ВАЖНЕЙШИЕ

НАУЧНЫЕ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛФЗ

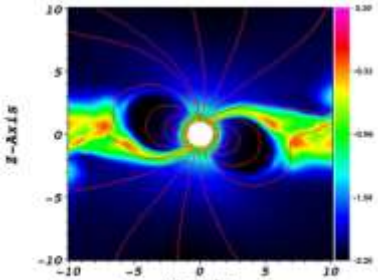
В 2014 ГОДУ

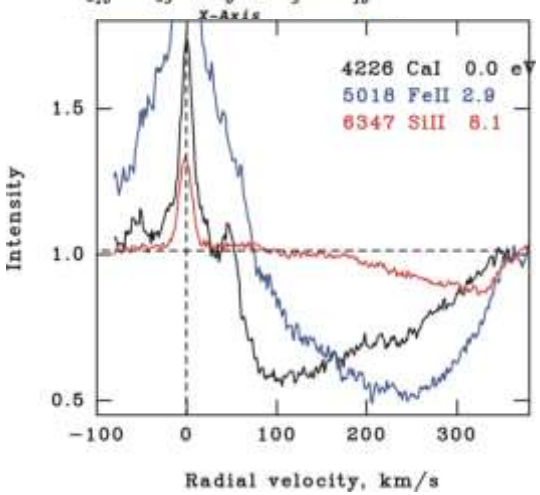
ЗВЁЗДЫ НА РАННИХ СТАДИЯХ ЭВОЛЮЦИИ:

физические характеристики, химический состав и поиск экзопланет

Допплеровское зондирование аккреции на звёздах типа Т Тельца

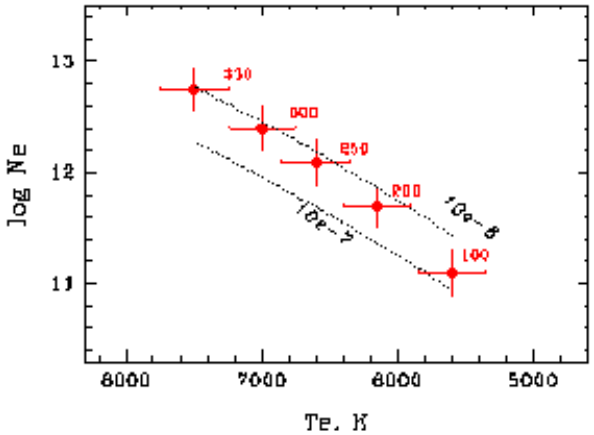
П.П. Петров в соавторстве с зарубежными коллегами



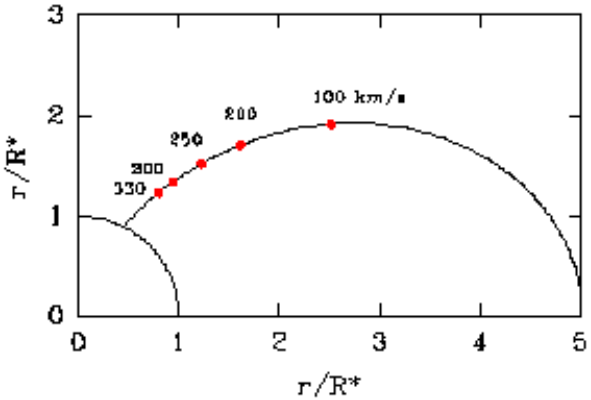


Молодые звёзды типа Т Tau с возрастом < 10 млн. лет окружены протопланетными дисками. Вещество диска перетекает на звезду вдоль магнитных аккреционных каналов. При этом в спектре звезды возникают характерные абсорбционные линии.

Нами предложен метод “допплеровского зондирования” аккреционного канала.



Из анализа спектров звезды S CrA SE показано, что электронная температура и плотность в аккреционном канале возрастают по мере приближения падающего газа к звезде, от Te=5300K, log Ne=10.5 на расстоянии трех радиусов звезды, до Te=7500 K, log Ne=12.7 вблизи поверхности звезды.

