

**Национальный исследовательский университет «МЭИ»
Кафедра физики им. В.А. Фабриканта**

**Качество изображения астрономических
объективов и изображений математически
смоделированного точечного источника**

Студент Макашов Дмитрий Андреевич

Научный руководитель Горчаковский Сергей Николаевич

Москва, 2016

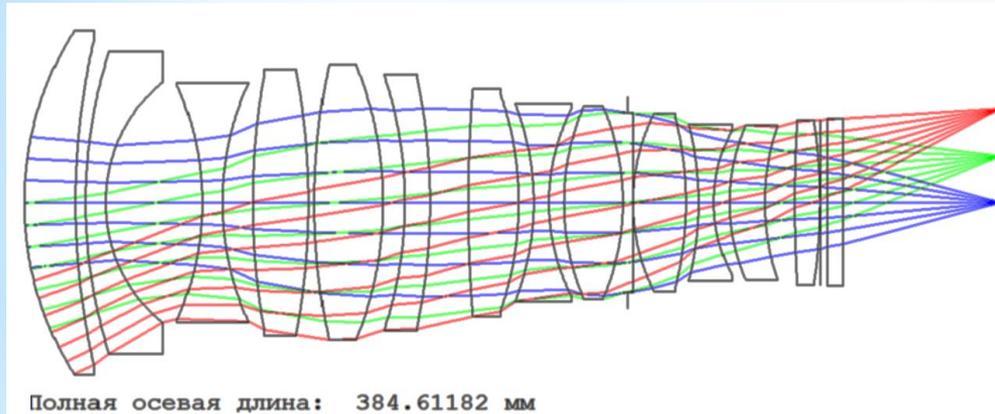
Цель исследования и объект исследования

Основными задачами являются:

- Исследование качества изображения широкопольных объективов, путем проведения сравнительного анализа изображений, получаемых электронной системой регистрации и изображений, полученных в среде ZEMAX.
- Исследование возможных искажений, вносимых схемой контроля качества изображения.
- На основе полученных результатов сравнительного анализа сделать выводы о качестве исследуемых объективов и о дальнейшем использовании схемы контроля качества.

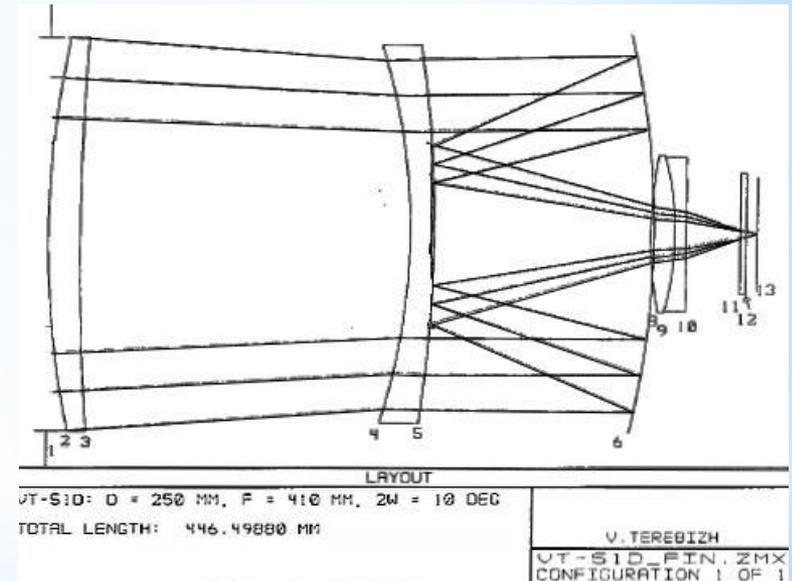
Оптические схемы объективов и их основные характеристики

Объектив Сова 5



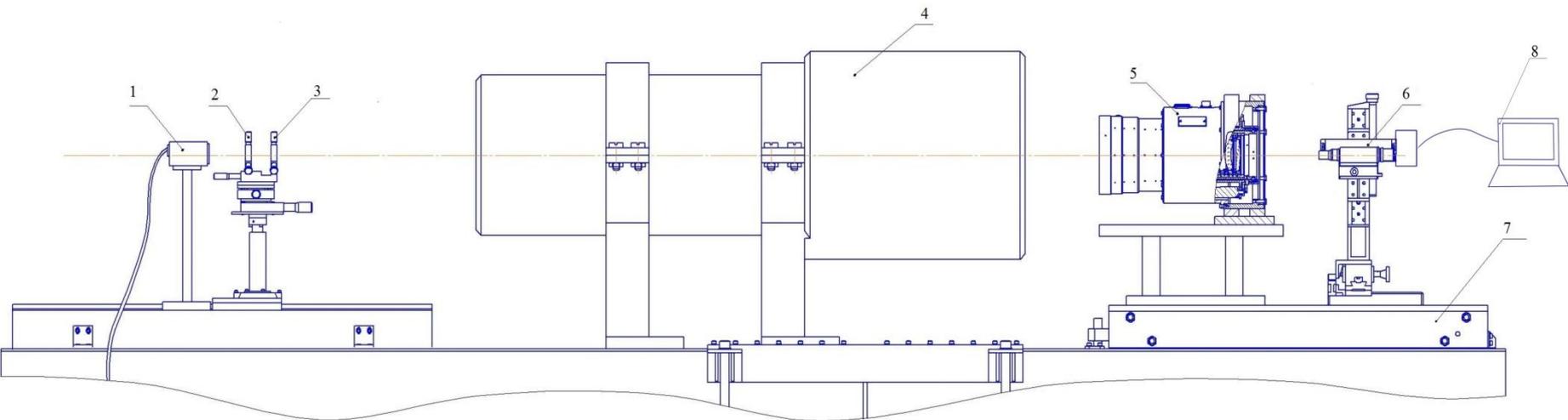
Фокусное расстояние 100 мм
Угловое поле 40°
Относительное отверстие 1:2,05

Объектив Сова 25



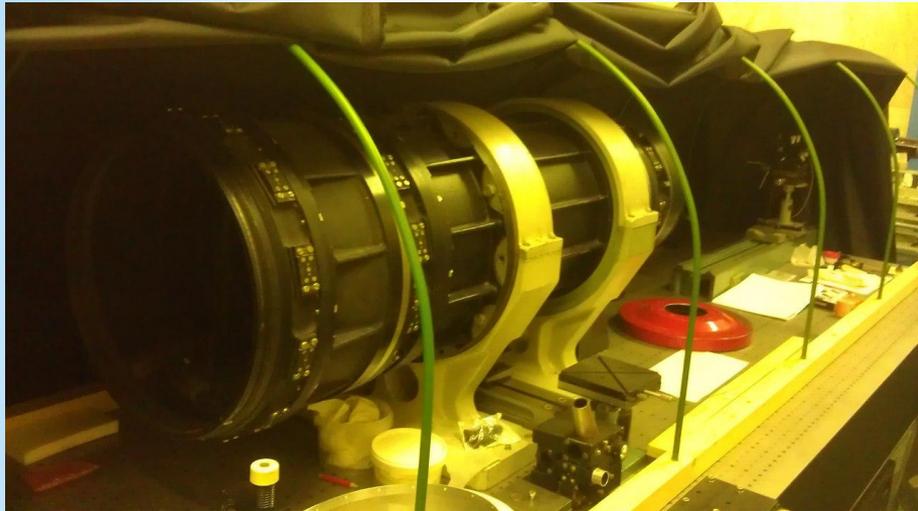
Фокусное расстояние 412,8 мм
Угловое поле 10°
Относительное отверстие 1:1,65

