

# Моделирование режима работы антенной системы «Юг + Плоский» РАТАН-600 с корректирующим зеркалом

*М. К. Лебедев*

*СПбГУ*

*В. Б. Хайкин, В. М. Богод*

*Санкт-Петербургский филиал САО РАН*

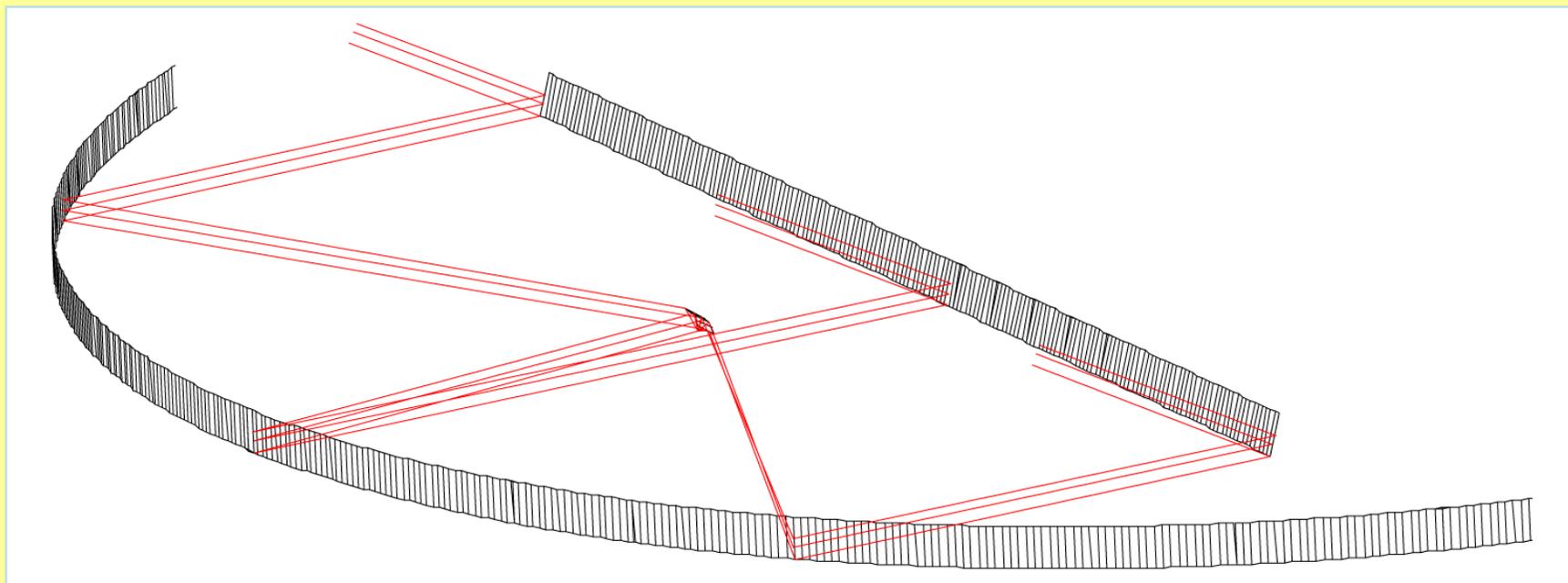
# PATAH-600



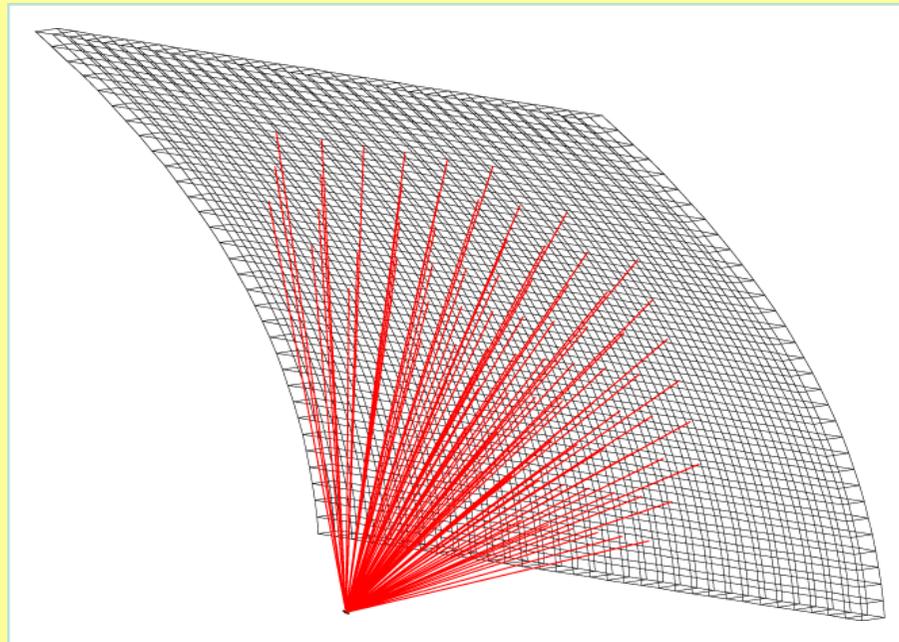