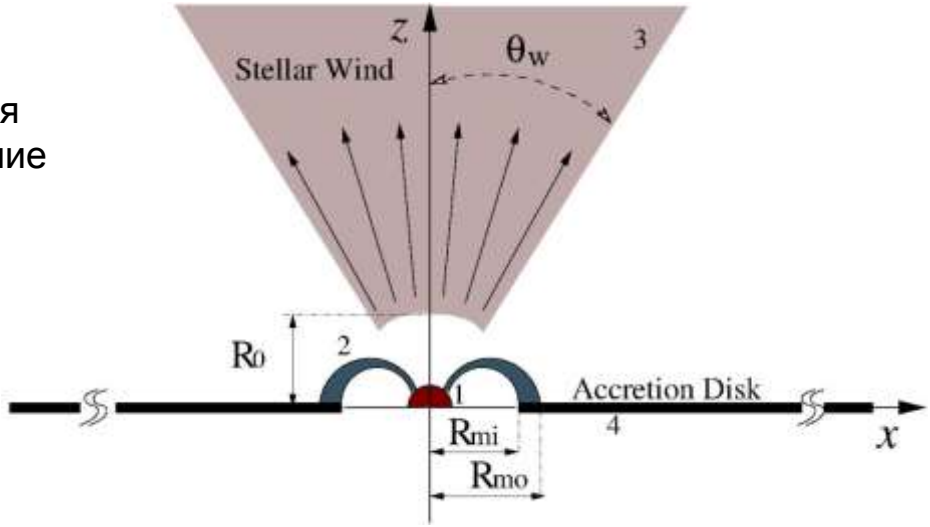


P. Petrov, *G.F. Gahm, G.J. Herczeg, et al., 2014, Astron. & Astrophys, V.568, L10*

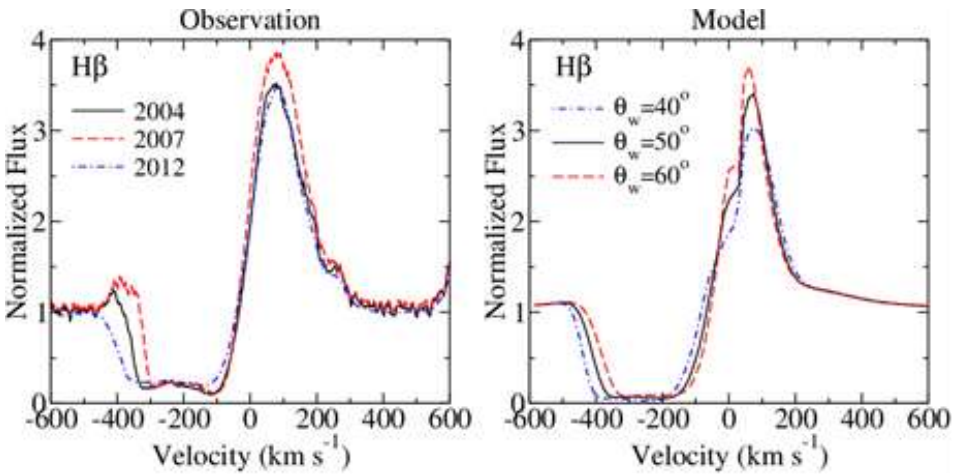
Свойства звёздного ветра пред-фуора V1331 Лебедя

П. Петров, Е. Бабина, С. Артеменко в соавторстве с зарубежными коллегами

У молодых звёзд наблюдается интенсивное истечение вещества (ветер), механизмы ускорения которого не вполне ясны. Мы провели исследование звёздного ветра звезды V1331 Cyg типа T Tau, отличающейся большим темпом потери массы.



Построена модель ветра, хорошо воспроизводящая наблюдаемые изменения профилей эмиссионных линий водорода. Показано, что динамика ветра обусловлена изменениями как темпа аккреции, так и изменениями угла раскрытия (степени коллимации) ветра. Последнее может быть вызвано небольшими изменениями степени замагниченности газа во внутренней области аккреционного диска



*(**P. Petrov** et al. 2014, Mon. Not. of the Roy. Astron. Soc. V.442, p.3643)*

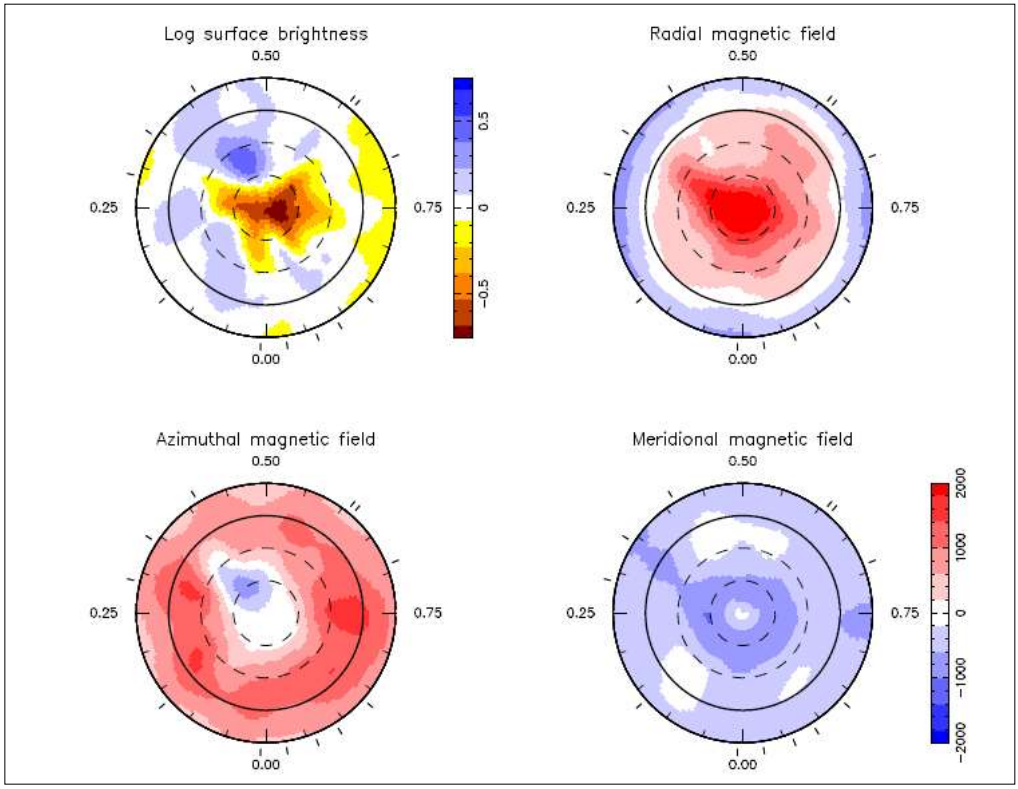
Моделирование магнитной активности LkCa 4 - молодой звезды типа Т Тельца со слабыми эмиссионными линиями

К. Гранкин в соавторстве с зарубежными коллегами

Восстановлена крупномасштабная структура магнитного поля звезды LkCa 4. Спектрополяриметрические наблюдения были получены в январе 2014г на спектрополяриметре ESPaDOnS (3.6м телескоп CFHT). Для восстановления структуры магнитного поля и построения карты температурных неоднородностей применялась процедура обращения свертки методом наименьших квадратов (Least-Squares Deconvolution).

Показано, что магнитное поле является осесимметричным и состоит из полоидального (~2 кГс) и тороидального компонента (~1 кГс). Тороидальный компонент расположен в экваториальных широтах.