Схема экспериментальной установки



1 – источник излучения, 2 – коллектор, 3 – тест-объект, 4 – объектив коллиматора, 5 – тестируемый широкопольный объектив, 6 – система регистрации, 7 – поворотное основание, 8 - компьютер

Экспериментальная установка

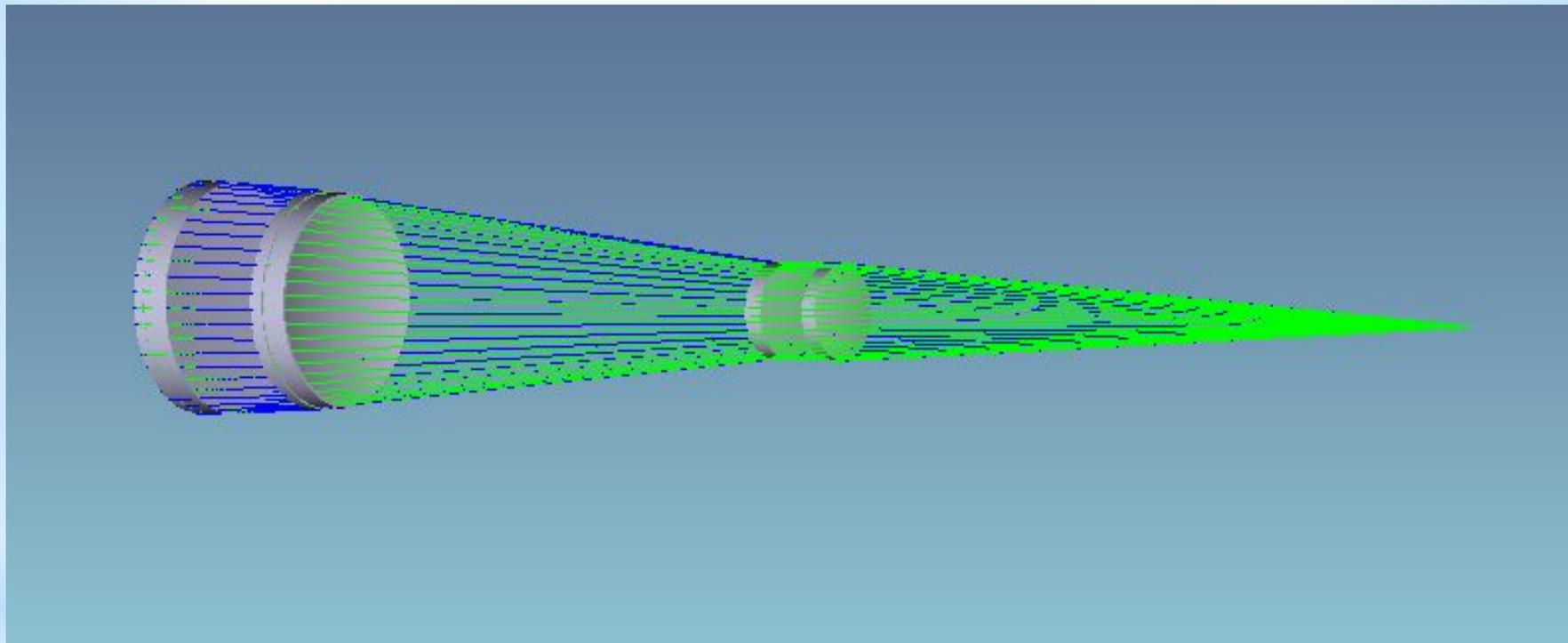


Объектив коллиматора

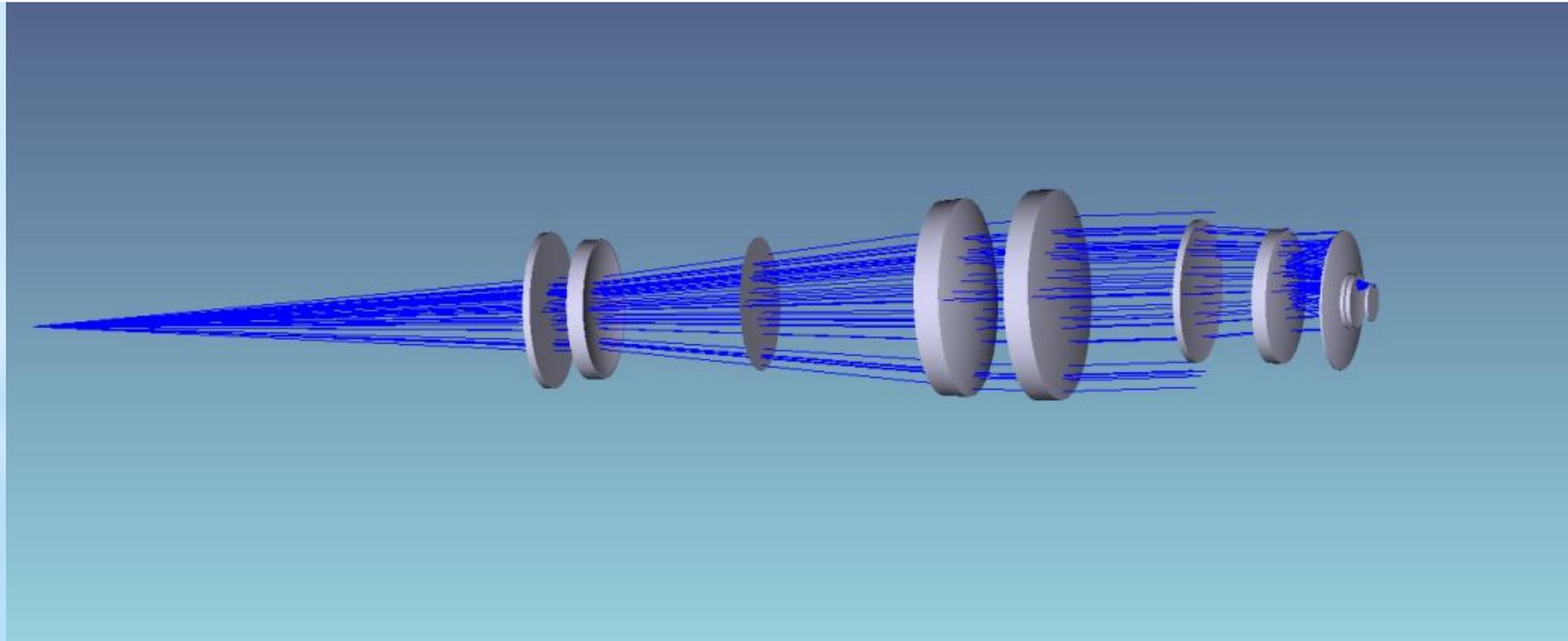
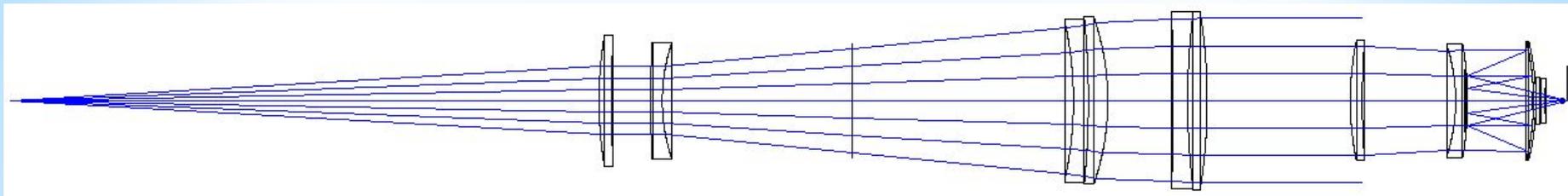


