

ФИЗИКА ЗВЕЗД

STELLAR PHYSICS

ЗАМЕДЛЕНИЕ ОСТЫВАНИЯ
БЕЛЫХ КАРЛИКОВ
С СИЛЬНЫМИ МАГНИТНЫМИ ПОЛЯМИ

SLOWING-DOWN THE COOLING OF WHITE
DWARFS
WITH STRONG MAGNETIC FIELD

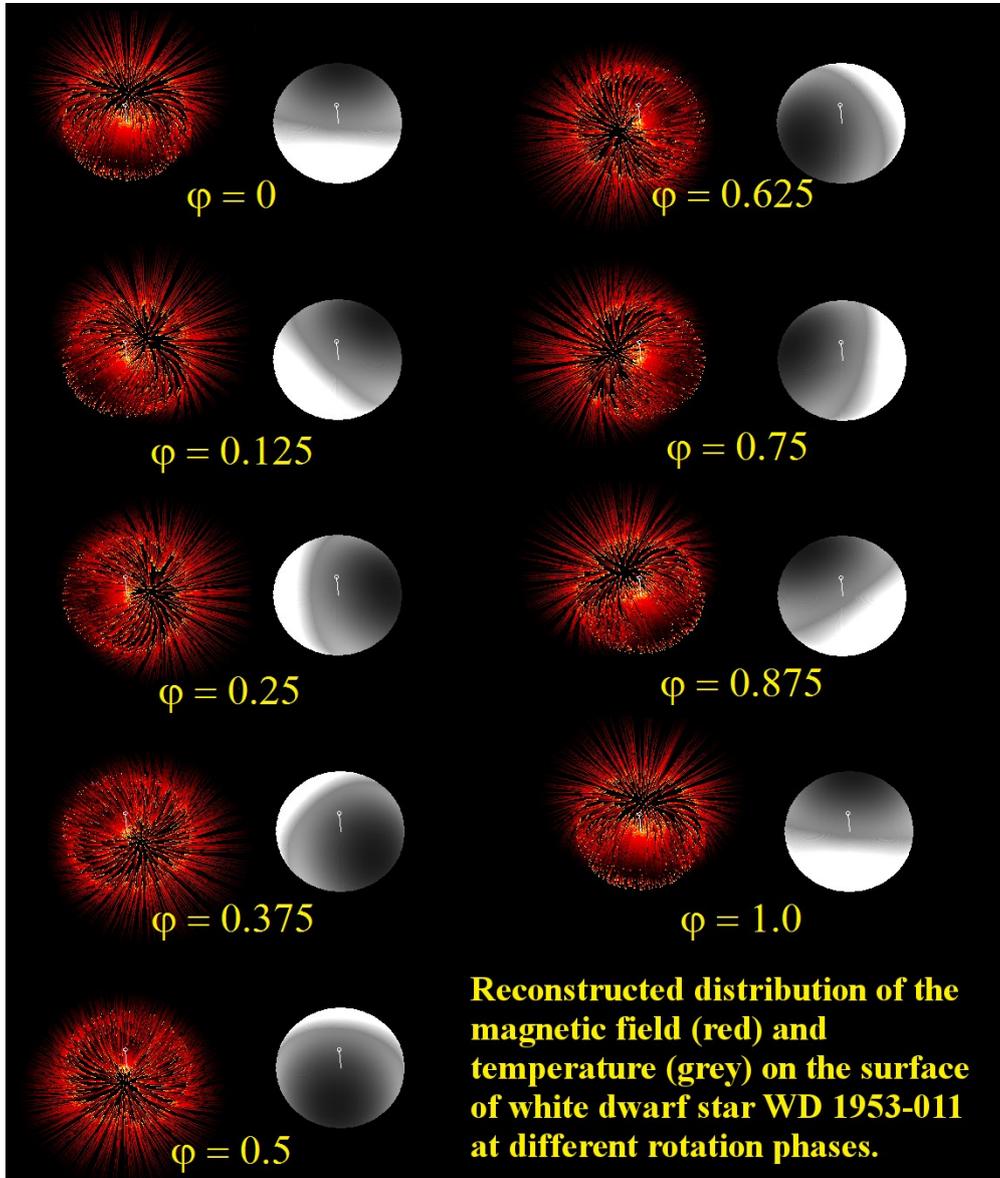


Рис. 30. Восстановленное распределение магнитного поля (красный цвет) и температуры (серый) по поверхности магнитного карлика WD 1953-011.

Fig. 30. Reconstructed distribution of the magnetic field (red) and temperature (grey) on the surface of the magnetic dwarf WD 1953-011.

С использованием БТА и других телескопов впервые получены детальные карты распределения магнитного поля и яркости/температуры (рис. 30) по поверхности холодного белого карлика WD1953-011, позволившие объяснить феномен, согласно которому экстремально сильные магнитные поля чаще встречаются у холодных (старых) белых карликов, чем у молодых. Из теоретического анализа карт

The detailed maps of distribution of the magnetic field and brightness/temperature (Fig. 30) over the surface of the cold white dwarf WD1953-011 were first obtained with BTA and other telescopes. They allowed us explaining the fact that extremely strong magnetic fields are found more often in cold (old) white dwarfs than in young ones.

From theoretical analysis of the maps it was concluded

сделан вывод о том, что сильные магнитные поля почти полностью останавливают конвективный вынос энергии из недр звезд такого типа к поверхности, существенно замедляя эволюционное остывание.

Показано, что магнитные белые карлики с наиболее сильными полями и температурами поверхностей менее 6000°K являются одними из самых старых объектов Галактики, которые произошли из реликтовых звезд промежуточных масс. Таким образом, холодные белые карлики являются объектами особого интереса, поскольку с их помощью можно изучать реликтовые процессы звездообразования в нашей Галактике.

Валявин Г.Г., Шуляк Д., Вейд Г.А., Антонюк К. Жариков С.В., Галазутдинов Г.А., Плачинда С., Багнуло С. Фокс-Мачадо Л., Альварес М., Кларк Д.М.; Лопец Д.М. Хириарт Д.; Хан И.; Жеон Я.-Б.; Зурита К.; Мухика Р. Буракова Т.; Сзейферт Т., Буренков А. Nature 515, 8 (2014).

that strong magnetic fields practically totally stops the carrying-out of energy from depths of stars of this type to the surface and considerably decelerates the evolutionary cooling. It is this deceleration which creates the observed excess.

It was shown that magnetic white dwarfs with the strongest fields and surface temperatures less than 6000°K are among the oldest observed stars in the Galaxy which originated from relic stars of intermediate masses.

Thus, the cold white dwarfs are the objects of special interest because they can be used in the study of relic processes of star formation in our Galaxy.

Valyavin G.G., Shulyak D., Wade G.A., Antonyuk K., Zharikov S.V., Galazutdinov G.A., Plachinda S., Bagnulo S., Fox-Machado L., Alvarez M., Clark D.M.; Lopez J.M.; Hiriart D.; Han I.; Jeon Y.-B.; Zurita C.; Mujica R.; Burlakova T.; Szeifert T.; Burenkov A. Nature 515, 88 (2014).