В области магнитного полюса находится протяженное холодное фотосферное пятно. Обнаружена яркая хромосферная область на средних широтах. Показано, что фотосферные слои звезды вращаются как твердое тело, в отличие от дифференциального вращения Солнца.



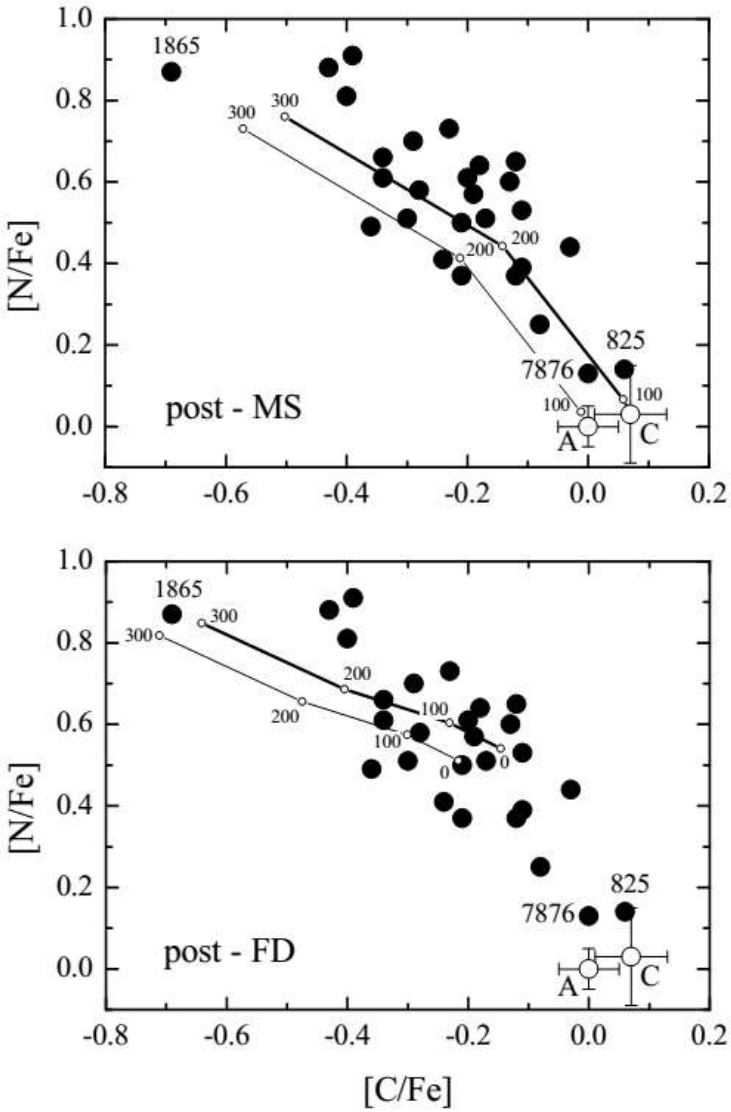
Карта распределения логарифма температуры (по отношению к спокойной фотосфере, верхняя левая панель), радиальной (вверху справа), азимутальной (внизу слева) и меридиональной (внизу справа) компоненты магнитного поля. Звезда показана в полярной проекции вплоть до широты -30◦. Экватор отмечен как непрерывный круг, а параллели - как пунктирные круги.

*J.-F. Donati, E. Hébrard, G. Hussain, C. Moutou, **K. Grankin** et al. // Mon. Not. of the Roy. Astron. Soc., 2014, V. 444, P. 3220.*

Содержание углерода и отношение N/C в атмосферах A-, F- и G-сверхгигантов и ярких гигантов

Л.С. Любимков, Т.М. Рачковская, Д.Б. Поклад в соавторстве с зарубежными коллегами

- Молодые достаточно массивные звёзды, находясь на стадии ГП – главной последовательности (это B-звёзды ГП), могут испытывать глубокое перемешивание, которое приводит к выносу из недр в атмосферу продуктов CNO-цикла. В результате появляются наблюдаемые аномалии химического состава – дефицит углерода и избыток азота. При переходе в следующую эволюционную стадию, стадию AFGK-сверхгигантов и гигантов, эти аномалии могут усиливаться.
- Для 36 A-, F- и G-сверхгигантов и ярких гигантов (классы светимости I и II) из не-ЛТР анализа линий C I определено содержание углерода. Подтверждено пониженное содержание углерода как общее свойство звёзд этого типа. Дефицит углерода [*C/Fe*] варьируется обычно от -0.1 до -0.5 dex, достигая -0.7 dex. Показано, что дефицит C демонстрирует отчетливую антикорреляцию с избытком N, найденным для тех же звёзд ранее. Отношение азот/углерод [N/C] варьируется от 0.3 до 1.7 dex. Как повышенные значения [N/C], так и сами аномалии C и N свидетельствуют о присутствии в атмосферах звёзд перемешанного вещества из звёздных недр.
- Из сравнения с теорией впервые получено прямое подтверждение существования перемешивания, индуцированного вращением звёзд. В частности, показано, что антикорреляция между азотом и углеродом отражает зависимость от начальной скорости вращения *V0* (см. рисунок; здесь около узловых точек на теоретических кривых указаны значения *V0* в км/с).