Фото экспериментального стенда

Расчет коллиматора в среде ZEMAX

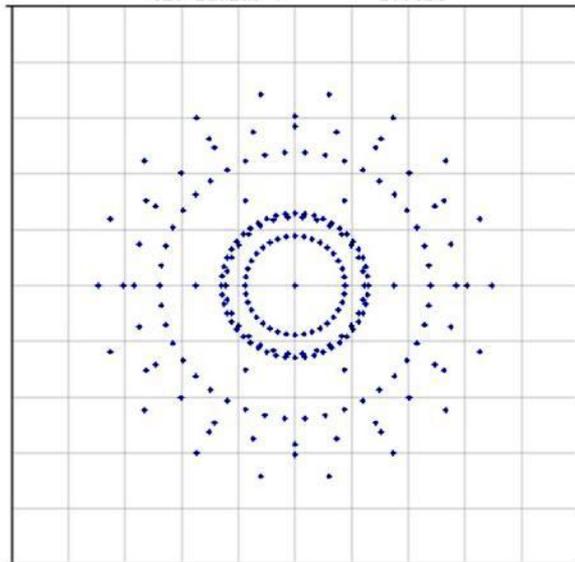


Расчет объектива Сова-25 в купе с коллиматором Телегоир-12



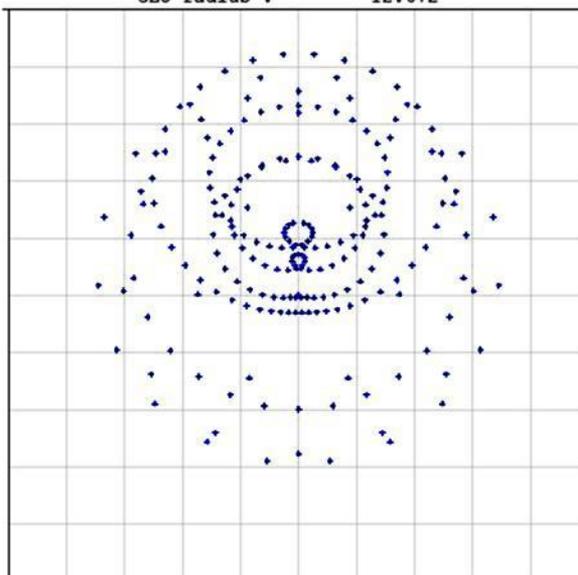
Расчет объектива Сова-25 в купе с коллиматором Телегоир-12

