

Приложение Б.

Техническая документация по методике спектрополяриметрических исследований с призмой Волластона двойного лучепреломления для спектрографа первичного фокуса SCORPIO.

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 спектрополяриметрических исследований с призмой
Волластона двойного лучепреломления
для спектрографа первичного фокуса SCORPIO.

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

Нижний Архыз

2015

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

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

В.В.Власюк
(Общее руководство)

Исполнители темы:

Старший научный сотрудник, к.ф.-
м.н.

Н.В. Борисов
(Разработка методики)

Нормоконтролер,
старший экономист САО РАН

Т.Ф.Труфанова

СОДЕРЖАНИЕ

1	ТЕМА ПРОЕКТА	66
2	ЦЕЛЬ ПРОЕКТА	66
3	ПРИЗМА ДВОЙНОГО ВОЛЛАСТОНА	66
4	ЮСТИТРОВКА ПРИЗМЫ	67
6	РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ	68
7	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71

ТЕМА ПРОЕКТА: Внедрение в наблюдения слабых звездообразных и протяженных объектов в поляриметрической моде фокального редуктора SCORPIO-2 телескопа БТА.

ЦЕЛЬ ПРОЕКТА: внедрение методики поляриметрических наблюдений слабых звездообразных и протяженных объектов для получения параметров Стокса I, Q, U и V с использованием призма двойного Волластона в поляриметрической моде фокального редуктора SCORPIO - 2 телескопа БТА.

ПРИЗМА ДВОЙНОГО ВОЛЛАСТОНА

В 2014 году была изготовлена призма двойного Волластона, схема которой представлена на Рис.Б.1. Сами призмы изготовлены из кристаллов оптического исландского шпата (CaCO_3), ахроматические клинья из стекла S-LAL9 и плавленого кварца Ky-1.