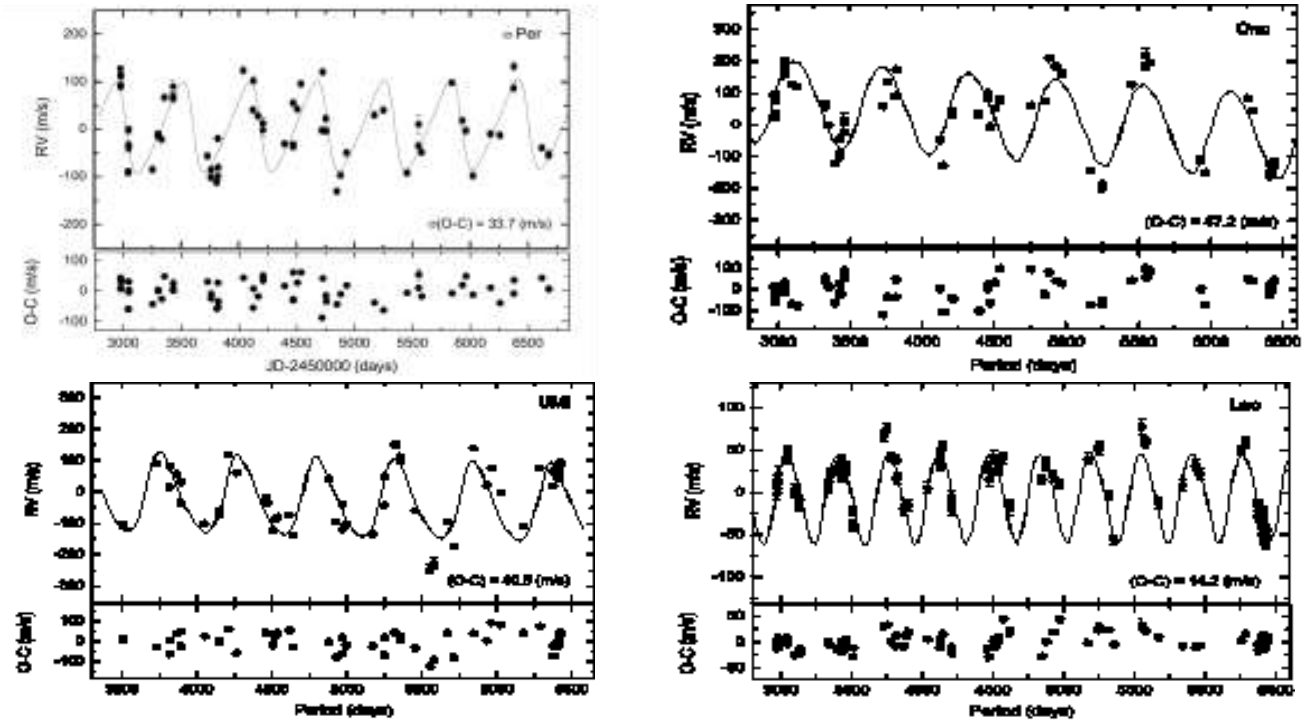


L.S. Lyubimkov, *D.L. Lambert*, *S.A. Korotin*, ***T.M.Rachkovskaya***, ***D.B. Poklad*** *// Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2014 (accepted).*

Планетные компаньоны у К гигантов: σ Персея, β Рака, μ Льва и β Малой Медведицы

Д.Е. Мкртичан в соавторстве с южно-корейскими коллегами

Продолжен спектральный мониторинг К-гигантов с целью поиска экзопланет. Обнаружены четыре новых экзопланеты у следующих звёзд: σ Per, β Cnc, μ Leo и β UMi



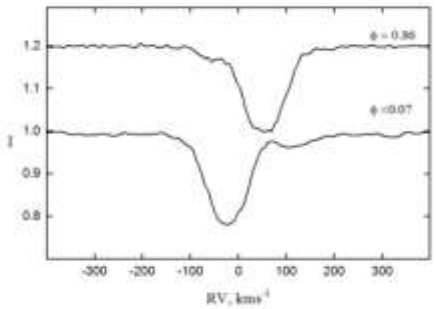
Орбитальные вариации лучевых скоростей σ Per, β Cnc, μ Leo и β UMi

1. Astron.& Astrophys, 2014, V.566, P.67
2. Journal of the Korean Astronomical Society, V.47, P.69.

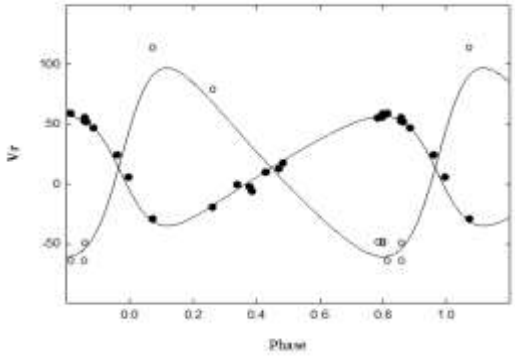
Двойные звёзды на главной последовательности и после нее

Параметры орбиты, обмен массой и кинематические характеристики массивной двойной системы 103 Tau

(А.Е. Тарасов)



Характерные примеры профилей спектральной линии HeI λ 6678 Å у двойной системы 103 Tau.



Кривая переменности лучевых скоростей, полученная по данным измерений линии HeI λ 6678 Å.

Открыта спектральная двойственность массивной яркой звезды 103 Tau.

Обмен массой в системе происходит при наибольшем сближении звёзд в периастре.

Большой эксцентриситет орбиты образовался, вероятно, при упругом столкновении с одной из звёзд рассеянного звёздного скопления α Per 16 ± 4 млн лет назад.

103 Tau была выброшена из скопления и сейчас является убегающей звездой.

Орбитальные элементы двойной системы 103 Tau.

P (дни)	58.231 ± 0,052
T_0 (JDh)	2452172.8 ± 0.8
e	0.297 ± 0.027
Ω	101º ± 26
K_1 (km/s)	45.7 ± 2.1
K_2 (km/s)	79.8 ± 4.3
q	0.580 ± 0.020
γ (km/s)	13.5 ± 1.0

Ранняя эволюция необычной новой V339 Del

(Т.Н. Тарасова).