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА СВЕРХКРИТИЧЕСКОЙ АККРЕЦИИ В SS 433

EVIDENCES OF SUPERCRITICAL ACCRETION IN SS 433

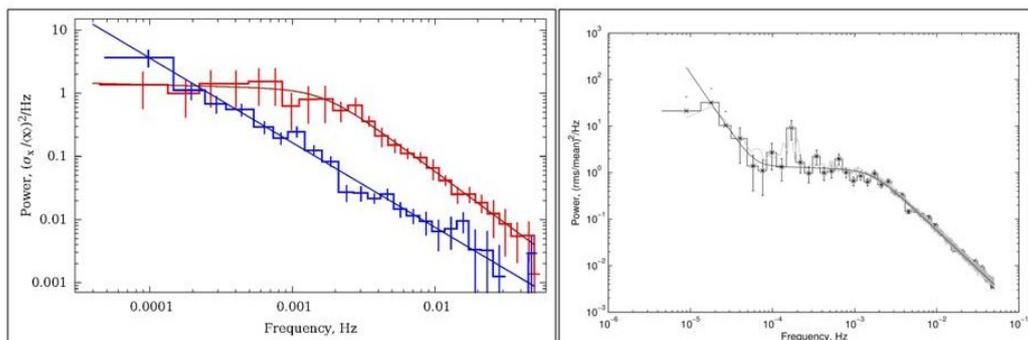


Рис. 31. Слева – спектры мощности рентгеновского излучения в диапазоне 2–20 кэВ для разных ориентаций аккреционного диска и ветрового канала: максимальное раскрытие диска в сторону наблюдателя (красный) и диск с ребра (синий). Справа – рентгеновский спектр мощности, полученный за несколько дней наблюдений. Крестики – наблюдения, серая линия – модель с учетом реальной скважности наблюдений, сплошная линия – изначальная модель.

Fig. 31. Left – the power spectra of X-ray emission in the range 2–20 keV for different orientations of the accretion disk and wind channel: the maximum opening of the disk to the observer direction (red) and the edge-on disk (blue). Right – the X-ray power spectrum obtained during several days of observations. The crosses denote observations, the grey line is the model with account for real observational duty cycle, the solid line is the initial model.

По быстрой стохастической переменности блеска уникального объекта SS 433 в рентгеновском (спутник RXTE) и оптическом (БТА) диапазонах найдены доказательства сверхкритического режима аккреции вещества на черную дыру в этой двойной системе (Отчет САО РАН 2013, с. 58–60).

Показано, что в структуре аккреционного диска SS 433 существует канал, и жесткое рентгеновское излучение отражается, а оптическое переизлучается на стенках канала (рис. 31, слева). Мягкое рентгеновское излучение, формируемое в релятивистских струях, запаздывает на 50 сек., так как струи, движущиеся со скоростью 0.25 с, появляются из-за края канала позже, чем отраженный от стенок свет.

In the course of studying the fast stochastic brightness variability of the unique object SS 433 in X-ray (the satellite RXTE) and optical (BTA) ranges the evidences were found for supercritical mode of matter accretion onto the black hole in this binary system (SAO RAS Report 2013, pp 58–60).

It was shown that there is a channel in the structure of the SS 433 accretion disk; the hard X-ray emission is reflected and the optical emission is reradiated on walls of this channel (Fig. 31, left).

The soft X-ray emission generated in relativistic jets is 50 seconds late because the jets moving at a velocity of 0.25 velocity of light appear from behind the channel edge later than the light reflected from the walls.

В рентгеновском спектре мощности SS 433 обнаружен плоский участок (рис. 31, справа), связанный с резким изменением толщины аккреционного диска на радиусе его сферизации.
Атапин К.Е., Фабрика С.Н., Медведев А., Винокуров А.С.

In the X-ray power spectrum of SS 433 we detected a flat area (Fig. 31, right) connected with a sharp change of the accretion disk width on the radius of its curvature.
Atapin K.E., Fabrika S.N., Medvedev A.S., Vinokurov A.S.

ВЗРЫВ ЗВЕЗДЫ ТИПА LBV В ГАЛАКТИКЕ UGC 8246

EXPLOSION OF A LBV TYPE STAR IN THE GALAXY UGC 8246

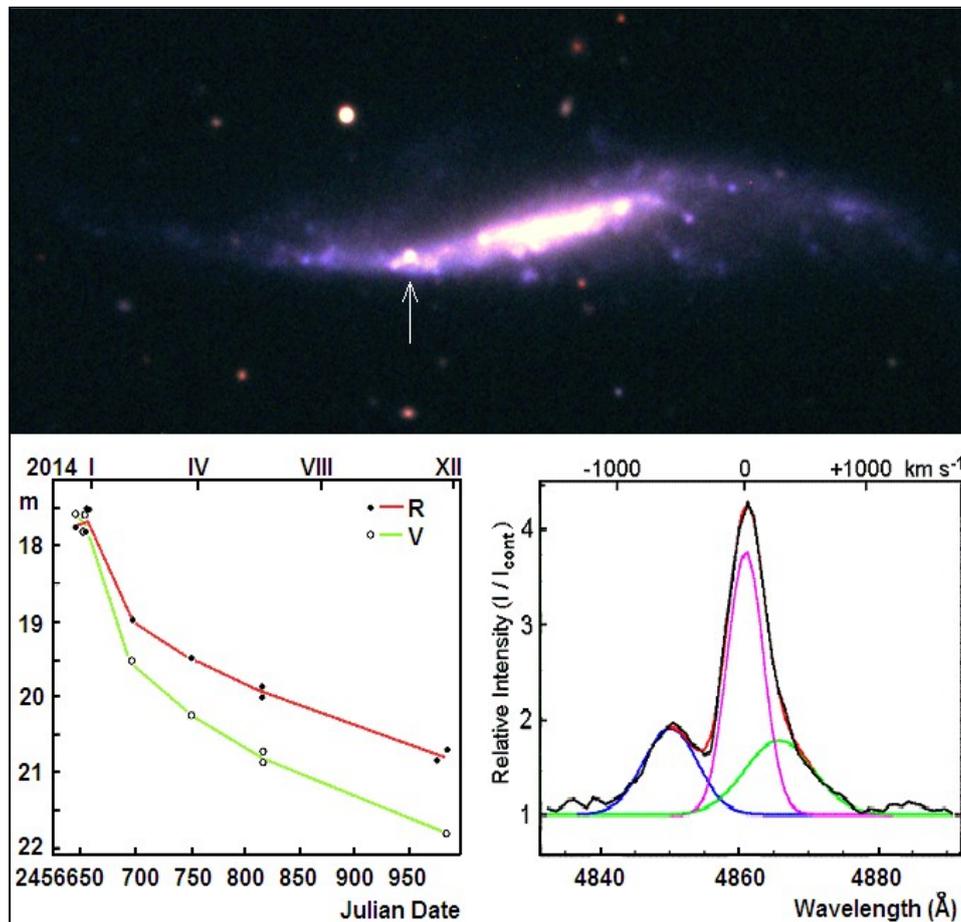


Рис. 32. Вверху: изображение галактики UGC 8246 в фильтрах B, V и R размером 4'×2' (BTA/SCORPIO), стрелкой указан транзиент PSN J13100734+3410514. Внизу: слева – кривые блеска транзиента в фильтрах V и R_C (Цейсс-1000); справа – профиль эмиссии H β (черная линия) в спектре (08.02.2014 г.) с разрешением 5.4Å. Гауссовы компоненты показаны синим, розовым и зеленым цветами. Суммарный профиль представлен красной линией.

Fig. 32. Top: the BTA (SCORPIO) 4'×2' image of the galaxy UGC 8246 in the filters B, V, R. The arrow points to the transient PSN J13100734+3410514. Bottom: left – the transient light curves in the filters V and R_C (Zeiss-1000); right – the H β emission profile (the black line) in the spectrum of 08.02.2014 with the resolution 5.4Å.

Получены спектры (BTA/SCORPIO) красного транзиента промежуточной светимости PSN J13100734+3410514 и проведена его многоцветная фотометрия (Цейсс-1000). Транзиент был открыт в конце декабря 2013 г. в галактике UGC 8246. Он появился в окрестностях области активного звездообразования и ионизации водорода H II (рис. 32, вверху). Звезду отождествили как импостор сверхновой. Кривая блеска (рис. 32, внизу слева) похожа на кривые блеска SN I. Спектры показали сложные тройные профили в эмиссионных

BTA/SCORPIO spectra of the intermediate-luminosity red transient PSN J13100734+3410514 were obtained. Its multicolor photometry (Zeiss-1000) was carried out. The transient was discovered at the end of December 2013 in the galaxy UGC 8246.

