

Приложение Д.
Техническая документация по методике спекл-интерферометрических
исследований в инфракрасном диапазоне на УНУ БГА.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Рег. №

УДК 520.27, 520.843

УТВЕРЖДАЮ
Вр.и.о. директора САО РАН
член-корр. РАН Балегга Ю.Ю.

1 декабря 2015 г.

Методика спекл-интерферометрических исследований в
инфракрасном диапазоне на УНУ БТА

Разработана в рамках
Соглашения № 14.619.21.0004 от 22 августа 2014 г.

Нижний Архыз

2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

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

В.В.Власюк
(Общее руководство)

Исполнители темы:

Старший научный сотрудник, к.ф.-
м.н.

А.Ф. Максимов
(Разработка методики)

Нормоконтролер,
старший экономист САО РАН

Т.Ф.Труфанова

СОДЕРЖАНИЕ

1	ТЕМА ПРОЕКТА	97
2	ЦЕЛЬ ПРОЕКТА	97
3	ХАРАКТЕРИСТИКИ И ОБЩИЙ ВИД СИСТЕМЫ	97
4	НЕОБХОДИМЫЕ ФИЛЬТРЫ	99
6	РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА УНУ БТА	99
7	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	104

ТЕМА ПРОЕКТА: Расширение возможностей метода спекл-интерферометрии для инфракрасного диапазона.

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА: Создание методики спекл-интерферометрических исследований инфракрасного диапазона на УНУ БТА.

ХАРАКТЕРИСТИКИ и ОБЩИЙ ВИД СИСТЕМЫ

Оптический блок с системой управления ИК камеры предварительно были собраны и откалиброваны на оптического столе лабораторного корпуса. Проведены проверки паспортных характеристик камеры SNAKE SWIR S/No 315172.

Формат матрицы в пикселах: 640 x 512.

Размеры пиксела: 15 x 15 микрон.

Спектральный диапазон: от 900 до 1700 нм.

Пиковая квантовая эффективность: около 80% на длине волны 1000 нм.

Характерная квантовая эффективность: > 70% в диапазоне от 950 до 1700 нм.

Разрешение выходного АЦП: 16384 (14 бит).

Тактовая частота: 17.9 МГц.

Шум считывания: около 35 эл. (режим высокого усиления).

Динамический диапазон: около 800:1 - режим высокого усиления, 2000:1 - режим среднего усиления, 3000:1 - режим низкого усиления.

Темновой ток: >1 фА/пиксел/сек (64 ке/пиксел/сек) при номинальном охлаждении.

Время экспозиции: от < 1 мс до > 1 секунды.

В целях адаптации существующего блока спекл-интерферометра к проведениям тестовых наблюдений была изготовлена дополнительная турель для фильтров и произведена замена согласующей оптики. Поскольку дисперсия в ИК-области незначительна, из светового тракта была выведена призма-компенсатор атмосферной дисперсии.

Внешний вид спекл-интерферометра с установленной камерой на оптико-механическом блоке показан на Рис.Д.1.