На основе обширных спектроскопических данных классической новой V339 Del методом моделирования распределения энергии наблюдаемых спектров получены физические характеристики оболочки новой: светимость, радиус, температура. Исследование временной эволюции этих параметров оболочки новой в ранней стадии после вспышки позволило установить, что новая развивалась не так как предсказывают существующие теоретические модели. Светимость оболочки превышала Эддингтоновскую и была непостоянной. Максимум светимости наблюдался за 12 часов до максимума блеска, при этом эффективная температура была максимальной, и оболочка расширялась неоднородно. Таким образом, эта новая является интересным объектом для дальнейшего развития теоретического моделирования новых. На рис. 1 показана временная эволюция температуры, светимости и радиуса оболочки новой V339 Del.

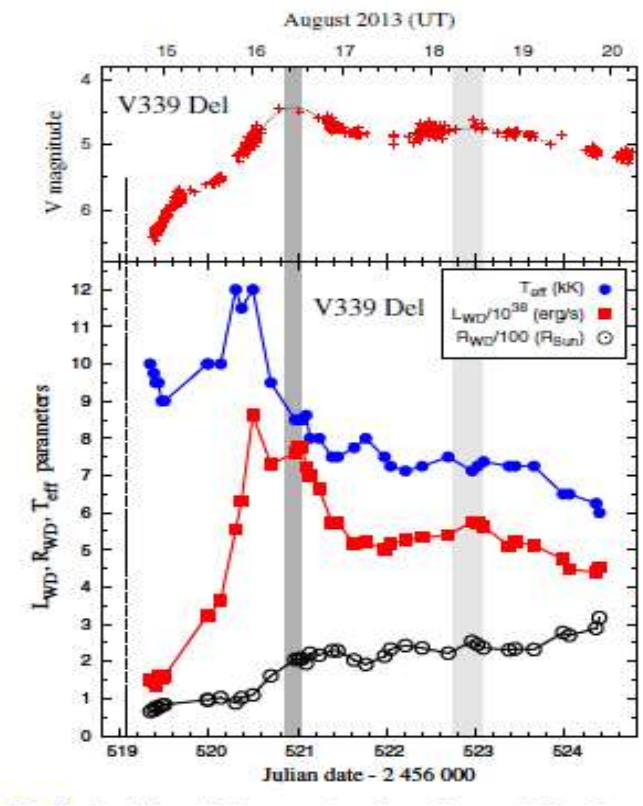


Рис.1. Временная эволюция светимости, радиуса и температуры оболочки новой V339 Del в течение фазы оптически толстой оболочки. Пунктирной линией и серой полосой отмечены дата открытия новой и максимум блеска в полосе V, соответственно.

Результаты опубликованы в журнале «Astronomy & Astrophysics», 569, 112, 2014.

Спектральное исследование оболочки Новой N Mon 2012, источника γ-излучения

(Т.Н. Тарасова)

На основе спектрофотометрических наблюдений исследована оболочка HeN новой N Mon 2012. Оценено содержание некоторых химических элементов. Результаты показали, что в оболочке этой новой содержание гелия превышает солнечное в 1.5 раза, азота – в 33 раза, кислорода в 9 раз, неона в 95 раз. Определена масса оболочки, которая равна $2.3*10^{-4}M_{☼}$.

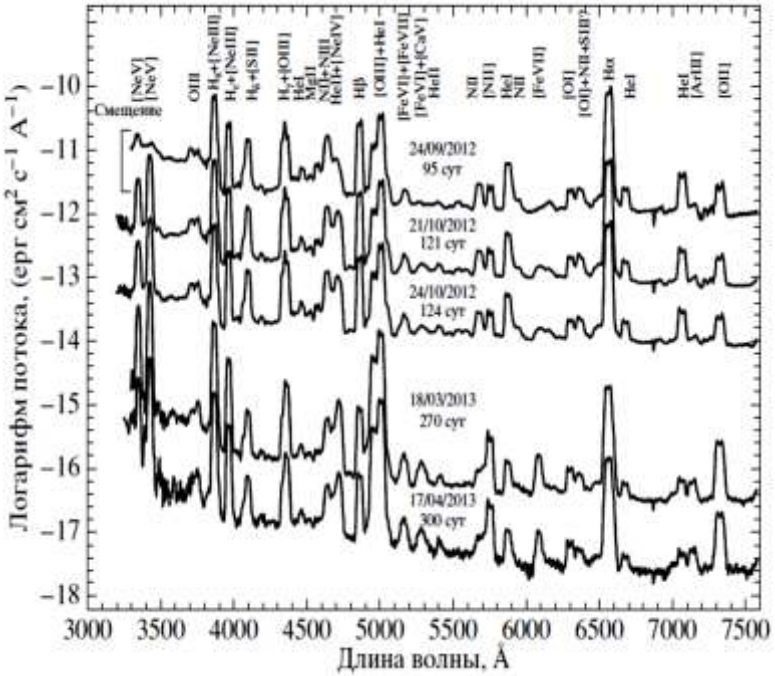


Рис.2. Спектрофотометрическая эволюция новой N Mon 2012.

