

# Теорема Лиувилля

Понятия фазового пространства, фазовых диаграмм и эмиттанта, как площади фазовой диаграммы, следуют из теоремы Лиувилля. Теорема гласит, что шестимерный интеграл от функции распределения частиц  $F$  по трем компонентам координат и трем компонентам импульсов сохраняется для консервативных систем.

В другой формулировке  $dF/dt=0$ , плотность потока по фазовой траектории не изменяется. Аналогия с течением несжимаемого газа или жидкости. В разные моменты времени форма объема может изменяться, но сам объем остается тем же. Теорема выводится из уравнений Гамильтона и уравнения непрерывности.

Область применения весьма обширна.

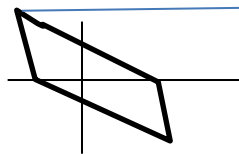
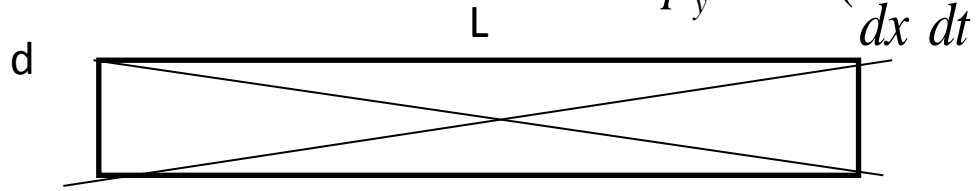
Ядерная физика, физика элементарных частиц, физика плазмы, статистическая физика, приборостроение, медицина, дефектоскопия, астрофизика, обработка материалов в промышленности, лучевая сварка и так далее, иначе везде, где используются пучки частиц или объекты можно считать частицами.

$$S = kN(\lg \pi \varepsilon - \lg \delta)$$

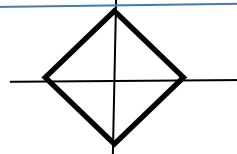
$$\tau \sim \frac{M}{\varepsilon} \sim \frac{z}{\varepsilon} = \frac{1}{z'}$$

# диаграммы

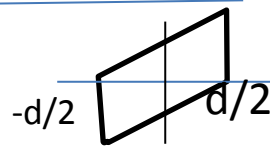
$$dp_y = md \left( \frac{dy}{dx} \frac{dx}{dt} \right) = m dy' v_o = \sqrt{2me\phi} dy'$$



a)

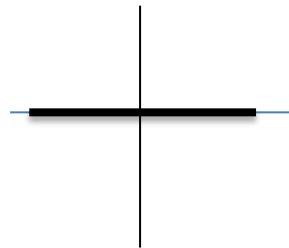
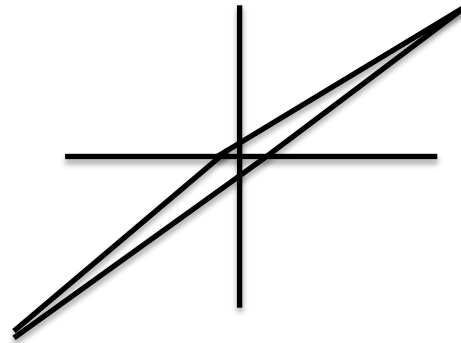
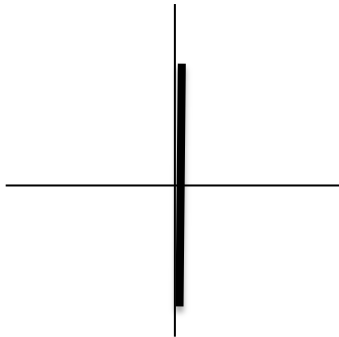
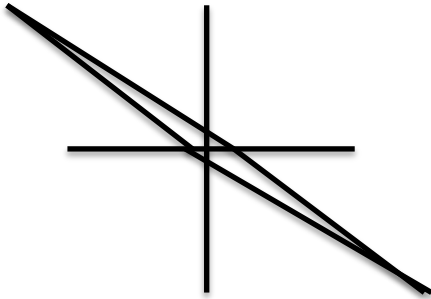


б)



B)

