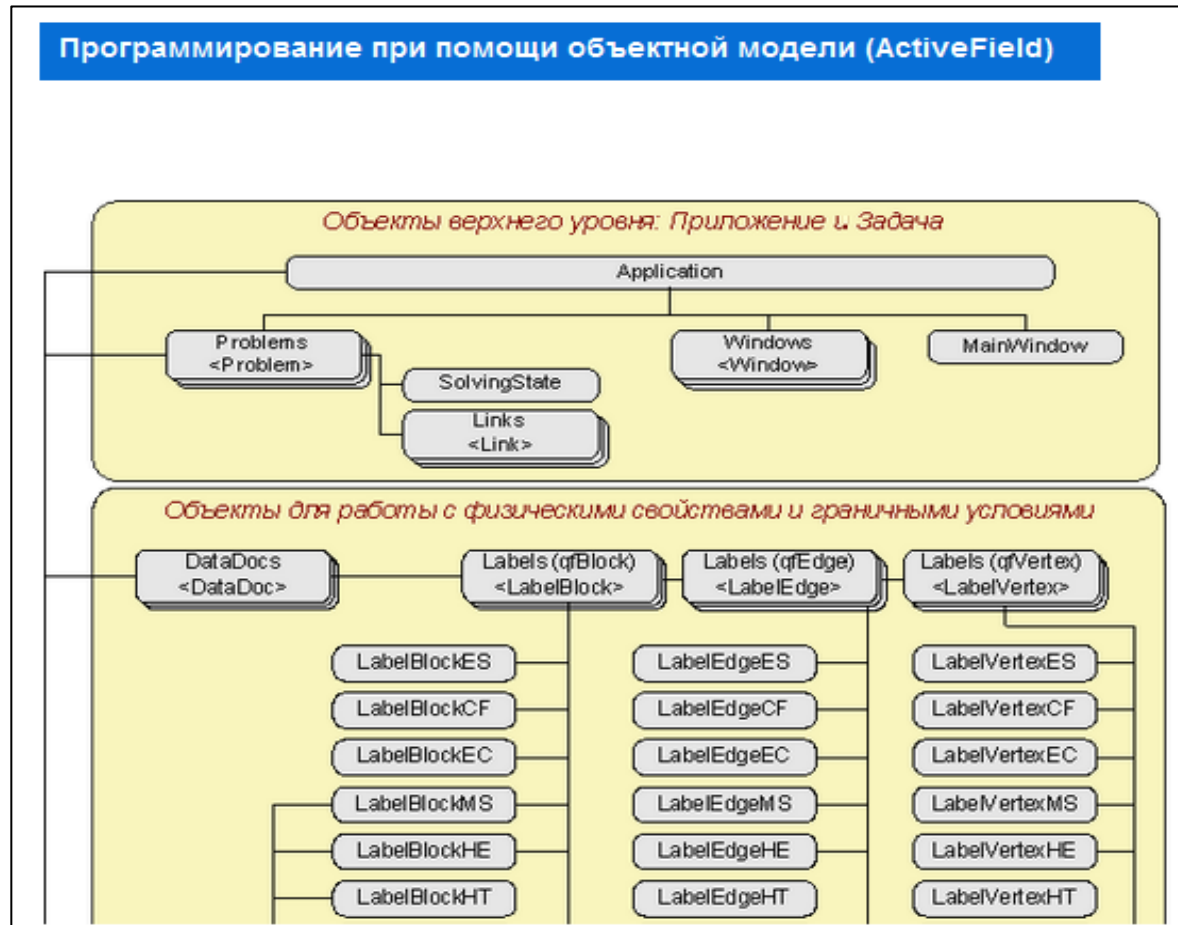
# Открытый объектный интерфейс





# Программирование при помощи объектной модели (ActiveField)

## Программирование при помощи объектной модели (ActiveField)





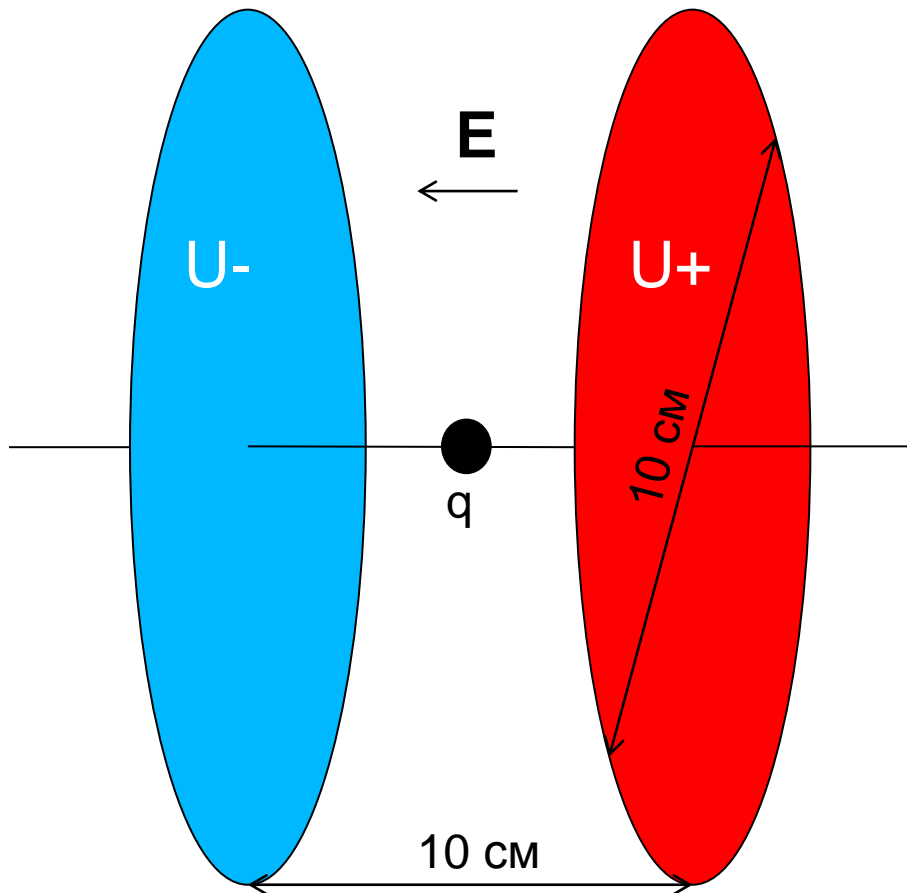
# Применение ELCUT в задачах электронной и ионной оптики

1. Заряженная частица в однородном электростатическом поле (конденсатор).
2. Электростатический ускоритель частиц.
3. Заряженная частица в однородном магнитном поле (катушки)
4. Электронные линзы





