



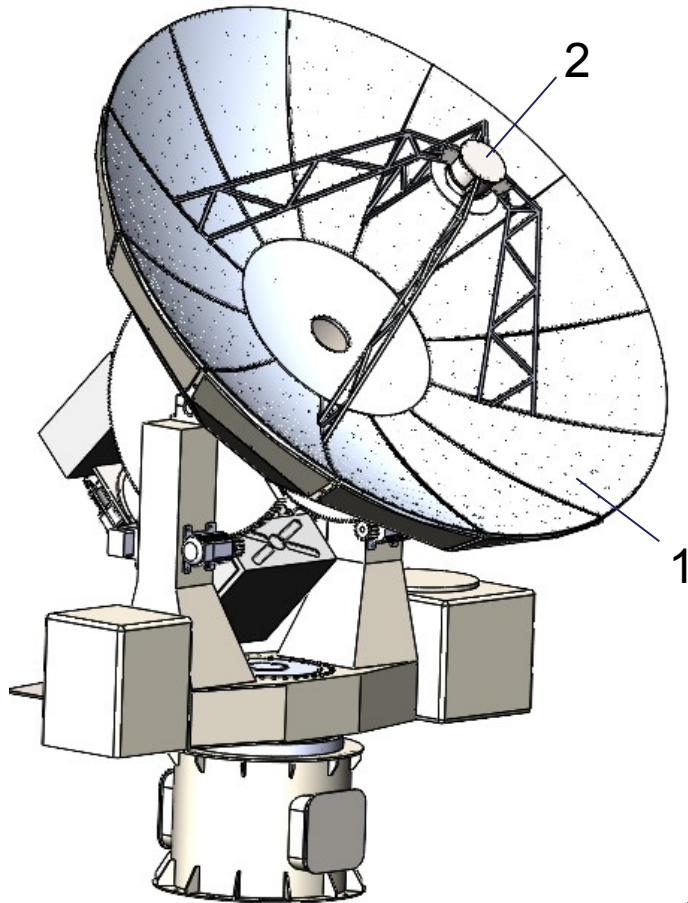
Демонстратор элементов адаптивного зеркала перспективного суб-ТГц телескопа

Докладчик: Архипов М.Ю.

С.Ф.Лихачев, Е.С.Голубев, А.О.Ляховец, К.Разананирина, Р.Разананирина



Общий дизайн перспективного суб-ТГц телескопа



Некоторые характеристики:

