

**Международная Байкальская молодежная научная школа по фундаментальной
физике**

"ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В КОСМОСЕ И ОКОЛОЗЕМНОЙ СРЕДЕ"

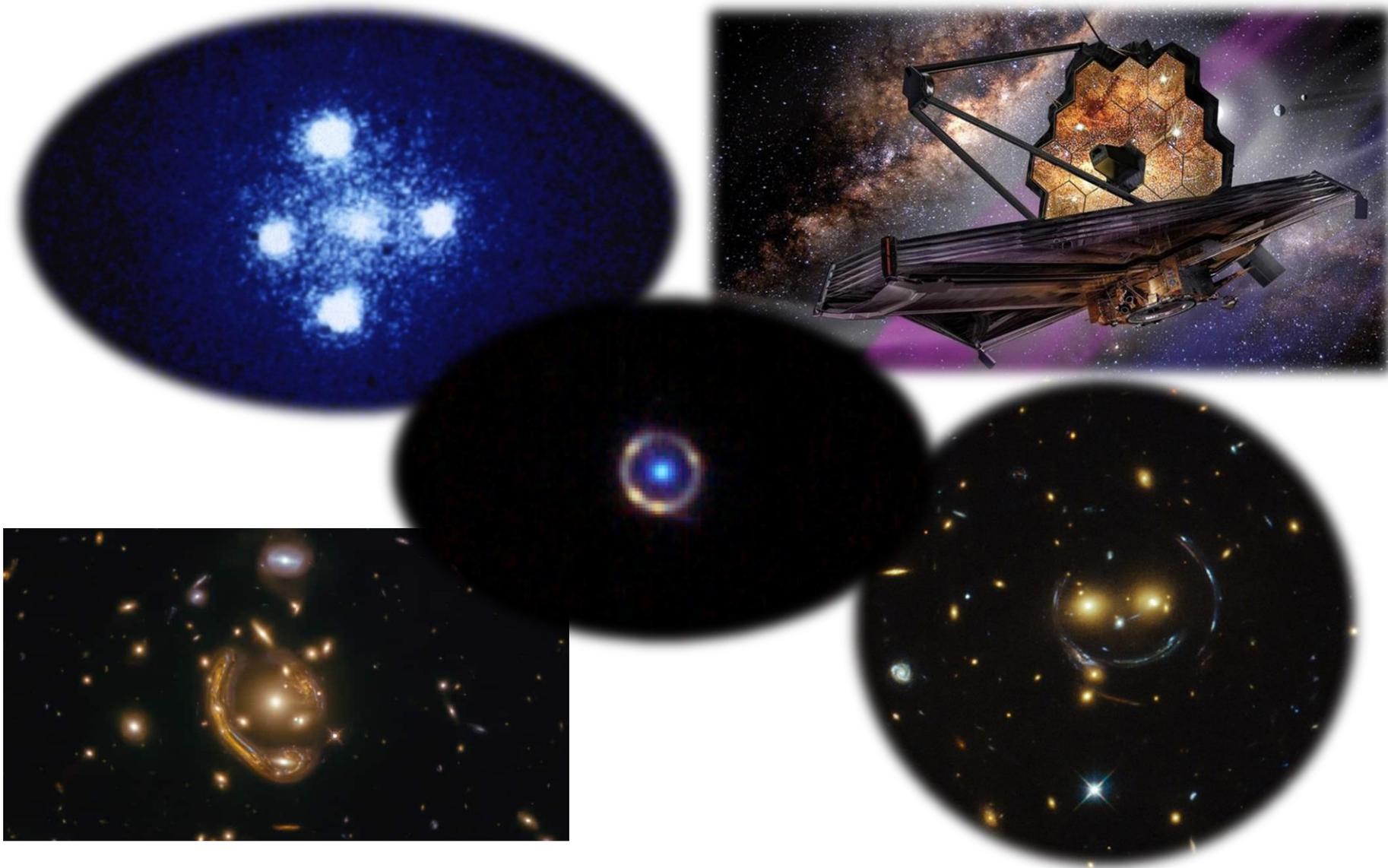
**XVII Конференция молодых ученых
"Взаимодействие полей и излучения с веществом"**

**ГРАВИТАЦИОННОЕ ЛИНЗИРОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН
В ХАОТИЧЕСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ
ПЛАЗМЕ**

**Лукьянцев Дмитрий Сергеевич
Иркутский Государственный Университет**

Иркутск, 5-10 сентября 2022 г.