# Заряженная частица в однородном электростатическом поле



## Дано:

$$U_- = 0 \text{ В}$$

$$U_+ = 1 \text{ В}$$

$$q = -1.602 \text{E-}19 \text{ Кл}$$

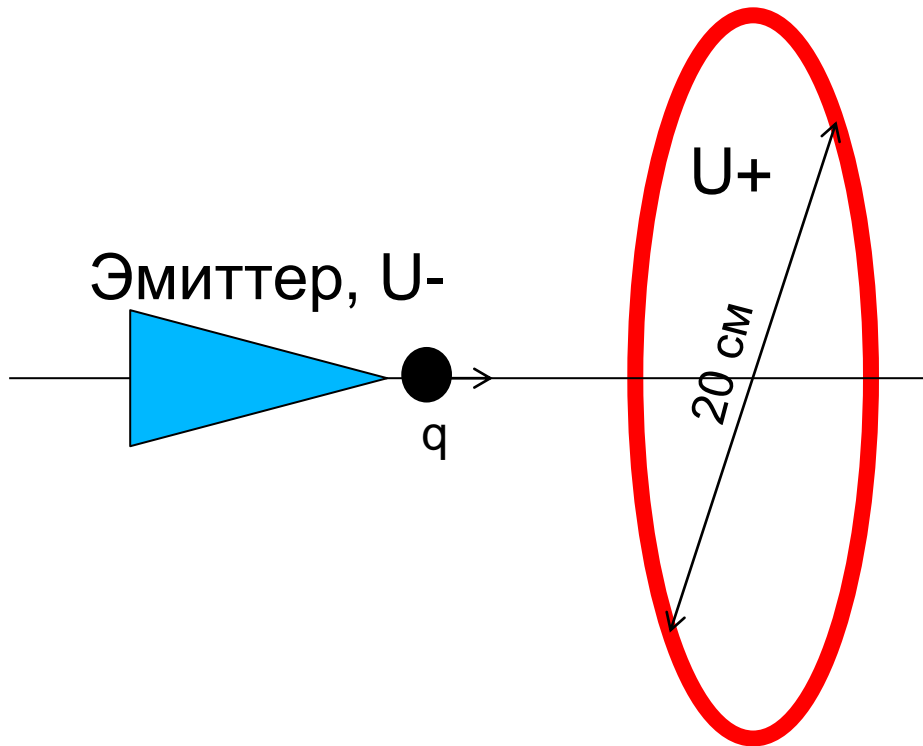
$$m = 9.109 \text{E-}31 \text{ кг}$$

## Сила Лоренца:

$$F = q E$$



# Электростатический ускоритель заряженных частиц



## Дано:

$$U^- = -15 \text{ кВ}$$

$$U^+ = +15 \text{ кВ}$$

$$q = -1.602 \text{E-}19 \text{ Кл}$$

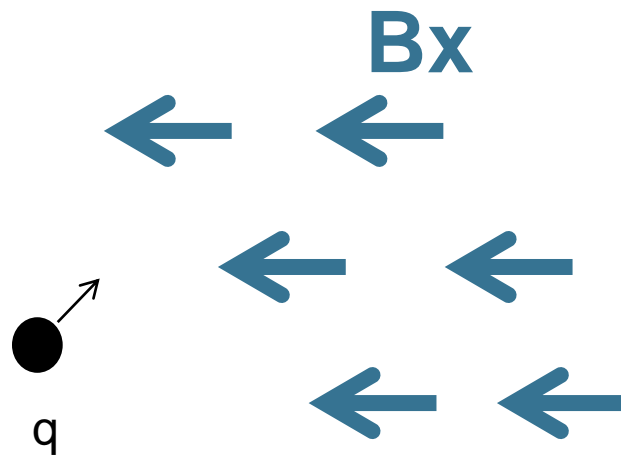
$$m = 9.109 \text{E-}31 \text{ кг}$$

## Сила Лоренца:

$$F = q E$$



# Заряженная частица в однородном магнитостатическом поле



Дано:

