

Приложение Ж.
Методика измерения коэффициента отражения поверхности
Главного зеркала УНУ БГА.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Специальная астрофизическая обсерватория

Российской академии наук

УДК 520; 523.3; 523.9; 524

№

УТВЕРЖДАЮ

Вр.и.о. директора САО РАН

член-корр. РАН Ю.Ю.Балега



«02» декабря 2014 г.

Методика измерения коэффициента отражения поверхности Главного
зеркала УНУ БТА.

Разработана в рамках

Соглашения № 14.619.21.0004 от 22 августа 2014 г.

Нижний Архыз

2014

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы, заместитель
директора САО РАН, к.ф.-м.н

В.В.Власюк
(Общее руководство)

Исполнители темы:

Руководитель СЭК БТА, к.т.н.

Г.В.Якопов
(Разработка методики)

Нормоконтролер,
старший экономист САО РАН

Т.Ф.Труфанова

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	156
2	Существующая система измерения коэффициента отражения	156
3	Внедрение нового многодиапазонного рефлектометра	158
4	Пробные измерения	159
5	Заключение	161

Введение

Для контроля качества отражающего покрытия зеркала несколько раз в год проводятся измерения коэффициента отражения. Начиная с 2000 года, эти измерения производятся новым прибором, разработанным Максимовым А.Ф.

Прибор прошел контрольное испытание и был аттестован. Во время испытаний проверялись следующие параметры:

- влияние постороннего света на результат измерения;
- стабильность во время работы;
- воспроизводимость результатов от серии к серии;
- реакция на температурный перепад;
- измерения коэффициента отражения разных поверхностей;
- чувствительность к юстировочным подвижкам;

Помимо этого рефлектометр был аттестован при помощи образцов зеркал, присланных по нашей просьбе сотрудниками ЛОМО. Присланные образцы были промерены стандартным способом на ЛОМО, а результаты измерений приложены к образцам зеркал. Измерения, проведенные новым рефлектометром, совпали с присланными измерениями.

Прибор удобен в работе, компактен. При помощи этого прибора измерения коэффициента отражения проводились не только в САО, но и в ГАО НАНУ на пике Терскол.

Помимо измерения коэффициента отражения ежегодно составляется карта дефектов главного зеркала, на которую наносятся как старые дефекты, так и появившиеся в течение последнего года.

Существующая система измерения коэффициента отражения

Измерения коэффициента отражения производятся как минимум два раза в год - перед мойкой зеркала и после неё. При необходимости эту работу можно провести в любое время.

Для максимально точного воспроизведения результатов измерения проводятся по определенной схеме. Для этого на оправу зеркала нанесены номера радиусов по диафрагме Гартмана, а на доски, используемые во время мойки зеркала, номера точек в радиусе. Измерения производятся в одних и тех же точках.

Для примера в таблице Ж.1 даны измерения коэффициента отражения в один из предыдущих лет.

Таблица Ж.1. Измерения коэффициента отражения

Коэффициент отражения ГЗ БТА до и после мойки									
N радиуса		N точки							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	до	80	85	84	84	87	85	86	88
4	после	87	89	89	89	92	92	92	95
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	85	82	84	87	82	83	87	86
8	после	93	90	90	90	82	87	93	93
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	81	87	87	77	77	84	82	89
9	после	93	92	91	89	94	90	89	93
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	86	86	88	88	89	89	90	90
13	после	91	90	93	92	93	95	94	94
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	86	86	87	86	88	89	89	91
14	после	92	92	93	91	93	91	94	95
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	87	86	82	87	88	90	86	82
19	после	88	94	93	93	94	94	90	96
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	82	86	81	84	88	88	89	90
22	после	91	91	92	94	95	95	95	96
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	82	85	76	81	83	82	80	66
27	после	89	90	90	88	91	91	88	70
	эталон	100	100	100	100	100	100	100	100
	до	80	84	81	78	81	82	86	87

В таблице приведены значения коэффициента отражения ГЗ БТА до мойки, после нее и коэффициент отражения эталона, которым является плоское зеркало.

