

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СПЕЦИАЛЬНАЯ АСТРОФИЗИЧЕСКАЯ ОБСЕРВАТОРИЯ

П Р Е П Р И Н Т 211

И.Д. Найденов, Т.А. Лукинова, Ю.В. Алехина,
К.Е. Джалалов, Л.М. Кохова

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ЗЕЕМАНА ПО
СПЕКТРАЛЬНЫМ ЛИНИЯМ ПРОМЕЖУТОЧНОГО
ПОЛЯРА RXJ0558.0+5353 (V405 Aur)**

Нижний Архыз
2006

Исследование эффекта Зеемана по спектральным линиям промежуточного поляря RXJ0558.0+5353 (V405 Aur)

И.Д. Найденев¹, Т.А. Лукинова², Ю.В. Алехина², К.Е. Джалалов², Л.М. Кохова²

¹ Специальная астрофизическая обсерватория РАН, п.Нижний Архыз, 369167, Россия

² Ставропольский государственный университет, г. Ставрополь

Аннотация. В работе представлены результаты исследования продольной составляющей эффекта Зеемана по спектральным линиям промежуточного поляря RXJ0558.0+5353 (V405 Aur). Наблюдения проводились в фокусе Несмит–I на 6-м телескопе БТА 16 сентября 1999 года. На спектрографе СП–124 были получены 123 зеемановских спектра с временным разрешением 54.6 секунды. На ПЗС регистрировался диапазон 3900–5100 Å со спектральным разрешением 1.28 Å.

Investigation of Zeeman effect in spectral lines of intermediate polar RXJ0558.0+5353 (V405 Aur)

I.D. Naidenov¹, T.A. Lukinova², Yu.V. Alechina², K.E. Jalalov², L.M. Kochova²

¹Special Astrophysical Observatory of the Russian AS, Nizhnij Arkhyz, 369167, Russia

²Stavropol State University, Stavropol

Abstract. The paper presents the results of investigations of the longitudinal Zeeman effect from the spectral lines of the intermediate polar PXJ0558+5353 (V405 Aur). The observations were made at the Nasmyth–1 focus of the 6 m telescope BTA on 1999 September 16. 123 Zeeman spectra were obtained with a time resolution of 54.6 s. A range 3900–5100Å with a spectral resolution 1.28Å has been recorded with a CCD.

1. Введение

Катаклизмические переменные (CVs) являются полуразделенными двойными системами, у которых первичная звезда — белый карлик — аккрецирует вещество от вторичной звезды — карлика позднего типа, заполняющего полость Роша. Магнитные CVs включают системы с сильно замагниченными белыми карликами и образуют два подкласса: полярны, известные как AM Нег-звезды, являющиеся синхронными системами, у которых $P_{spin} = P_{orbit}$, где P_{spin} — период вращения белого карлика, а P_{orbit} — орбитальный период (Кроппер, 1990), и промежуточные полярны (IPs), известные как DQ Нег-звезды. Подкласс IPs включает объекты, содержащие быстро вращающиеся белые карлики.

Магнитное поле белого карлика в IPs (0.1–20 МГс) достаточно сильное, чтобы изменить аккреционную траекторию. Наличие быстрой в высокой степени когерентной периодичности в кривой блеска, обычно на оптических и рентгеновских длинах волн, является основным критерием членства в классе IPs. Свойства DQ Нег-звезд были рассмотрены Петерсоном (1994). RXJ0558.0+5353 (V405 Aur) является ROSAT-источником, отождествленным и рамках обзора галактической плоскости (Мотч и др., 1991). Она была обнаружена как оптический двойник (V величиной 14.6) рентгеновского источника ROSAT. Последующие наблюдения выявили модуляцию с периодом 272.74 секунды в рентгеновском потоке, которая была интерпретирована как период вращения белого карлика. Последующая спектроскопия определила второй период — 4.15 часа. CCD-фотометрия выявляет оптические вариации, подобные рентгеновским колебаниям, видимым ROSAT, но с периодом 545.4565 секунд, что вдвое превышает ранее обнаруженный по рентгену период (Скильман, 1996). В UBVRi и рентгеновских наблюдениях (Аллан и др., 1996) был также обнаружен период, равный 545.4565 секунд. Перечисленные выше данные учитывались при исследовании эффекта Зеемана по спектральным линиям промежуточного полярна RXJ0558.0+5353 (V405 Aur).