Таблица 1. Основные характеристики новой N Mon 2012

JD_{max}	≈ 2456096.5
V_{max}	3-4 зв. вел.?
$M_{V\,max}$	?
Класс скорости ($t_2 \leq 10$)	очень быстрая
Расстояние (кпк)	1-4
Избыток цвета E(B-V)	0.38, 0.85
Масса белого карлика ($M_\odot$)	1.1 –1.3
Спектральный класс	HeN
Тип белого карлика	ONe
Скорость расширения оболочки (км/с)	1140
Содержание химических элементов относительно солнечного (по массе[1]):	
$H/H_\odot$	0.74
$He/He_\odot$	1.11
$N/N_\odot$	24.4
$O/O_\odot$	6.86
$Ne/Ne_\odot$	70.6
$Fe/Fe_\odot$	0.24
Масса оболочки ($M_\odot$)	2.3×10^{-4}

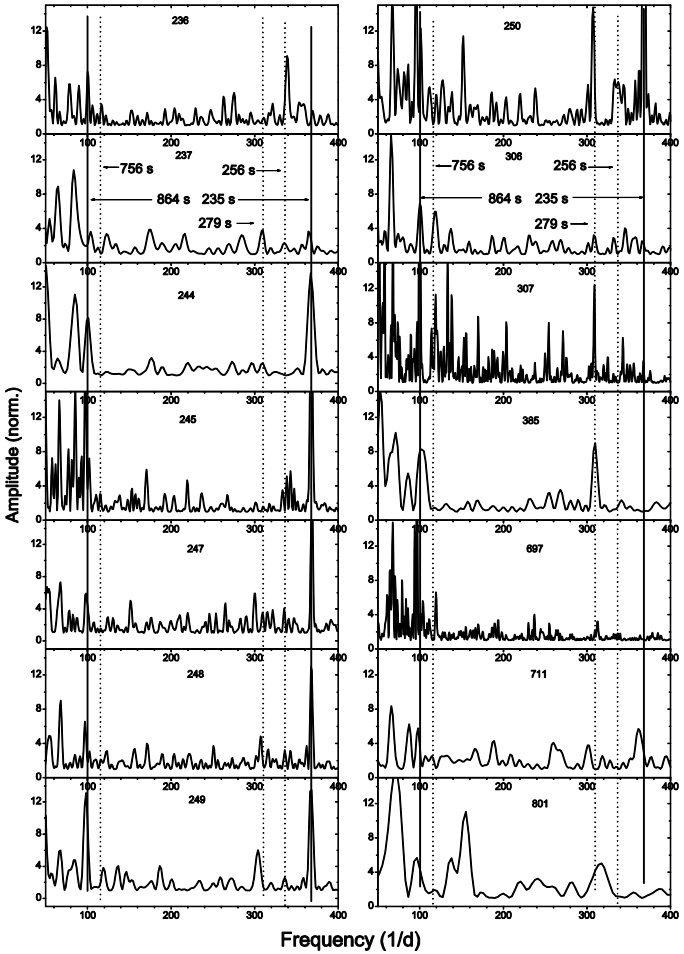
[1] В таблице приведено долевое по массе содержание химических элементов относительно доленого содержания того же химического элемента на Солнце.

Основные фотометрические и спектроскопические характеристики, которые были получены для новой N Mon 2012 представлены в таб. 1. Спектрофотометрические наблюдения исследуемой новой представлены на рис. 2.

Результаты опубликованы в журнале «Письма в Астрономический журнал», т. 40, с. 351-362, 2014.

Эволюция пульсаций белого карлика в системе карликовой новой EZ Lyn типа WZ Sge

(Е.П. Павленко, А.А. Сосновский)



Фурье периодграммы для 14-и ночей 2012—2014 гг.

Анализ четырнадцати периодограмм EZ Lyn по данным фотометрии **2012 – 2014** гг. (2 – 3.5 г. после вспышки 2010 г.), полученным в КрАО на ЗТШ, на 2-м телескопе обсерватории Терскол и на 1.5-м телескопе ТЮБИТАК выявил существование сигналов с периодами **279 сек, 256 сек, 235 сек и 864 сек.**

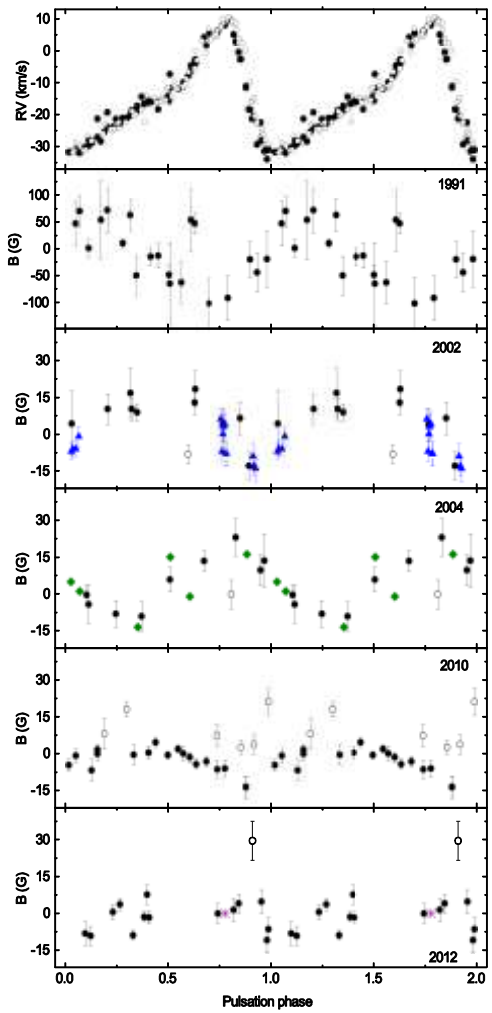
Мы интерпретировали их как независимые нерадиальные пульсации белого карлика, однако нельзя исключить также возможность, того, что линейная комбинация частот 100 циклов/сут. и гармоники орбитального периода могли образовать частоту 368 циклов/сут. (235 сек.). Сигнал на 864 сек. регистрировался как транзиентный в течение первого пребывания в полосе нестабильности после вспышки 2006 г. 256-сек. сигнал - это хорошо известная пульсация EZ Lyn, с которой она вступила в полосу нестабильности после вспышки 2010 г.

Сигналы на 279 сек. и 235 сек. обнаружены впервые.