OBJ: 0.0000, 0.0000 (deg)
RMS radius : 6.225
GEO radius : 10.414



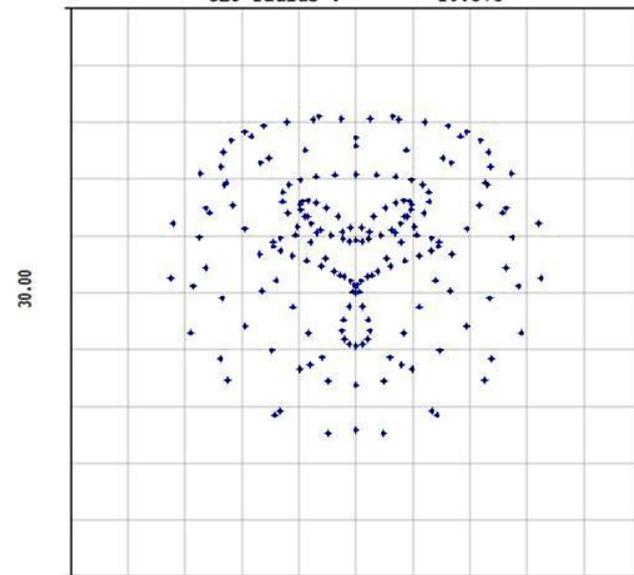
0°

OBJ: 0.0000, 0.0000 (deg)
RMS radius : 7.077
GEO radius : 12.672



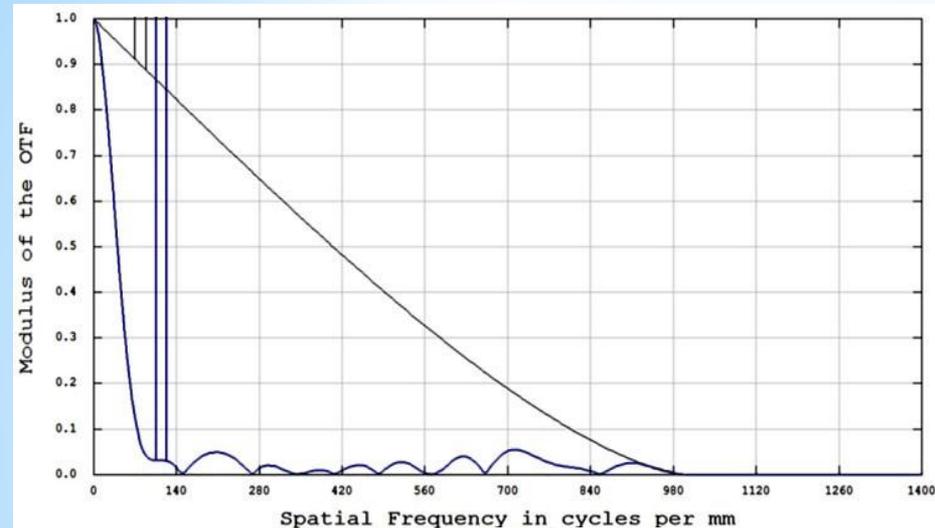
2°

OBJ: 0.0000, 0.0000 (deg)
RMS radius : 6.322
GEO radius : 10.373

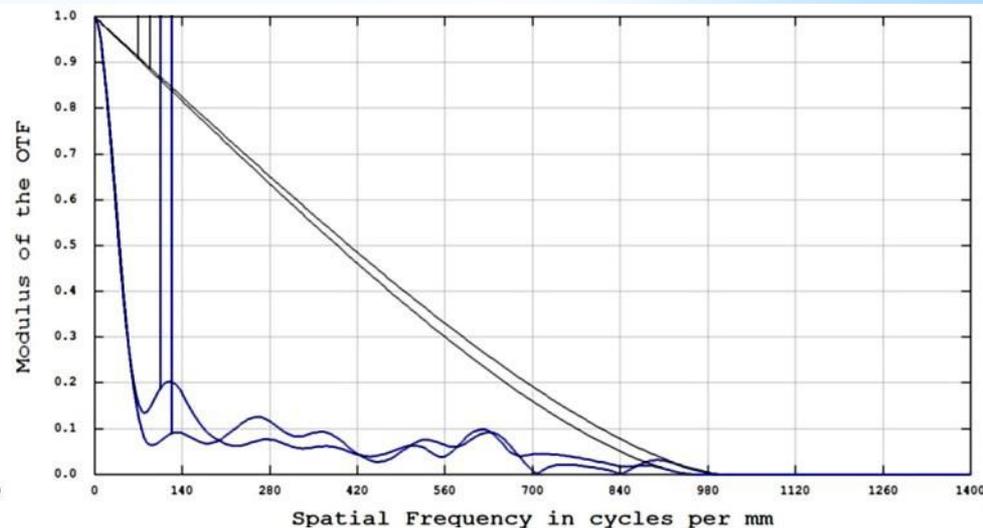


4°

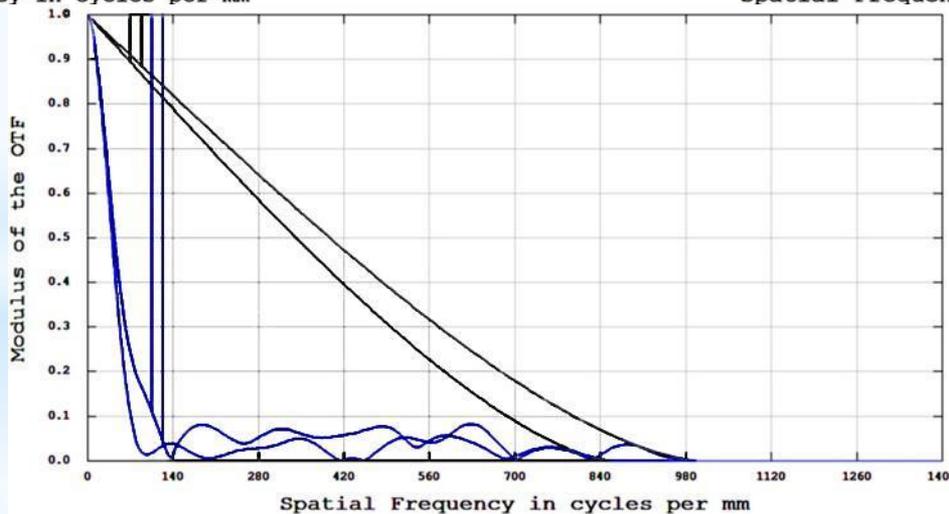
Расчет объектива Сова-25 в купе с коллиматором Телегоир-12



0°

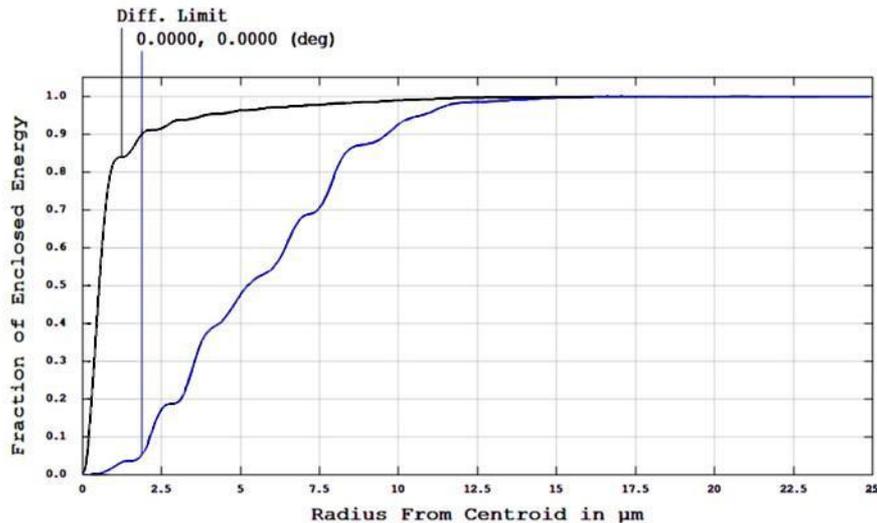


2°

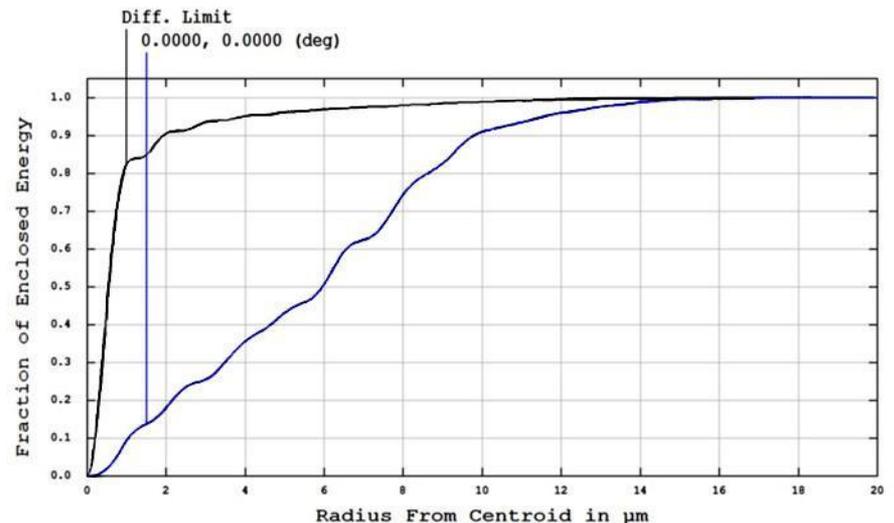


4°

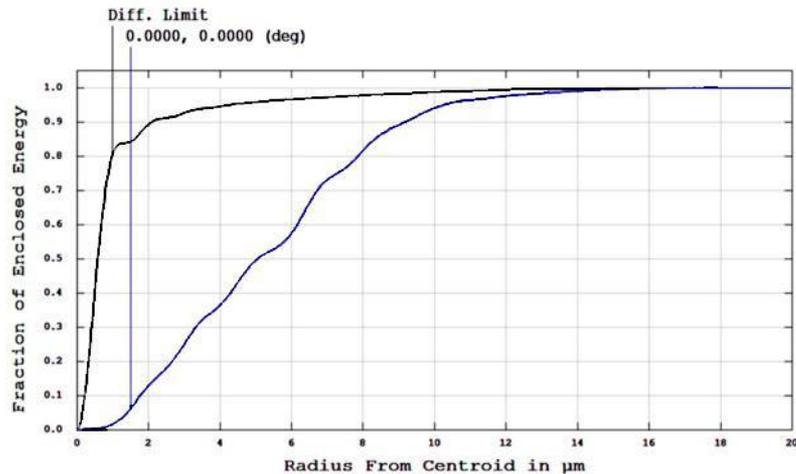
Расчет объектива Сова-25 в купе с коллиматором Телегоир-12