2. Методика измерений и обработки

Наблюдения проводились на 6-метровом телескопе БТА 16 сентября 1999 г. с анализатором круговой поляризации (Найденев, Панчук, 1996). В фокусе Несмит-1 на спектрографе СП-124 использовалась дифракционная решетка 1200 штр/мм, что обеспечивало дисперсию 50 Å/мм. Регистрировался спектральный диапазон в интервале 3900–5100 Å со спектральным разрешением 1.28 Å на пиксел ПЗС. Спектры снимались с временным разрешением 54.6 секунд, что составляет пятую часть спинового периода 273 секунды. Были получены 123 зеемановских спектра. Из этого ряда спектры фазировались с известным периодом, примерно 273 секунды. Каждый ПЗС-кадр обрабатывался в среде MIDAS. Спектры нормировались на континуум, который аппроксимировался полиномом пятой степени. По спектральным линиям проводились гауссианы. Сдвиг зеемановских компонент для каждой фазы определялся по центру тяжести гауссианы. Для контроля точностных характеристик аппаратуры бралась звезда HD 215441 с известным магнитным полем.

Фаза, равная 0, для всех спектральных линий считалась от начала первой экспозиции. Инструментальный сдвиг учитывался по спектру неона. Для звезды сравнения были получены 62 спектра. Обработка всех спектров проводилась по одной методике.

3. Результаты обработки

Значение магнитного поля по сумме 123 спектров звезды RXJ0558.0+5353 (V405 Aur) составило: $H_{\beta} => 4.5 \pm 35$ кГс; $H_{\gamma} => 0.5 \pm 85$ кГс; $H_{\delta} => 4.8 \pm 55$ кГс. HeII => 11.8 ± 20 кГс. Сдвиг зеемановских компонент на 0.01 Å брался равным 1 кГс, что соответствовало 0.078 пиксела. Большая дисперсия магнитного поля позволяет сделать предварительный вывод, что за время экспозиции оно меняет свою величину.

На рис.1 (по горизонтальной оси отложен номер канала ПЗС) показан эффект Зеемана по спектральной линии HeII в фазах 0, 0.25, 0.5, 0.75 периода 273 секунды. Правая колонка соответствует величине расщепления в линии H_{δ} . На всех рисунках темная линия соответствует обыкновенному лучу анализатора поляризации, штриховая — необыкновенному.

На рис.2 демонстрируется эффект Зеемана по линиям водорода H_{β} и H_{γ} в соответствующих фазах. На рис.3 показан эффект Зеемана по линиям водорода в спектре звезды сравнения HD 215441 (левая колонка). Правая колонка — фазовые кривые для водородных линий, привязанных к фазовой кривой, полученной для линии HeII (пунктирная линия), и значение магнитного поля, вычисленного по HeII

и H_δ . Мы получили следующие оценки магнитного поля звезды в фазах 0, 0.25, 0.5, 0.75 известного периода 272.785. Сложность измерений эффекта Зеемана путем проведения гауссианы заключается в том, что в спектрах за одну экспозицию спектральные линии имеют сложную структуру (возможно, из-за шумов), надежно гауссиана проводится по суммарному спектру, полученному в данной фазе, поэтому при вычислении ошибка среднего значения поля в фазах по 30-ти спектрам превышает 3σ .

Фаза 0:

$H_\beta = > 26$ кГс; $H_\gamma = > -1.5$ кГс; $H_\delta = > 33$ кГс; HeII = > 67 кГс.

Фаза 0.25:

$H_\beta = > 22$ кГс; $H_\gamma = > 36$ кГс; $H_\delta = > 170$ кГс; HeII = > -33 кГс.

Фаза 0.5:

$H_\beta = > 59$ кГс; $H_\gamma = > 40$ кГс; $H_\delta = > 43$ кГс; HeII = > 79 кГс.

Фаза 0.75:

$H_\beta = > 15$ кГс; $H_\gamma = > 66$ кГс; $H_\delta = > 17$ кГс; HeII = > 78 кГс.

Звезда сравнения HD 215441 за время наблюдений показала магнитное поле, равное

$H_\beta = > -39 \pm 4$ кГс; $H_\gamma = > -25.8 \pm 4$ кГс; $H_\delta = > -20.5 \pm 3$ кГс.