Диапазон 90...350 ГГц

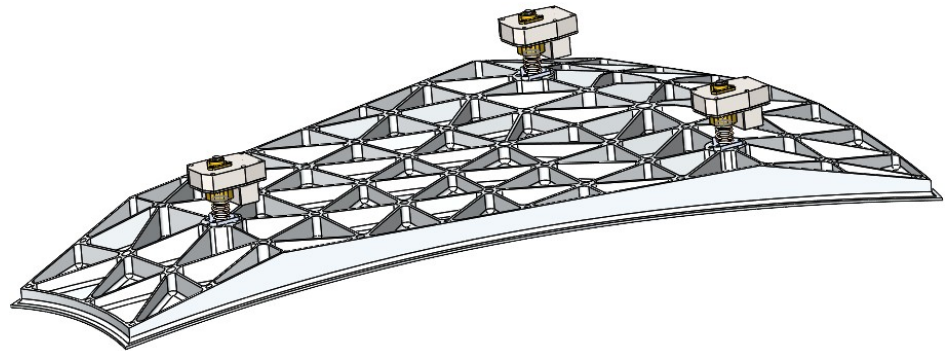
Оптическая схема – Кассегрен

Диаметр главного зеркала (ГЗ) – 3 м

Температурный диапазон $\pm 40^\circ$

Точность отражающей поверхности

ГЗ СКО ≤ 30 мкм



1 – внешняя панель с 3 актюаторами

2 – контррефлектор с гексаподом

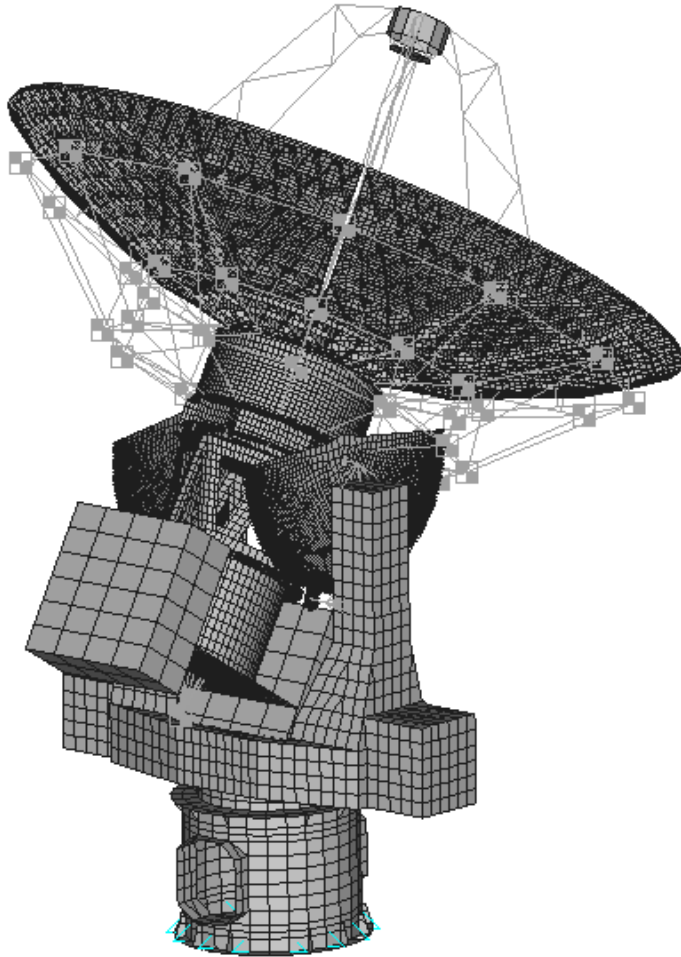


Цели и задачи демонстратора

- Отработка технологии изготовления высокоточных элементов зеркала алюминиевых сплавов
- Разработка и изготовление исполнительных элементов
- Отработка алгоритмов союстировки элементов



Механическая модель(Nastran)

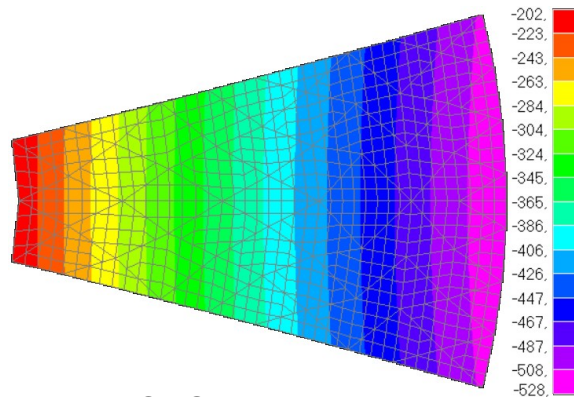


- Определение отклонений для различных внешних воздействий (температуры, собственный вес и т.д.)
- Определение жесткостных характеристик конструкции
- Анализ прочности (общий)