# РАТАН-600



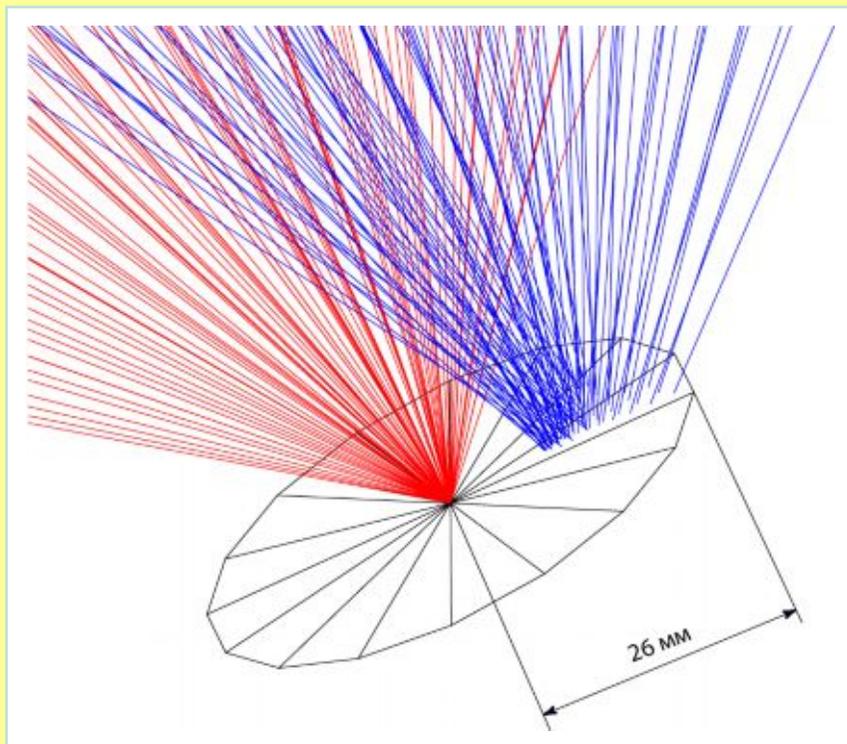
# Антенная система «Юг + Плоский»



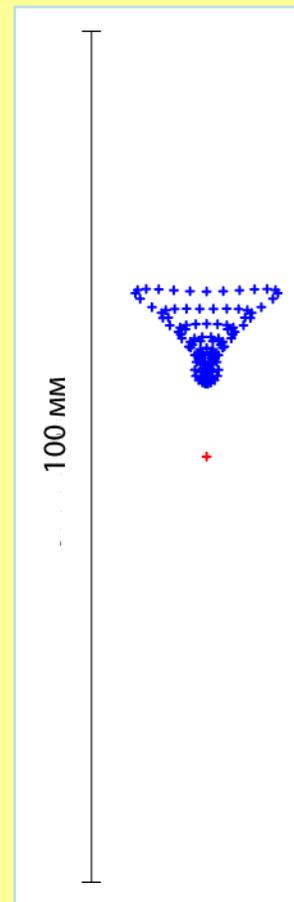
# Зеркало облучателя



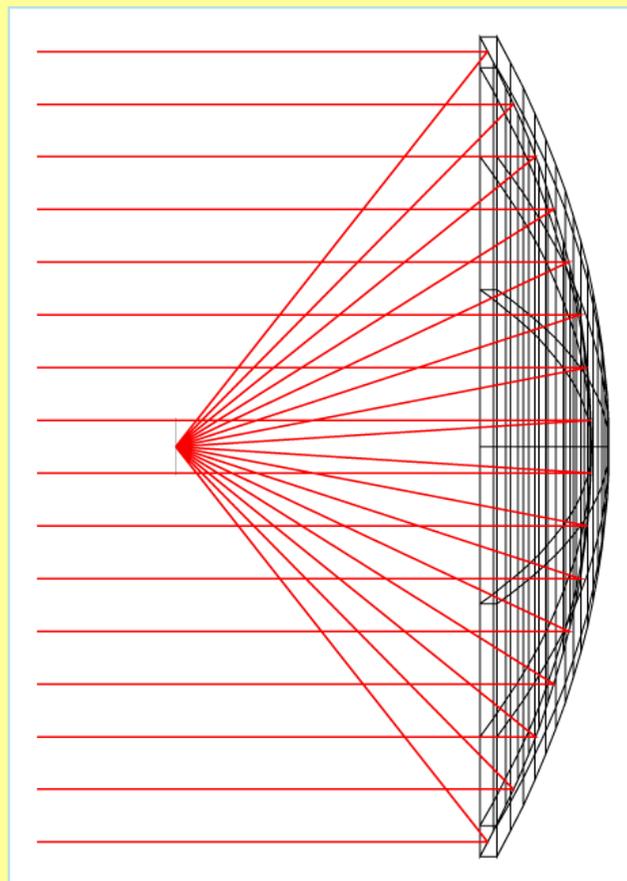
# Фокусировка осевого и внеосевого пучков