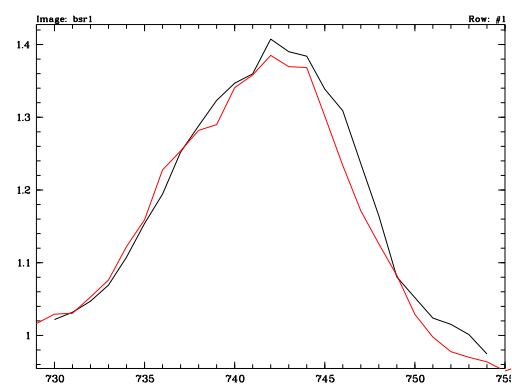
Инструментальный сдвиг в среднем соответствовал примерно +8 кГс.

4. Выводы

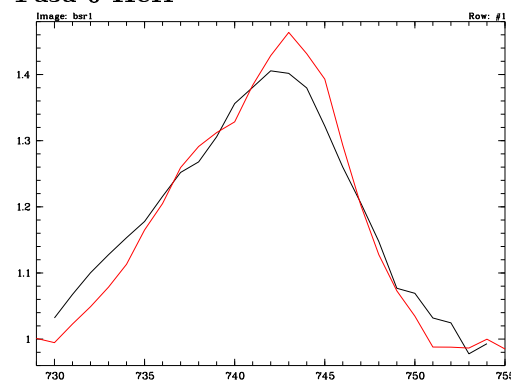
Полученные оценки величины магнитного поля показывают, что эмиссионные линии звезды RXJ0558.0+5353 (V405 Aur) формируются в присутствии магнитного поля.

Список литературы

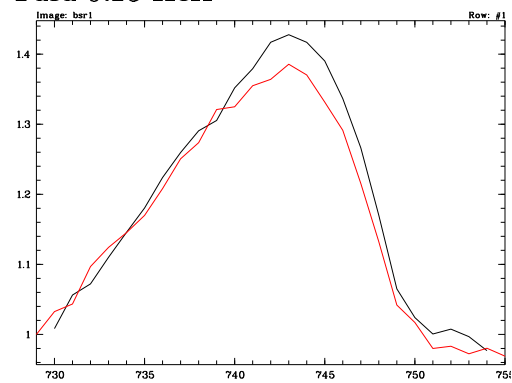
- Аллан и др. (Allan A., Horne K., Hellier C., Barvig N., Bennie P. J., Hilditch R. W.), 1996, MNRAS, **279**, 1345
 Найденов, Панчук (Najdenov I.D., Panchuk V.E.), 1996, Bull.Spec.Astrophys.Obs., **50**, 140
 Кроппер (Cropper M.), 1990, Space Sci.Rev., **54**, 195
 Кроппер (Cropper M.), 1990, A&A, **126**, 357
 Мотч и др. (Motch C., Belloni P., Buckley D. et al.), 1991, A&A, **246**, L24
 Петерсон (Patterson J.), 1994, PASP, **106**, 209
 Скильман (Skillman D.R.), 1996, PASP, **108**, 130