$$B_x = -4 \text{ мТл}$$

$$q = -1.602 \text{E-}19 \text{ Кл}$$

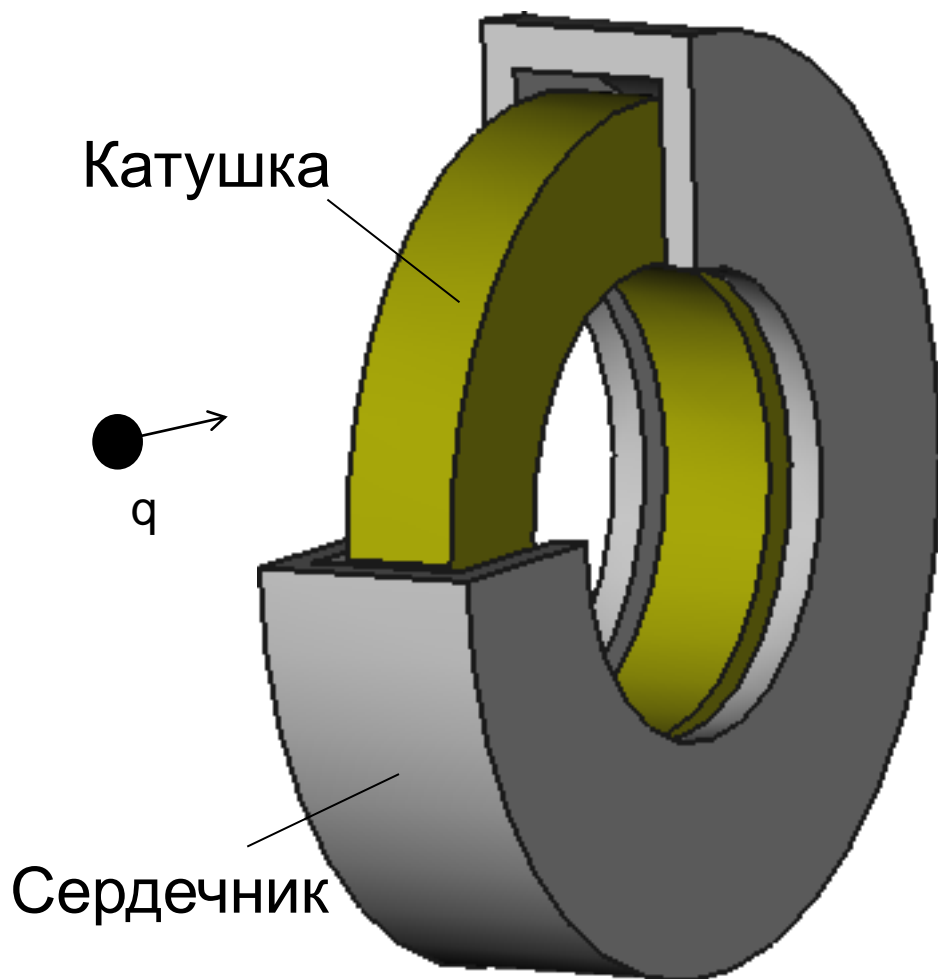
$$m = 9.109 \text{E-}31 \text{ кг}$$

$$v_x = v_y = 5000 \text{ км/с}$$

Сила Лоренца :

$$\mathbf{F} = q [\mathbf{V} \times \mathbf{B}]$$

# Электронные линзы



Дано:

$$q = -1.602\text{E-}19 \text{ Кл}$$

$$m = 9.109\text{E-}31 \text{ кг}$$

$$V_r = 100 \text{ км/с}$$

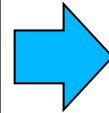
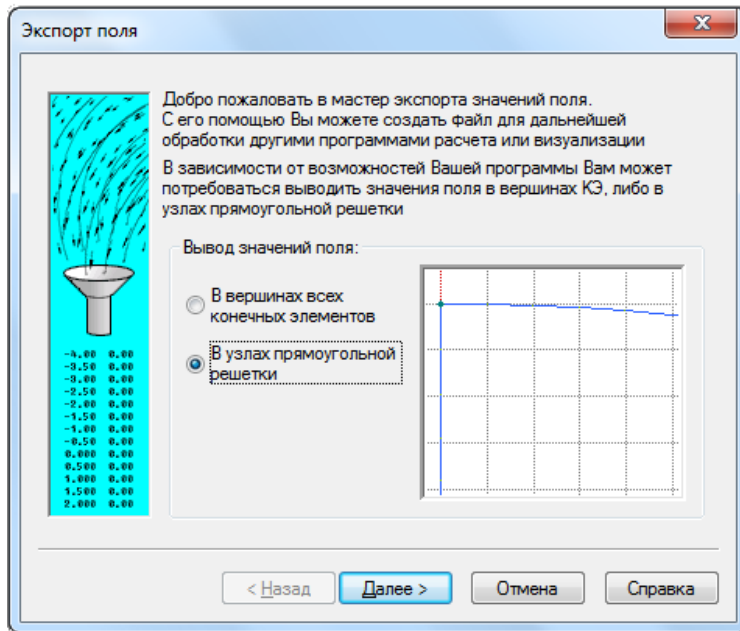
$$V_z = 1000 \text{ км/с}$$

Сила Лоренца :

$$\mathbf{F} = q [\mathbf{V} \times \mathbf{B}]$$



# Экспорт поля в специализированные программы



**Garfield** – программа с открытым кодом, разработанная Др.Робом Веенхофом из CERN для уточненного моделирования детекторов газа.

<http://garfield.web.cern.ch/garfield/>

**SIMION** - программа Scientific Instrument Services Inc. Для расчетов траекторий заряженных частиц.

<http://simion.com/info/quickfield.html>