Краткая информация



Математический аппарат

$$n = 1 + N = 1 + \frac{2U}{c^2}. \quad (1)$$

$$U = \gamma_1 M r^{-1} \Rightarrow N = \frac{2\gamma_1 M}{c^2 r} = \frac{Rg}{r}. \quad (2)$$

$$\frac{dR}{d\varphi} = R \cot \beta; \quad \frac{d\beta}{d\varphi} = (1 + \sin^2 \beta \tan^2 \alpha) \left(\frac{1}{\tilde{n}} \frac{\partial \tilde{n}}{\partial \varphi} \cot \beta - \frac{R}{\tilde{n}} \frac{\partial \tilde{n}}{\partial R} - 1 \right); \quad (3)$$

$$\frac{d\delta}{d\varphi} = \tan \alpha; \quad \frac{d\alpha}{d\varphi} = (1 + \cot^2 \beta \cos^2 \alpha) \left(\frac{1}{\tilde{n}} \frac{\partial \tilde{n}}{\partial \delta} - \frac{1}{\tilde{n}} \frac{\partial \tilde{n}}{\partial \varphi} \tan \alpha \right),$$

$$\tilde{n} = n_0 + \tilde{n}_1, \quad (4)$$

$$n_0 = 1 + \frac{Rg}{R} + \sum_{i=1}^N A_i \exp[-b1_i(\varphi - \varphi l_i)^2 - b2_i(\delta - \delta l_i)^2 - b3_i(R - R l_i)^2], \quad (5)$$

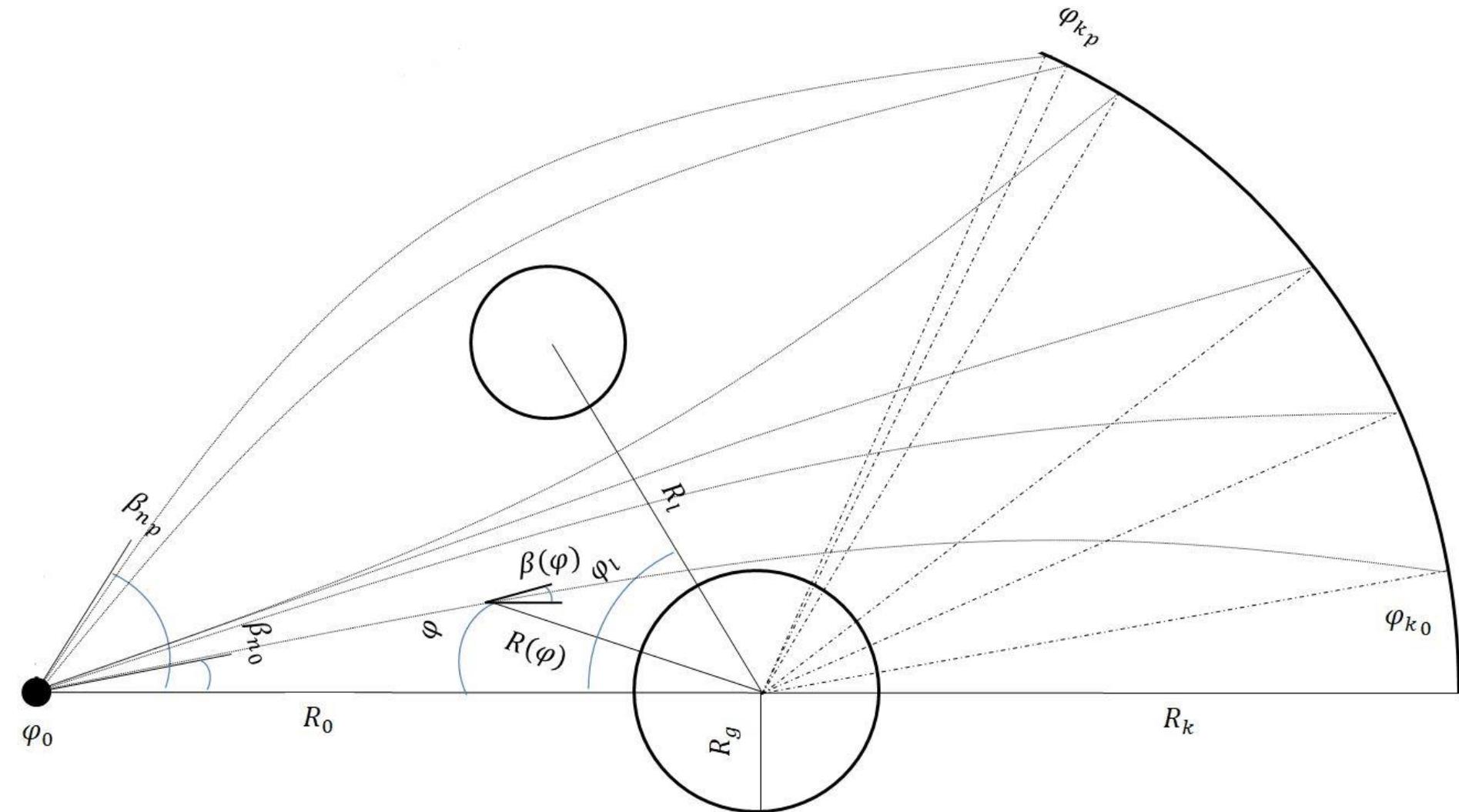
$$\frac{d\sigma_\delta^2}{d\varphi} = \frac{\mu}{4} \sqrt{\frac{\pi}{Q}} \left(\frac{DP^2}{Q} + 16(D - \frac{K}{Q})(\varphi J_1 - J_2) \right); \quad \frac{dJ_1}{d\varphi} = P^2; \quad \frac{dJ_2}{d\varphi} = \varphi P^2, \quad (6)$$