Ж.1 Схема расположения точек измерения коэффициента отражения дана на рисунке

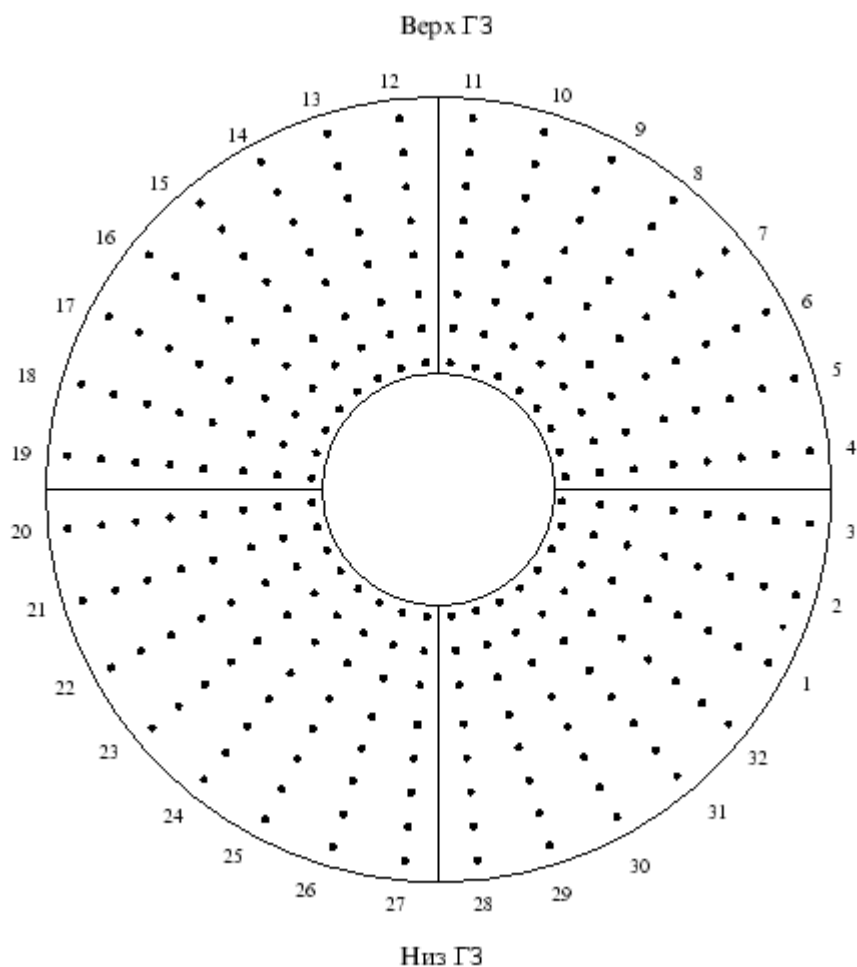


Рисунок Ж.1 - Схема, применяемая для измерения коэффициента отражения.

Внедрение нового многодиапазонного рефлектометра

Одним из недостатков существовавшей методики измерений было проведение измерений только в одной длине волны, соответствующей рабочей длине волны лазера. Для перехода к широкодиапазонным измерениям нами был выбран профессиональный рефлектометр для астрономической оптики СТ7.

Рефлектометр для астрономической оптики СТ7 (Coating Test 7 wavelengths) предназначен для контроля качества точных оптических покрытий зеркал крупных наземных телескопов. Прибор производится компанией Otto Pregizer Optik (Бельгия).

Рефлектометр СТ7 измеряет зеркальное отражение и коэффициент рассеивания используя семь длин волн, покрывая диапазон от ультрафиолетового до инфракрасного излучения. Семь длин волн выбраны в диапазоне от UV до IR таким образом, чтобы быть равноудаленными по шкале энергии. Характеристики рабочих диапазонов СТ7 даны в таблице Ж.2.

Таблица Ж.2. Измерения коэффициента отражения

Длина волны, нм	Полоса пропускания, нм
365	10
405	15
464	25
522	30
624	30
760	40
970	50

Апертурный угол : 0.8° до 1.5° (опция)
 Абсолютная точность : 0.5% для R>50%.
 Воспроизводимость: 0.1% для R>50%.
 Температурно независим.

Пробные измерения

Для оценки работоспособности предложенной методики нами были проведены пробные измерения с подобным прибором, любезно предоставленным специалистом ГАИШ МГУ В.И.Ковалевым. Измерения проводились 26 сентября 2014 г. с помощью СТ-7 непосредственно на Главном зеркале УНУ БТА. Результаты даны в таблице Ж.3.

Таблица Ж.3. Измерения коэффициента отражения Главного зеркала

λ	Radius 30	Radius 1	Radius 3	Ketalon
365	69.8	46.6	70.6	81.5
404	75.8	52.5	77.5	87.8
464	76.3	54.9	78.3	85
522	79.4	59.2	82	87.3
634	85.2	66	86.9	90.7
760	79.6	66.3	83.1	88.4
970	85.4	73.1	88.1	91.5

Видно, что на длине волны 634нм (на которой работает рефлектометр САО) Котр. Эталона = 90.7, в то время как мы считаем его за 100%. Следовательно, при измерении Котражения ГЗ рефлектометром САО необходимо полученный результат нормировать на 0.9.

На рисунке Ж.2 показан общий вид многодиапазонного рефлектометра, на рисунке Ж.3 дано изображение рефлектометра на рабочей поверхности Главного зеркала в процессе измерений.



Рисунок Ж.2 - Общий вид рефлектометра СТ7.