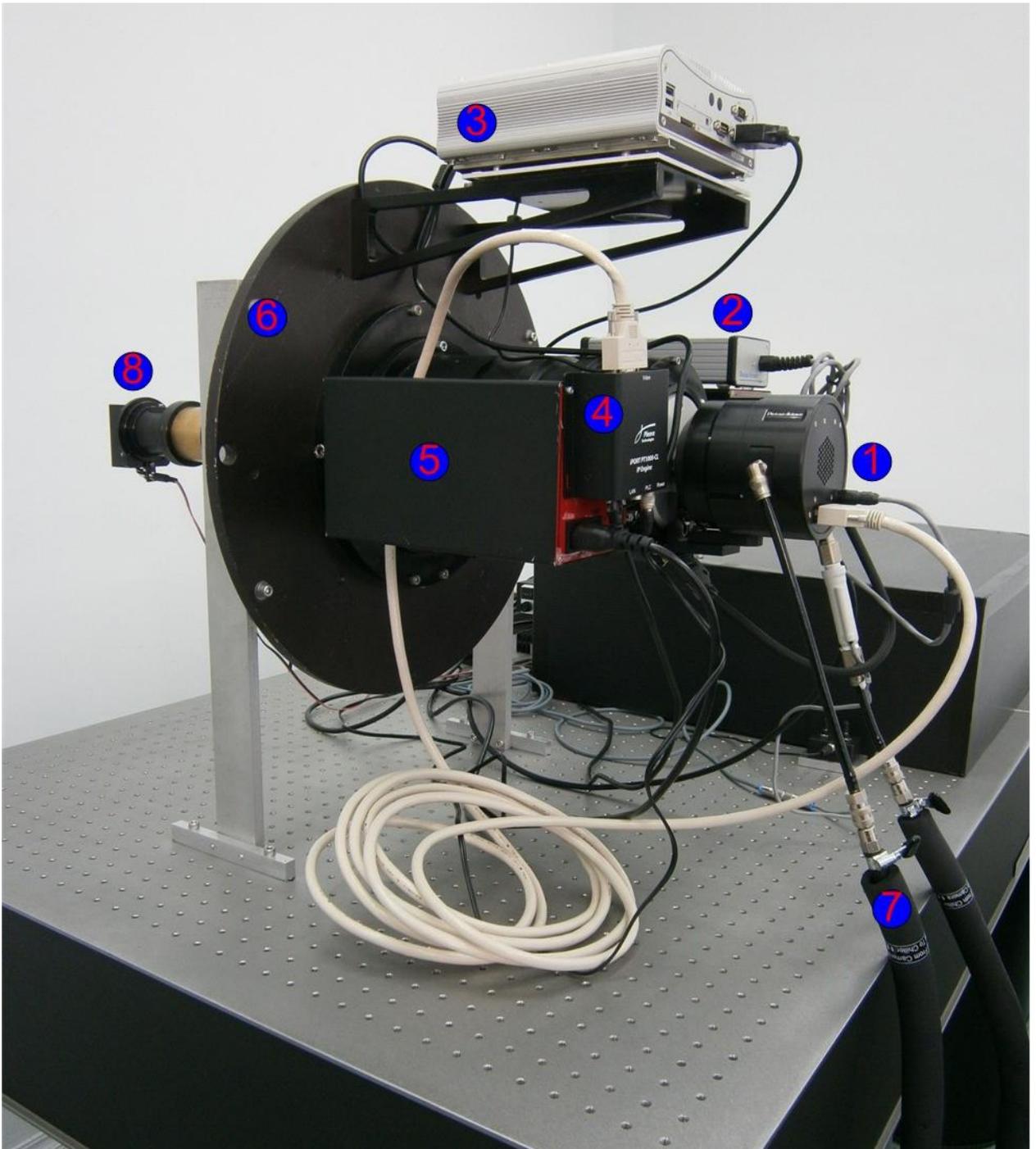


Рисунок Д.1 - Внешний вид системы установленной на оптическом столе в лаборатории. Обозначения: 1 – камера, 2 - источник питания камеры, 3-управляющий компьютер, 4-преобразователь интерфейсов, 5 - контроллер оптико-механического блока, 6- фланец с установленным оптико-механическим блоком, 7- шланги системы охлаждения, 8 - проектор “искусственная звезда”

НЕОБХОДИМЫЕ ФИЛЬТРЫ

Для задач, связанных с получением изображений звезд в ИК-области, были определены характеристики фильтров (центральная длина волны, ширина полосы пропускания и коэффициент пропускания), необходимых для проведения астрофизических исследований. Исследования кратности объектов в ИК области предполагают использование широкополосных фильтров с центральными длинами волн, соответствующими стандартным фотометрическим системам. Для увеличения соотношения сигнал/шум необходимы фильтры с высокими значениями коэффициентов пропускания. Для изучения протяженных объектов, таких как звезды типа Миры, околозвездных оболочек других гигантов асимптотической ветви диаграммы Герцшпрунга-Рессела, сверхгигантов необходимы узкополосные фильтры, с центральными длинами волн, соответствующими таким спектральным деталям как полосы молекулярного поглощения и области континуума.

Исходя из этих требований, были приобретены фильтры со средним коэффициентом пропускания не менее 90%, центральной длиной и полушириной 900/80, 1025/50, 1030/25, 1075/50 и 1600/50 нм, соответственно.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА УНУ БТА

25.09-26.09 2015 года были проведены тестовые наблюдения в первичном фокусе 6-метрового телескопа. По результатам наблюдений была проведена проверка независимости атмосферных искажений в коротковолновой области для различных зенитных расстояний по ярким одиночным объектам, исследована возможность наблюдений слабых двойных и тройных звезд, определено соотношение сигнал/шум для наблюдавшихся объектов, исследована стабильность темнового сигнала, построены гистограммы распределения полезного и темнового сигналов в кадре.