где:

$$P = \left(\frac{1}{\cos^2 \alpha_0} + \cot^2 \beta_0 \right); \quad D = \left(\left(\frac{\tan \alpha_0}{a_\varphi} \right)^2 + \frac{1}{a_\delta^2} \right);$$

$$K = \left(\frac{1}{a_\varphi^2} - \frac{1}{a_\delta^2} \right)^2 \tan^2 \alpha_0; \quad Q = \left(\frac{1}{a_\varphi^2} + \left(\frac{\tan \alpha_0}{a_\delta} \right)^2 + \left(\frac{R \cot \beta_0}{a_R} \right)^2 \right).$$

Геометрия задачи



Полученные результаты

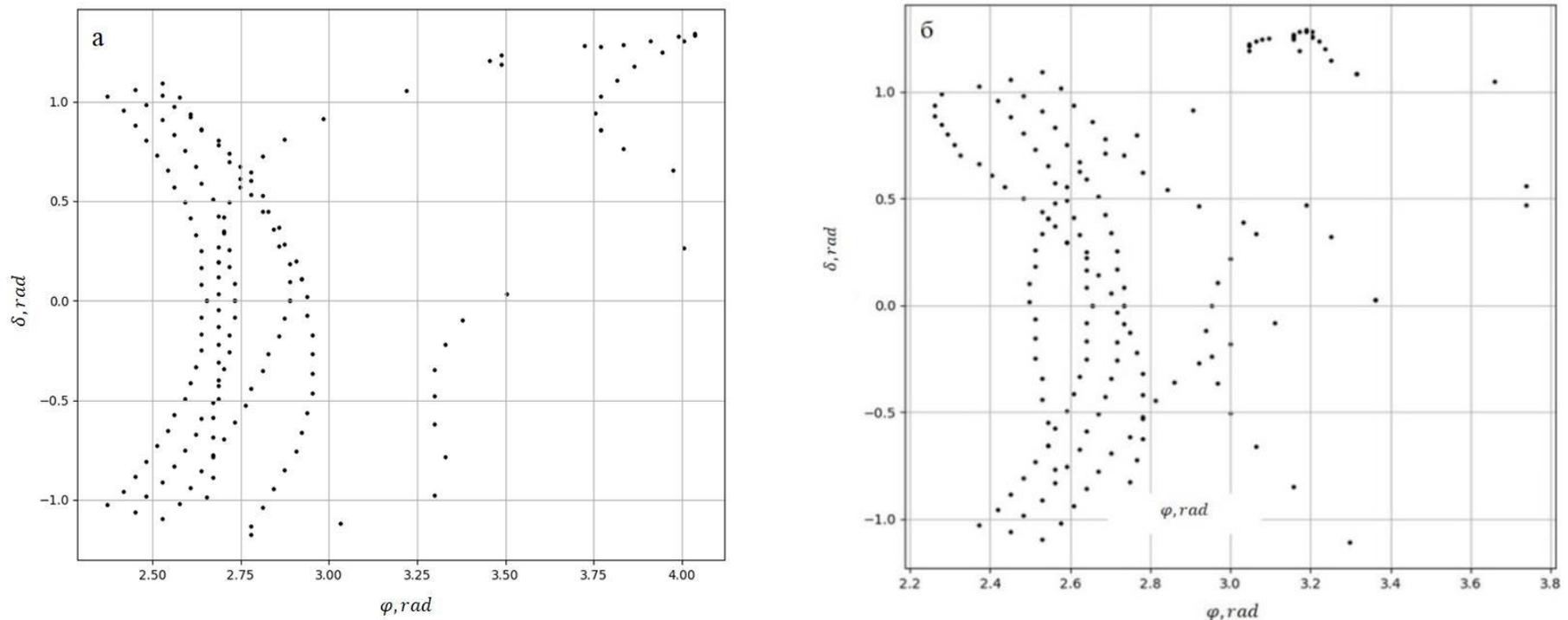


Рис.1. Гравитационная фокусировка излучения в присутствии двух (а) и трех (б) объектов.

Параметры задачи: $R_g = 1 \text{ cul}^*$;

$A_1 = 0.5, Rl_1 = 10 \text{ cul}, \delta l_1 = 0.5 \text{ rad}, \varphi l_1 = 0.4 \text{ rad}$;

$A_2 = 0.5, Rl_2 = 10 \text{ cul}, \delta l_2 = 0.3 \text{ rad}, \varphi l_2 = 0.5 \text{ rad}$;

Масштабы: $b1_1 = 1.5, b2_1 = 1.5, b3_1 = 1.5 \text{ (}^1/\text{cul}^2\text{)}$;

$b1_2 = 1.5, b2_2 = 1.5, b3_2 = 1.5 \text{ (}^1/\text{cul}^2\text{)}$.

* *cul* – условная единица длины.