It appeared in vicinity of a region of active star formation and ionization of hydrogen H II (Fig. 32, top). The star was identified as an impostor of a supernova. The obtained light curve (Fig. 34 bottom left) is similar to SN I light curves.

The spectra showed complicated triple profiles in the

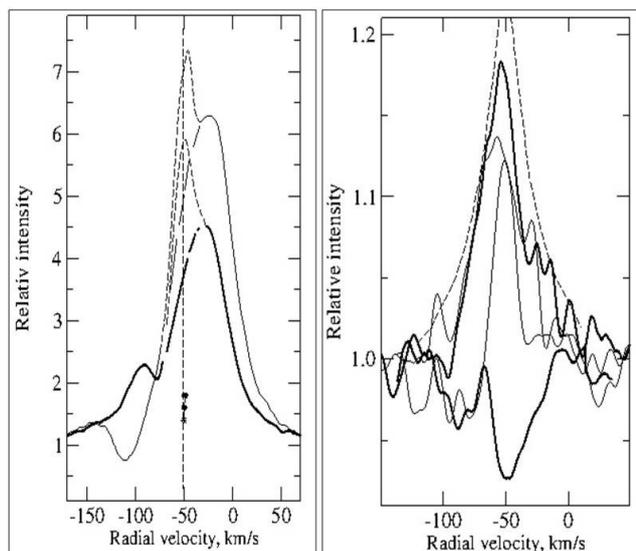
линиях H α и H β (рис. 33, внизу справа).

Узкий главный компонент профилей интерпретирован как излучение ионизованной протяженной газовой оболочки, сформированной до взрыва звездным ветром от предшественника импостора. Два других слабых компонента объяснены как излучение биполярного выброса со скоростью 660 км/с. В профилях линий водорода обнаружены изменения скоростей газа, которые связаны со световым эхом вспышки в окружающей среде. Спектры содержат эмиссии He I, Na I, Mg I и многочисленные эмиссии Fe II, сильнеешие из которых с P Cyg-профилями. Из анализа наблюдательных характеристик, присущих LBV-звездам, следует, что транзист в UGC 8246 был большим взрывом массивной звезды типа LBV.

Барсукова Е.А., Валева А.Ф., Кайсин С.С., Горанский В.П. Переменные звезды 34, No. 4 (2014).

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННОСТИ СПЕКТРА ВЫСОКОШИРОТНОГО ИК-ИСТОЧНИКА IRAS01005+7910

Выполнен мониторинг (2002-2013 гг.) с высоким спектральным разрешением (БТА/НЭС) объекта IRAS 01005+7910, переменность оптического спектра которого обнаружена Клочковой и др. (2002).



Определены спектральный класс звезды, $B1.5 \pm 0.3$, фундаментальные параметры ($\log L/L_{\odot} = 3.6$, $T_{\text{eff}} = 21500^{\circ}\text{K}$) и химический состав ее атмосферы ($\text{Fe}/\text{H} = -0.3$, $\text{C}/\text{O} > 1$). Отождествлены абсорбции, формирующиеся в близфотосферных слоях, узкие оболочечные эмиссии и эмиссионно-абсорбционные профили, формирующиеся в переходных от фотосферы к оболочке областях (ветер), рассмотрена переменность их профилей (рис. 33) и лучевой

emission lines H α and H β (Fig. 32, bottom right).

A narrow main component of the profiles was interpreted as emission of an ionized extended gas envelope formed before explosion by stellar wind from an impostor precursor.

Two other weaker components were explained as emission of a bipolar jet at a velocity of 660 km/s. In the hydrogen line profiles the changes of gas velocity were detected, which are connected with the light echo of burst in ambient environment.

The spectra contain the emissions He I, Na I, Mg I and multiple emissions Fe II, the strongest ones of them being of the P Cyg profile. From analysis of totality of observational characteristics typical for LBV stars it follows that the transient in UGC 8246 was a big explosion of a massive LBV-type star.

Barsukova E.A., Valeev A.F., Kaisin S.S., Goransky V.P. Variable stars 34, No. 4 (2014).

STUDY OF SPECTRUM VARIABILITY OF THE HIGH-LATITUDE INFRARED SOURCE IRAS01005+7910

The spectral monitoring (2002-2013) of the object IRAS 01005+7910 was fulfilled with a high spectral resolution (BTA/NES). Variability of its optical spectrum was discovered by Klochkova et al. (2002).

Рис. 33. Вариации профилей линий в спектрах IRAS 01005+7910. Вертикальная штриховая – скорость по запрещенным эмиссиям. Слева: профили H α (тонкая линия – 9.03.2004, жирная – 18.01.2005); штрихи – оболочечные эмиссии. Справа: профили SiII, жирные линии – эмиссия SiII 6347 Å и среднее из эмиссионно-абсорбционных профилей SiII 4128 и 4130 Å за 29.05.13. Тонкие линии – профили SiII 6347 Å: слева 15.11.05, справа 13.04.03. Штриховая линия – наружная огибающая набора всех профилей SiII 5979 Å.

Fig. 33. Variations of profiles of lines in spectra of IRAS 01005+7910. The vertical dashed line is the velocity determined by forbidden emissions. Left: the H α profiles (the thin line – 9.03.2004, the thick line – 18.01.2005); the dashed lines are the envelope emissions. Right: the SiII profiles, the thick lines – the emission SiII 6347 Å and the average of the emission-absorption profiles SiII 4128 and 4130 Å on 29.05.13. The thin lines are the SiII 6347 Å profiles: the left for 15.11.05, the right for 13.04.03. The dashed line is the external envelope of the set of all SiII 5979 Å profiles.

We determined the spectral class of the star as $B1.5 \pm 0.3$, fundamental parameters ($\log L/L_{\odot} = 3.6$, $T_{\text{eff}} = 21500^{\circ}\text{K}$) and chemical composition of its atmosphere ($\text{Fe}/\text{H} = -0.3$, $\text{C}/\text{O} > 1$). We identified absorptions generated in near-photosphere layers, narrow emissions of envelope and emission-absorption profiles formed in regions which are transitional from photosphere to envelope (the wind). Variability of their profiles (Fig. 33) and radial velocities were considered.

скорости. По положению симметричных и стабильных профилей запрещенных эмиссий [NI], [NII], [OI], [SII] и [FeII] определена системная скорость $V_{\text{sys}} = -50.5$ км/с.

Присутствие запрещенных эмиссий [NII] и [SII] указывает на начало ионизации околозвездной оболочки и близость стадии планетарной туманности. Диапазон различий лучевой скорости V_r по ядрам линий, 34 км/с, частично вызван деформациями профилей переменными эмиссиями. Перепад V_r по крыльям линий меньше, 23 км/с, и может быть следствием пульсаций или/и скрытой двойственности звезды.

Деформации профилей абсорбционно-эмиссионных линий связаны с изменениями их абсорбционных составляющих из-за вариаций геометрии и кинематики в основании ветра. Линия H α имеет ветровые профили типа PCyг III. Отклонения ветра от сферической симметрии невелики. Относительно низкая скорость ветра (27-74 км/с) и большая интенсивность длинноволновой эмиссии характерны не для классических сверхгигантов, а для гипергигантов.

IRAS01005+7910 – пример спектральной мимикрии маломассивной post-AGB звезды под массивный гипергигант.

Клочкова В.Г., Ченцов Е.Л., Панчук В.Е., Сендзикас Е.Г., Юшкин М.В. Астрофизический бюллетень 69, 439, (2014).

ПРОЯВЛЕНИЯ ОКОЛОЗВЕЗДНЫХ ОБОЛОЧЕК В СПЕКТРАХ ПРОЭВОЛЮЦИОНИРОВАВШИХ ЗВЕЗД

Проанализированы особенности спектров выборки post-AGB (асимптотическая ветвь гигантов) звезд, в атмосферах которых выявлены избытки углерода и тяжелых металлов, а их околозвездные оболочки имеют сложную морфологию и, как правило, обогащены углеродом, что проявляется в присутствии в ИК-, радио- и оптических спектрах полос углеродосодержащих молекул.