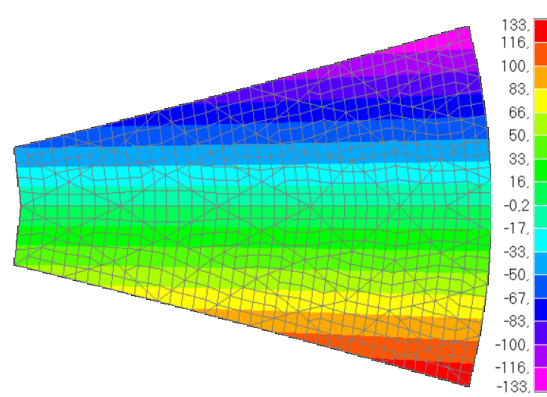
Ошибки установки панелей

Ошибка установки на 1 мм
по радиусу



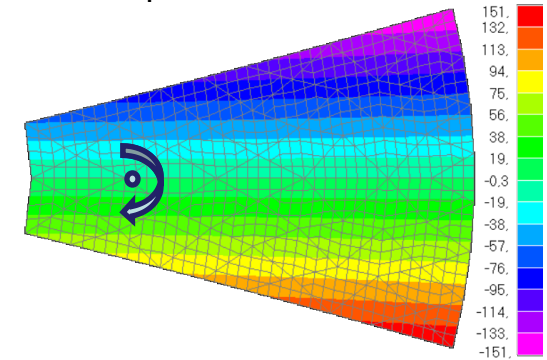
СКО=416 мкм

Ошибка установки на 1 мм
перпендикулярно радиусу

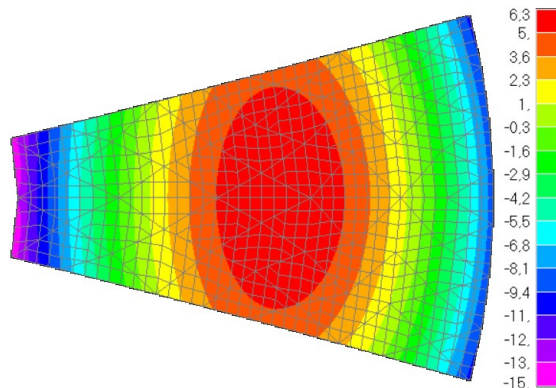


СКО=63 мкм

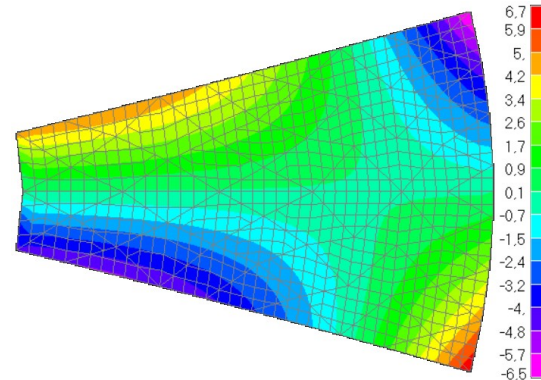
Угловая ошибка (поворот)
с максимальным
смещением 1 мм



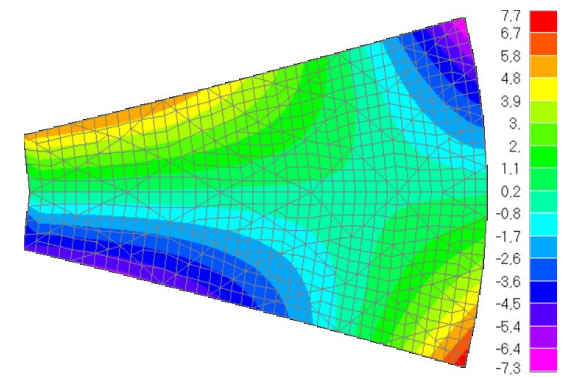
СКО=72 мкм



После юстировки СКО=5.2 мкм



После юстировки СКО=2.3 мкм



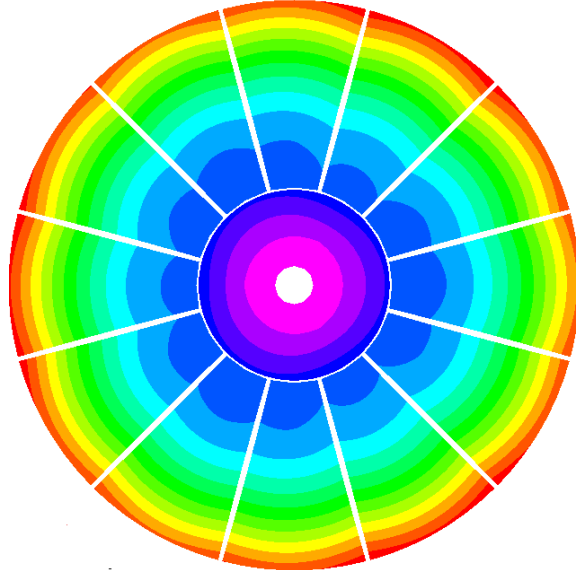
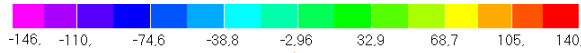
После юстировки СКО=2.6 мкм

Остальные ошибки установки (по оси зеркала и 2 поворота) близки к направлениям, обеспечиваемым кинематикой панели на 3 актюаторах

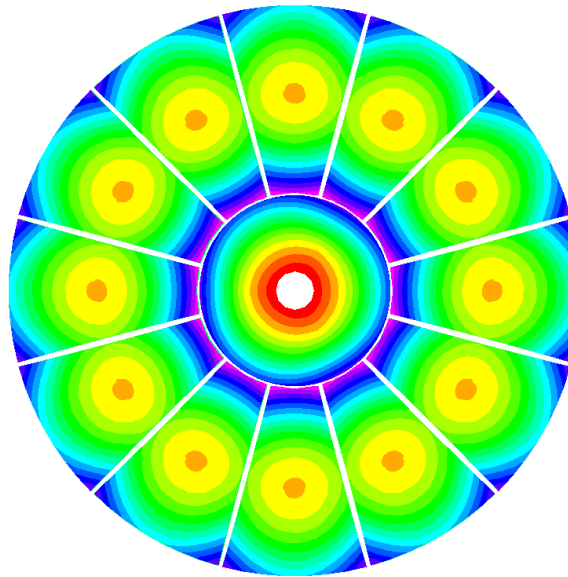
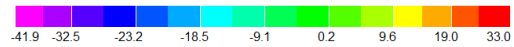