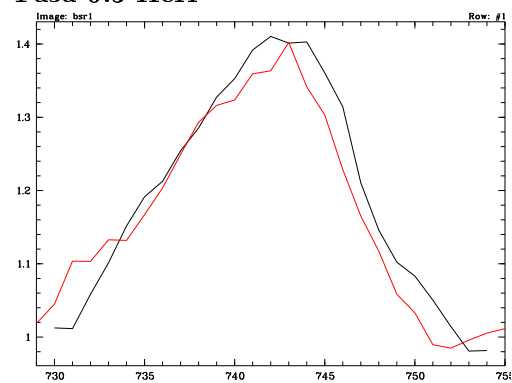
Фаза 0 HeII



Фаза 0.25 HeII



Фаза 0.5 HeII



Фаза 0.75 HeII

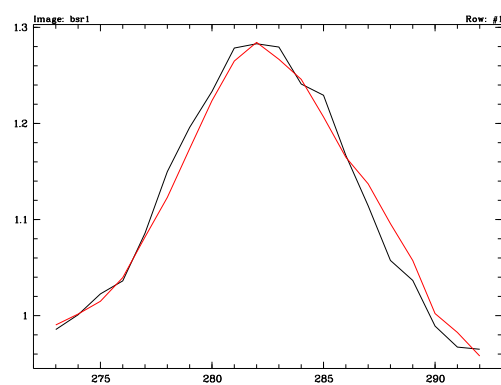
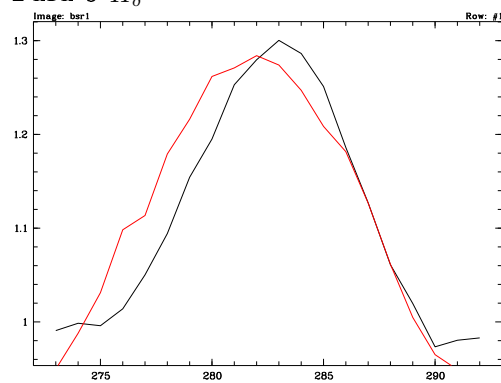
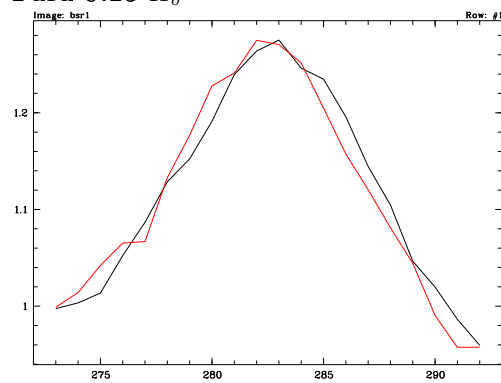
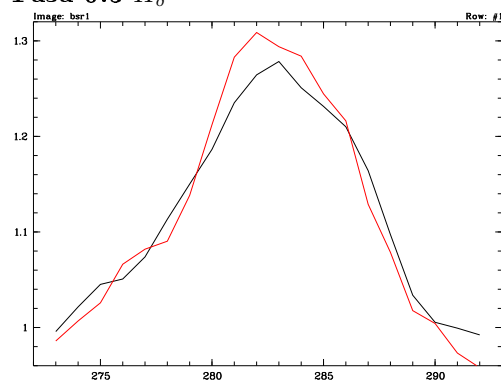
Фаза 0 H_δФаза 0.25 H_δФаза 0.5 H_δФаза 0.75 H_δ