Сделан вывод о том, что peculiarity профилей линий (наличие эмиссионного компонента в линиях дублета D NaI, характер молекулярных деталей, асимметрия и расщепление профилей сильных абсорбций с низким потенциалом возбуждения нижнего уровня) связаны с кинематическими и химическими свойствами околозвездной оболочки и ее морфологией. Основными факторами, влияющими на тип профиля H α и его переменность, являются темп потери вещества, скорость звездного ветра, кинематика и оптическая толщина оболочки.

Качество спектров (БТА/НЭС) позволило также обнаружить для двух из этих родственных звезд оболочечные абсорбции, аналогичные широким диффузным полосам, существование которых в околозвездной среде было подвержено сомнениям на основании менее надежных наблюдательных данных (Luna et al., 2008, A&A, 480, 133).

Клочкова В.Г. Астрофиз. бюллетень 69, 297 (2014).

From positions of symmetric and stable profiles of the forbidden emissions NI], [NII], [OI], [SII] and [FeII] the system velocity was determined as $V_{\text{sys}} = -50.5$ km/s.

The presence of forbidden emissions [NII] and [SII] is indicative of the beginning of ionization of the near-stellar envelope and proximity of the planetary nebula stage. The range of differences in radial velocity V_r by line centers, 34 km/s, is partially caused by deformations of profiles by variable emissions.

The drop of V_r by line wings is less, 23 km/s; it can result from pulsations or/and hidden duplicity of the star.

Deformations of absorption-emission line profiles are related with changes in their absorption components due to variations in geometry and kinematics of the wind base. The H α line has the wind profiles of the PCyг III type. The deviation of wind from spherical symmetry is not large. The relatively low wind velocity (27-74 km/s) and large intensity of the long-wavelength emission are typical not for classical super giants, but for hyper giants.

IRAS01005+7910 is an example of the spectral mimicry of a low-massive post-AGN star to a massive super giant.

Klochkova V.G., Chentsov E.L., Panchuk V.E., Sendzikas E.G., Yushkin M.V. Astrophysical Bulletin 69, 439 (2014).

MANIFESTATIONS OF CIRCUMSTELLAR ENVELOPES IN SPECTRA OF EVOLVED STARS

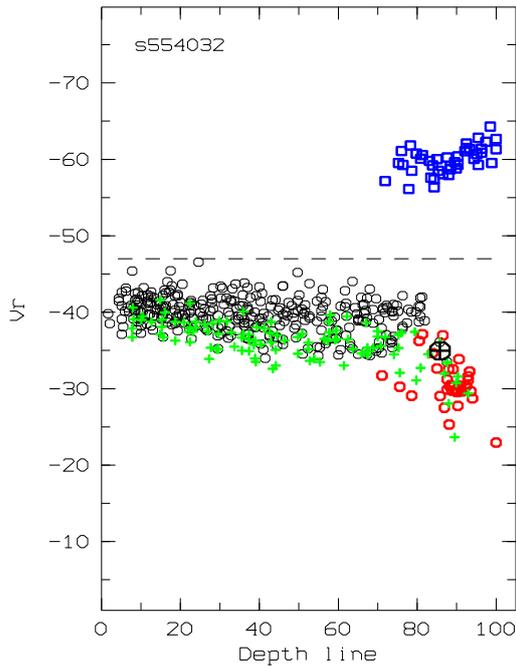
We analyzed the features of spectra the sample of post-AGB (Asymptotic Giant Branch) stars in whose atmospheres the excess of carbon and heavy metals were revealed and the morphology of their circumstellar envelopes is complicated and, as a rule, carbon-rich, which manifests itself as bands of carbon-contained molecules in IR, radio and optical spectra.

It was concluded that peculiarities of the line profiles (the presence of an emission component in lines of the doublet D NaI, the character of molecule details, asymmetry and splitting of profiles of strong absorptions with a low potential of excitation of the lower level) are related with kinematic and chemical properties of the circumstellar envelope and its morphology. The basic factors influencing the H α profile type and variability are the matter loss rate, velocity of the stellar wind, kinematics and optical depth of the envelope.

The high quality of BTA/NES spectra allowed us also detecting envelope absorptions (for two of these related stars) analogous to DIBs (Diffuse Interstellar Band) whose existence in the circumstellar environment is doubtful by virtue of less reliable observational data (Luna et al., 2008, A&A, 480, 133).

Klochkova V.G. Astrophys. Bulletin 69, 279 (2014).

**РЕЗУЛЬТАТЫ СПЕКТРАЛЬНОГО
МОНИТОРИНГА ГИПЕРГИГАНТА ρ Cas**



**RESULTS OF THE SPECTRAL MONITORING
OF THE HYPERGIANT ρ Cas**

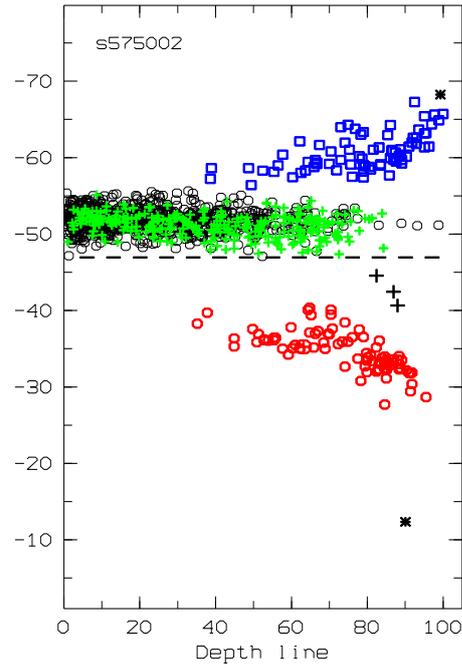


Рис. 34. Зависимость лучевой скорости V_r от глубины ядра линии в спектре ρ Cas для 2-х моментов наблюдений. Черные кружки – линии нейтральных атомов, зеленые крестики – линии ионов, синие квадраты и красные кружки – коротковолновые и длинноволновые компоненты расщепленных поглощений низкого возбуждения. Звездочка – компоненты D-линий NaI, черные крестики – ядра поглощений HI.

Fig. 34. Relation between the radial velocity V_r and the depth of the line nucleus in spectrum of ρ Cas for two moments of observations. The black circles are the lines of neutral atoms, the green crosses are the lines of ions, the blue squares and red circles are short-wave and long-wave components of split absorptions of low excitation. The asterisks are components of the D-lines NaI, the black crosses are the nuclei of HI absorptions.

При мониторинге с высоким спектральным разрешением желтого гипергиганта ρ Cas (БТА/НЭС, 2007-2011 г.г.) впервые обнаружена стратификация скоростей в его атмосфере, проявляющаяся в различии на 3-4 км/с скоростей, измеренных по абсорбциям нейтральных атомов и ионов (рис. 34).

Показано, что длинноволновый компонент расщепленных абсорбций BaII, SrII, TiII и других сильных линий с низким потенциалом возбуждения нижнего уровня искажен стационарно расположенной эмиссией. Коротковолновые компоненты формируются в оболочке, где формируются линии молекулы CO, один из компонентов D-линий дублета NaI и эмиссионный компонент ионов FeII 6369.46 и 6432.68 Å. Лучевая скорость по симметричным абсорбциям металлов меняется со временем с амплитудой около 7 км/с относительно системной скорости $V_{sys} = -47$ км/с вследствие пульсаций близфотосферных слоев атмосферы. Атмосфера гипергиганта нестабильна на всем протяжении, начиная от глубоких прифотосферных слоев до зон, примыкающих к оболочке.

Клочкова В.Г., Панчук В.Е., Таволжанская Н.С., Усенко И.А. *Астрономический журнал* **91**, 153 (2014).