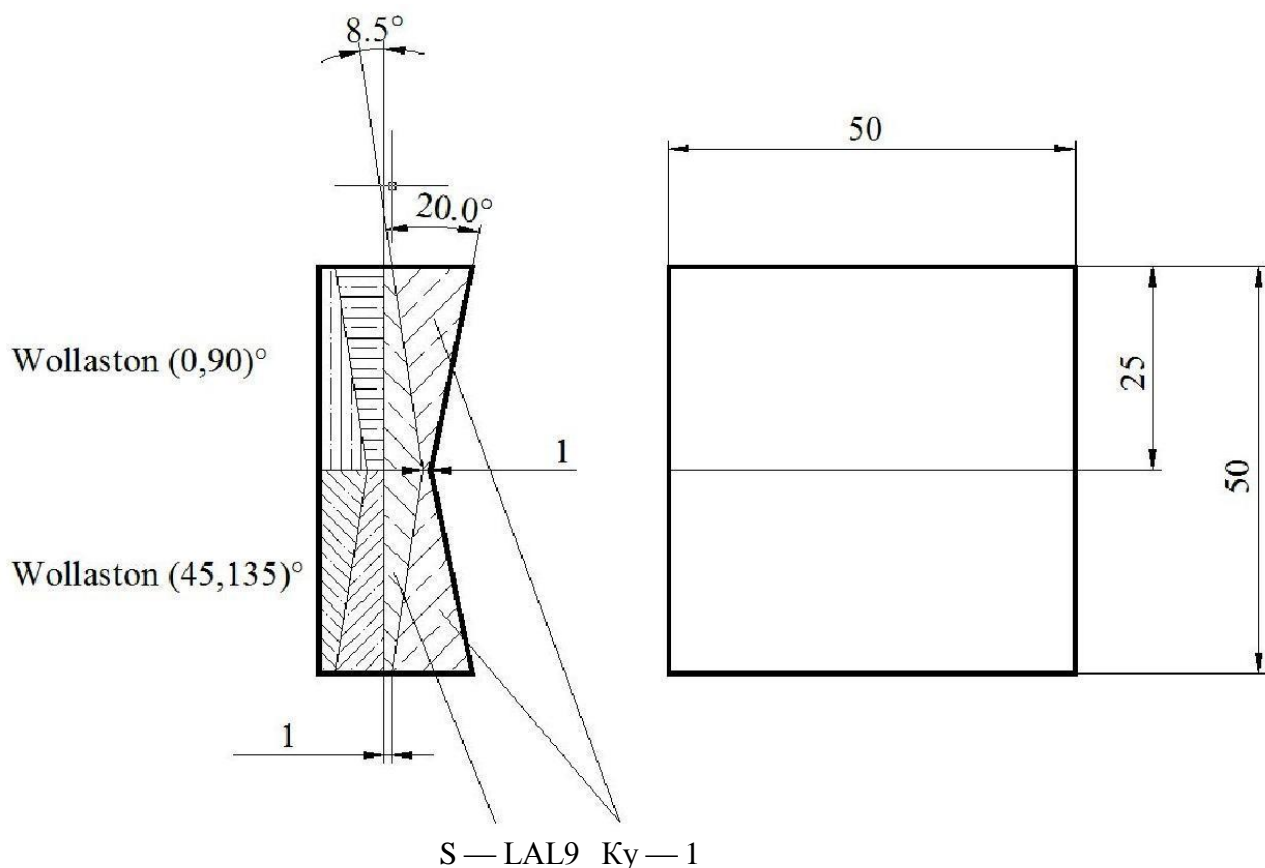


Рисунок Б.1 - Схема призмы двойного Волластона

Склейка призмы двойного Волластона вмонтирована в оправу, которая установлена в турель SCORPIO — 2.

ЮСТИРОВКА ПРИЗМЫ

В лабораторных условиях выполнена юстировка призмы. С использованием калибровочной засветки линейчатого спектра спектральной лампы Ar-Ne-He, направление дисперсии призмы было выставлено с точностью 0.2 рх, соответствующее 2.7 микрона. Результат выполненной юстировки представлен на Рис. Б.2.

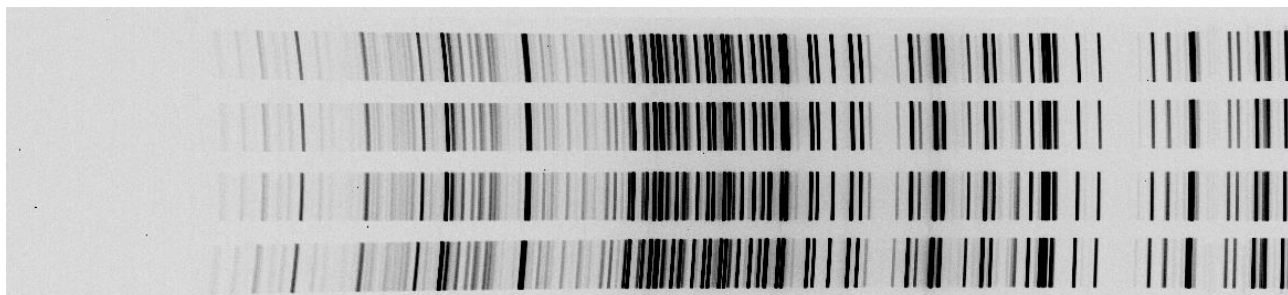


Рисунок Б.2 - Спектр калибровочной спектральной лампы Ar-Ne-He после выполнения юстировки призмы двойного Волластона

Для юстировки призмы двойного Волластона с целью измерения параметра Стокса V мы использовали дополнительный поляроид и четвертьволновую пластину $\lambda/4$. Завечивая тракт прибора искусственной звездой, мы последовательно вводили поляроид и фазовую пластину $\lambda/4$ и, меняя поворот поляроида на десять градусов, получили ряды изображений. Далее измерялись интенсивности звездных изображений и, используя соотношение

$$P_p = (I_o - I_e) / (I_o + I_e),$$

где I_o и I_e — интенсивности обыкновенного и необыкновенного изображений искусственной звезды,

вычислялась зависимость поляризации от угла поворота поляроида. Рабочее положение поворота четвертьволновой пластину $\lambda/4$ определяется сдвигом фазы кривой поляризации относительно поляроида на четверть, т. е. 22.5 градуса. Конечный результат выставленного положения поворота четверть волновой пластины $\lambda/4$ представлен на Рис. Б.3.