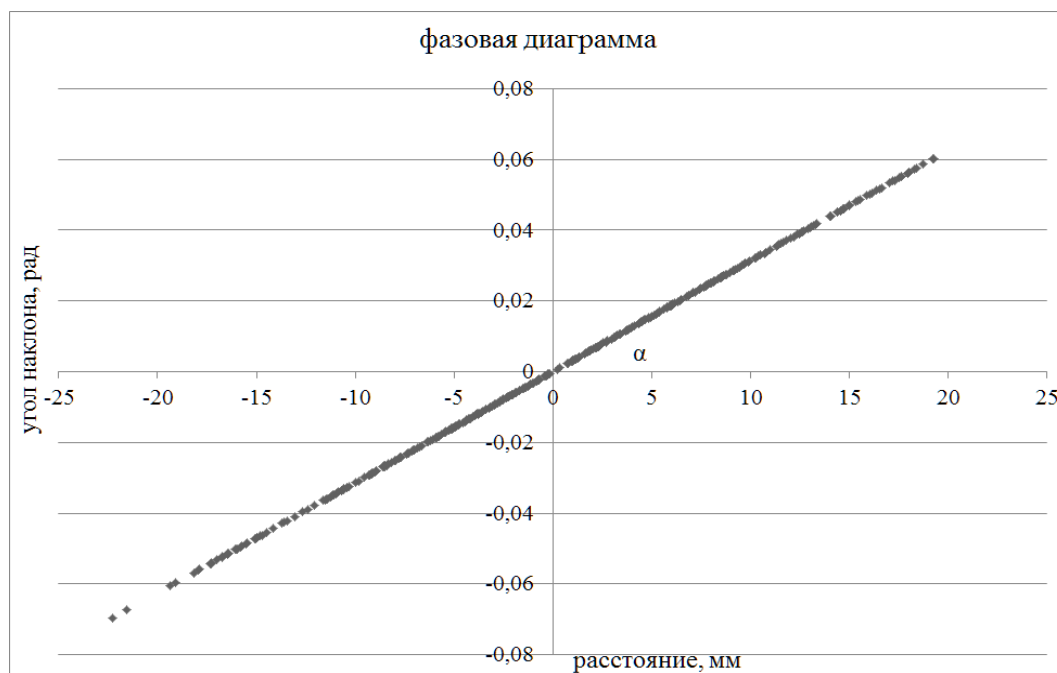
$$\varepsilon = d^2 / L$$

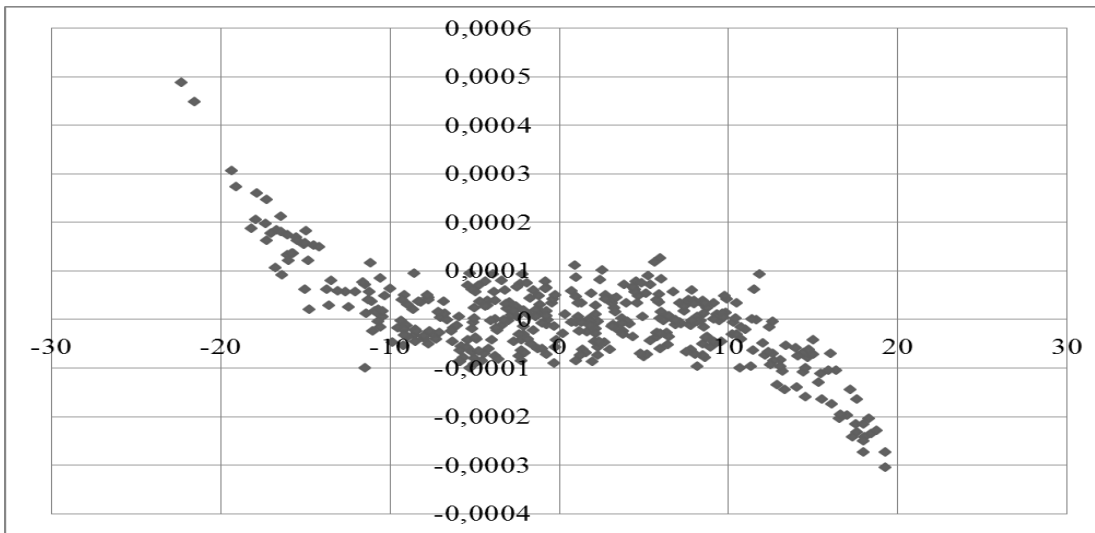


# Преобразование диаграмм

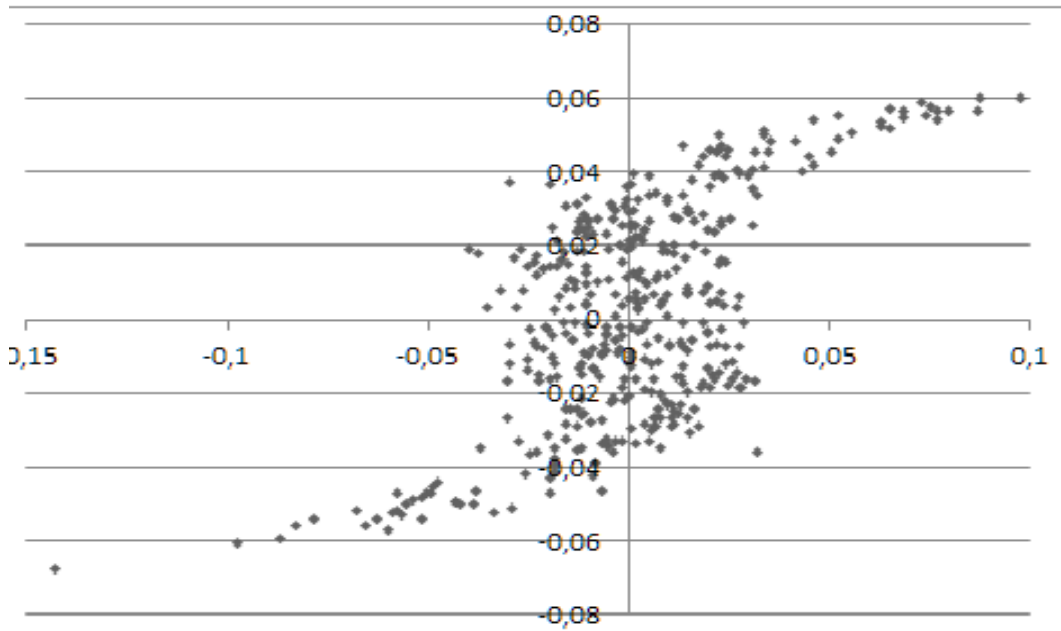
$$\varepsilon_1 \sqrt{\varphi_1} = \varepsilon_2 \sqrt{\varphi_2}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \bar{z}' / z$$

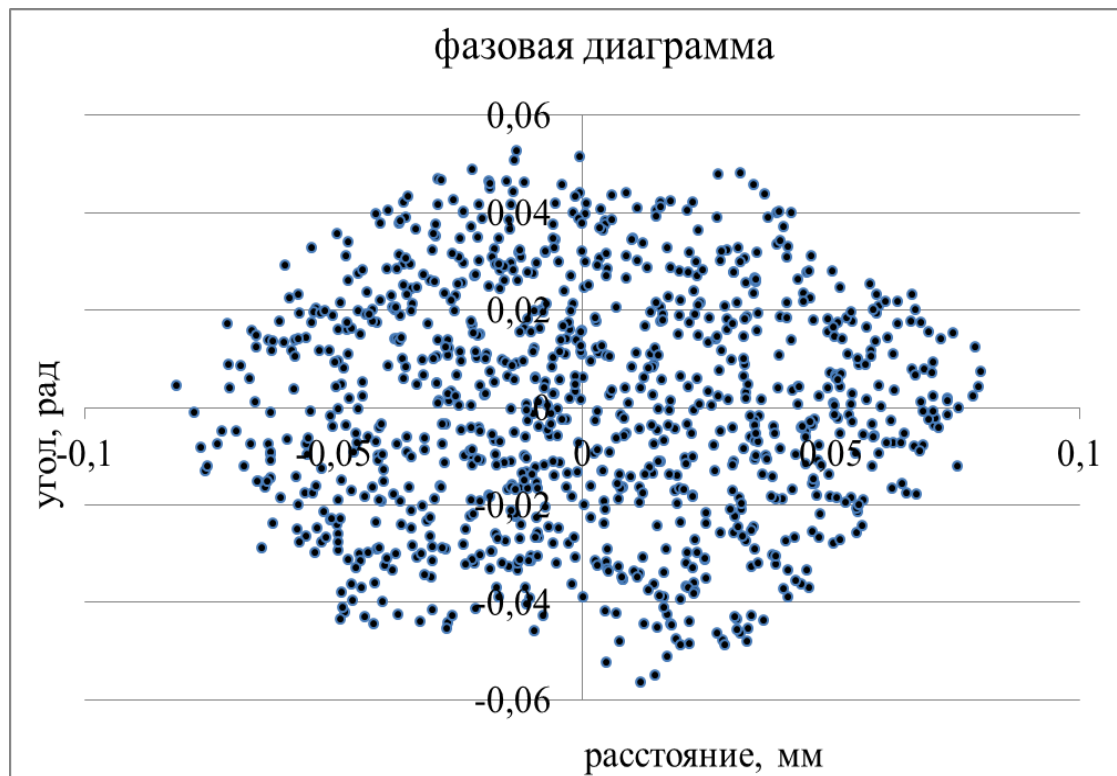
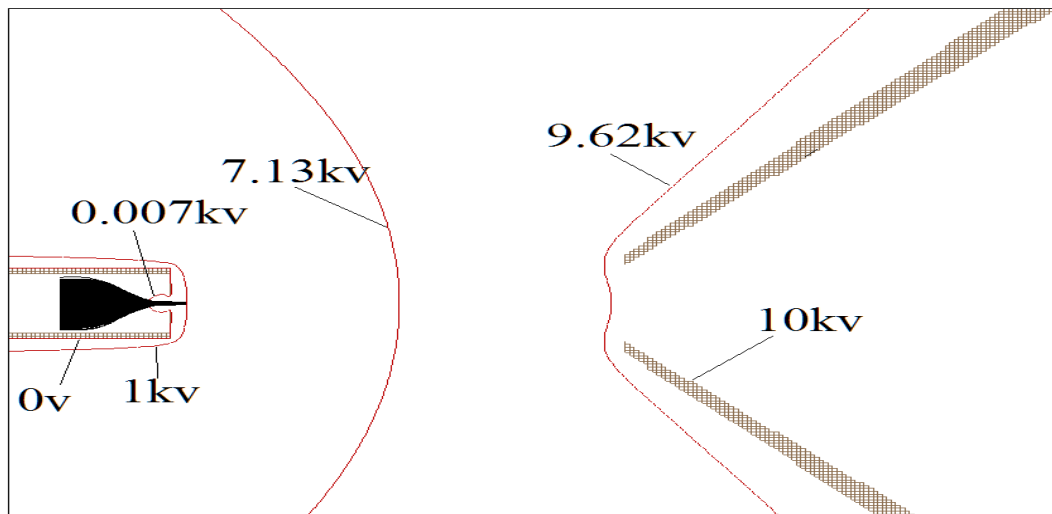