0°

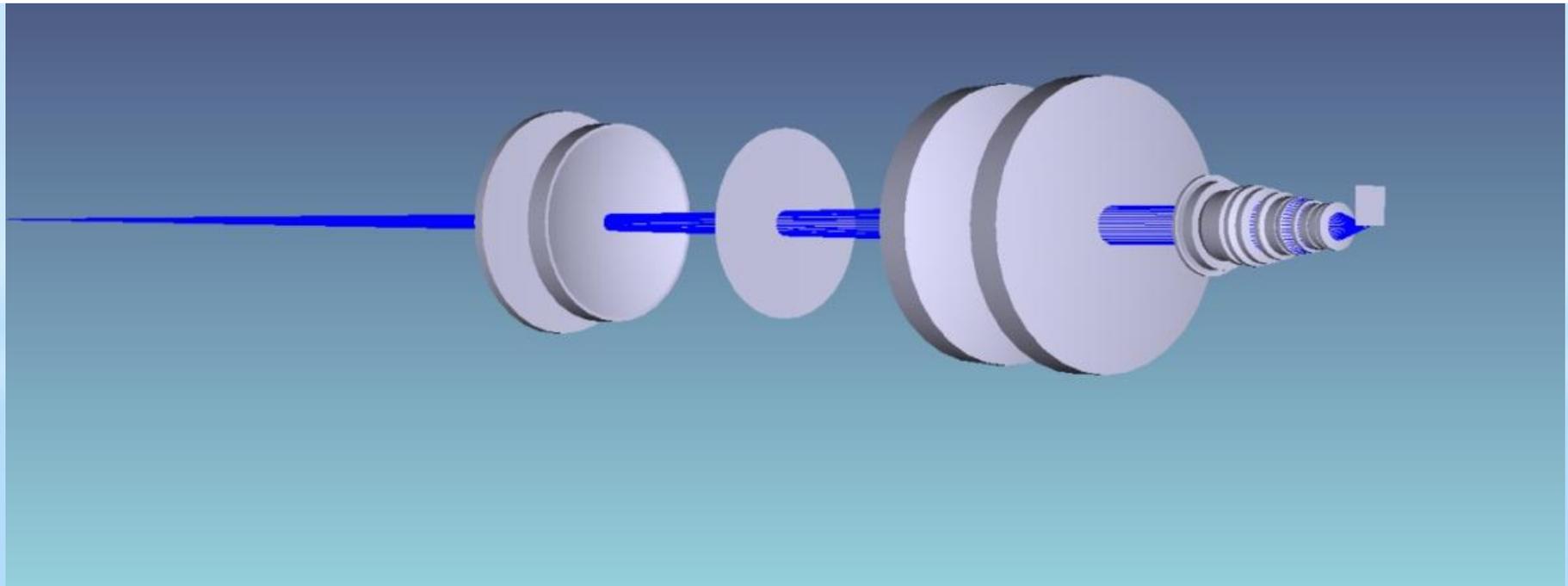
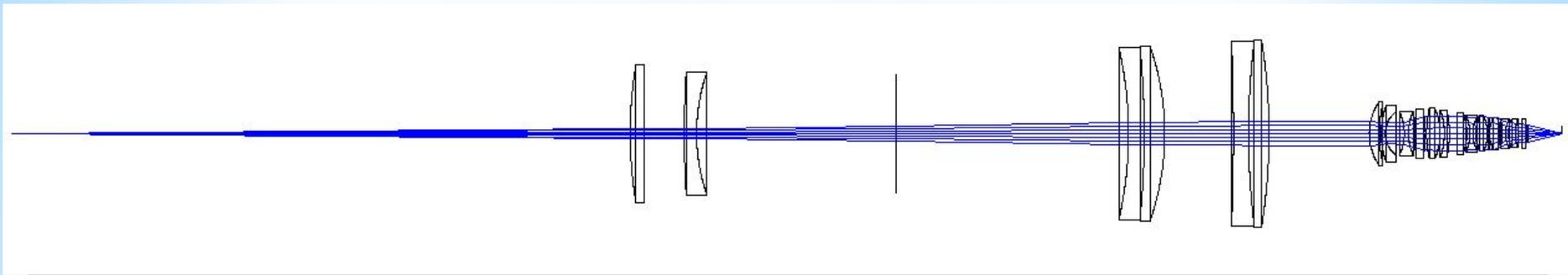