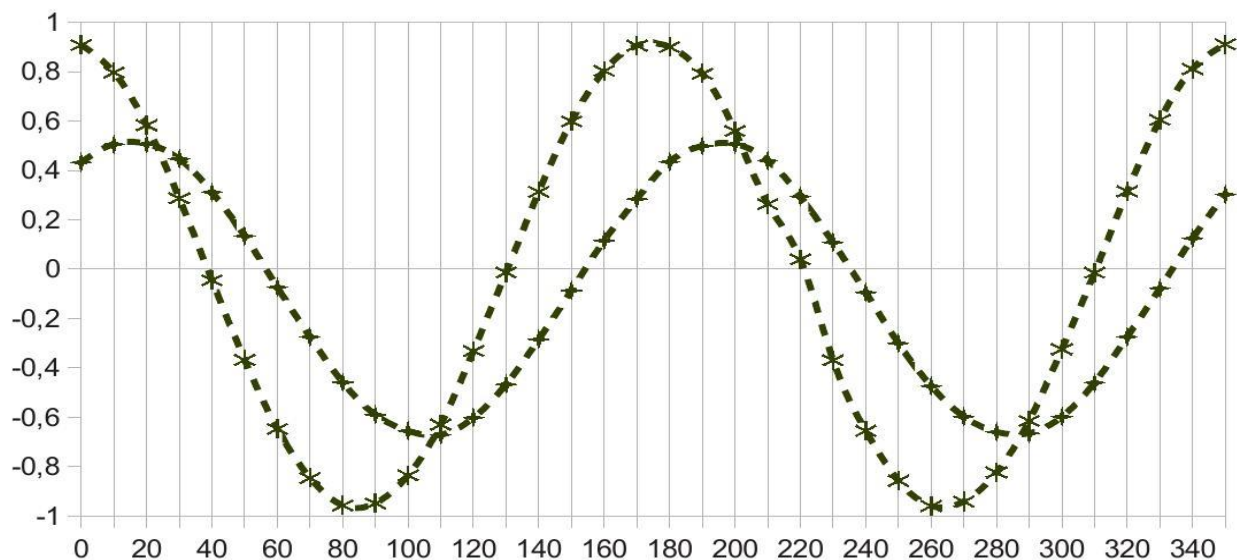


Рисунок Б.3 - Фазовая зависимость поляризации от угла поворота поляроида и поляроида с четверть волновой пластиной $\lambda/4$. Обозначения:

* - Фазовая зависимость поляризации поляроида

+ - Фазовая зависимость поляризации поляроида с четвертьволновой пластиной

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ

Предыдущая методика, с применением обычной призмой Волластона, требовала для получения параметров Стокса I, Q, U и V выполнить 6 измерений. При этом, за время их выполнения, неизбежно вносились дополнительные ошибки, связанные с быстрыми изменениями атмосферы.

Новая методика измерения с применением призмы двойного Волластона позволяет получить параметры Стокса I, Q, U и V за два измерения и, за счет одновременного получения параметров линейной поляризации I, Q и U, минимизировать ошибки измерений до 0.1 %. А на параметр V атмосфера практически не влияет.

В ноябре 2015 года на УНУ БГА состоялись первые наблюдения с использованием призмы двойного Волластона. Было выполнено тестирование новой методики наблюдений с использованием призмы двойного Волластона для выявления точности измерений. На Рис. Б.4 показано одновременное измерение I, Q и U параметров Стокса стандарта нулевой поляризации звезды BD+28°4211.

При этом точность проведенных измерений Q и U параметров Стокса составила 0.11 и 0.14 %, соответственно. Точность измерения линейной поляризации составила 0.08 %.