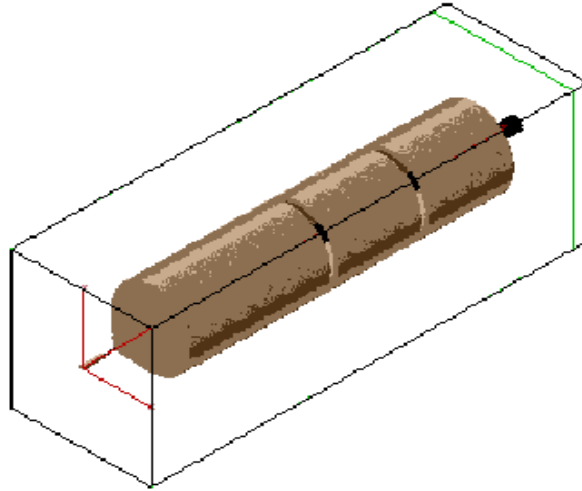


$$\begin{pmatrix} z \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ -\operatorname{tg}\alpha_0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z_0 \\ z'_0 \end{pmatrix}$$

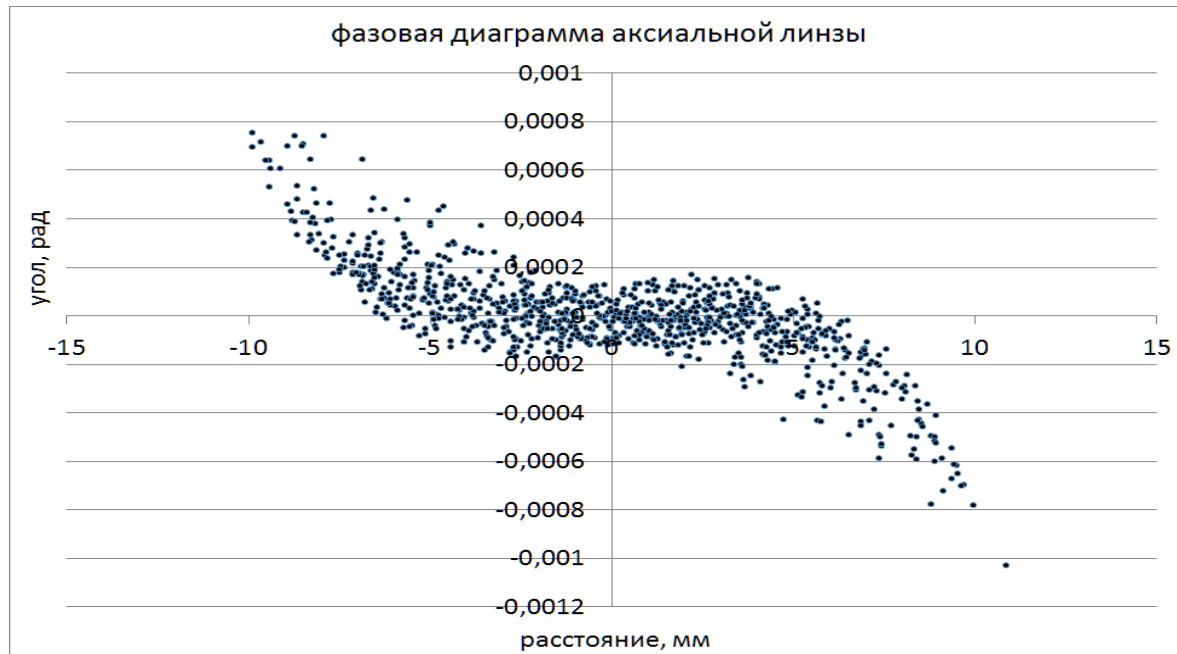


$$\begin{pmatrix} 1 & -\operatorname{ctg}\alpha_0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

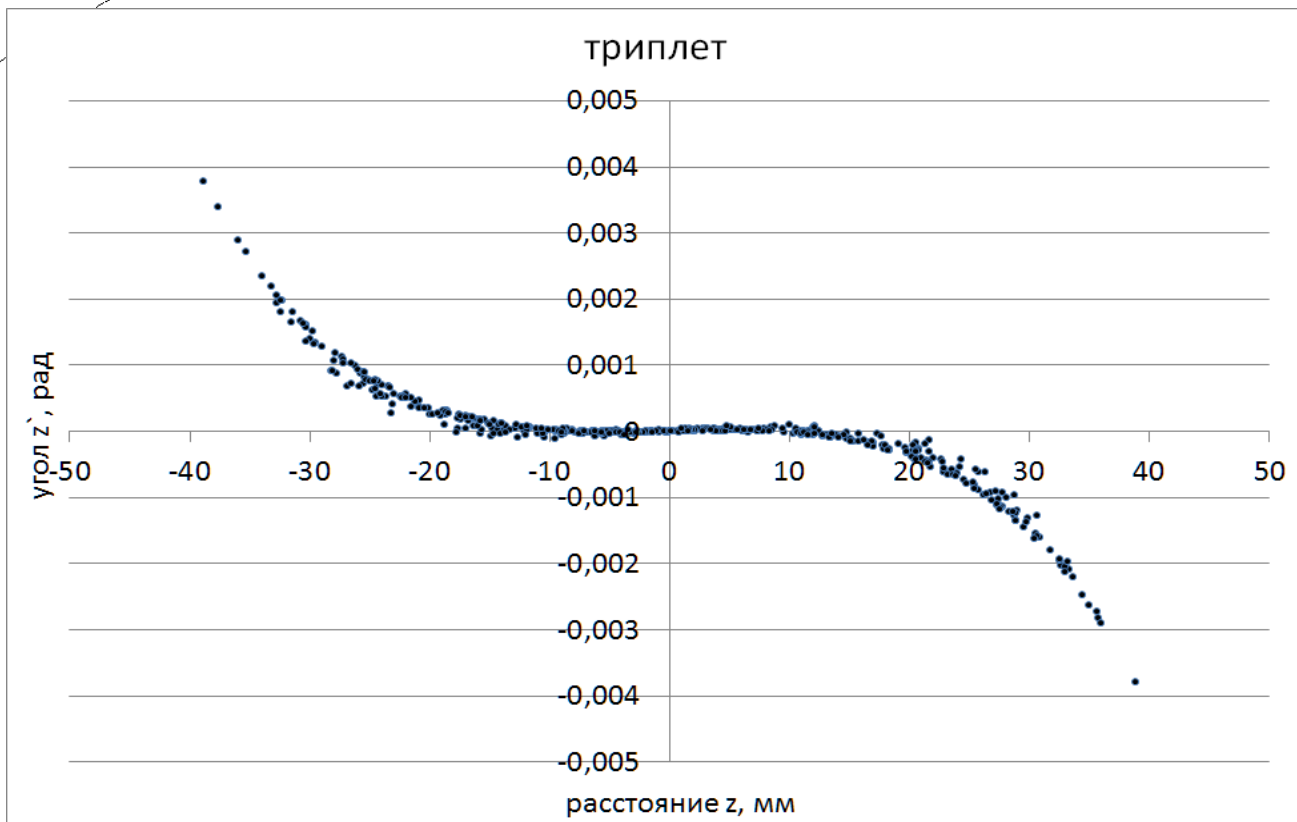
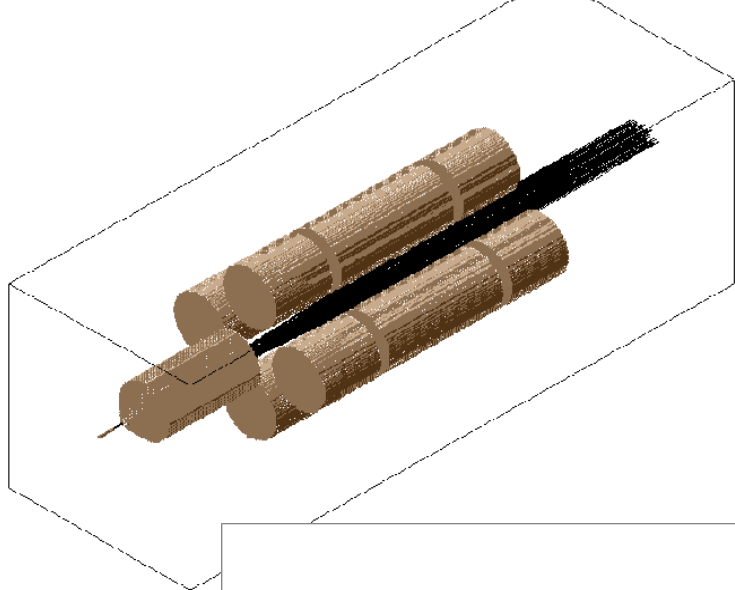