Температурные деформации

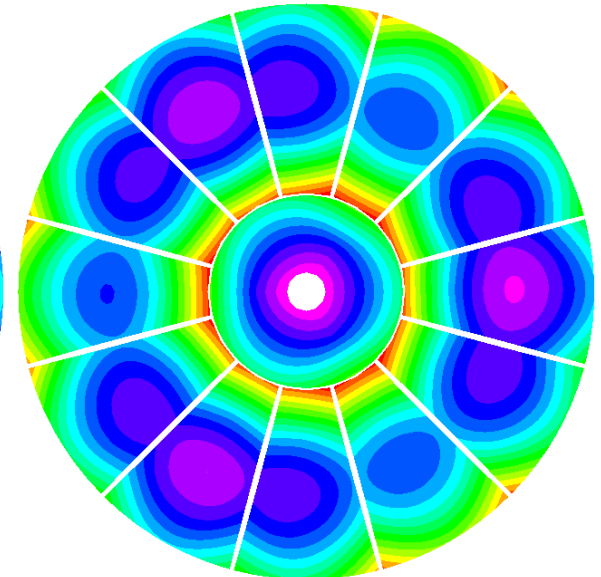
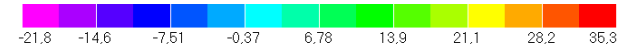
Остаточные отклонения при охлаждении от +20 до -20 С°



Исходные отклонения, СКО=69 мкм



Адаптация с использованием актюаторов, СКО=16 мкм



Адаптация с использованием гексапода к оптимальному фокусу $F=1199.3$ мм, СКО=13 мкм



Элементы главного зеркала

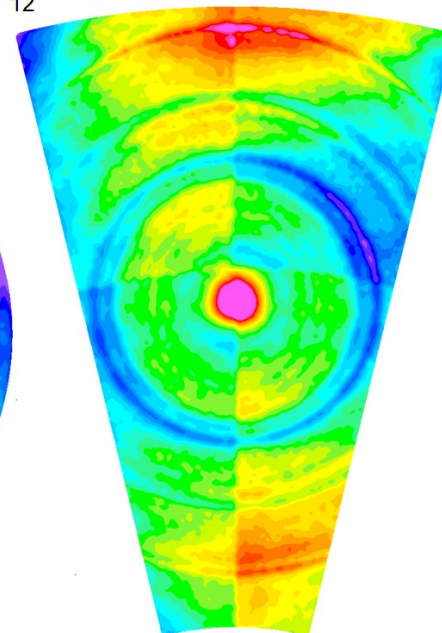
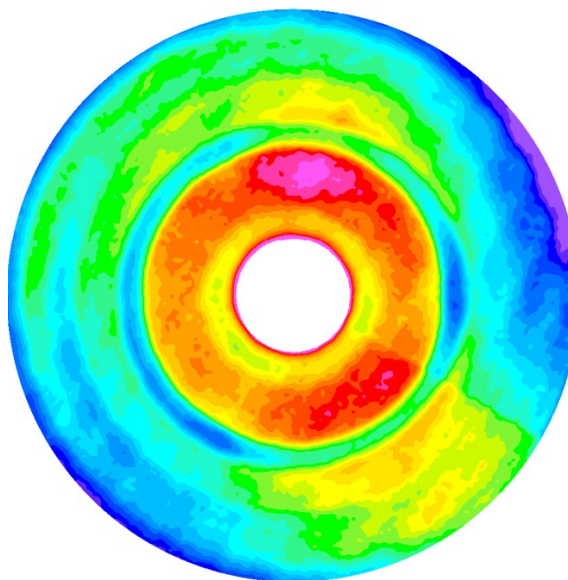
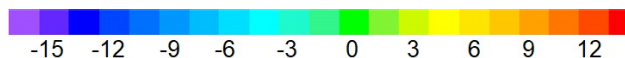


Центральная часть (Ø1000 мм)



Внешняя панель №1 (хорда ~1100 мм)