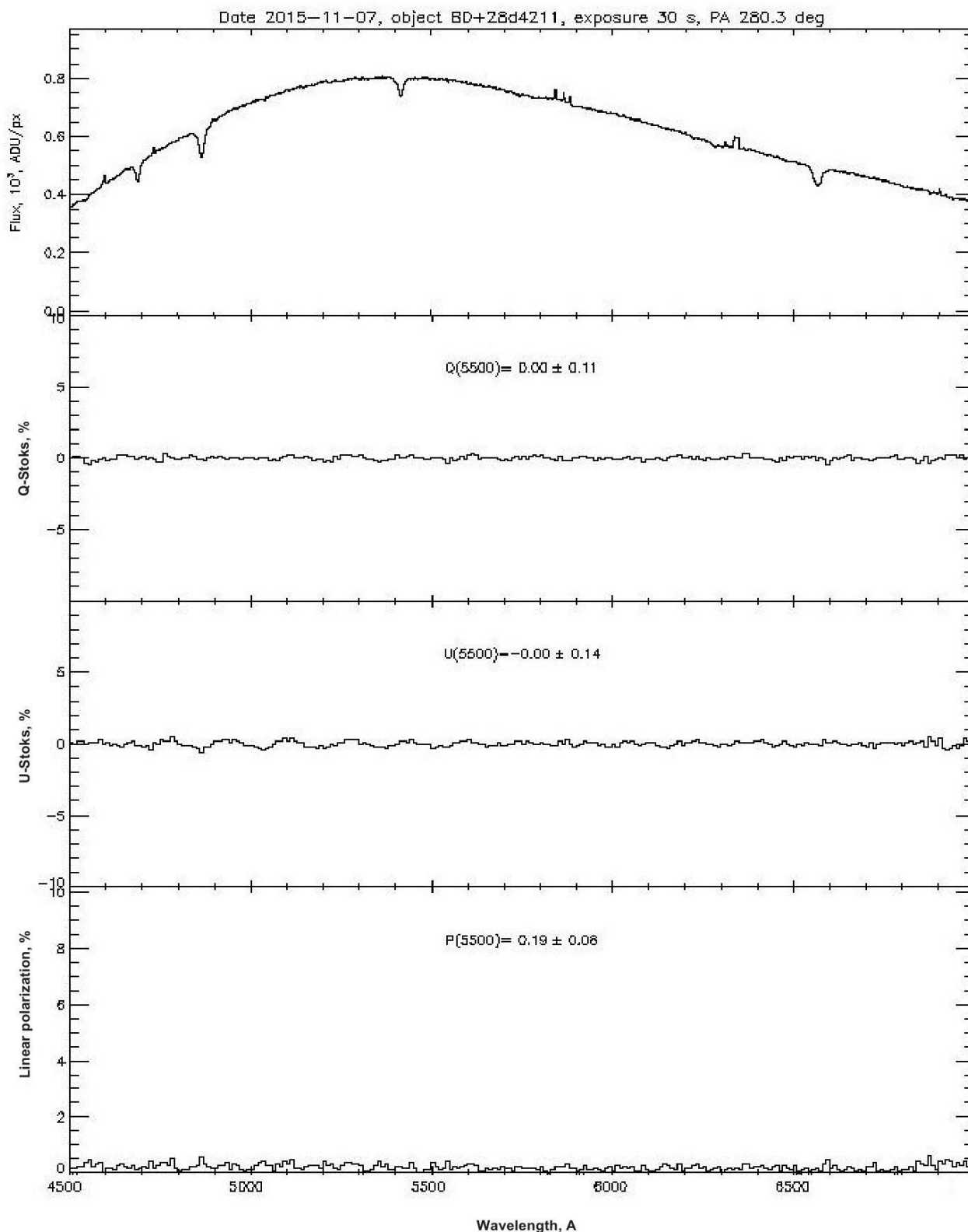


Рисунок Б.4 – Результаты измерения параметров Стокса для звезды – стандарта нулевой поляризации. Точности измерений составили 0.11%, 0.14% и 0.08%, соответственно.

На Рис. Б.5 представлены результаты спектрополяриметрических наблюдений сильнозамагниченного белого карлика Grw+70°8247, магнитное поле которого превышает земное более чем 300 миллионов раз.