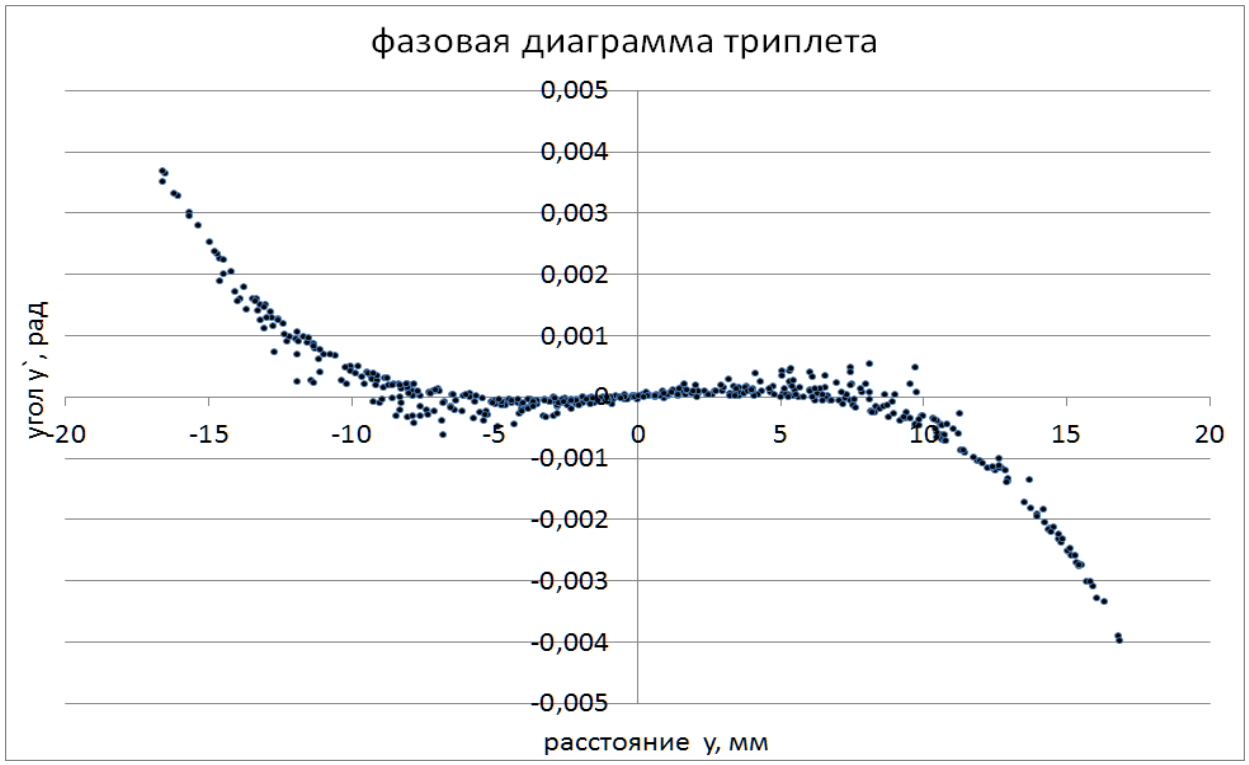
Аксиальная линза



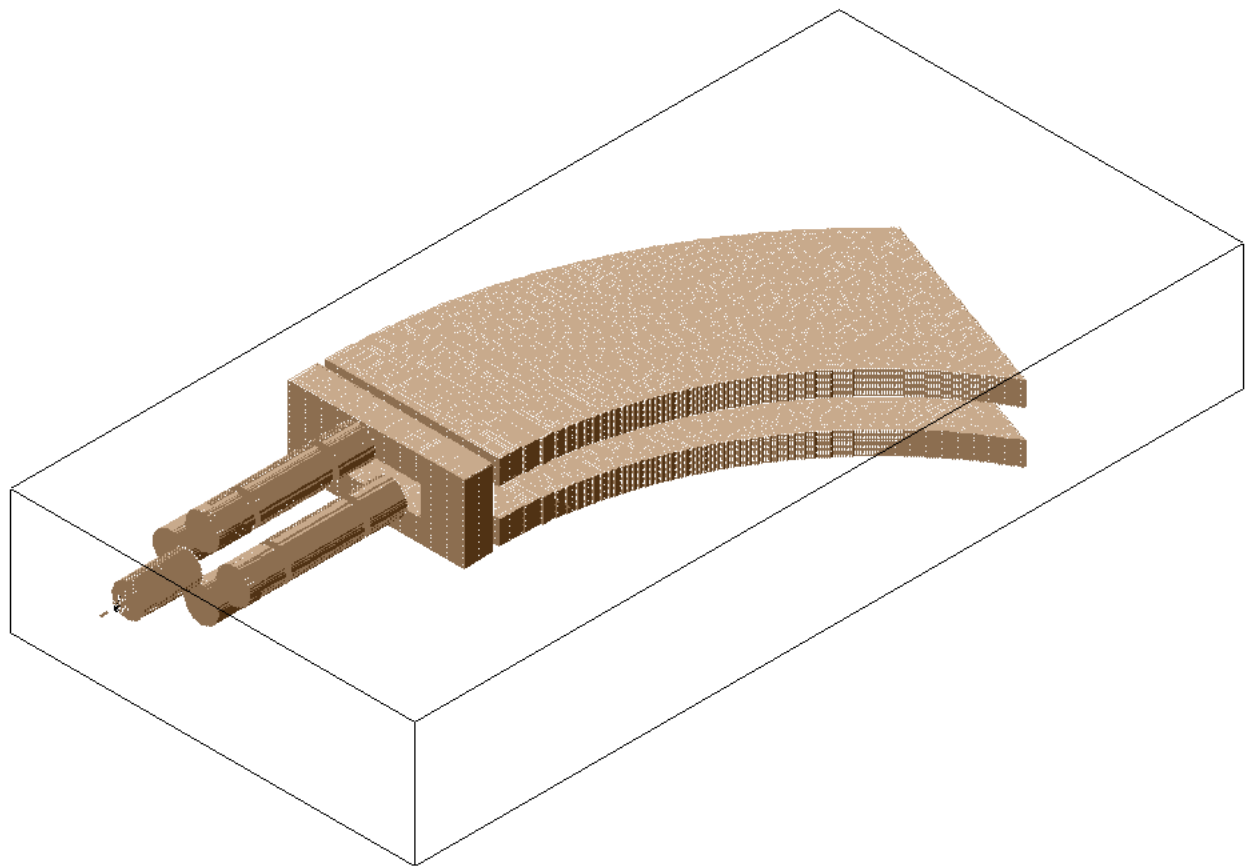
# Квадрупольный триплет

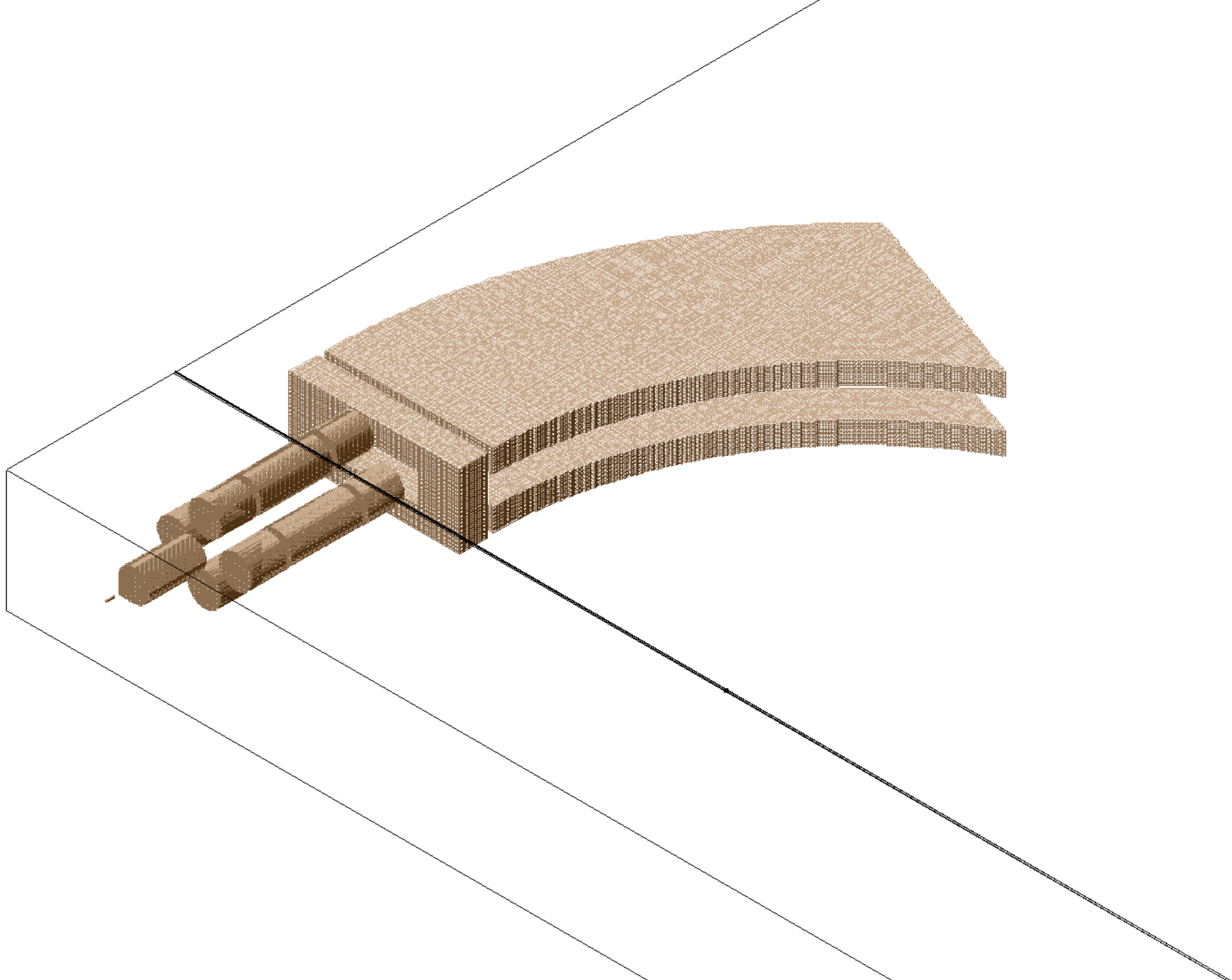