In the monitoring of the yellow hypergiant ρ Cas (BTA/NES, 2007-2011) with high resolution spectra the stratification of velocities in its atmosphere was first detected, which manifests itself as a difference of velocities by 3-4 km/s measured by absorptions of neutral atoms and ions (Fig. 34).

It was shown that the long-wave component of the split absorptions BaII, SrII, TiII and other strong lines with low potential is distorted by a stationary-located emission.

The short-wave components are formed in the envelope where the lines of the molecule CO, one of the components of D-lines of the doublet NaI and the emission component of the ions FeII 6369.46 and 6432.68 Å are formed. The radial velocity deduced from symmetric absorptions of metals changes with time with the amplitude about 7 km/s with respect to the system velocity $V_{sys} = -47$ km/s due to pulsations of near-photosphere layers of atmosphere. The atmosphere of the hypergiant is unstable all the way from the deep near-photosphere layers to the zones adjoining the envelope.

Klochkova V.G., Panchuk V.E., Tavolzhanskaya N.S., Usenko I.A. *Astronomy Reports* **58**, 101 (2014).

МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРОВ О–СВЕРХГИГАНТОВ

Из 18 обнаруженных в Галактике Ofc-звезд, в спектрах которых эмиссионные линии CIII 4647, 4650, 4652Å сравнимы по интенсивности с линиями NIII 4634, 4640, 4642Å, 4 звезды находятся в ассоциации Cyg OB2. Рассчитаны теоретические спектры (Отчет САО РАН 2013, с. 55) двух из этих звезд Cyg OB2 #9 (O4.5 Ifc) и Cyg OB2 #11 (O5.5 Ifc). Отношение He/H≈0.1 в их атмосферах в пределах ошибок равно первичному содержанию гелия в окружающей среде.

MODELLING O-SUPERGIANTS SPECTRA

From 18 Ofc stars detected in the Galaxy, in whose spectra the emission lines CIII 4647, 4650, 4652Å are comparable in intensity with the lines NIII 4634, 4640, 4642Å, 4 stars are in the association Cyg OB2. The theoretical spectra (SAO RAS Report 2013, p. 55) of two of these stars – Cyg OB2 #9 (O4.5 Ifc) and Cyg OB2 #11 (O5.5 Ifc) – were calculated. The ratio He/H≈0.1 in their atmospheres within the errors is equal to the initial helium content in the surrounding environment.

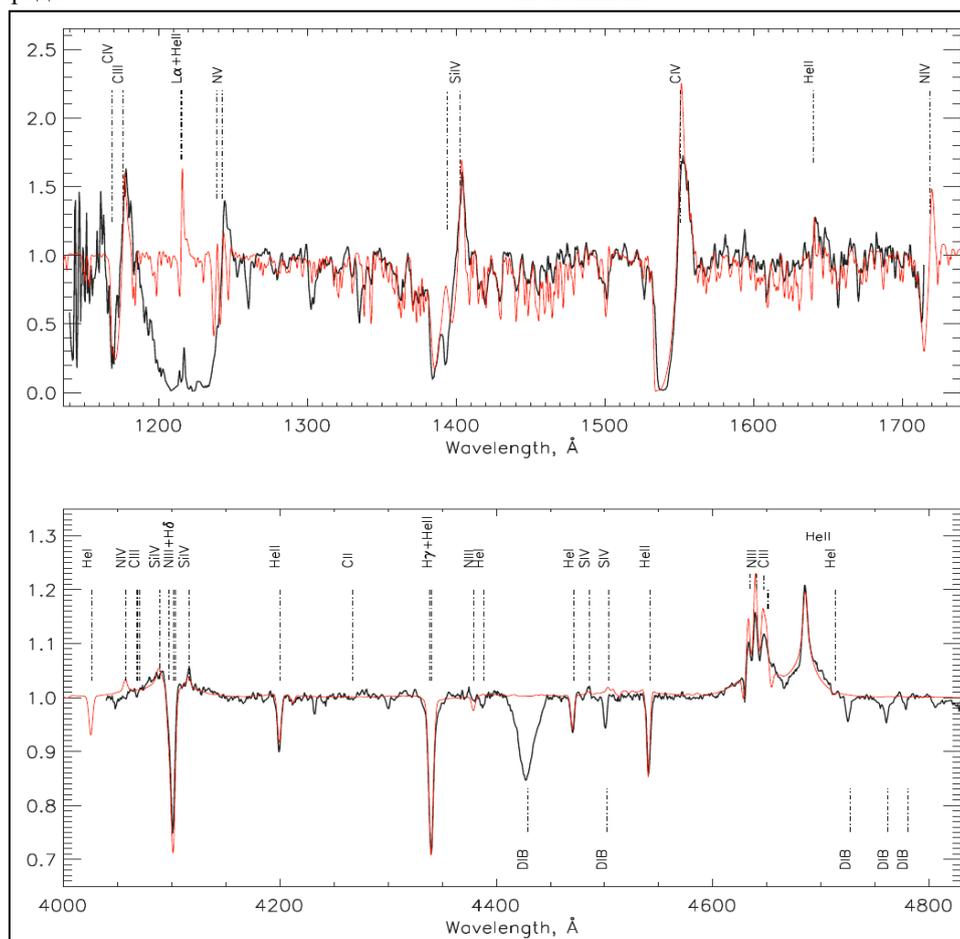


Рис. 35. Сравнение спектра (4.2 м телескоп им. Вильяма Гершеля, WHT) звезды Cyg OB2 #11 (O5.5 Ifc) с модельным спектром, рассчитанным с помощью кода CMFGEN.

Fig. 35. Comparison of the spectrum (the 4.2-m William Herschel telescope, WHT) of the star Cyg OB2 #11 (O5.5 Ifc) with the model spectrum calculated with the CMFGEN code.

Сопоставление наблюдаемого спектра, полученного с помощью 4.2-м телескопа В. Гершеля (WHT) и теоретического спектров для звезды Cyg OB2 #11 показано на рисунке 35. Доля He не изменилась за время жизни Cyg OB2 #9 и #11. В Cyg OB2 #11 доля азота ниже, чем в атмосферах «нормальных» O-звезд, а содержание углерода примерно солнечное. У Cyg OB2 #9 доля азота выше, чем у #11, а углерода — ниже. Звезда #9 ближе к «нормальным» O-звездам, чем звезда #11. Вероятно,

Comparison of the spectra observed with the 4.2 m William Herschel Telescope (WHT) and theoretical spectra for the star Cyg OB2 #11 is shown in Fig. 35. The He portion did not change during the life time of Cyg OB2 #9 and #11. In Cyg OB2 #11 the nitrogen portion is lower than that in atmospheres of «normal» O stars, and the carbon content is approximately the solar one. In Cyg OB2 #9 the nitrogen portion is higher than in #11, and the carbon portion is lower. The star #9 is closer to «normal» O stars than #11. It is probable that

в атмосферах Ofc-звезд не работает механизм перемешивания, который необходим для выноса продуктов CNO-цикла из ядра на поверхность.

Марьева О.В., Жучков Р., Малоголовец Е. Publications of the Astronomical Society of Australia 31, e020 (2014).

**ОТКРЫТИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
НОВОГО ПОЛЯРА USNO-A2.0 0825-18396733**

Проведен анализ фотометрических, спектральных и поляриметрических данных (БТА/SCORPIO, Цейсс-1000) для переменной звезды USNO-A2.0 0825-18396733. Обнаружено, что объект имеет избыток блеска в красном диапазоне ($R_c-V = 1^m$) и особенности в спектре – наличие красного континуума с наложением сильных эмиссионных линий водорода, линии гелия HeII 4686 Å, слабых линий нейтрального гелия и тяжелых элементов, которые указывают на присутствие в системе белого и красного карликов.

in atmospheres of Ofc stars the mechanism of mixing, which is necessary for removal of products of the CNO cycle from the nucleus to the surface of a star does not operate.

Marieva O.V., Zhuchkov R., Malogolovets E. Publications of the Astronomical Society of Australia 31, e020 (2014).