На Рис.Д.2 приведены изображения двумерных спектров мощности в изображениях одиночной звезды IN Vul, зарегистрированной на зенитном расстоянии 19° , рассчитанных по серии из 2000 кадров в линейной (вверху) и логарифмической (внизу) шкалах. На Рис. Б.3 даны разрезы полученных спектров мощности по обеим осям.

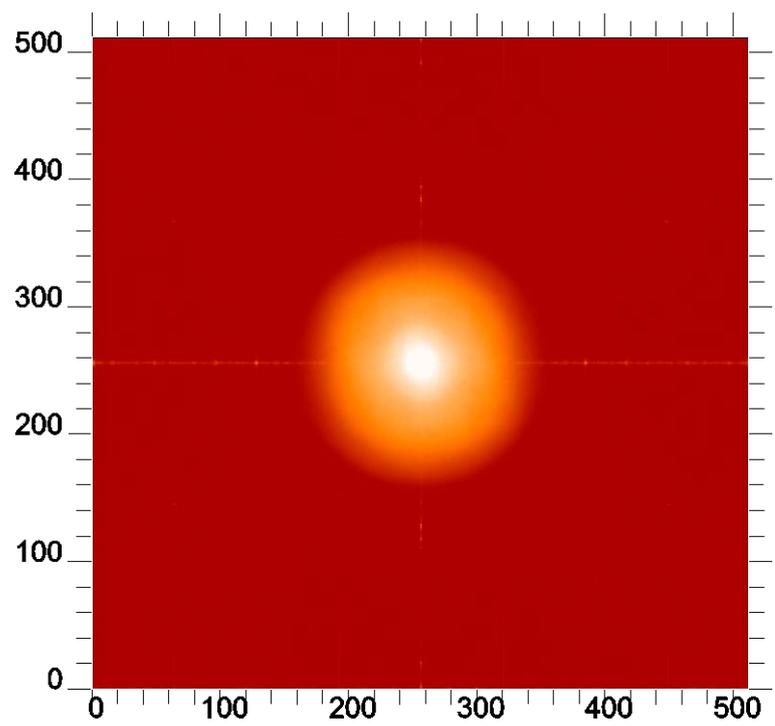
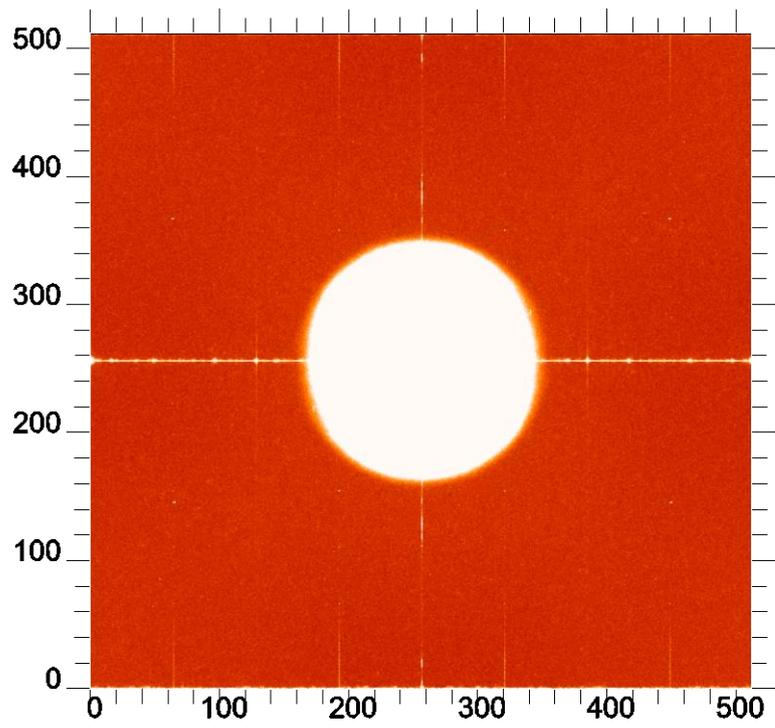


Рисунок Д.2 - Спектр мощности одиночной звезды IN Vul на зенитном расстоянии 19° , рассчитанный по 2000 кадров