фазовая диаграмма триплета

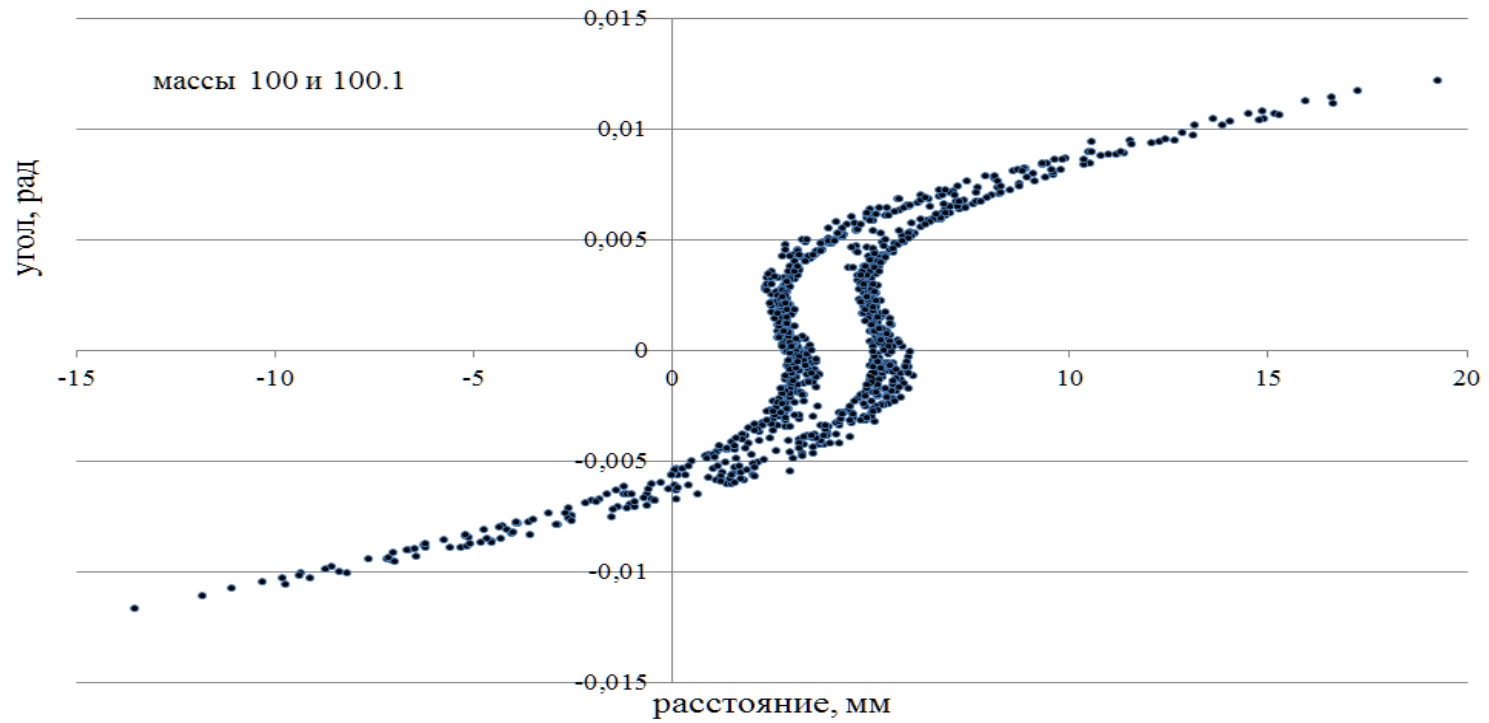




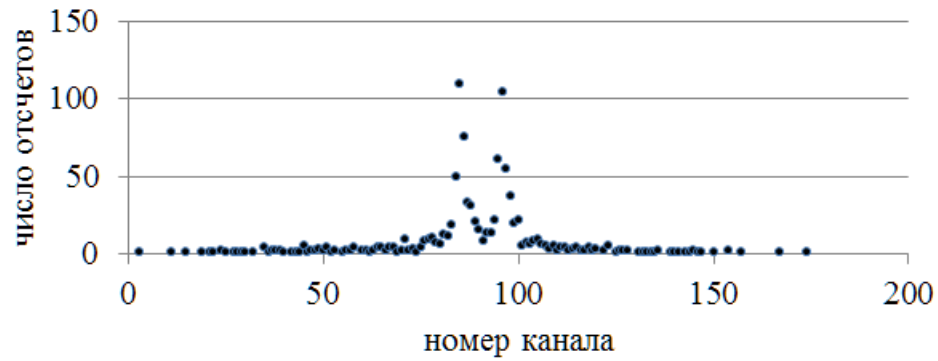




### фазовые диаграммы