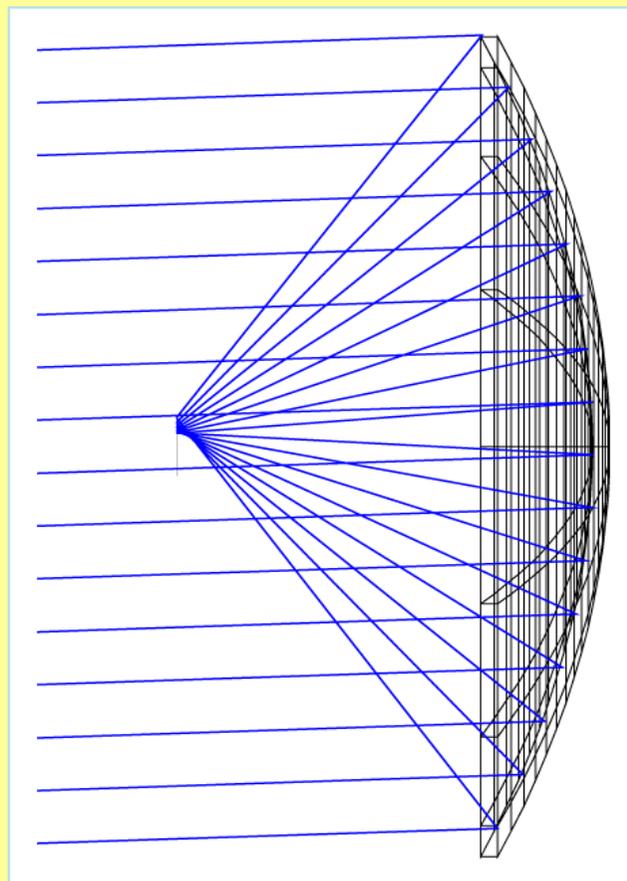
Отклонение в вертикальной  
плоскости — 12"



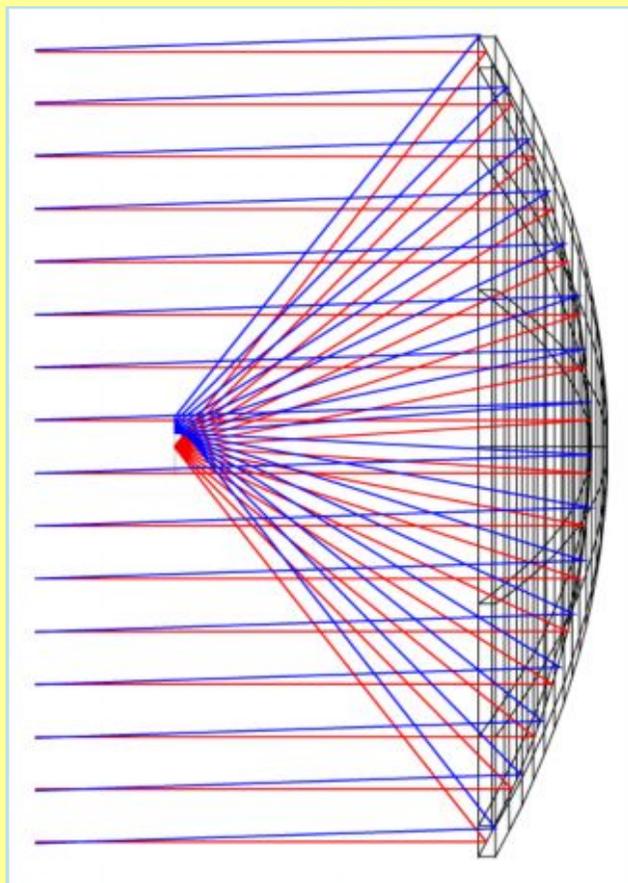
# Рефлектор Ньютона



# Рефлектор Ньютона



# Рефлектор Ньютона



# Недостатки схемы Ньютона

- большая внеосевая кома;
- малый размер поля изображения.