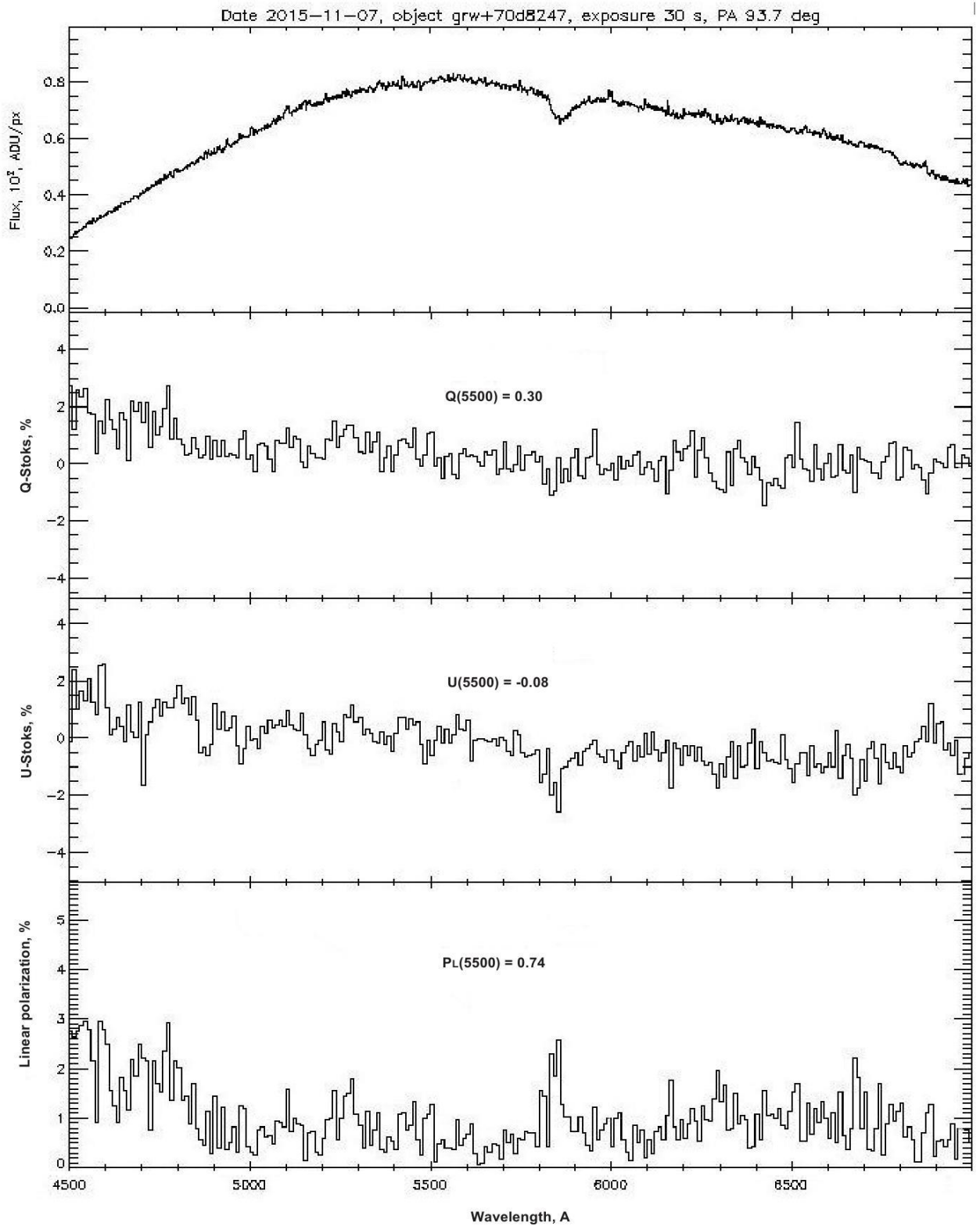


Рис. 5. Измерения Q, U параметров и линейной поляризации белого карлика Grw+70°8247.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная и внедренная методика позволяет начать на светосильном спектрографе первичного фокуса спектрополяриметрические наблюдения слабых звездообразных и протяженных объектов для получения параметров Стокса I, Q, U и V с использованием призмы двойного Волластона. Пробные наблюдения подтвердили соответствие расчетных и результирующих параметров прибора по точностным характеристикам.

УТВЕРЖДАЮ _____

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

АКТ О ВНЕДРЕНИИ

методики спектрополяриметрических исследований с призмой Волластона двойного лучепреломления для спектрографа первичного фокуса SCORPIO

Мы, нижеподписавшиеся, комиссия в составе:

Власюк В.В. – заместитель директора по научной работе, председатель
Афанасьев В.Л. – гл.н.с. лаборатории СФВО,
Борисов Н.В. – ст.н.с. лаборатории ОН,
Моисеев А.В. – в.н.с. лаборатории СФВО,

составили настоящий акт о нижеследующем.

Комиссии были предоставлены материалы по методике наблюдений с спектрополяриметрических исследований с призмой Волластона двойного лучепреломления для спектрографа первичного фокуса SCORPIO 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

Афанасьев В.Л.

Борисов Н.В.

Моисеев А.В.