Материал – алюминиевый сплав

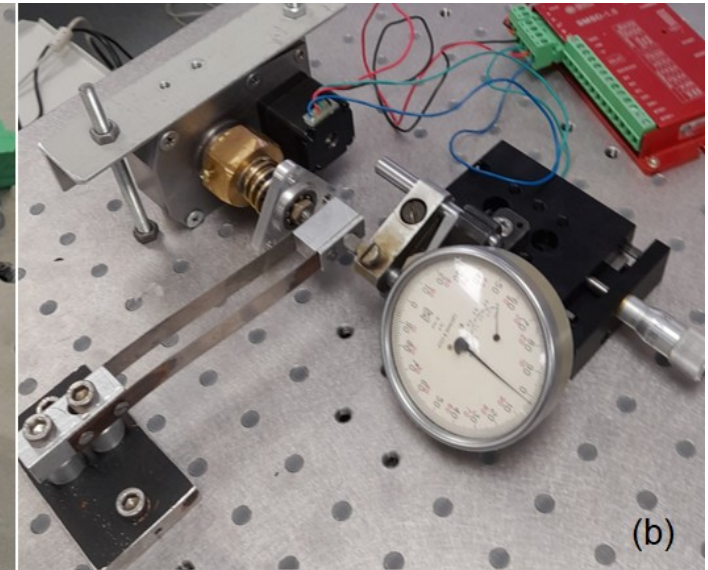
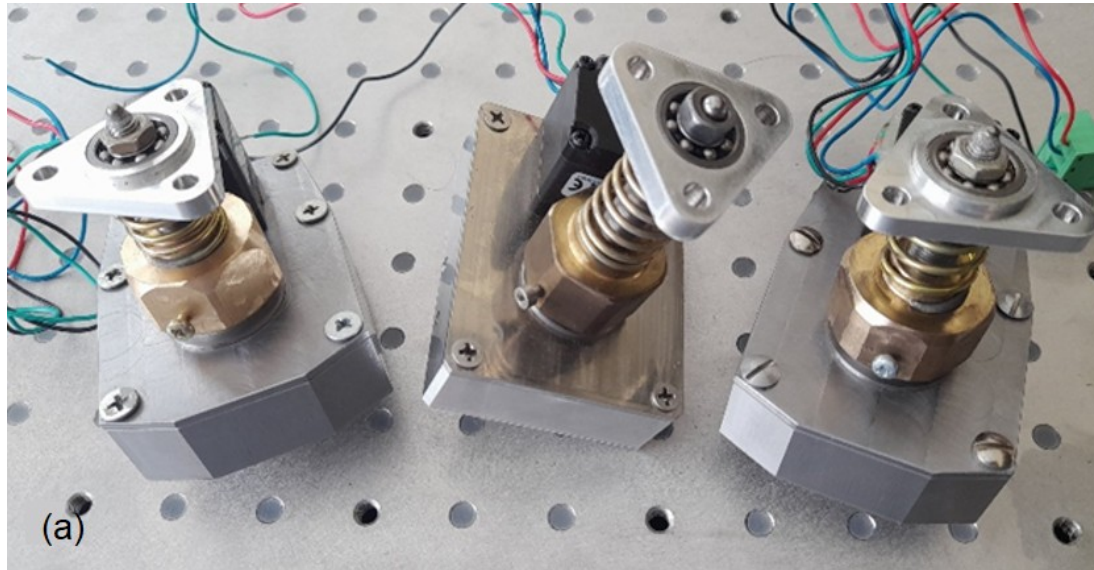


	СКО, мкм, для фокуса	
	F=1200 мм	F=1198.9 мм
Центральная часть	15.0	5.4
Внешняя панель	7.9	5.8



Исполнительные элементы системы адаптации

Актюатор для панелей главного зеркала



Тест актюатора

Параметр	Значение
Минимальный шаг, мкм	1.4/1.25
Диапазон хода, мм	5/5
Развиваемое усилие, Н	141/154
Масса, гр.	492/690
Мертвый ход при реверсе, мкм	0.0

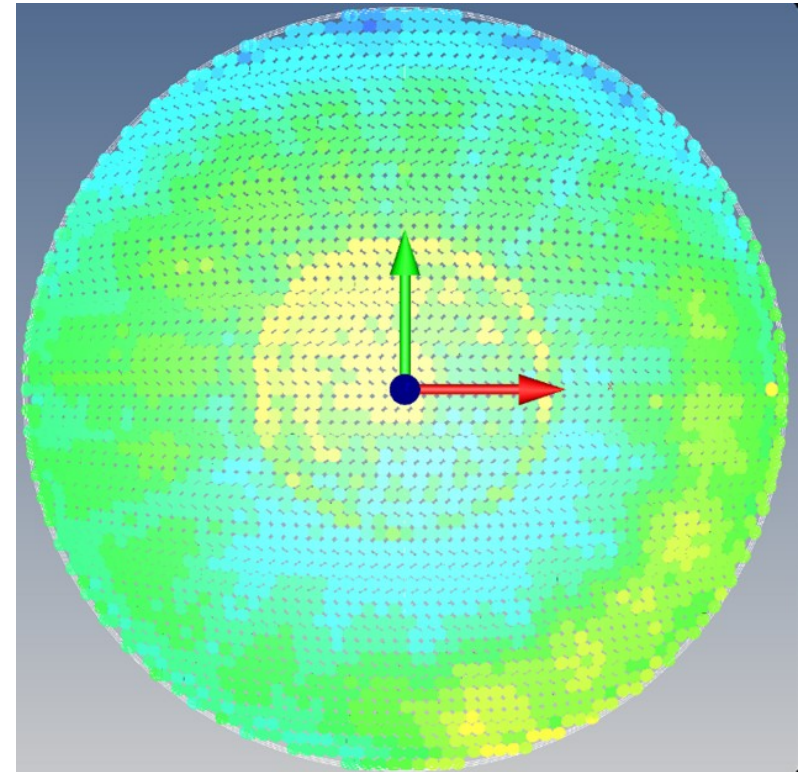


Исполнительные элементы системы адаптации



Контррефлектор на гексапode
(разработчик – ООО «Прикладная
механика»)