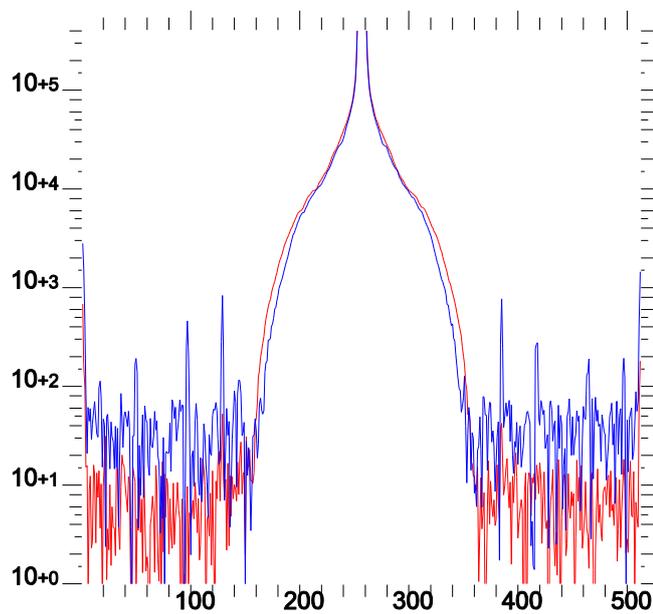
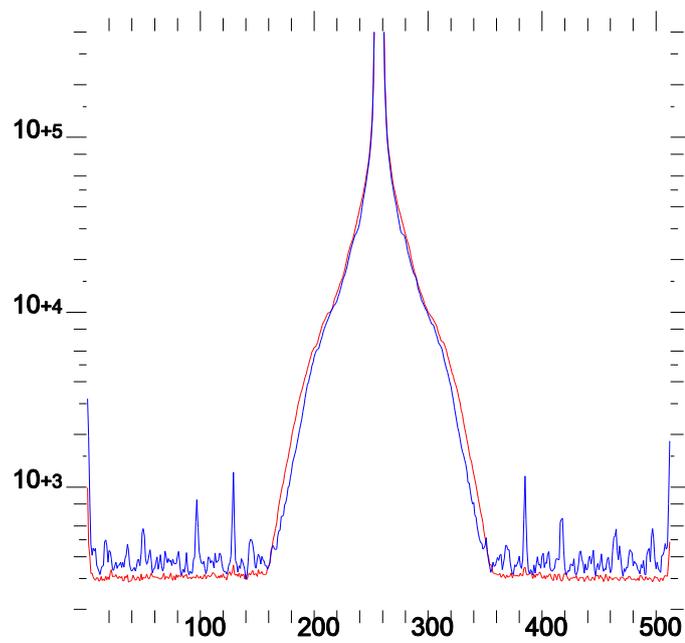


Рисунок Д.3 - Горизонтальный (синий) и вертикальный (красный) разрезы спектра мощности одиночной звезды IN Vul на зенитном расстоянии 19° , рассчитанного по 2000 кадров без вычета (вверху) и с вычетом (внизу) среднего по разрезу темнового сигнала

На рисунках Д.4 и Д.5 приведены изображения спектров мощности разрешенных объектов – hip89455 и gj1230.