### линии масс 100 и 100.1



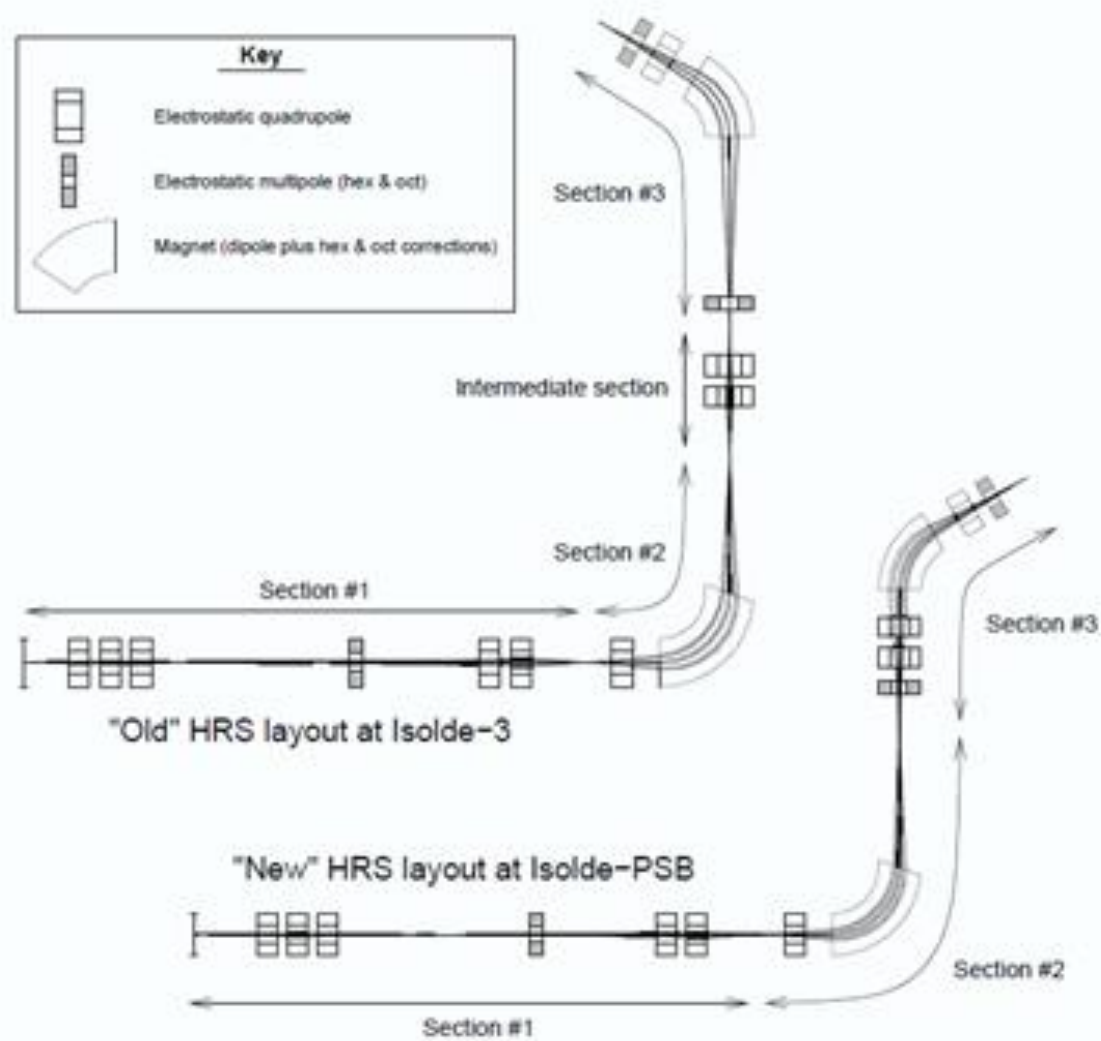
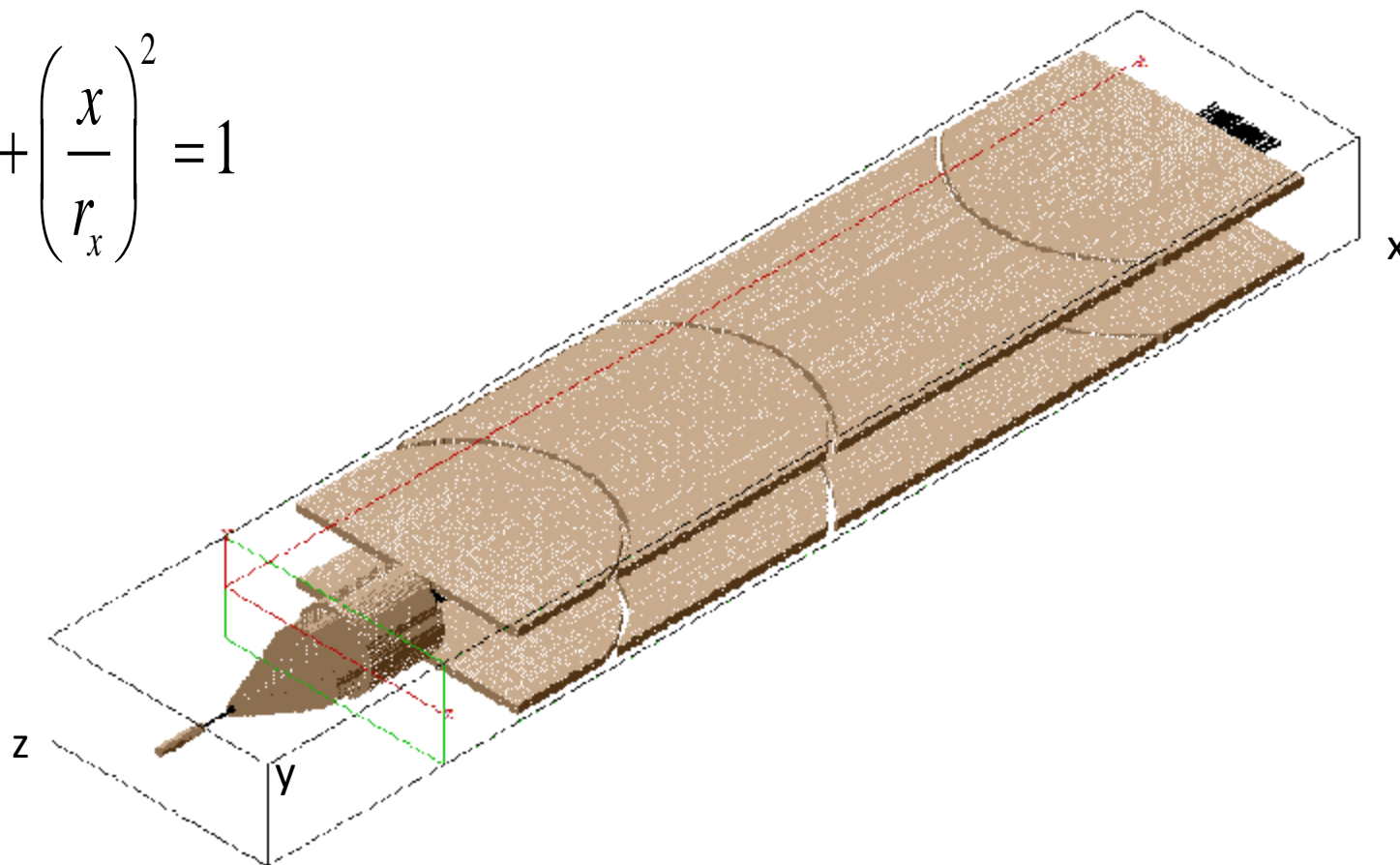
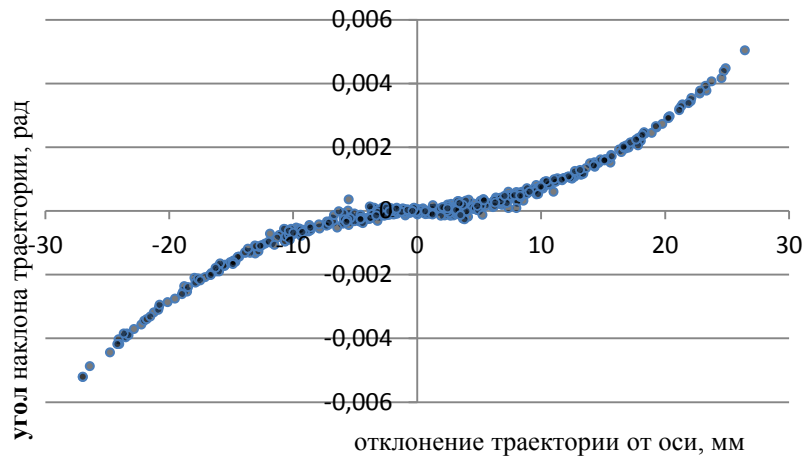