Звёздный магнетизм

Спектрополяриметрическое исследование избранных холодных сверхгигантов

В. Бутковская, С. Плачинда, Д. Бакланова



Лучевые скорости и измеренное в разные годы продольное магнитное поле eta Aql, свернутое с фазами периода радиальных пульсаций 7.176726 дня

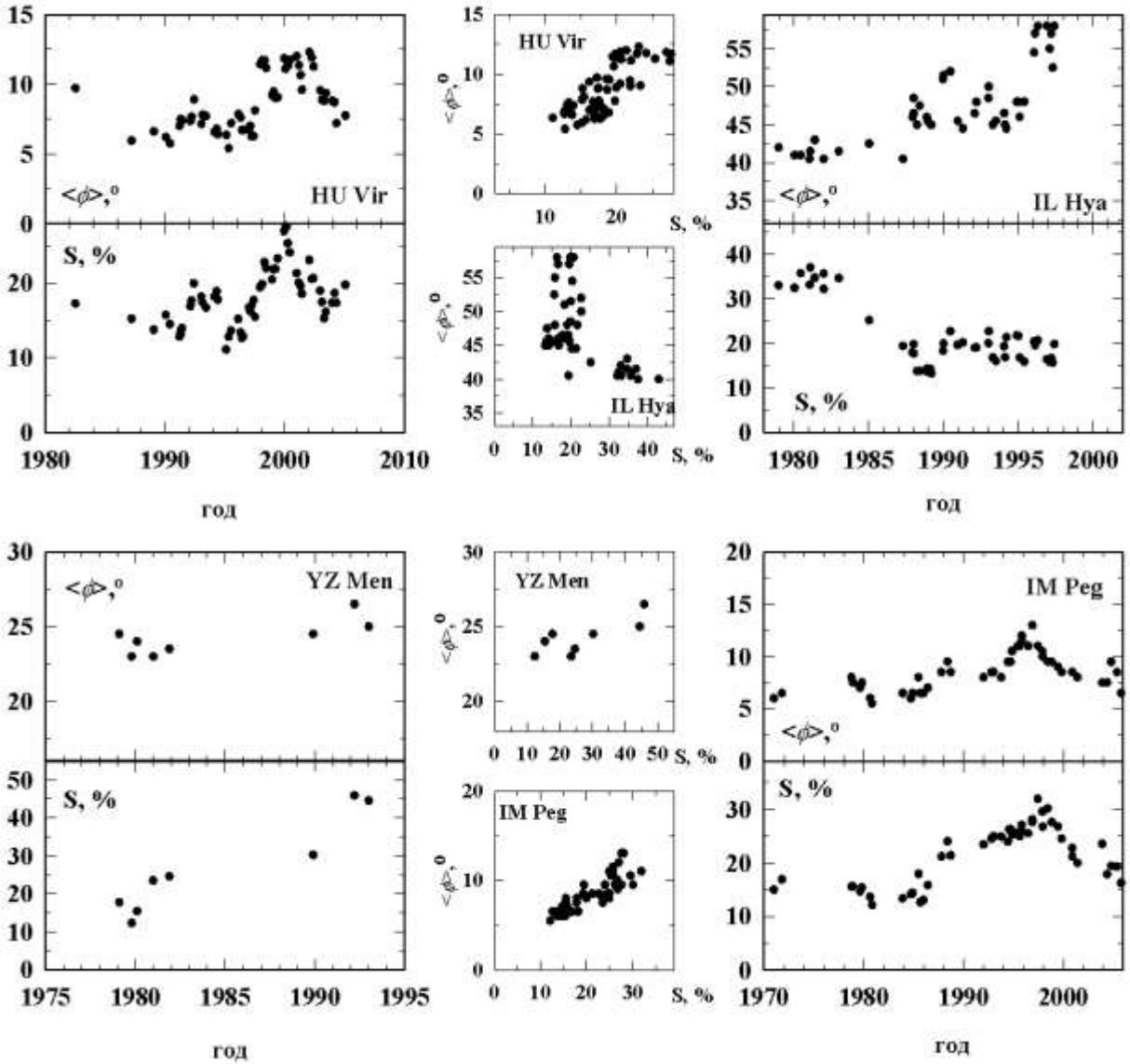
Конвективные сверхгиганты представляют хорошую возможность для исследования связи магнитного поля и эволюции звёзд. Результаты спектрополяриметрического изучения магнитного поля классических цефеид eta Aql и zet Gem позволяют предположить, что характер переменности магнитных полей этих звёзд нестабилен от года к году.
Амплитуда, среднее значение за пульсационный период (7.176726 дня), фазы максимума и минимума продольного поля eta Aql меняются от года к году (см. рисунок).

Продольное магнитное поле zet Gem в декабре 2002 – январе 2003 изменялось в диапазоне от -9 до +26 Гс. В декабре 2003 – марте 2004 – в диапазоне от 4 до 12 Гс. При этом в последний сет наблюдений среднее магнитное поле за 5 ночей составило 8.2 ± 1.6 Гс (отношение сигнал/шум = 5.1).

Результаты были представлены на IAU Symposium No. 307. New windows on massive stars: asteroseismology, interferometry, and spectropolarimetry, June 23-27, 2014, Geneva, Switzerland.