Шаг приводов – 5 мкм

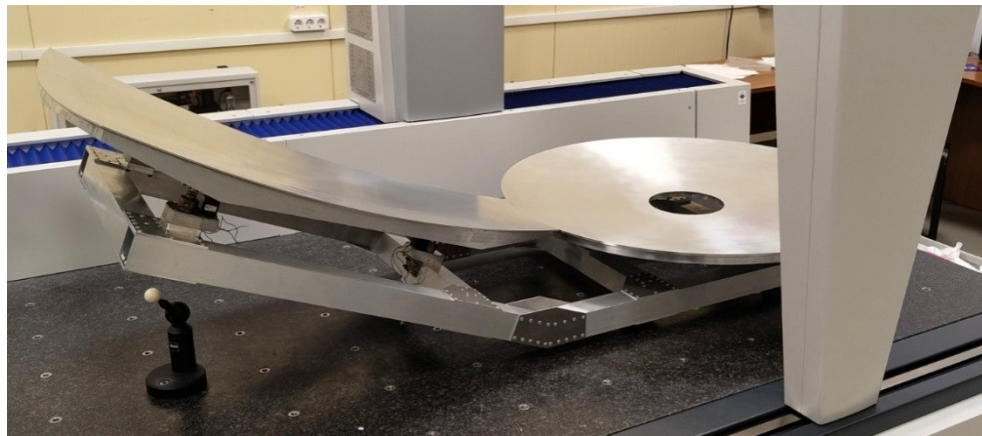
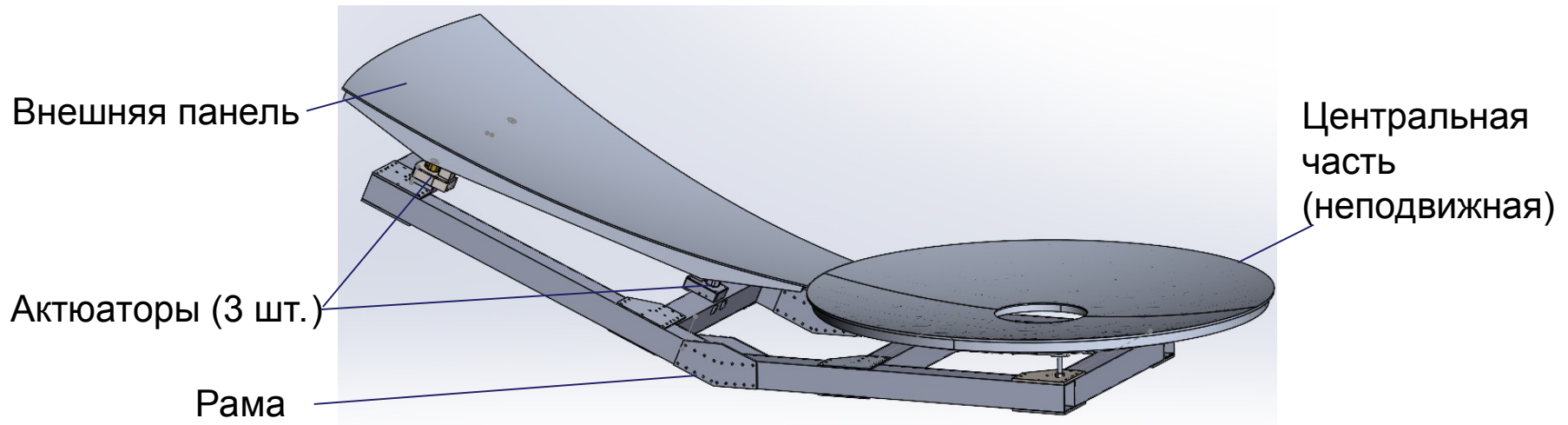


Отклонения поверхности
контррефлектора СКО = 4 мкм



Эксперименты по союстировке

Стенд для отработки союстировки элементов главного зеркала



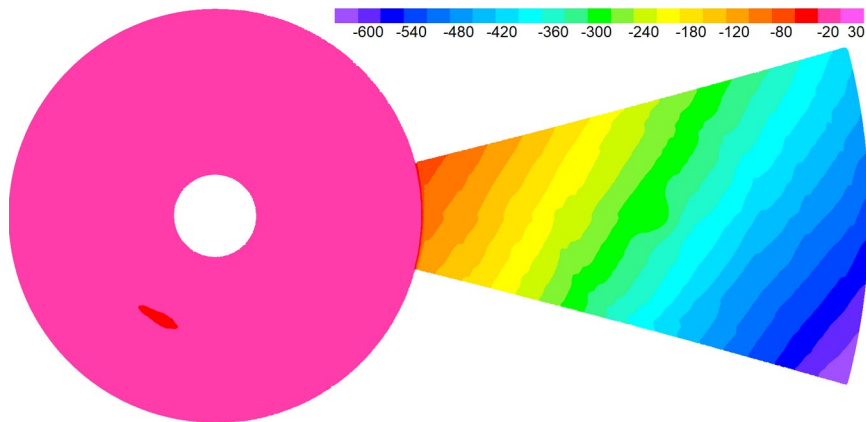
7

Стенд на столе координатно-измерительной машины (КИМ)