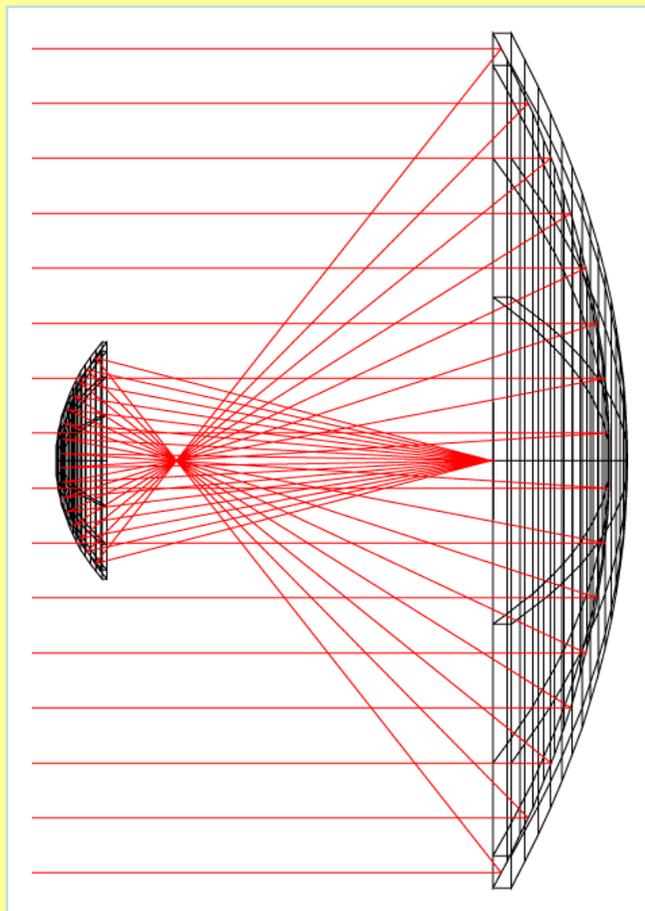
## Следствия:

- искажения диаграммы направленности при необходимости работы вне точного фокуса (поляризационные измерения);
- необходимость размещения приемников на фокальной линии;
- невозможность использования матричных приемников.

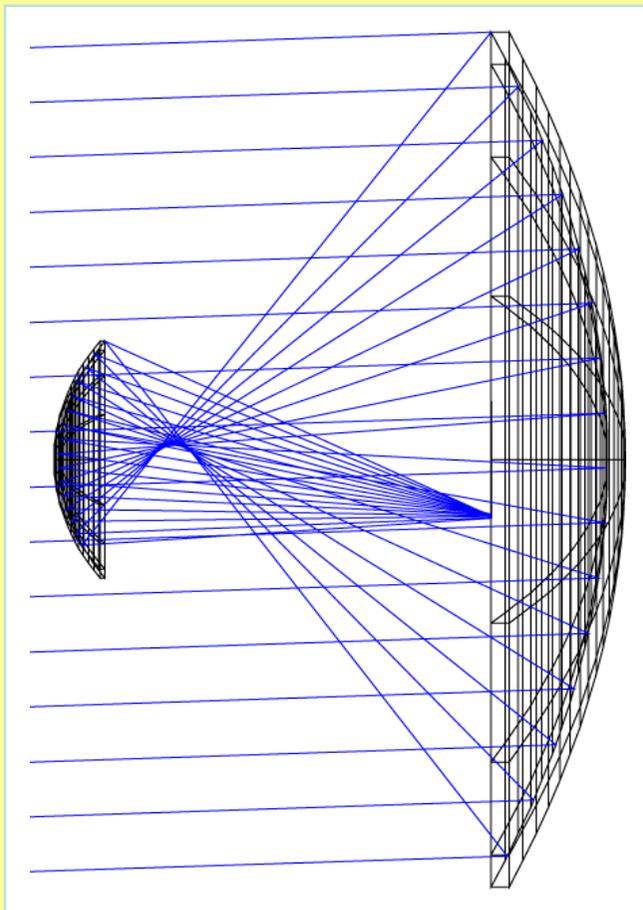
# Методы подавления аббераций

- Использование **предварительной коррекции волнового фронта** (схема Шмидта) — см. *Е. К. Майорова, В. Б. Хайкин. Радиотелескоп РАТАН-600 как двухзеркальная апланатическая система. Известия вузов. Радиофизика. Т. XLII, № 3, 2000. С. 185-196.*
- Построение **апланатической системы** (требуется введение в систему двух асферических поверхностей).
- Использование **дополнительного зеркала** (схемы типа Кассегрена и Грегори).