Изменения запятненности 16 систем типа RS CVn на долговременной шкале

И.Ю. Алексеев (КрАО), А.В. Кожевникова (АО УрФУ)



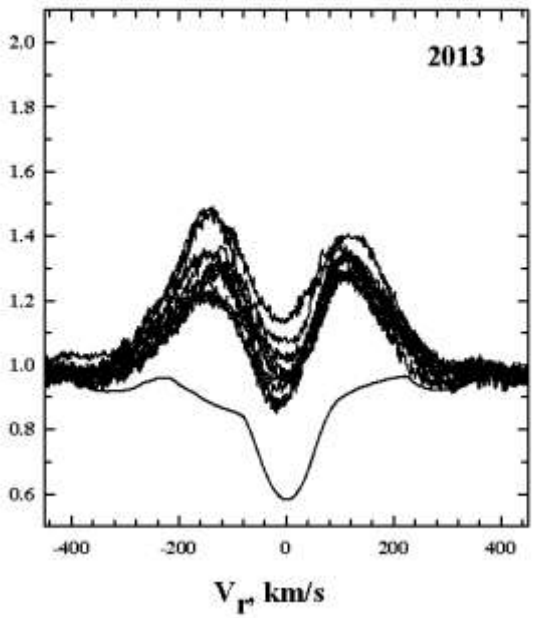
Для 16 активных систем типа RS CVn отмечены циклические изменения площади пятен S (в процентах поверхности звезды) и их средней широты <φ> (в градусах) от времени, аналогичные солнечному циклу Вольфа.

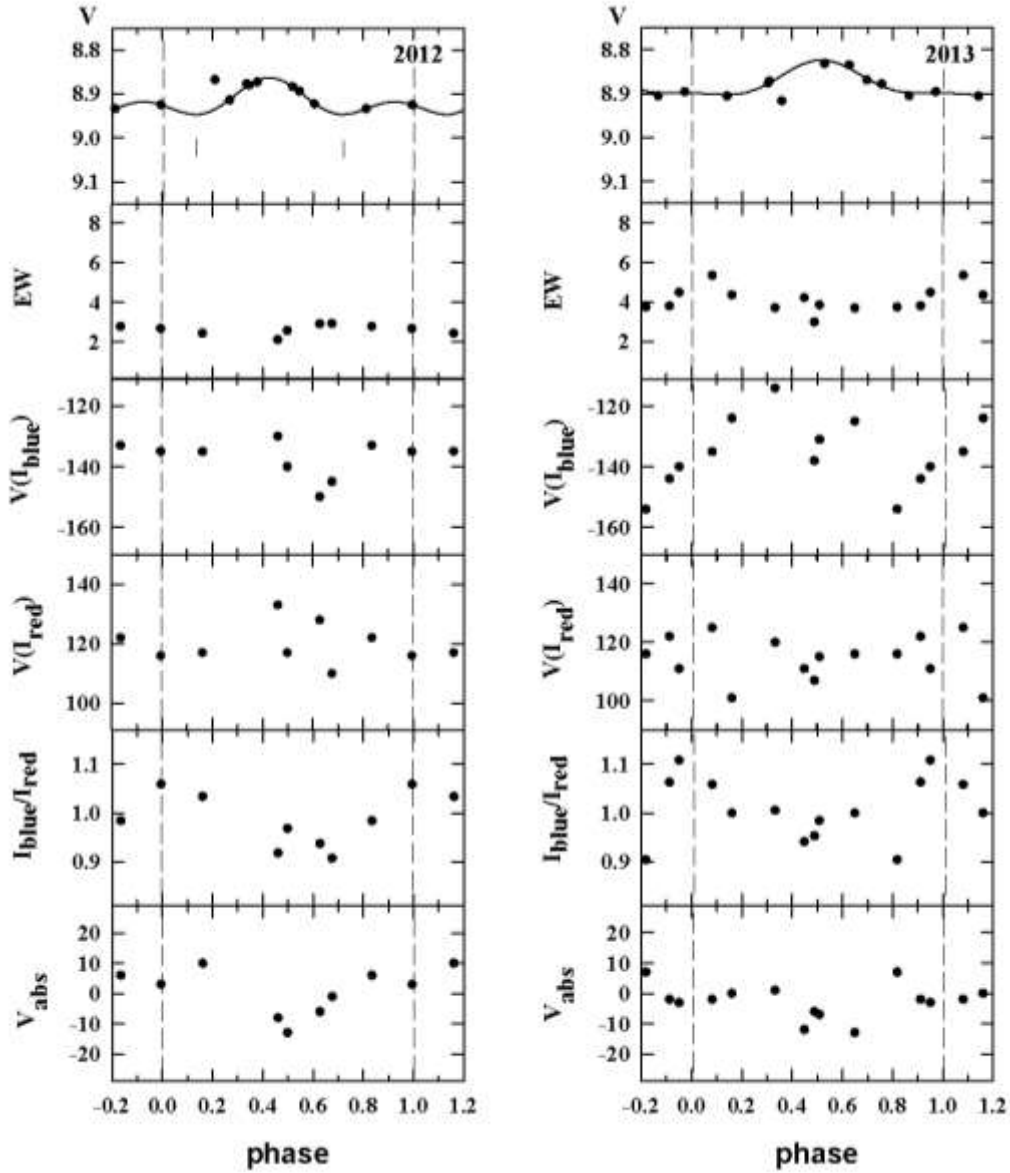
Линейная зависимость <φ> от S указывает на широтный дрейф пятен по мере развития и дифференциальное вращение звезды солнечного (IL Hya) или антисолнечного (HU Vir, IM Peg) типа.

Статья И.Ю. Алексеева (КрАО) и А.В. Кожевниковой (УрФУ) подготовлена для журнала Астрофизика.

Звёздный ветер, как ключ к пониманию спектральной активности переменной IN Com

О.В. Козлова, И.Ю. Алексеев





IN Com – известная звезда с пятенной активностью. Однако, форма профиля линии Hα и изменения ее параметров (эквивалентная ширина EW, лучевые скорости синего $V(I_{blue})$ и красного (I_{red}) компонентов, отношения интенсивностей компонентов и положения центральной абсорбции) с фазой вращения звезды не типичны для хромосферной активности, и указывает на присутствие около звезды горячего неоднородного по долготе диска.

Статья О.В. Козловой и И.Ю. Алексеева, представлена в A.N., 2014.