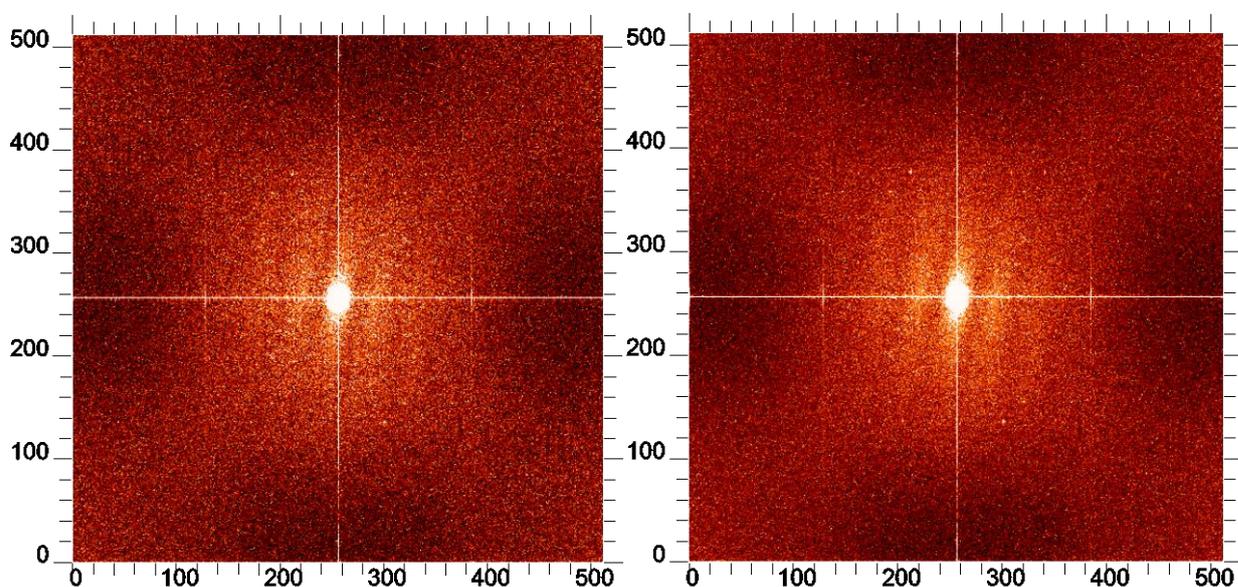


Рисунок Д.4 - Спектры мощности hip 89455, рассчитанные по 1000 (слева) и 2000 (справа) кадров. Звездная величина в полосе J=7.0. Микрообъектив с увеличением x10, фильтр 900/80, $t_{exp} = 20$ ms.

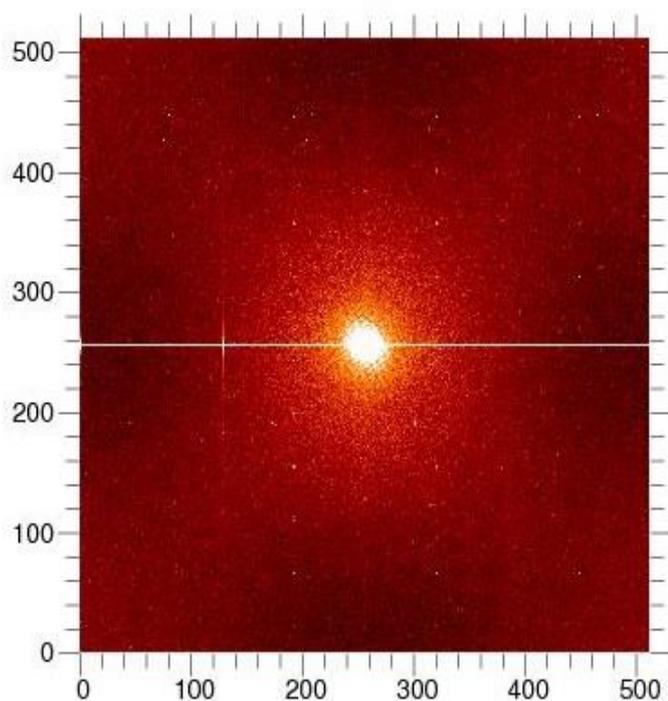


Рисунок Д.5 - Спектр мощности в логарифмическом представлении по яркости тройной gj 1230, рассчитанный по 4000 кадров. Звездная величина в полосе J = 7.5 mag, в полосе I = 8.9 mag. Микрообъектив с увеличением x10, фильтр 900/80, $t_{exp} = 50$ ms.

Изображения, полученные на участке неба, свободном от объектов использовались как приближения темнового изображения. Они даны на Рис.Д.6.

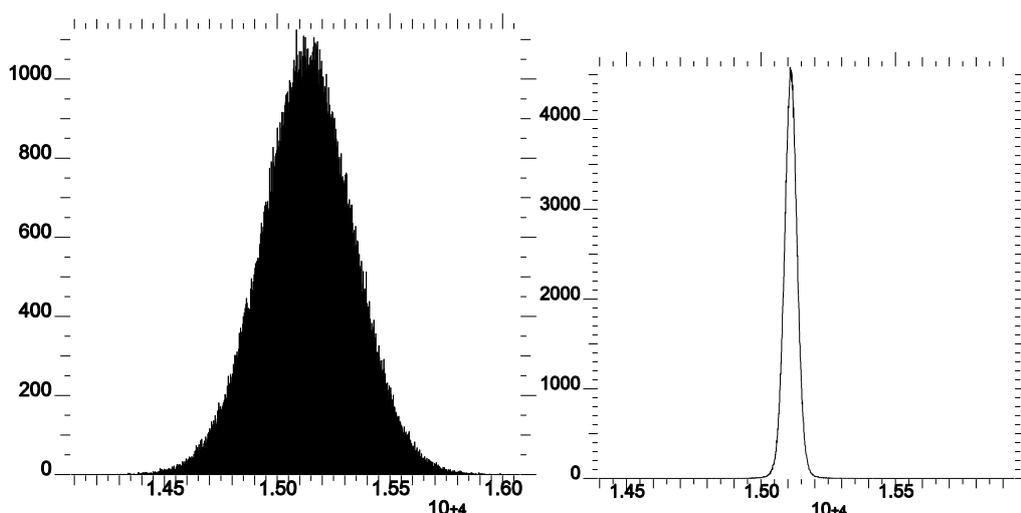


Рисунок Д.6 - Гистограммы темнового сигнала №1, рассчитанные по одиночному кадру (слева) и усредненному по серии из 2000 кадров (справа).