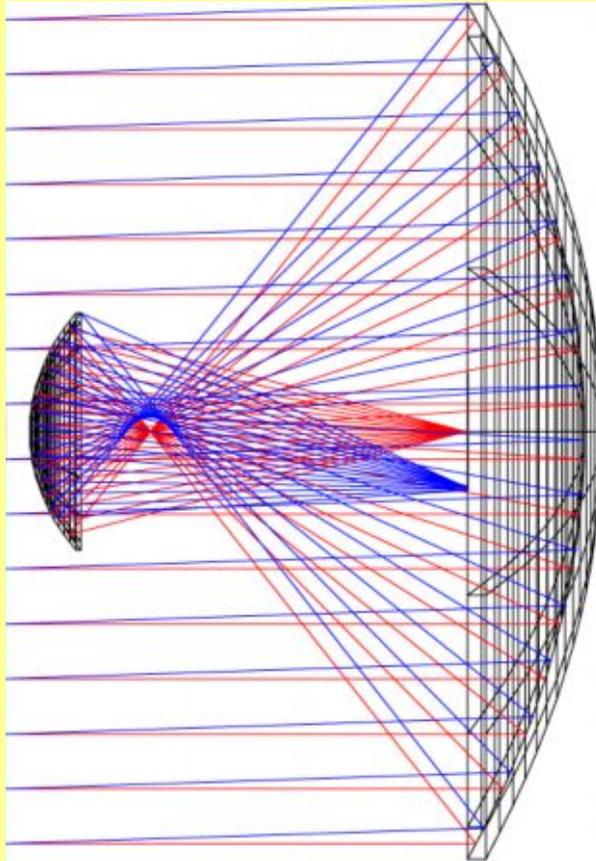
# Схема Грегори



# Схема Грегори



# Схема Грегори



# Схемы Грегори и Кассегрена

- Осуществляют преобразование короткофокусной системы в длиннофокусную.
- Эффективное фокусное расстояние системы

$$F = M f,$$

где  $M = (e + 1)/(e - 1)$  — увеличение,  
 $e$  — эксцентриситет вспомогательного зеркала.