Полученные результаты

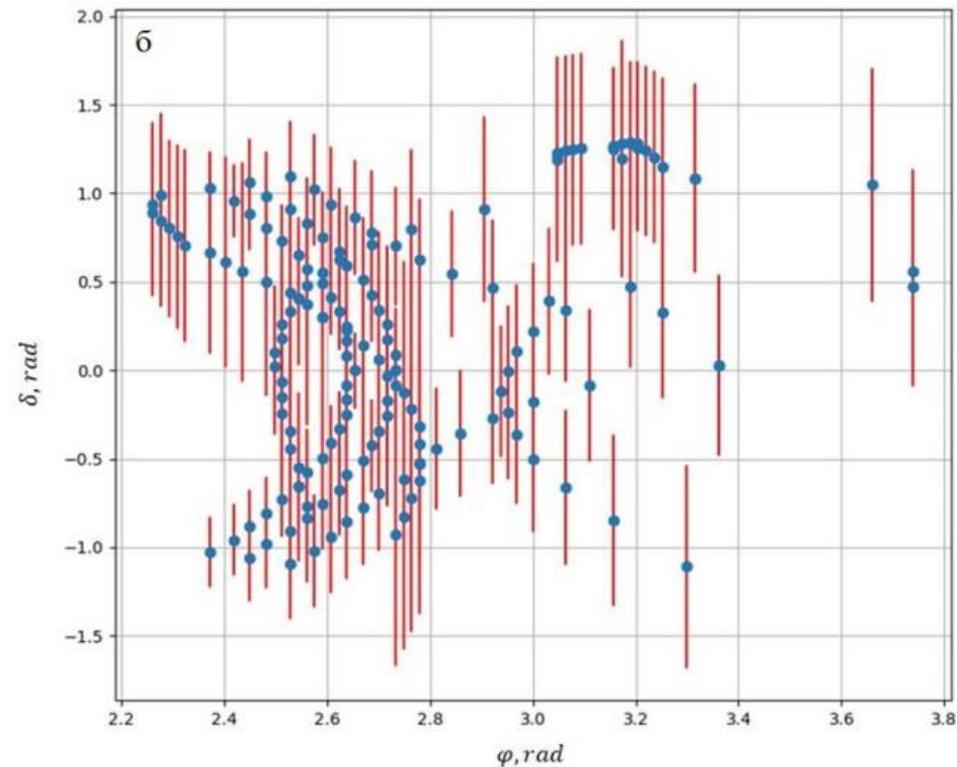
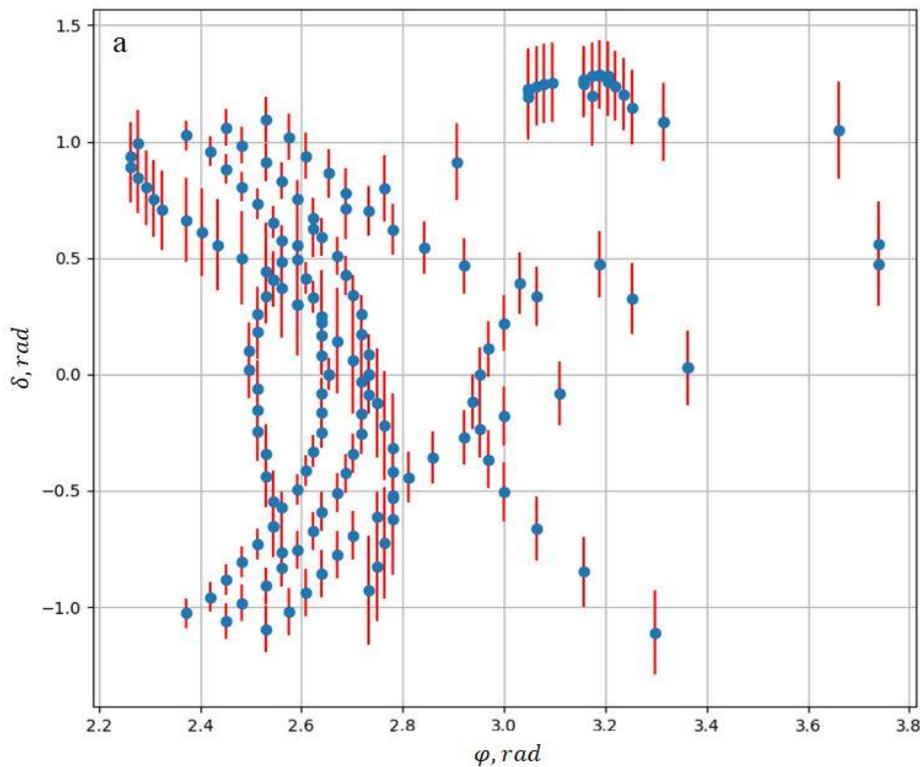


Рис.2. Статистическое замывание гравитационного линзирования в картинной плоскости наблюдателя для высокочастотного (а) и низкочастотного (б) диапазонов длин волн.

Заключение

- ✓ С помощью математического моделирования показаны условия возникновения эффекта гравитационного линзирования;
- ✓ Сделаны оценки среднеквадратичных значений боковых отклонений лучей под воздействием окружающей космической плазмы;
- ✓ Случайные неоднородности плазмы маскируют эффекты поля тяготения и накладывают ограничения на длину электромагнитной волны для наблюдения гравитационной фокусировки;
- ✓ Поэтому линзовый эффект гравитационного поля при распространении волн в случайно-неоднородной среде реализуется только в определенной диапозоне электромагнитной шкалы колебаний.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!