Рис.1

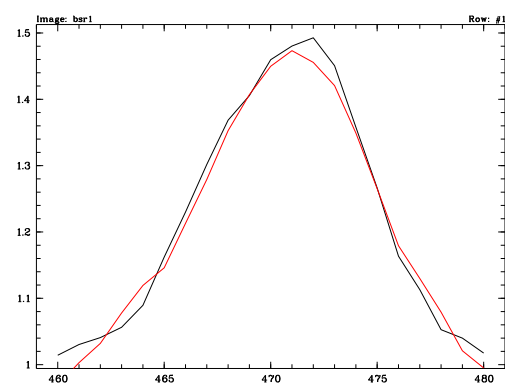
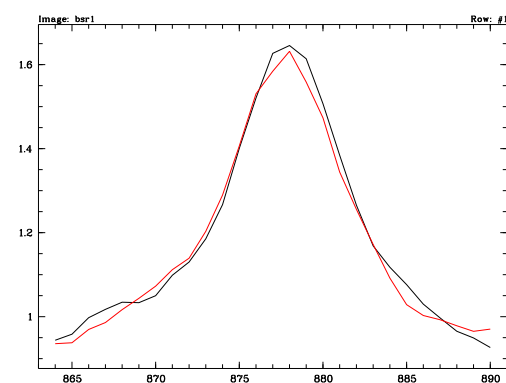
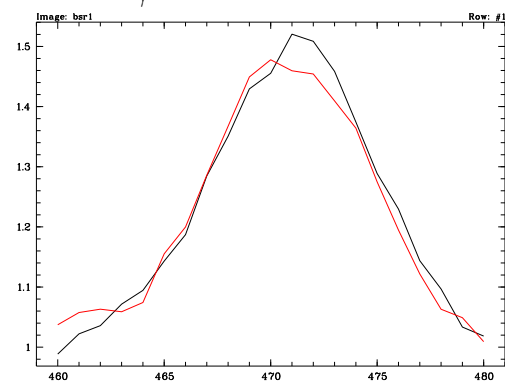
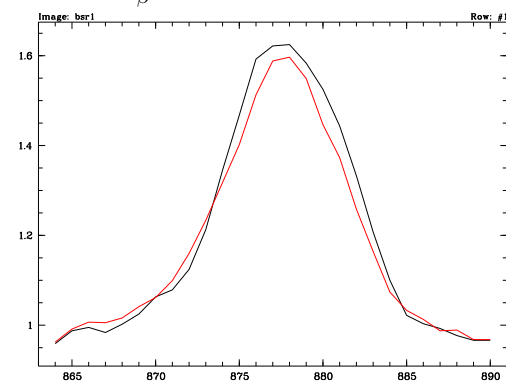
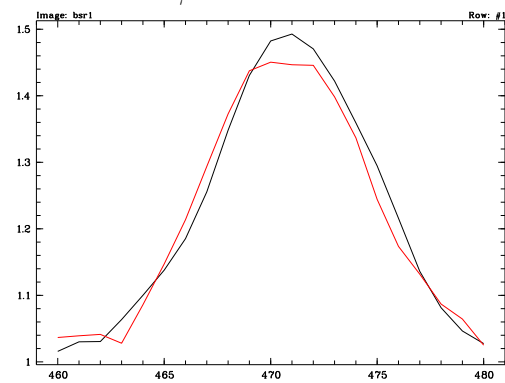
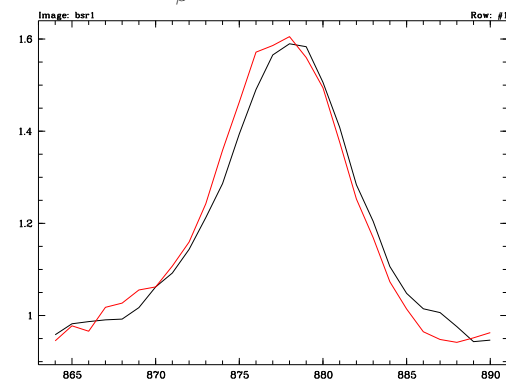
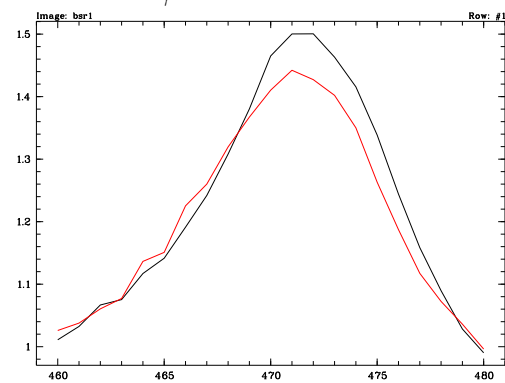
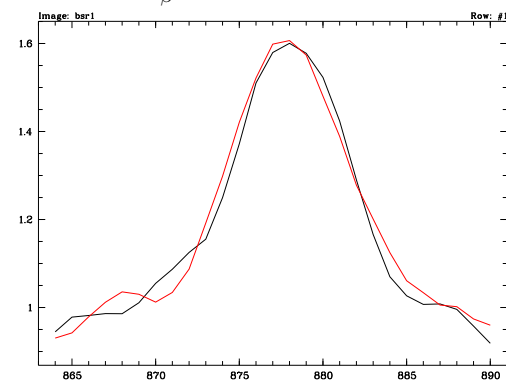
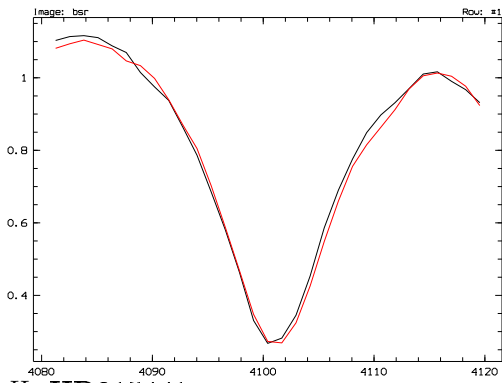
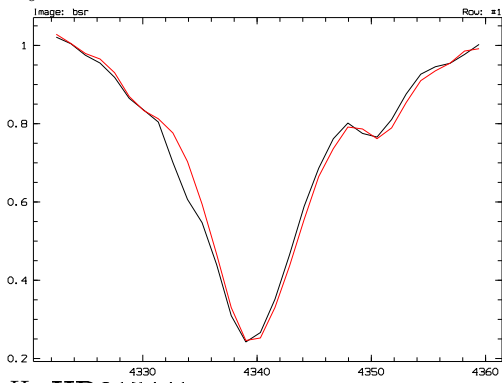
Фаза 0 H_γ Фаза 0 H_β Фаза 0.25 H_γ Фаза 0.25 H_β Фаза 0.5 H_γ Фаза 0.5 H_β Фаза 0.75 H_γ Фаза 0.75 H_β