# NRT (Nançay, Франция)



# Старая приемная система NRT



# Реконструкция приемной системы NRT (проект FORT)



Макет новой приемной системы



Тележка облучателя

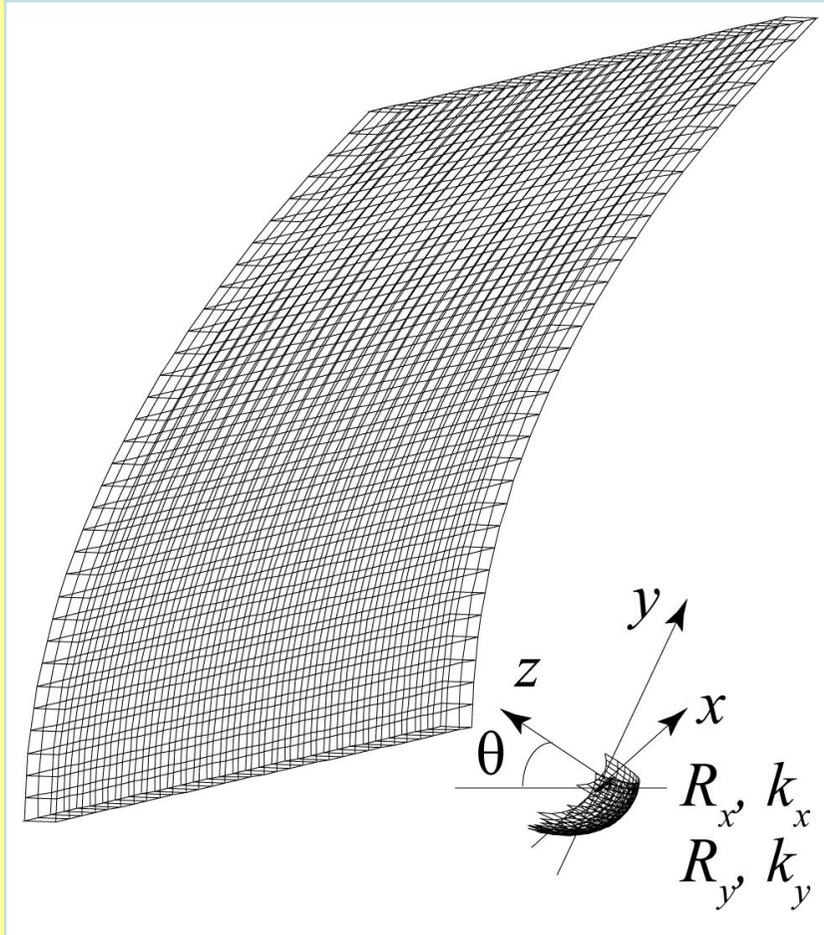


Вторичное зеркало



Третичное зеркало

# Параметры оптимизации



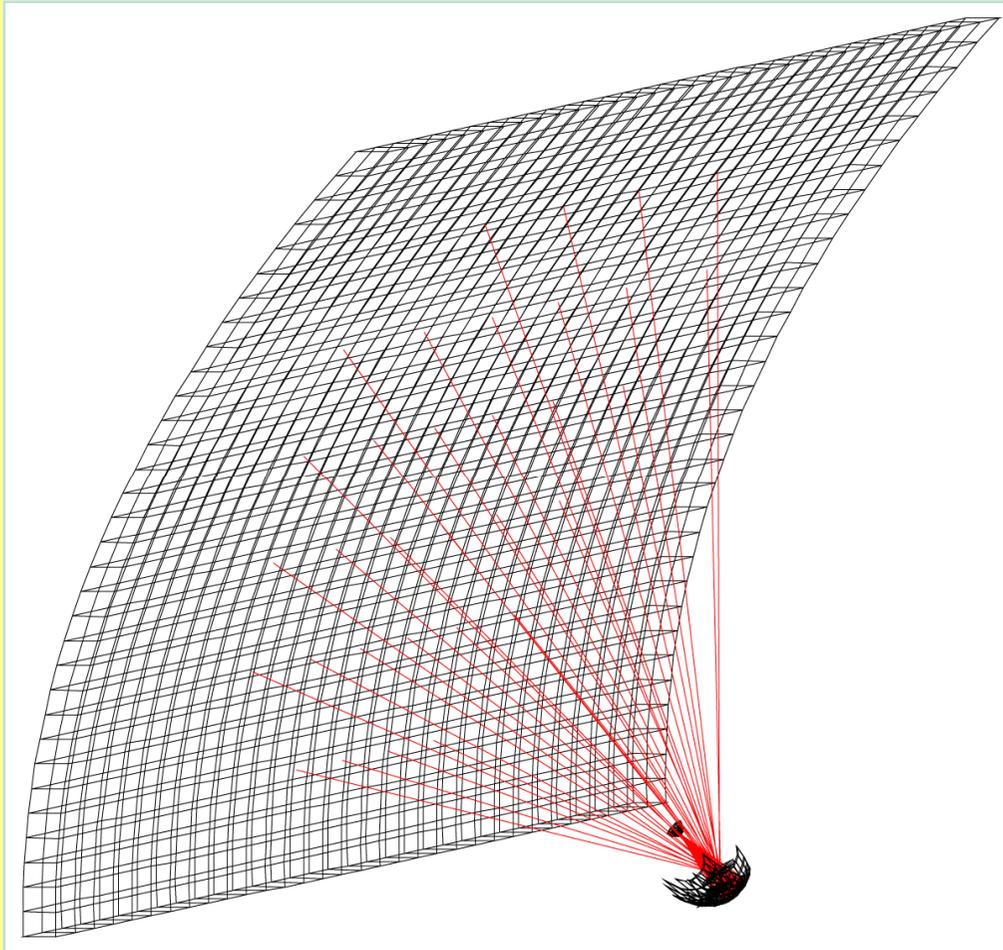
Параметры вспомогательного зеркала

$$z = \frac{c_x x^2 + c_y y^2}{1 + \sqrt{1 - (1 + k_x) c_x^2 x^2 - (1 + k_y) c_y^2 y^2}},$$
$$c_{x,y} = \frac{1}{R_{x,y}}; k_{x,y} = -e_{x,y}^2.$$

Параметры главного зеркала

$$R, k;$$
$$-1 \leq k < 0.$$
$$z = \frac{x_m^2 / R}{1 + \sqrt{1 - (1 + k) x_m^2 / R^2}}.$$