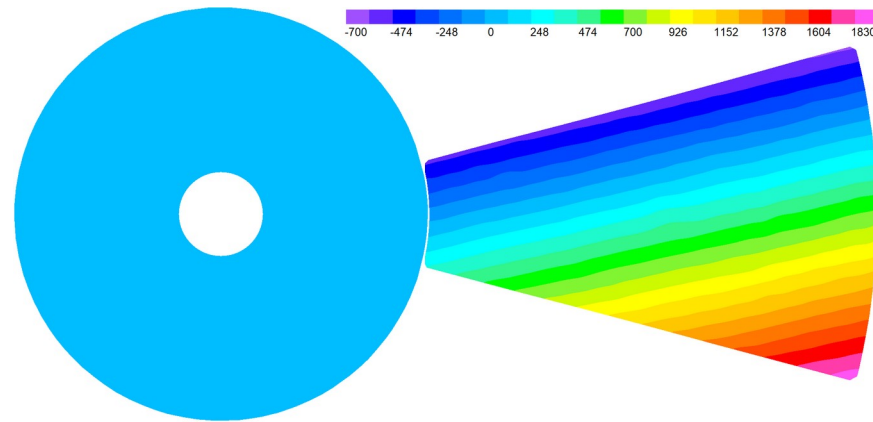
Эксперименты по юстировке

Тест №1: контроль - КИМ

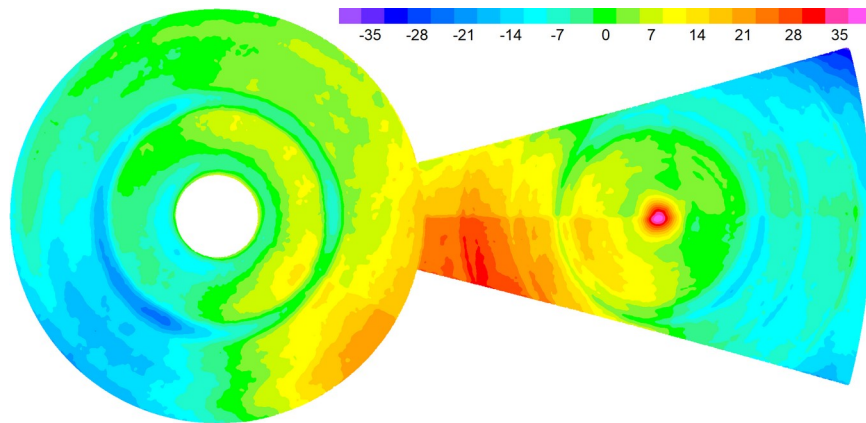


До юстировки: СКО = 276 мкм

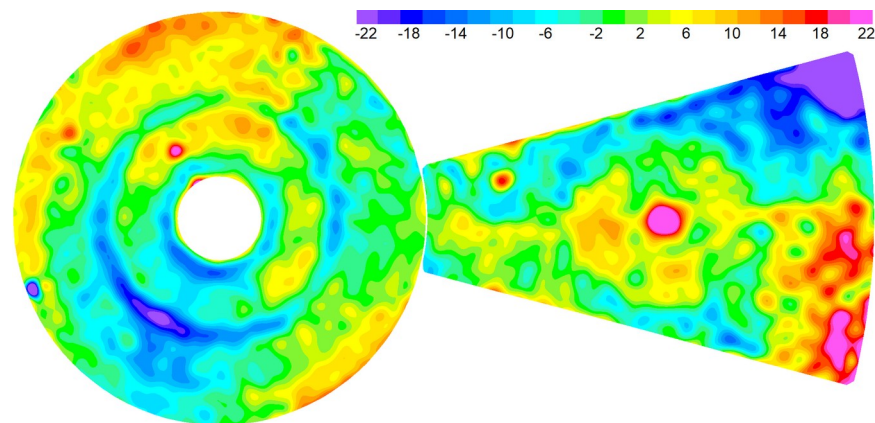
Тест №2: контроль - фотограмметрия



До юстировки: СКО = 452 мкм



После юстировки: СКО = 10.7 мкм



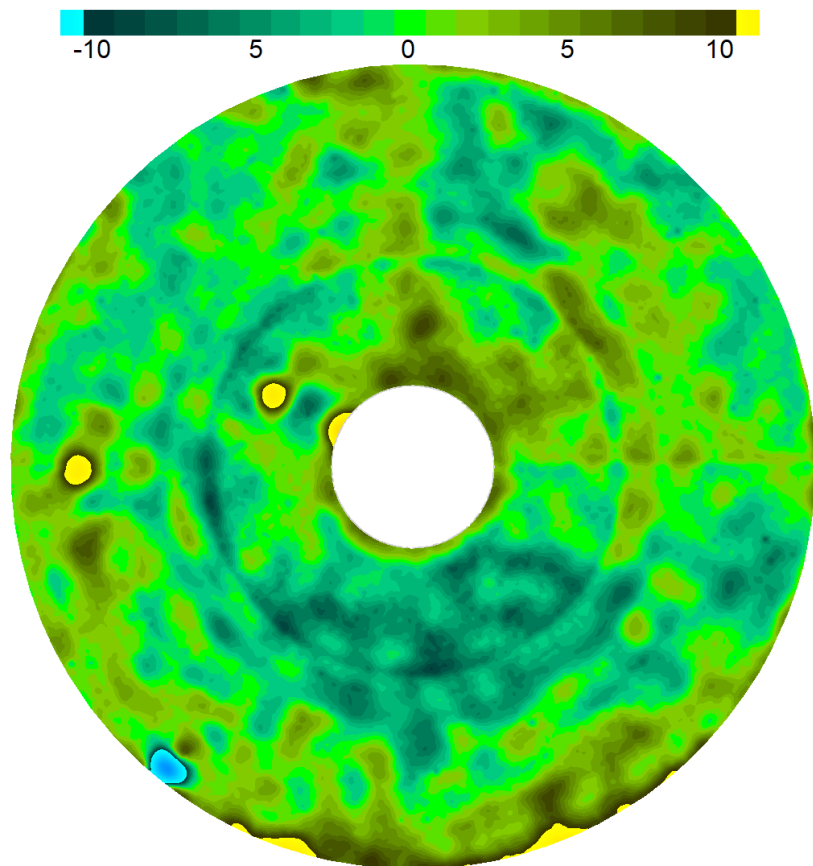
После юстировки: СКО = 8.2 мкм



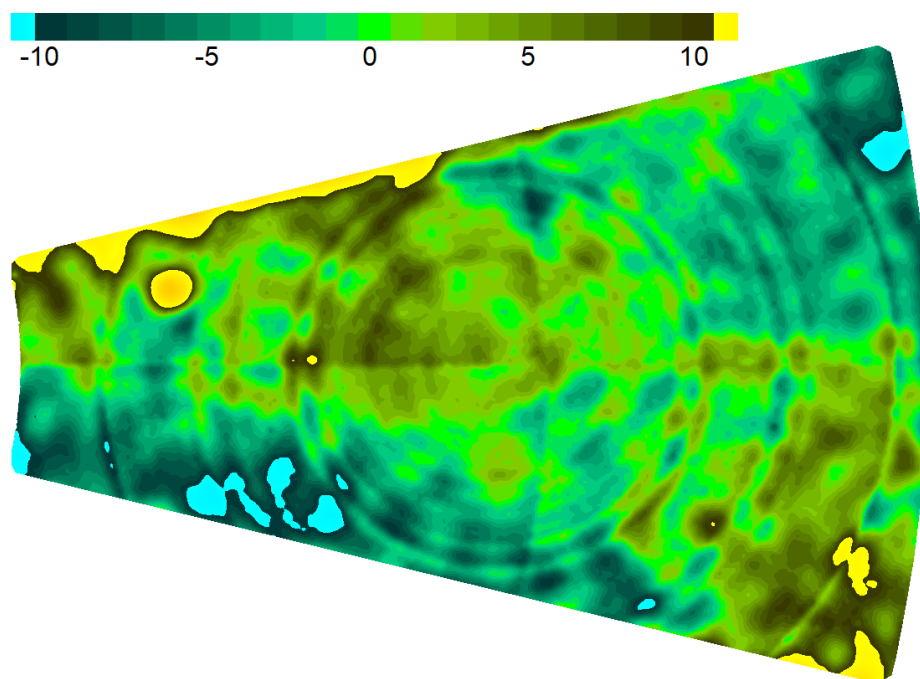
Сравнение результатов измерений

Сравнение измерений КИМ (109 201 точек) и фотограмметрия (2520 точек):

Измерения_ФМ – Измерения_КИМ



СКО = 3.8 мкм



СКО = 5.1 мкм



Заключение

- Отработана технология изготовления высокоточных элементов зеркала, СКО ~ 6 мкм
- Разработаны и изготовлены актюаторы с разрешением 1.25 и 1.4 мкм для работы в составе телескопа
- Отработка союстировка элементов главного зеркала с остаточным СКО = 8.2...10.7 мкм
- Проверена возможность использования фотограмметрии для финальной союстировки главного зеркала

Благодарности:

ООО «Прикладная механика» – предоставление гексапода