**DISCOVERY AND STUDY OF A NEW POLAR
USNO-A2.0 0825-18396733**

The analysis of photometric, spectral and polarimetric BTA/SCORPIO, Zeiss-1000 data for the variable star USNO-A2.0 0825-18396733 was finished. It was detected that the object has an excessive luminosity in the red range ($R_c-V = 1^m$) and peculiarities in spectrum – the presence of red continuum with superposition of strong emission lines of hydrogen, the line of helium HeII 4686 Å, weak lines of neutral helium and heavy elements, which are indicative of a white and red dwarfs in the system.

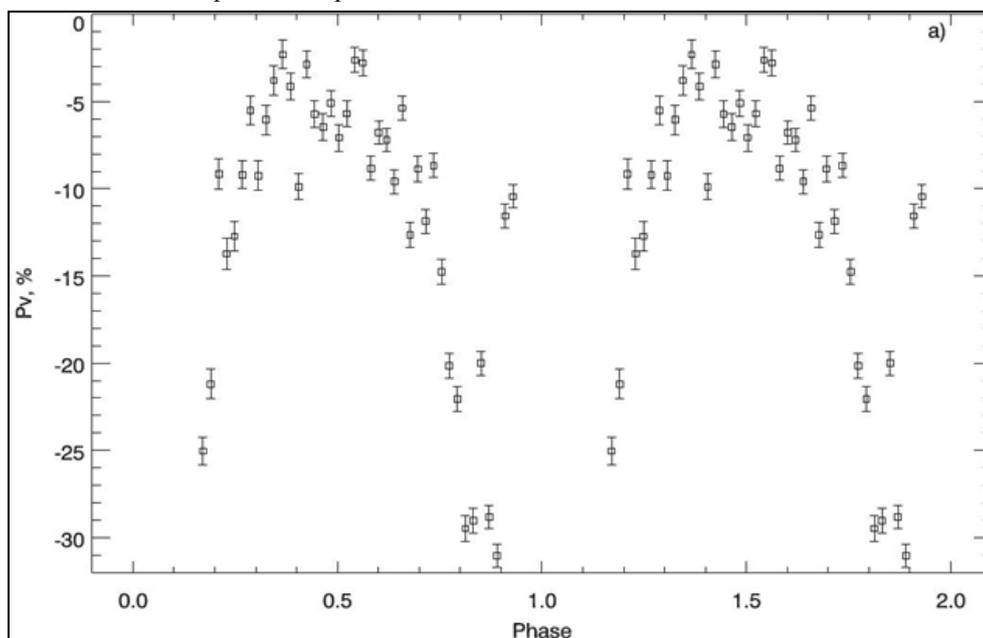


Рис. 36. Свертка поляризационных данных с фазой орбитального периода.

Fig. 36. Convolution of polarization data with the phase of orbital period.

Доплеровские карты, построенные по линиям водорода и ионизованного гелия, показали, что область формирования линий локализована вблизи внутренней точки Лагранжа и связана с аккрецирующей колонной. Из данных следует, что в системе происходит частное затмение белого карлика. Массы компонентов системы находятся в интервале 0.71-0.78 M_{\odot} (белый карлик) и 0.18-0.20 M_{\odot} (красный карлик).

Дополнительные фотометрические наблюдения (рис. 36) позволили уточнить орбитальный период системы ($P = 0.^d08481$) и найти указания на сильную собственную переменность объекта.

Измерения круговой поляризации

The Doppler maps built from the lines of hydrogen and ionized helium showed that the line formation region is localized inside the inner Lagrange point and is connected with an accreting column.

It also follows from data that a partial eclipse of the white dwarf occurs in the system.

The masses of system components are within the interval 0.71-0.78 M_{\odot} (the white dwarf) and 0.18-0.20 M_{\odot} (the red dwarf).

Additional photometric observations (Fig. 36) allowed us specifying the orbital period of the system ($P = 0.^d08481$) and determining indications of strong proper variability of the object.

Circular polarization measurements

(БТА/SCORPIO2) показали, что она достигает 30%. В системе имеет место аккреция вещества на один из полюсов, что позволяет сделать вывод об открытии нового полюса.

Габдеев М.М., Борисов Н.В., Афанасьев В.Л., Шиманский В.В., Спиридонова О.И.

ПОИСК ОДИНОЧНЫХ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ОБЪЕКТОВ

Продолжена работа по поиску одиночных черных дыр (ЧД) путем исследования одиночных пульсаров, которые в прошлом могли входить с ЧД в состав двойных систем (Отчет САО РАН 2009, с. 53-54).

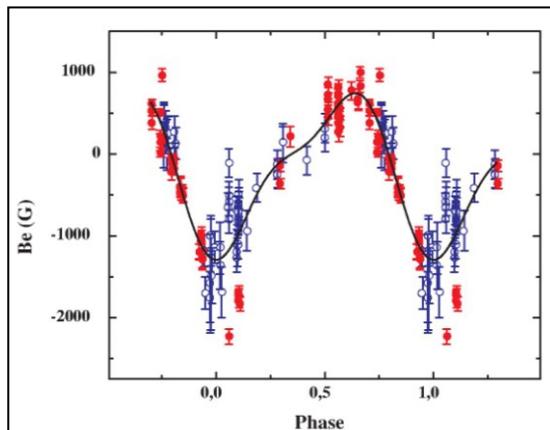
Для каждого пульсара выборки было смоделировано по 100 тысяч траекторий движения в гравитационном поле Галактики. По характеристическому возрасту они прослеживались в прошлое до момента предполагаемого рождения пульсара и распада системы. По этим результатам в программе расчета траекторий был улучшен алгоритм учета погрешностей собственного движения и распределения лучевых скоростей пульсаров.

У четырех пульсаров (J0139+5814, J0922+0638, J0358+5413, J1935+1616) были определены траектории с применением новой версии программы и получены более точные положения и размеры областей их предполагаемого рождения. В этих областях проводится поиск возможных вторых компонентов распавшихся систем – кандидатов в черные дыры.

Наиболее перспективным объектом оказался самый молодой пульсар J0139+5814. Его характеристический возраст составляет ~400 тысяч лет, а размер предполагаемой области рождения (проекция облака конечных точек траекторий на небо) не превышает одного квадратного градуса.

Карпов С.В., Бескин Г.М.

ФОТОМЕТРИЧЕСКАЯ И МАГНИТНАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ Ap-ЗВЕЗДЫ GY And



Для исследования необычной «вековой» переменности показателя цвета В–V известной

(БТА/SCORPIO2) showed that it reaches 30%. In the system there is accretion of matter onto one of the poles, which allows us concluding about discovery of a new polar.

Gabdeev M.M., Borisov N.V., Afanasiev V.L., Shimansky V.V., Spiridonova O.I.

THE SEARCH FOR SINGLE RELATIVISTIC OBJECTS

The work was continued on the search for single black holes (BH) by means of studying single pulsars which could be components of binary systems with BH in the past (SAO RAS Report 2009, pp 53-54).

100 thousand trajectories of motion in gravitational field of the Galaxy were modeled for each pulsar in our sample. These trajectories were traced in the past down to the moment of the supposed birth of a pulsar and to the decay of a system with the use of characteristic age. With consideration for these results, the program of trajectory calculation was essentially modernized for more precise allowing for errors of proper motion and distribution of radial velocities of pulsars.

Applying this version of the program, the trajectories of four pulsars (J0139+5814, J0922+0638, J0358+5413, J1935+1616) were determined, which resulted in specifying locations and sizes of regions of their assumed birth. At present, in these regions the search is being fulfilled for possible second components of decayed systems – candidates to black holes.

The most promising object for this purpose is the youngest pulsar J0139+5814. Its characteristic age is ~400 thousand years, and the size of assumed region of the birth (the projection of a cloud of final points of trajectories on the sky) does not exceed one square degree.

Karpov S.V., Beskin G.M.