На Рис.Д.7 приведены временные зависимости «темновых» частей изображений.

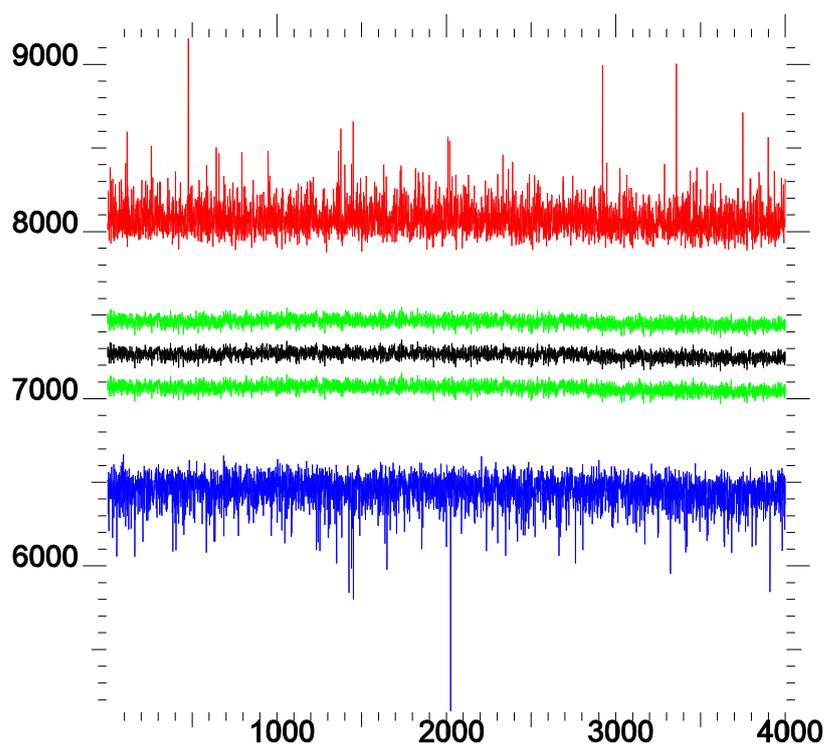


Рисунок Д.7 - Зависимость максимального отсчета (красный), минимального (синий), среднего значения (черный), суммы и разности (зеленый) стандартного отклонения и среднего значения в темновой области размером 100x100 по серии изображений gj1230.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты работы говорят о возможности наблюдений объектов до 10 звездной величины при средних для 6-м телескопа САО РАН погодных условиях. Обнаружена высокая стабильность темнового сигнала в серии кадров при различных значениях усиления и времени экспозиции. Выведение компенсатора волновой дисперсии позволило значительно увеличить квантовую эффективность системы. Разработанная и внедренная методика позволяет начать на УНУ БТА спекл-интерферометрические исследования в ИК-диапазоне (длина волны короче 1.7 мкм). Тесты подтвердили соответствие расчетных и результирующих параметров прибора по пропусканию системы.

УТВЕРЖДАЮ _____

Вр.и.о. директора САО РАН
член-корр. РАН Балегга Ю.Ю.

АКТ О ВНЕДРЕНИИ
методики спекл-интерферометрических исследований в инфракрасном
диапазоне на УНУ БТА

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:
Власюк В.В. – заместитель директора по научной работе, председатель
Максимов А.Ф. – ст.н.с. группы МАВР,
Дьяченко В.В. – м.н.с. группы МАВР,
Растегаев Д.А. – н.с. группы МАВР,

составили настоящий акт о нижеследующем.

Комиссии были предоставлены материалы по методике спекл-интерферометрических исследований в инфракрасном диапазоне на 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 реальной конкурентоспособностью. Комиссия считает, что созданная методика может считаться внедренной в практику астрофизических исследований на УНУ БТА и должна быть рекомендована к использованию в ходе плановых наблюдений.

Председатель комиссии

Власюк В.В.

Члены комиссии

Максимов А.Ф.

Дьяченко В.В.

Растегаев Д.А.