2°

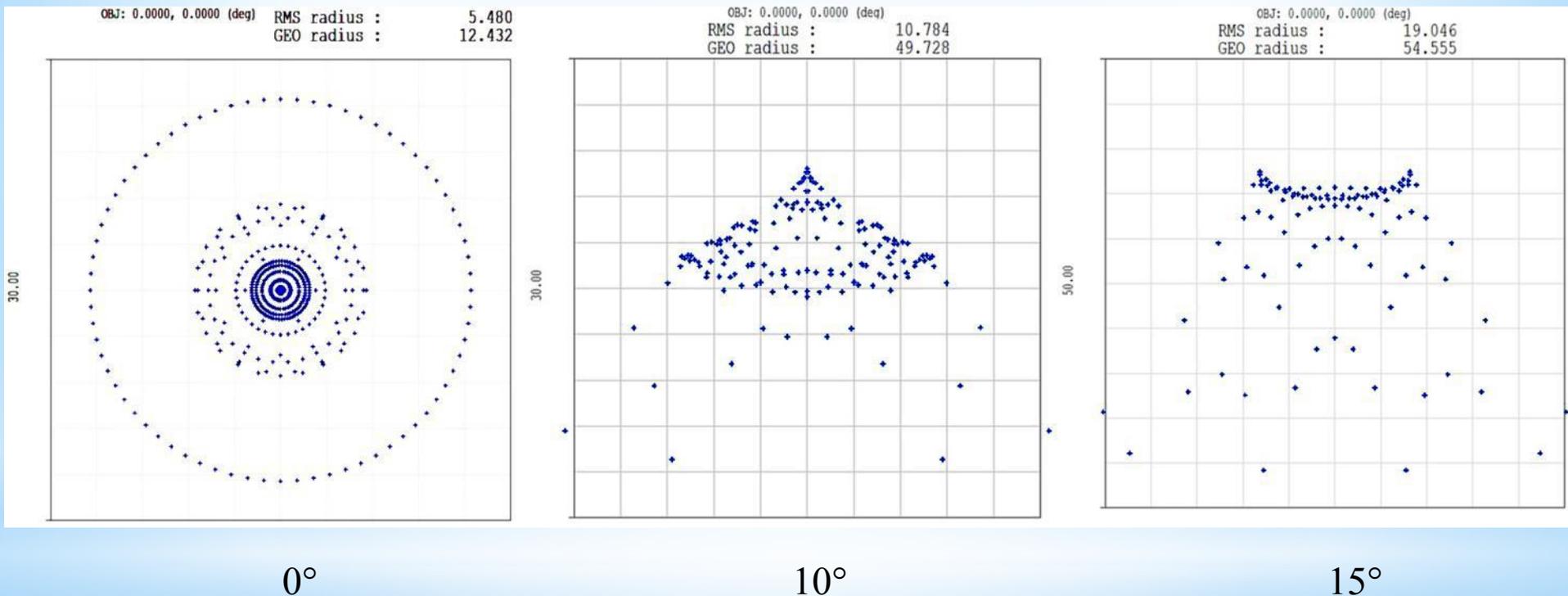


4°

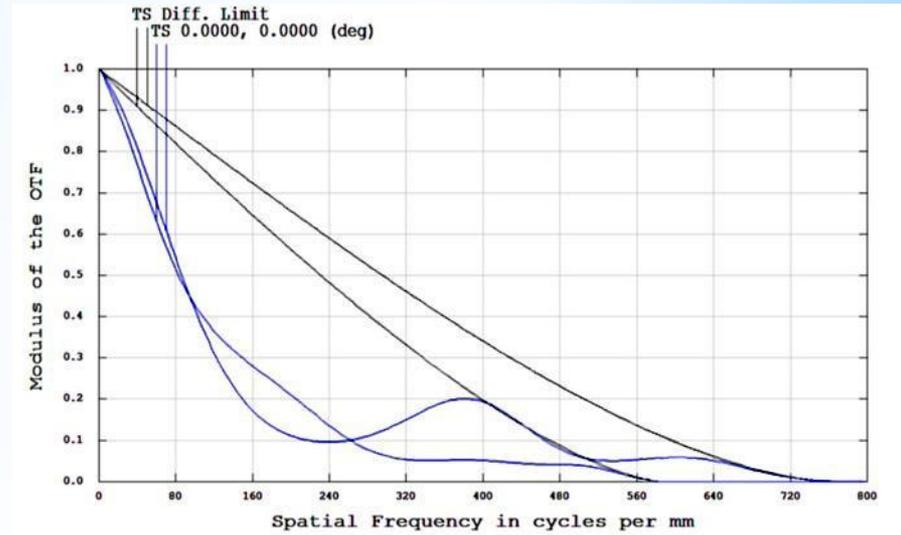
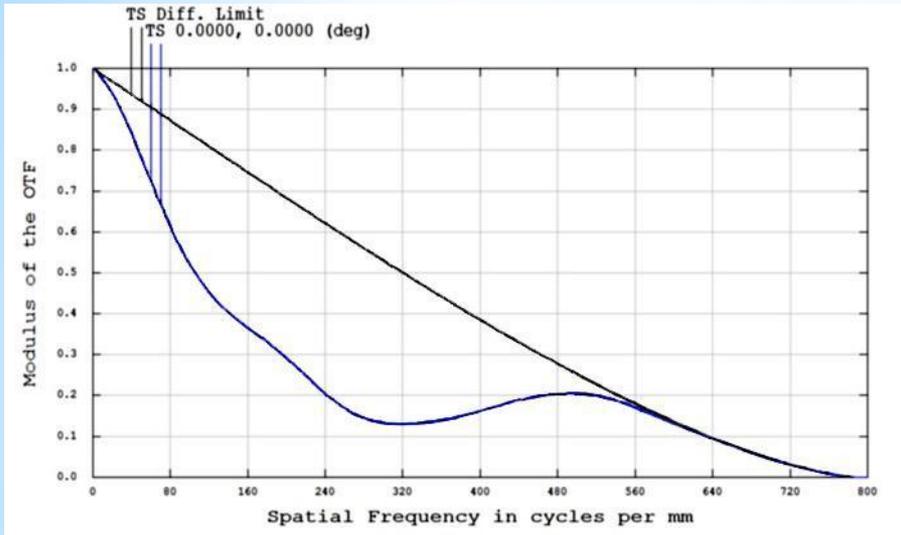
Расчет объектива Сова-5 в купе с коллиматором Телегоир-12



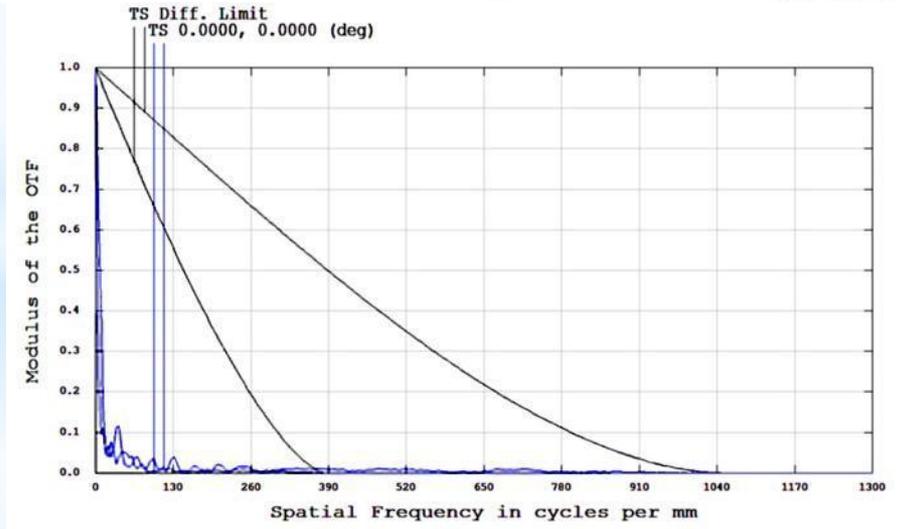
Расчет объектива Сова-5 в купе с коллиматором Телегоир-12



Расчет объектива Сова-5 в купе с коллиматором Телегоир-12



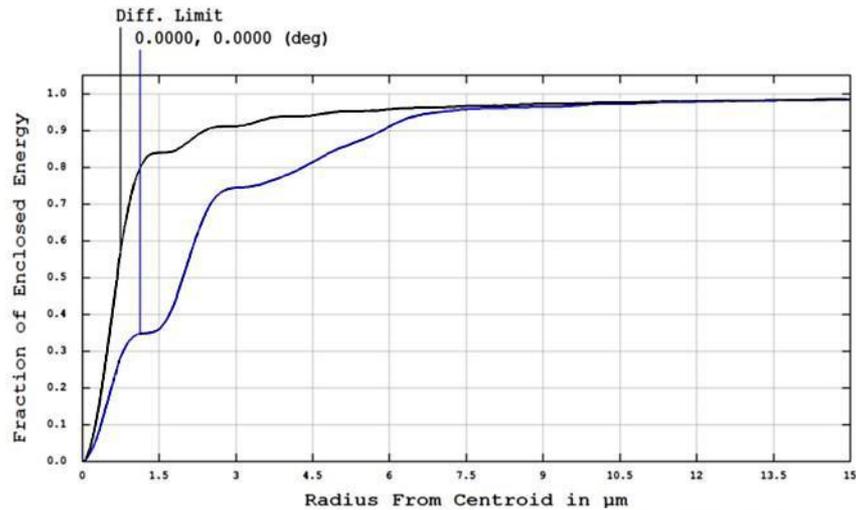
0°



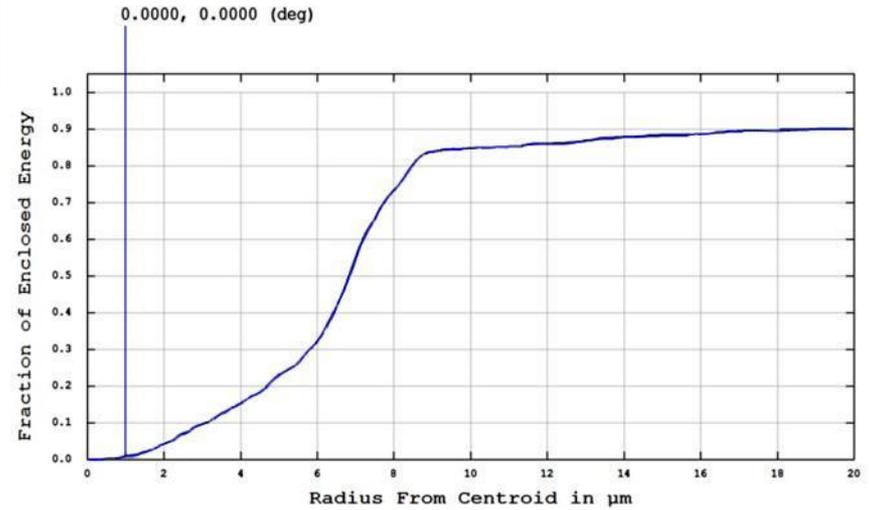
10°

15°

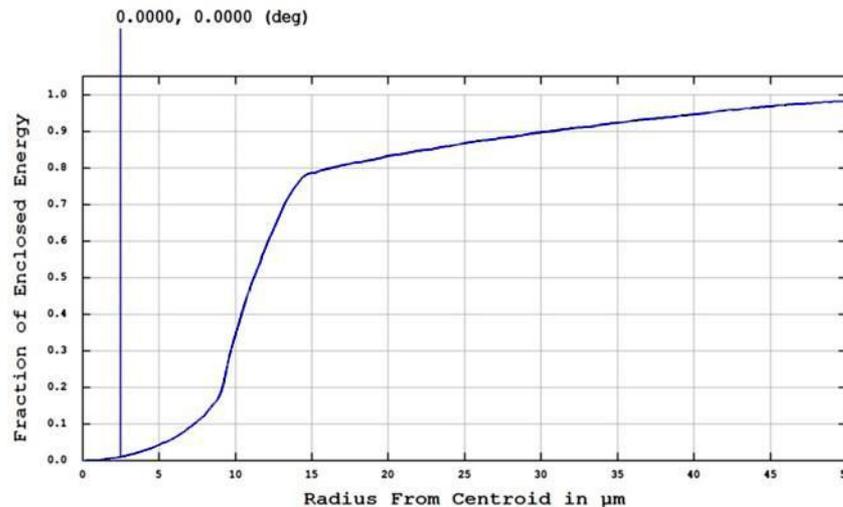
Расчет объектива Сова-5 в купе с коллиматором Телегоир-12