# Результаты оптимизации

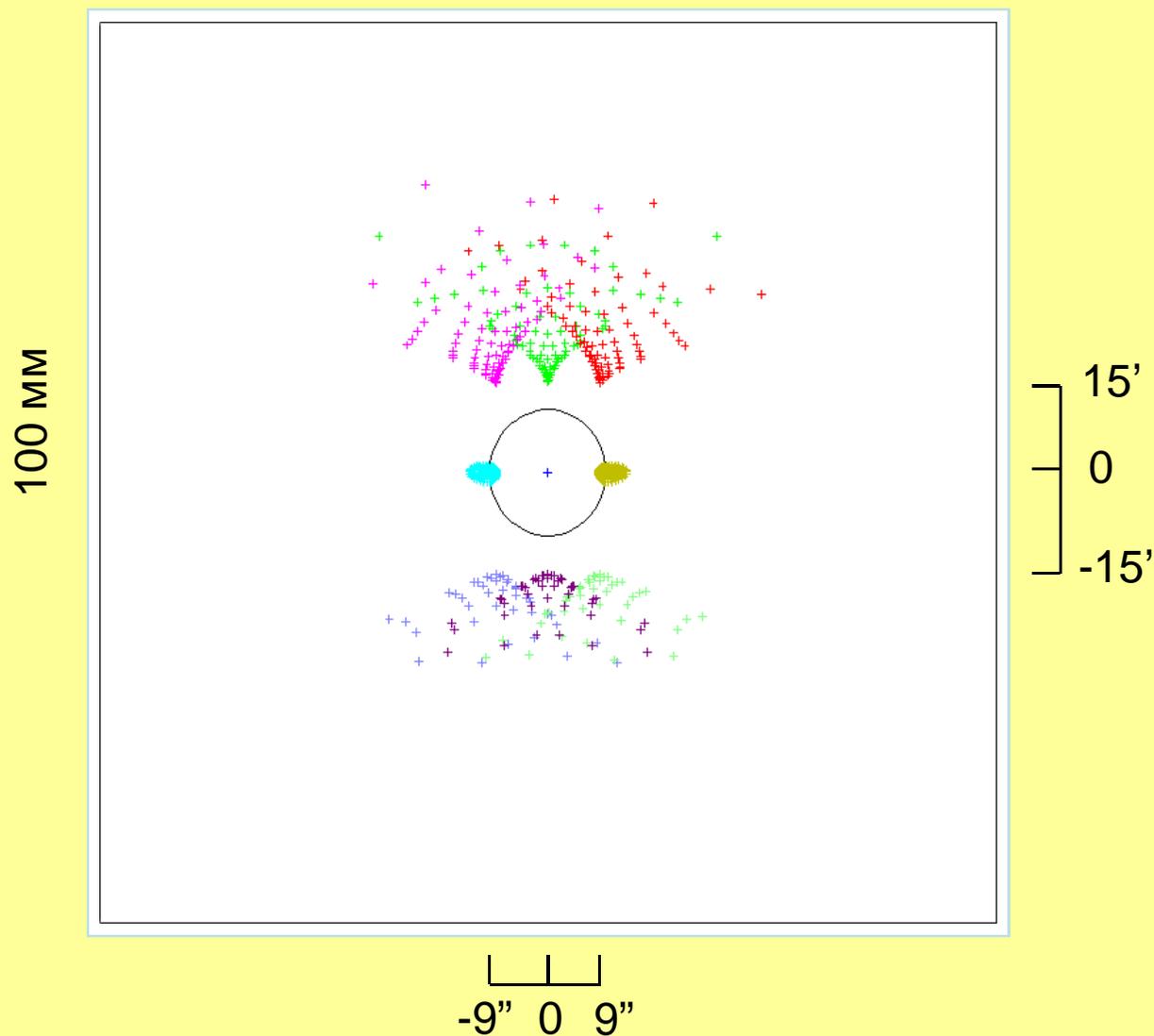


Расстояние от первичного фокуса до вершины зеркала 150 мм, расстояние от вершины зеркала до поверхности изображения 450 мм.