PHOTOMETRIC AND MAGNETIC VARIABILITY OF THE Ap STAR GY And

Рис. 37. Переменность магнитного поля HD 9996 с периодом $P_{rot} = 7937 \pm 22$ дня. Светлые кружки — измерения из литературы, заполненные кружки — наблюдения, полученные на 1-м Цейсс-1000.

Fig. 37. Variability of magnetic field of HD 9996 with the period $P_{rot} = 7937 \pm 22$ days. The empty circles are measurements from literature, the filled ones are observations obtained with the 1-m Zeiss-1000.

To study unusual «secular» variability of the color index B-V of the known long-period Ap star GY And

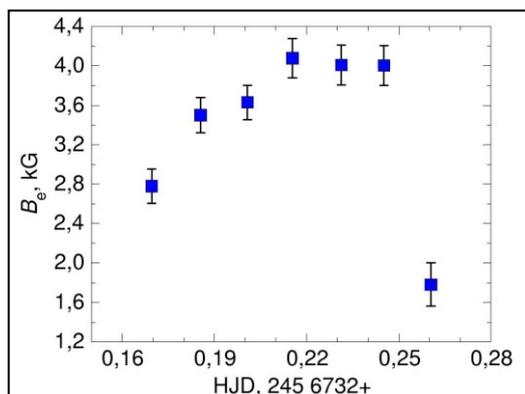
долгопериодической Ар-звезды GY And (HD 9996) в 2011–2014 гг. проведен ее фотометрический и магнитный мониторинг. Звезда является рекордной по амплитуде изменения блеска и цвета ($\Delta m=0.3$) по сравнению с другими Ар-звездами, переменность у которых в среднем не превышает нескольких сотых долей звездной величины. Обнаружено, что показатель цвета B–V звезды меняется с периодом 21.7 года (рис. 37). Определенный ранее период 87 лет является ошибочным и обусловлен скважностью наблюдений.

В течение периода показатель цвета B–V менялся от 0.153 до –0.140, что соответствует изменению T_{eff} от 8350 до 14440°K. Такое значительное изменение с периодом вращения температуры звезд можно объяснить только наличием занимающих большую область поверхности холодного и горячего пятна или группы пятен. Разница температур между холодными и горячими участками должна быть очень высока.

Метлова Н.В., Бычков В.Д., Бычкова Л.В., Мадей Ю.

HD 34736 – ЗВЕЗДА С СИЛЬНЫМ ПОЛЕМ И СУТОЧНЫМ ПЕРИОДОМ ВРАЩЕНИЯ

Во время проведения (БТА) обзора химически пекулярных звезд ассоциации Ori OB1 обнаружена уникальная звезда HD 34736, которую ранее не считали магнитной. Наблюдения (БТА/ОЗСП) показали наличие у нее очень сильного магнитного поля, продольный компонент которого меняется от -5 кГс до +5 кГс (рис. 38). Зарегистрирована быстрая переменность лучевых скоростей, а также в спектре найдены линии второго компонента. Спутник находится на достаточно близком расстоянии, сравнимом с диаметром звезды. Магнитным полем обладает главный компонент. Моделирование спектров позволило оценить эффективную температуру главной звезды (13700°K) и ее спутника (11500°K) и их проекции скоростей вращения на луч зрения $v \sin i=73$ км/с и > 90 км/с, соответственно.



Таким образом, HD 34736 – единственная звезда, которая имеет короткий период вращения, входит в короткопериодическую двойную систему и обладает столь сильным магнитным полем.

Семенко Е.А., Романюк И.И., Кудрявцев Д.О.,

(HD 9996) its photometric and magnetic monitoring was fulfilled in 2011-2014.

The star is record in the amplitude of brightness and color change ($\Delta m=0.3$) as compared with other Ap stars whose variability on average does not exceed several hundredths of a stellar magnitude.

It was detected that the color index B-V of the star changes with a period of 21.7 years (Fig. 37). The previously determined period of 87 years was erroneous, which was caused by the duty factor of observations.

During the period the color index B-V was changing from 0.153 to –0.140, which corresponds to the change of T_{eff} from 8350 to 14440 K. So considerable change with the rotation period can be explained only by the presence of a cold or hot spot or a group of spots covering a large part of the surface.

Besides, the temperature difference between cold and hot regions should be very high.

Metlova N.V., Bychkov V.D., Bychkova L.V., Madey Yu.

HD 34736 – A STAR WITH STRONG FIELD AND DAILY ROTATION PERIOD

In the course of BTA survey of chemically peculiar stars of the association Ori OB1 a unique star HD 34736 was discovered, which was attributed previously to magnetic stars. Observations (BTA/MSS) showed that it has a very strong magnetic field whose longitudinal component changes from -5 kGs to +5 kGs (Fig. 38). Fast variability of radial velocities was registered. The lines of the second components were found in spectrum. The satellite is at a rather short distance comparable with the star diameter.

The main component has magnetic field. The modeling of spectra allowed us estimating the effective temperature of the main star (13700°K) and its satellite (11500°K) and projections of their rotational velocities on the line of sight $v \sin i=73$ km/s and >90 km/s respectively.

Рис. 38. Вариации магнитного поля HD 34736 на протяжении 2 часов наблюдений.

Fig. 38. Variations of magnetic field of HD 34736 during 2 hours of observations.

Thus, HD 34736 is the only star so far, which has a short rotational period, is a part of short-period binary system and has so strong magnetic field.

Semenko E.A., Romanyuk I.I., Kudryavtsev D.O.,

Якунин И.А. *Астрофизический бюллетень* **69**, 203 (2014).
МАГНИТНАЯ ЗВЕЗДА HD 184927

Совместно с канадскими коллегами произведено комплексное исследование (3.6-м CFHT, 1.8-м телескоп Доминионской астрофизической обсерватории) магнитной звезды HD 184927. Определен новый период вращения звезды - $9.5310^d \pm 0.0007$. Обнаружено, что кривые магнитного поля, полученные по линиям разных химических элементов, имеют разное поведение. Допплер-земановское картирование показало сильное неравномерное распределение гелия и кислорода по поверхности звезды. Различное поведение магнитных кривых объясняется подобным неравномерным распределением элементов. Построена модель магнитного поля, включающая дипольный и квадрупольный компоненты. Несмотря на сильные вариации УФ-линий CIV и SiV, не удалось зарегистрировать изменений линии Ha, которые были бы связаны со звездным ветром.

Якунин И.А.

МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ЗВЕЗДЫ FK Com

Для измерения продольной компоненты магнитного поля проведены спектрополяриметрические наблюдения звезды FK Com – одиночной быстровращающейся активной звезды спектрального класса G5. Интересно отметить, что величина продольного поля значительно уменьшилась по сравнению с опубликованными в литературе результатами наблюдений этой звезды в 2008 г.

Такое уменьшение величины продольной компоненты магнитного поля может быть аналогично зарегистрированным ранее вековым изменениям поля для другой хромосферно-активной звезды IPeg. Возможно, что изменения фазовой кривой продольного поля от 2008 к 2012г. вызваны усилением пятна отрицательной полярности, приобретением им доминирующей роли и, как следствие, в целом более симметричным распределением магнитных областей.

Пузин В.Б., Саванов И.С., Романиук И.И., Семенко Е.А., Дмитриенко Е.С. Астрофиз. Бюллетень **69**, 341 (2014).

ТЕЛА СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

ДВОЙНОЙ АСТЕРОИД 22 КАЛЛИОПА: ОРБИТА ЛИНУСА ПО СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ

Проведены наблюдения (БТА/спекл-интерферометр, фильтры, центрированные на 600 и 800 нм с полуширинами 40 и 100 нм, соответственно) двойного астероида Главного пояса 22 Каллиопа (рис. 39). Получено 9 положений спутника Линус на орбите вокруг главного компонента. Для получения разделённых компонентов кратных астероидов метод

Yakunin I.A. *Astrophysical Bulletin* **69**, 191 (2014).
THE MAGNETIC STAR HD 184927

The integrated study of the magnetic star HD 184927 was fulfilled together with the Canadian colleagues (the (3.6-m CFHT, the 1.8-m telescopes of the Dominion Astrophysical Observatory).