0°

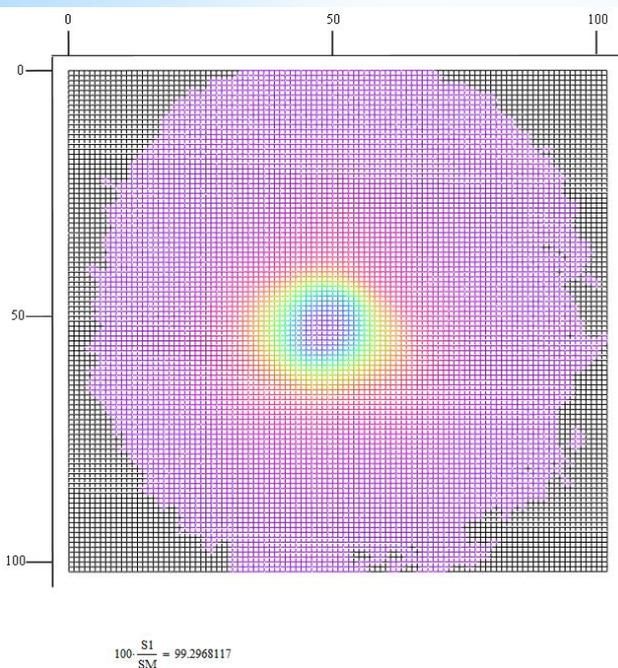


10°



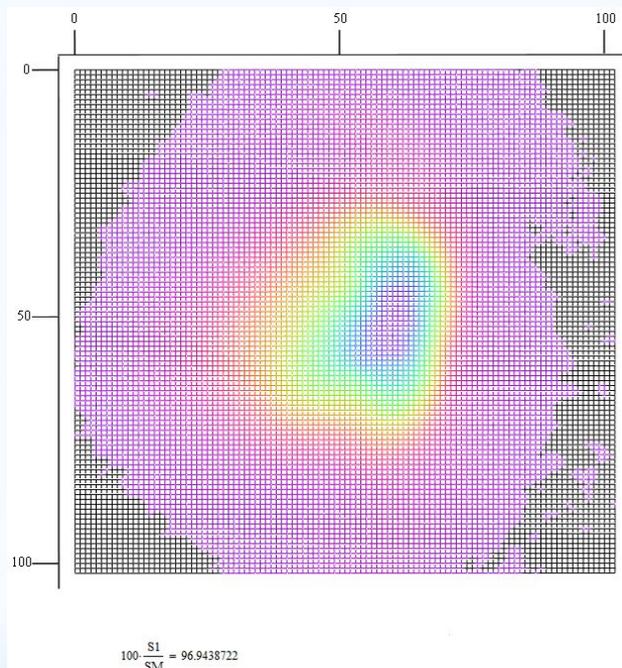
15°

Результаты расчета доли энергии в кружке для объектива Сова-25 в среде MathCAD



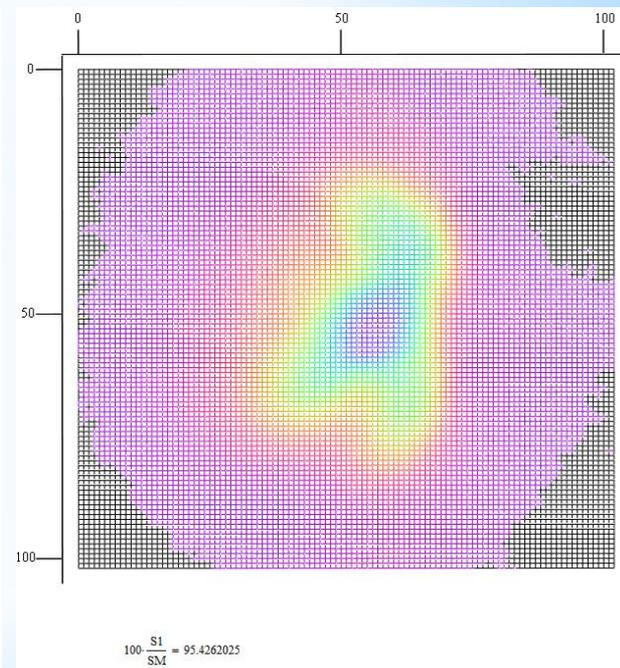
0°

$$K_0 = 99,3\%$$



2°

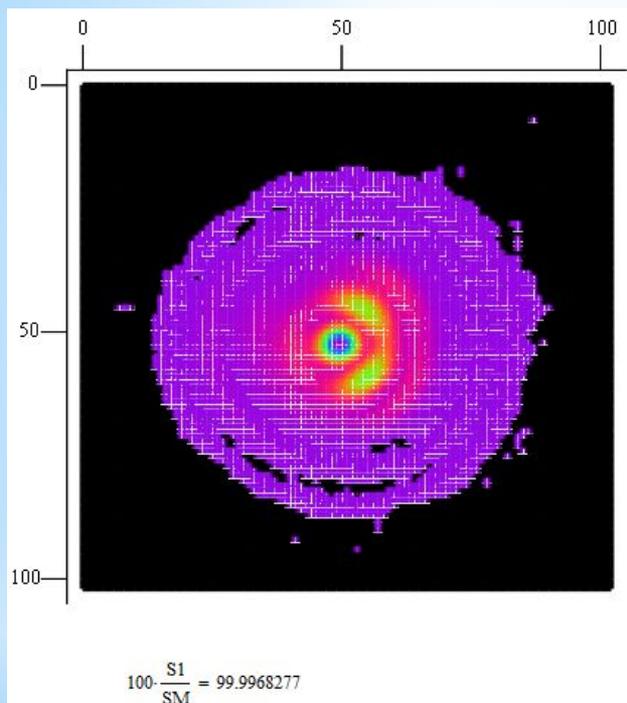
$$K_2 = 96,9\%$$



4°

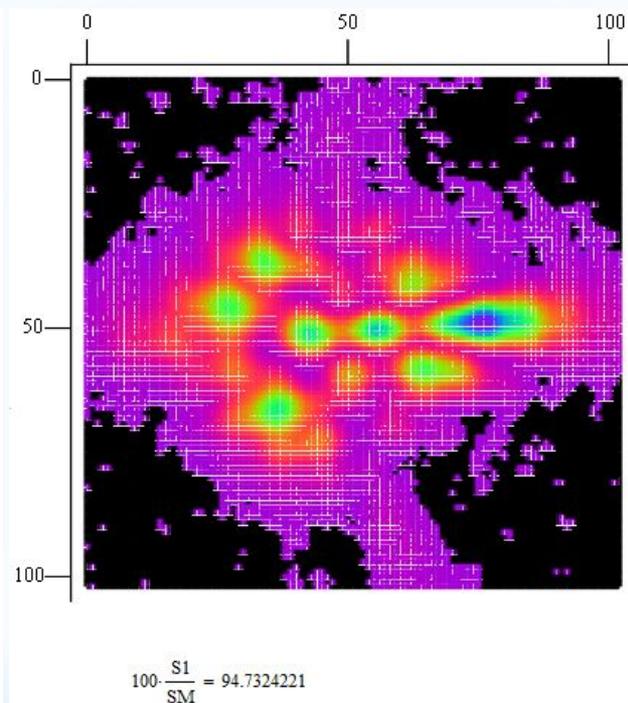
$$K_4 = 95,4\%$$

Результаты расчета доли энергии в кружке для объектива Сова-5 в среде MathCAD



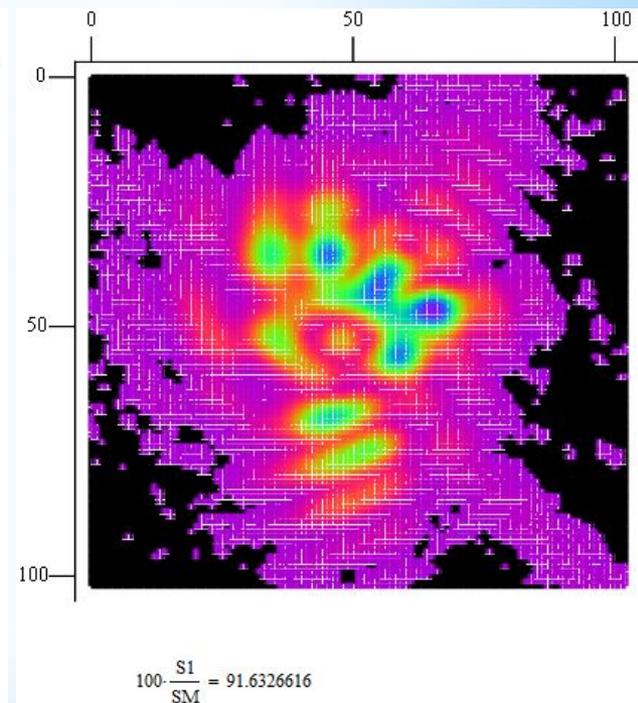
0°

$$K_0 = 99,9\%$$



10°

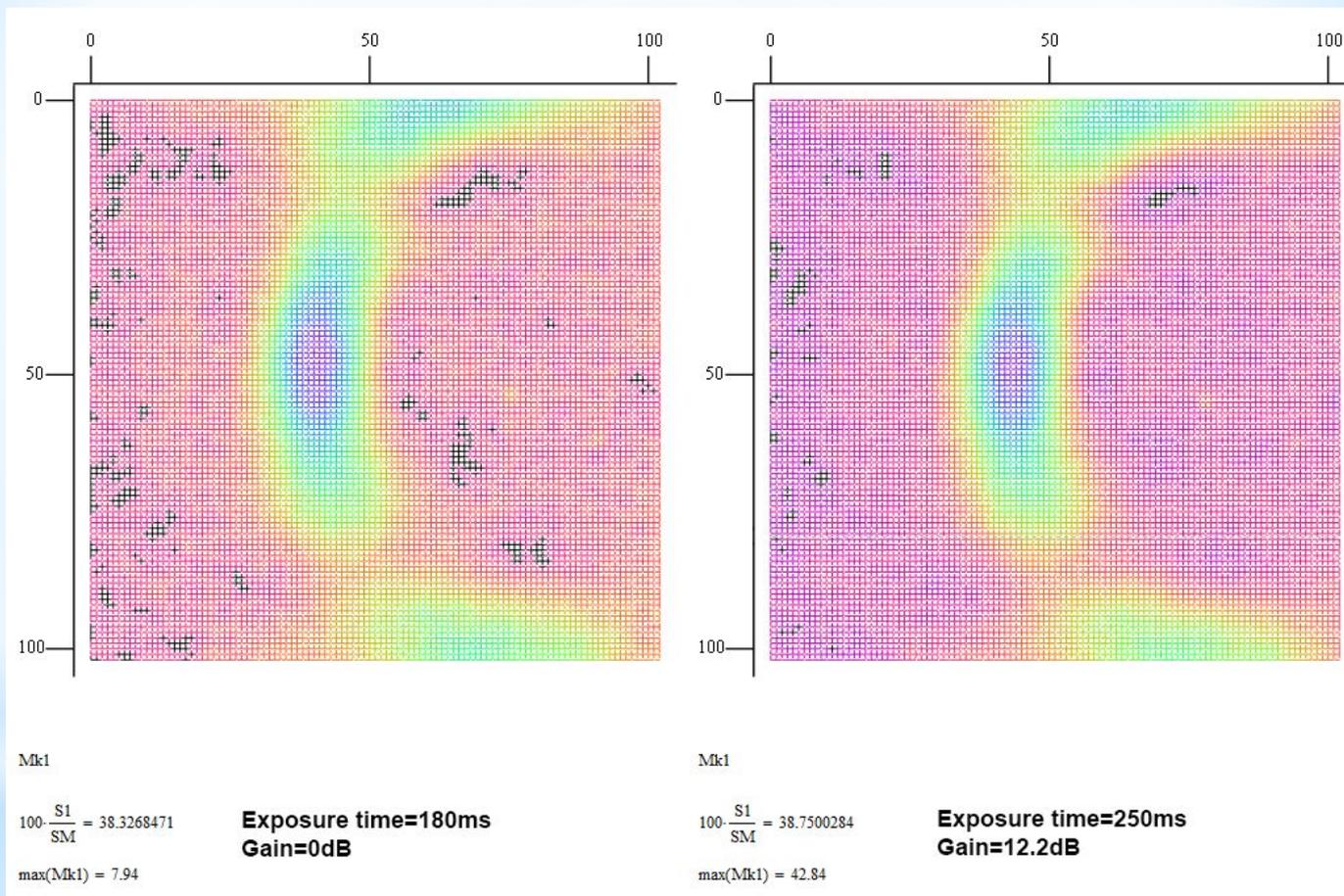
$$K_2 = 94,73\%$$



15°

$$K_4 = 91,63\%$$

Выбор параметров съемки для обработки изображений на краю поля зрения



Заключение

Оценивая полученные результаты моделирования схемы контроля качества в среде ZEMAX с экспериментальными данными, можем заметить сходство результатов, что подтверждает тот факт, что программа, написанная в среде MathCAD, дает качественные результаты, на которые можно опираться при проведении контроля качества изготавливаемых объективов.

Несоответствие абберационных картин, полученных экспериментальным путем, относительно смоделированных в среде ZEMAX может быть обусловлено технологическими отклонениями при изготовлении оптических деталей для объективов, а так же при их сборке.

Список публикаций

1. Макашов Д.А., Горчаковский С.Н., Печинская О.В. Исследование тонкой подфокусировки оптико-механического блока астрометрического канала телескопа ТИ-3.12 (конференция "Радиоэлектроника, электротехника и энергетика" 26 февраля, г. Москва)
2. Макашов Д.А., Горчаковский С.Н., Печинская О.В., Макашов М.А. Исследование качества изображений широкопольных астрономических объективов и математически смоделированного точечного источника

Спасибо за внимание