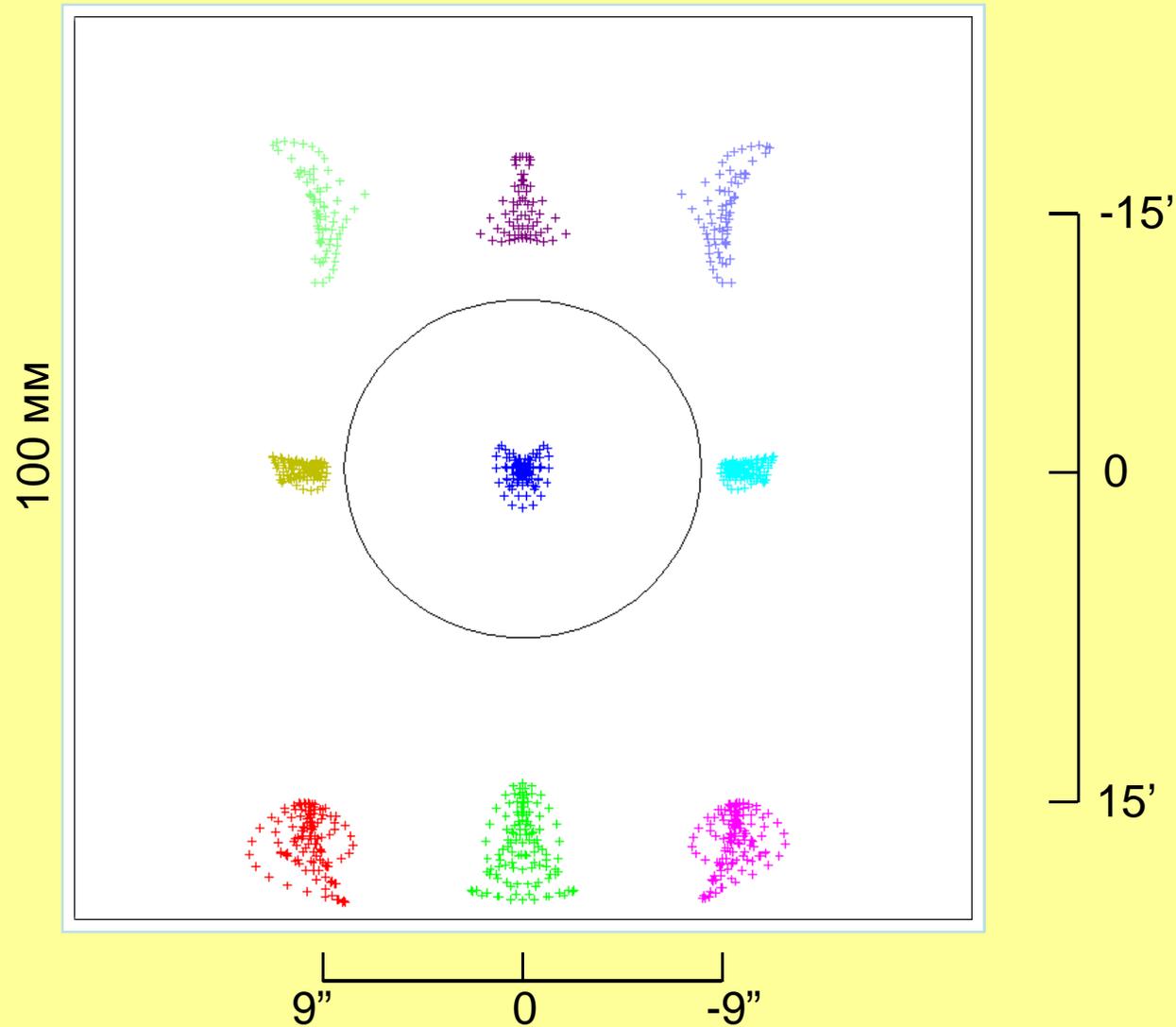
Размер вспомогательного зеркала ~390 мм

$$\begin{aligned}R_x &= 186.47 \text{ мм}; k_x = -0.4493; \\R_y &= 224.46 \text{ мм}; k_y = -0.3305; \\R &= 263666 \text{ мм}; k = -0.999774; \\ \theta &= 43.4^\circ.\end{aligned}$$

# Структура пятен в первичном фокусе (до оптимизации)

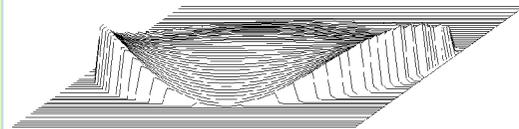


# Структура пятен на фокальной поверхности

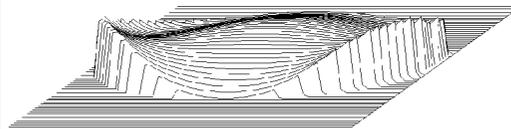


# Волновые aberrации

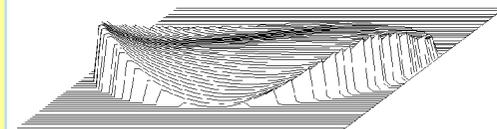
$\max - \min = 0,0577\lambda;$   
 $\sigma = 0.0096\lambda.$



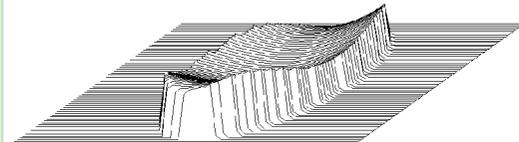
$\max - \min = 0,0535\lambda;$   
 $\sigma = 0.0082\lambda.$



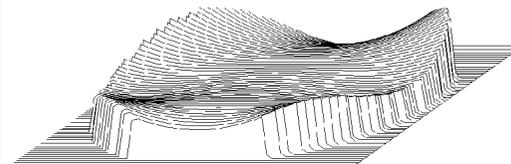
$\max - \min = 0,0577\lambda;$   
 $\sigma = 0.0096\lambda.$



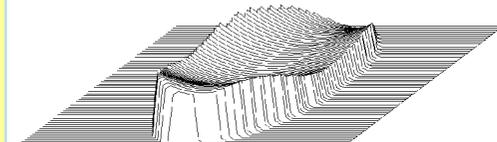
$\max - \min = 0,0433\lambda;$   
 $\sigma = 0.0086\lambda.$



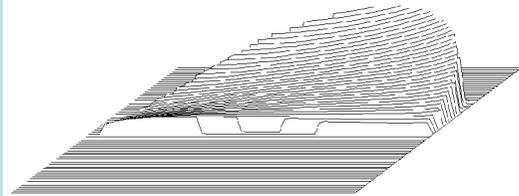
$\max - \min = 0,0589\lambda;$   
 $\sigma = 0.0079\lambda.$



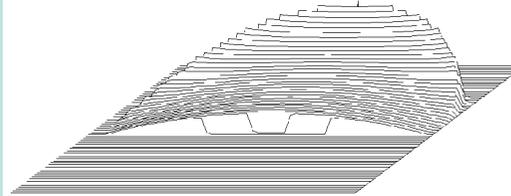
$\max - \min = 0,0433\lambda;$   
 $\sigma = 0.0086\lambda.$



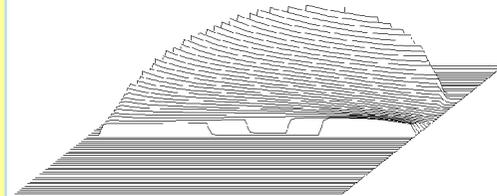
$\max - \min = 0,2010\lambda;$   
 $\sigma = 0.0436\lambda.$



$\max - \min = 0,1542\lambda;$   
 $\sigma = 0.0317\lambda.$



$\max - \min = 0,2010\lambda;$   
 $\sigma = 0.0436\lambda.$



# Использование корректирующего зеркала позволяет

- увеличить размер фокальной области;
- улучшить качество изображения на периферии фокальной области;
- использовать матричные приемники;
- при необходимости работы вне точного геометрического фокуса улучшить характеристики диаграммы направленности.