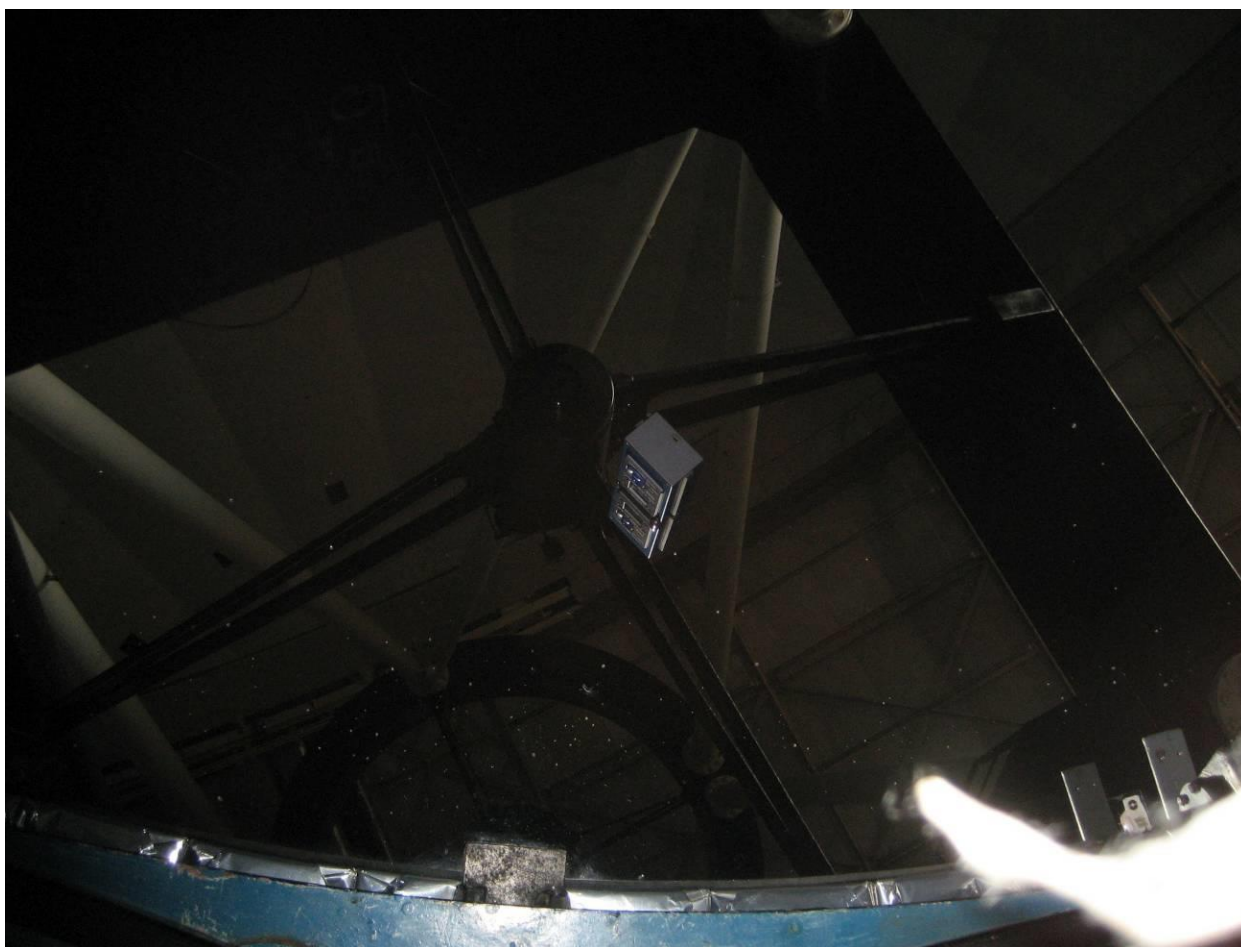


Рисунок Ж.3 - Рефлектометр СТ 7 в процессе измерений на рабочей поверхности Главного зеркала УНУ БТА.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная и внедренная методика позволяет начать систематические измерения коэффициента отражения поверхности во всем спектре от ультрафиолета до ближнего ИК-диапазона.



УТВЕРЖДАЮ
Директор САО РАН
Член-корр. РАН Балегга Ю.Ю.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ
методики измерений коэффициента отражения рабочей поверхности
Главного зеркала УНУ БТА

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:
Власюк В.В. – заместитель директора по научной работе, председатель
Борисов Н.В. – ст.н.с. лаборатории ОН,
Маметьев Ю.М. – вед. инженер Службы эксплуатации БТА,
Якопов Г.В. – нач. Службы эксплуатации БТА,

составили настоящий акт о нижеследующем.

Комиссии были предоставлены материалы по методике измерений коэффициента отражения рабочей поверхности Главного зеркала УНУ БТА, включающие рабочую документацию, описания и результаты испытаний на телескопе.

Рассмотрев предоставленные материалы и ознакомившись с инструментальной реализацией методики, комиссия пришла к заключению о том, что характеристики разработанной методики соответствуют лучшим мировым образцам и обладают требуемой точностью измерений в широком спектральном диапазоне. Комиссия считает, что созданная методика может считаться внедренной в практику измерительных работ, проводимых на комплексе УНУ БТА и должна быть рекомендована к использованию в ходе процедур аттестации зеркала после процедур его перереалюминирования и мойки.

Председатель комиссии

Власюк В.В.

Члены комиссии

Борисов Н.В.

Маметьев Ю.М.

Якопов Г.В.