Figure 1: Overview of HRS ion optics — old and new

# Трансаксиальная линза

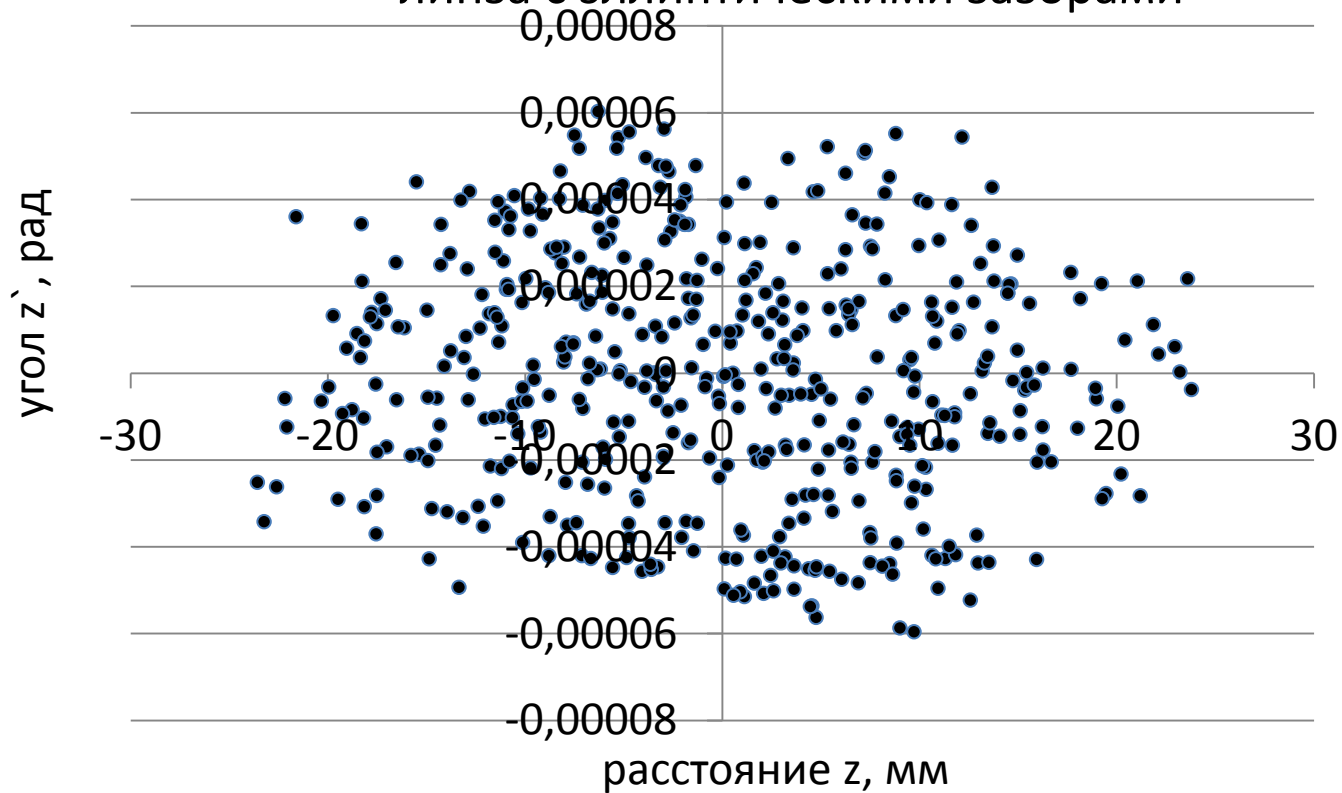
$$\left(\frac{z}{r_z}\right)^2 + \left(\frac{x}{r_x}\right)^2 = 1$$