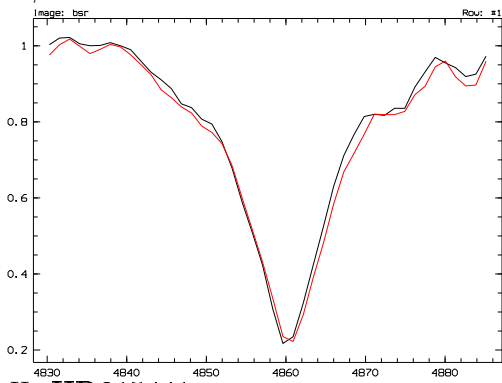
Рис.2



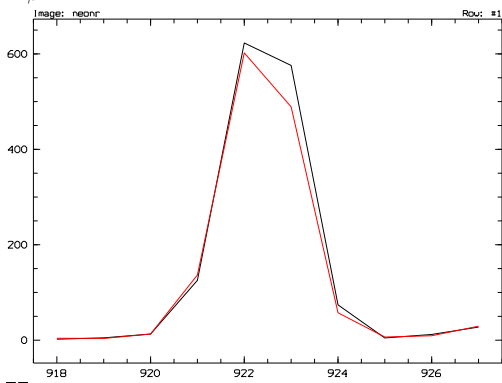
H_{δ} HD215441



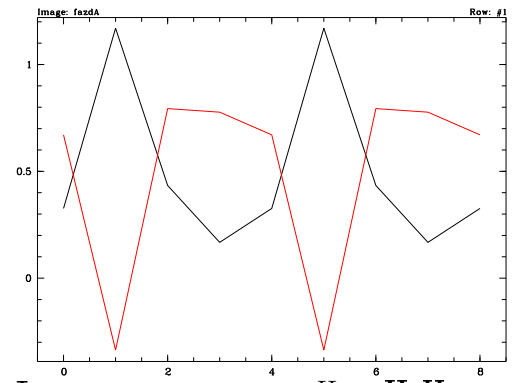
H_{γ} HD215441



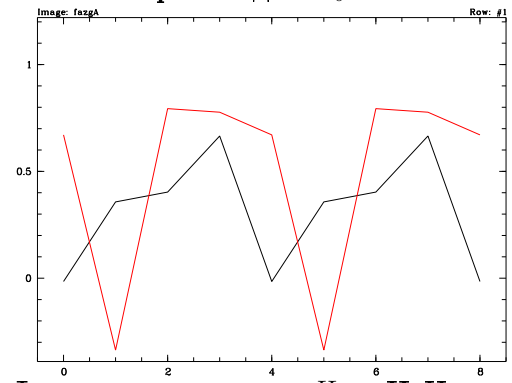
H_{β} HD215441



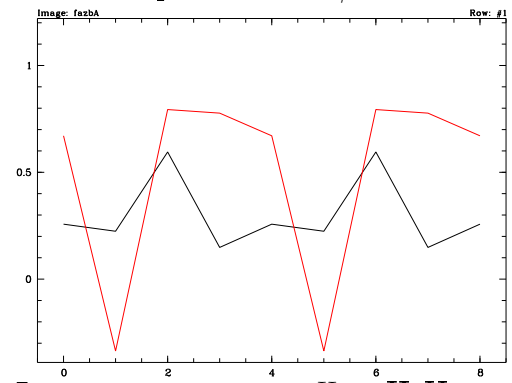
Неон



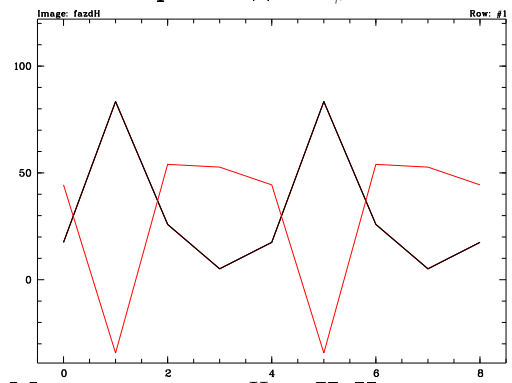
Фазовые кривые для H_{δ} и HeII



Фазовые кривые для H_{γ} и HeII



Фазовые кривые для H_{β} и HeII



Магнитное поле H_{δ} и HeII

Рис.3

Бесплатно

И.Д.Найденов, Т.А.Лукинова, Ю.В.Алехина, К.Е. Джалалов, Л.М.Кохова

Исследование эффекта Зеемана по спектральным линиям промежуточного
поляра RXJ0558.0+5353 (V405 Aur)

Работа поступила в печать 16 января 2006 г.

Специальная астрофизическая обсерватория РАН