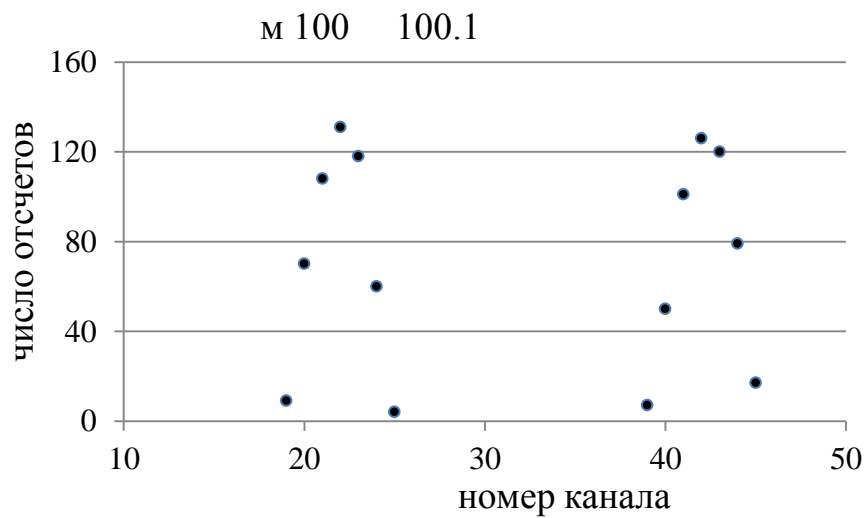




$$r_x = r_z$$

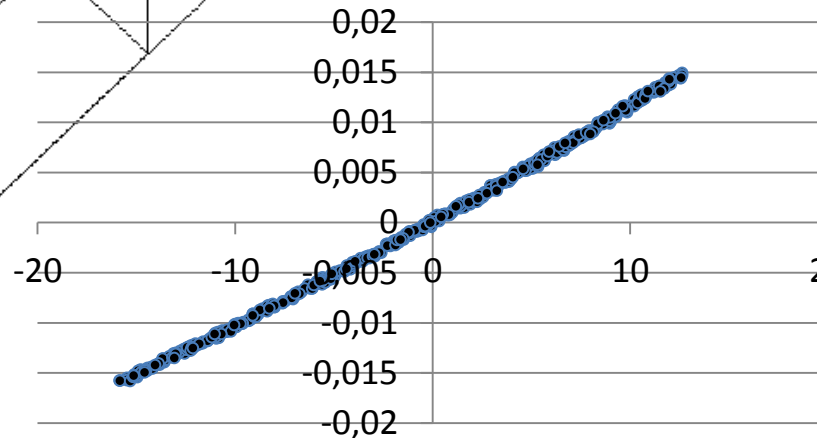
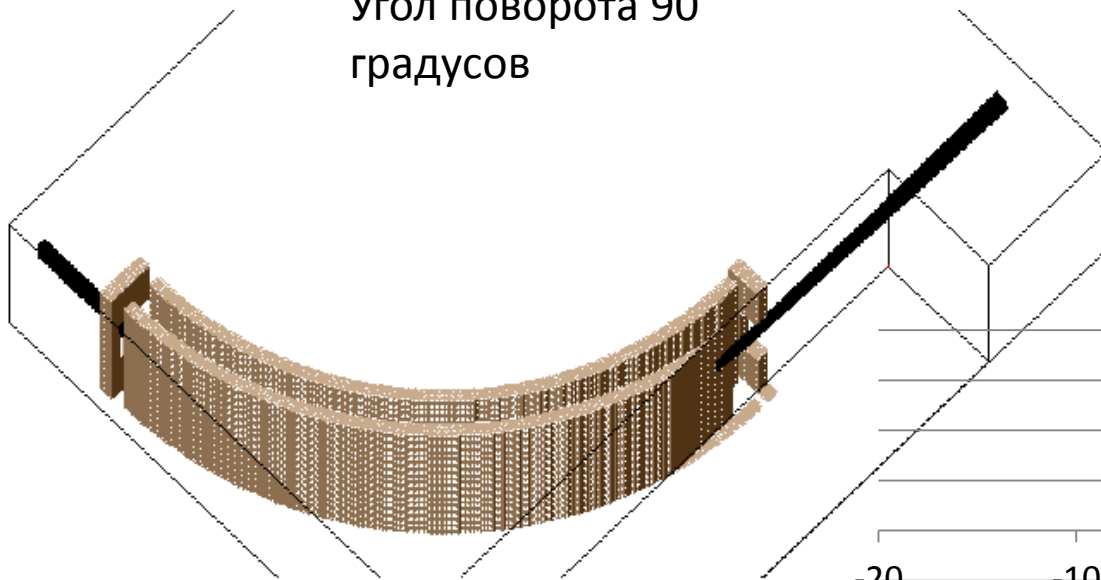
### линза с эллиптическими зазорами



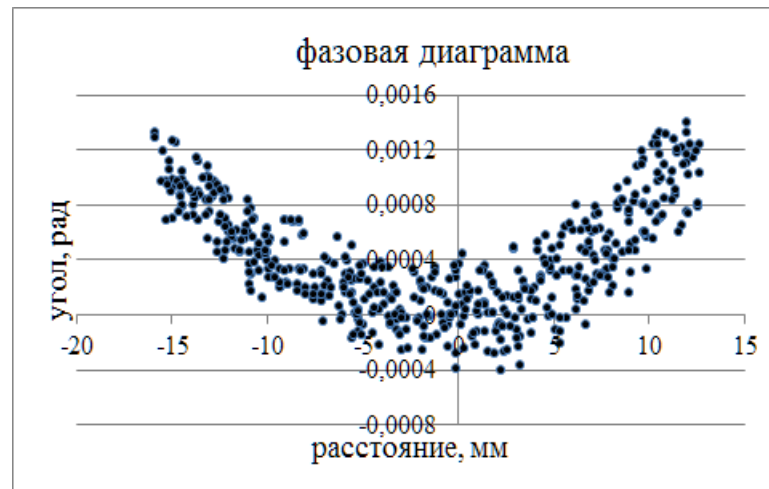
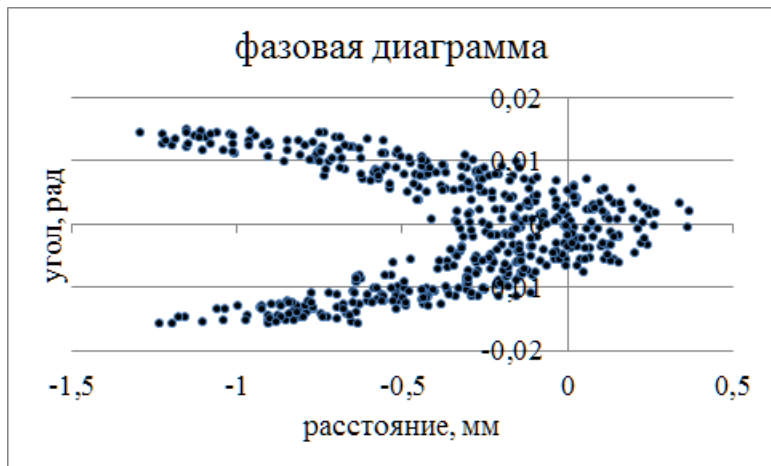


Разрешение 5000

Угол поворота 90  
градусов

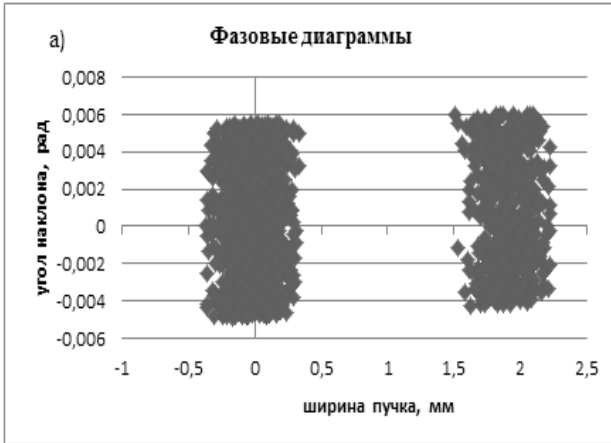


Приведенные диаграммы



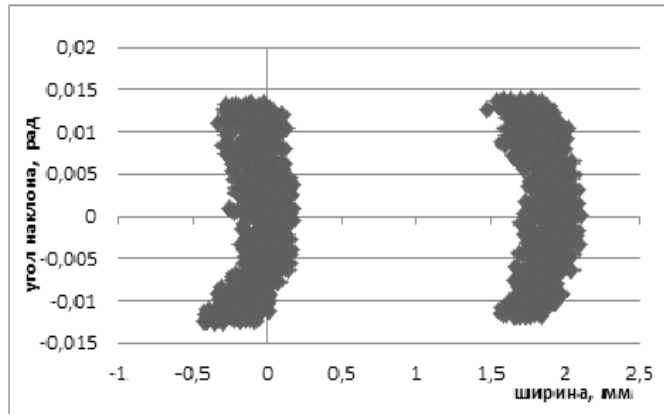


# Магнит с углом поворота 54.7 градуса массы 100 и 100.1



Ширина пучка

40 мм



80 мм