A new rotation period of the star was determined: $9.5310^d \pm 0.0007$. It was detected that the curves of magnetic field obtained from lines of different chemical elements behave in different ways.

The Doppler-Zeeman mapping showed a strong non-uniform distribution of helium and oxygen over the star surface. Different behavior of magnetic curves is explained by similar non-uniform distribution of elements.

The model of magnetic field including the dipole and quadrupole components was built. In spite of strong variations of the UV lines CIV and SiV, we failed to register the change of the line Ha which could be related with stellar wind.

Yakunin I.A.

MAGNETIC FIELD OF THE STAR FK Com

To measure the longitudinal component of magnetic field we fulfilled spectropolarimetric observations of the star FK Com – a rapidly rotating active single star of the spectral class G5.

It is interesting to note that the value of longitudinal magnetic field reduced considerably in comparison with published results of observations of this star in 2008.

Such a decrease of the values of the longitudinal component of magnetic field can be analogous to previously registered secular changes of the field of another chromospherically-active star IPeg. It is possible that the change of the phase curve of the longitudinal field from 2008 to 2012 is caused by the fact that the spot of negative polarity becomes stronger, it plays the dominant role and, as a consequence, the magnetic regions are distributed more symmetrically.

Puzin V.B., Savanov I.S., Romanyuk I.I., Semenko E.A., Dmitrienko E.S., Astrophysical Bulletin **69**, 321 (2014).

SOLAR SYSTEM BODIES

THE BINARY ASTEROID 22 KALLIOPE: LINUS ORBIT ON THE SPECKLE INTERFEROMETRIC OBSERVATIONS

22 Kalliope (Fig. 39) – the binary asteroid of the Main Belt – was observed with BTA (the speckle interferometer, the filters centered on 800 and 600 nm with half-widths of 100 and 40 nm respectively). 9 locations of the satellite Linus on the orbit around the main component were obtained. To obtain separated components of multiple asteroids the speckle

спекл-интерферометрии использовался впервые в мире. Определение истинной орбиты спутника двойного астероида 22 Каллиопа проводилось с помощью используемого для определения орбит широких визуально-двойных звёзд метода А.А. Киселева, который впервые применен к спутникам кратных астероидов.

interferometry method was applied for the first time in the world. The true orbit of the binary asteroid 22 Kalliope was determined with the method suggested by A.A. Kiselev for determination of orbits of wide visual binary stars which was first applied for determination of orbits of satellites of multiple asteroids.

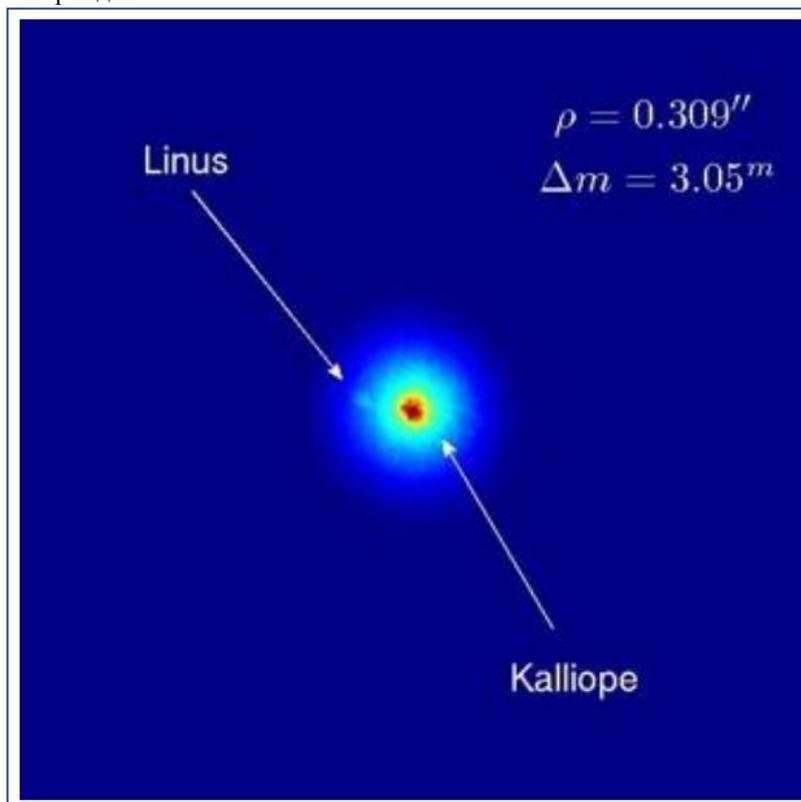


Рис. 39. Изображение двойного астероида 22 Каллиопа, восстановленное методом биспектрального анализа.

Fig. 39. The image of the binary asteroid 22 Kalliope reconstructed by the bispectral-analysis method.

Определены основные элементы орбиты Линуса: большая полуось орбиты $a = 1109 \pm 6$ км, эксцентриситет $e = 0.016 \pm 0.004$ и угол наклона орбиты к плоскости эклиптики $i = 101^\circ \pm 1^\circ$. При этом такие элементы как наклонение, долгота восходящего узла и долгота перицентра получены впервые. Получены элементы истинной орбиты спутника Линус с ошибками $\sim 0.005''$, что является уникальным результатом и позволяет изучать возможные возмущения элементов орбиты Линуса на длительном интервале времени.

Сокова А.И., Соков Е.Н., Рощина Е.А., Растегаев Д.А., Киселев А.А., Балега Ю.Ю., Горшанов Д.Л., Малоголовец Е.В., Дьяченко В.В., Максимов А.Ф. *Icarus* 236, 157 (2014).

The main elements of the Linus orbits were determined: the semi-major axis of orbit $a = 1109 \pm 6$ km, eccentricity $e = 0.016 \pm 0.004$ and orbit obliquity to the ecliptic plane $i = 101^\circ \pm 1^\circ$. Such elements as inclination, longitude of the ascending node and longitude of pericentre were obtained for the first time.

We obtained elements of the true orbit of the satellite Linus with errors not exceeding $0.005''$, which is a unique result and allows us studying possible distortions of Linus orbit elements during a long period of time.

Sokova A.I., Sokov E.N., Roschina E.A., Rastegaev D.A., Kiselev A.A., Balega Yu.Yu., Gorshanov D.L., Malogolovets E.V., Dyachenko V.V., Maksimov A.F. *Icarus* 236, 157 (2014).

ОБНАРУЖЕНИЕ КРУГОВОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ В КОМЕ КОМЕТЫ GARRADD

По фотоэлектрическим (2.6-м, КрАО) и спектрополяриметрическим (БТА/SCORPIO-2) наблюдениям проведены измерения линейной и круговой поляризации кометы C/2009 P1 (Garradd)

DETECTION OF CIRCULAR POLARIZATION IN COMA OF THE GARRADD COMET

The linear and circular polarization of the comet C/2009 P1 (Garradd) were measured from photoelectric (2.6-m, CrAO) and spectropolarimetric (BTA/SCORPIO-2) observations during its

при ее сближении с Землей в 2011–2012 гг. (рис. 40). Степень поляризации света, рассеянного кометой меняется от $-2.2 \pm 0.2\%$ до $4.9 \pm 0.2\%$ при фазовых углах 3.7 и 35.9, соответственно. Эти величины согласуются с таковыми для пылевых комет в соответствующих фазовых углах. Определена левая (отрицательная) круговая поляризация кометы.

approaching to the Earth in 2011-2012 (Fig. 40). The degree of polarization of light scattered by the comet was changing from $-2.2 \pm 0.2\%$ to $4.9 \pm 0.2\%$ at the phase angles 3.7 and 35.9 respectively. These values are in a good agreement with those for dusty comets at the respective phase angles. Left-handed (negative) circular polarization of the comet was identified.

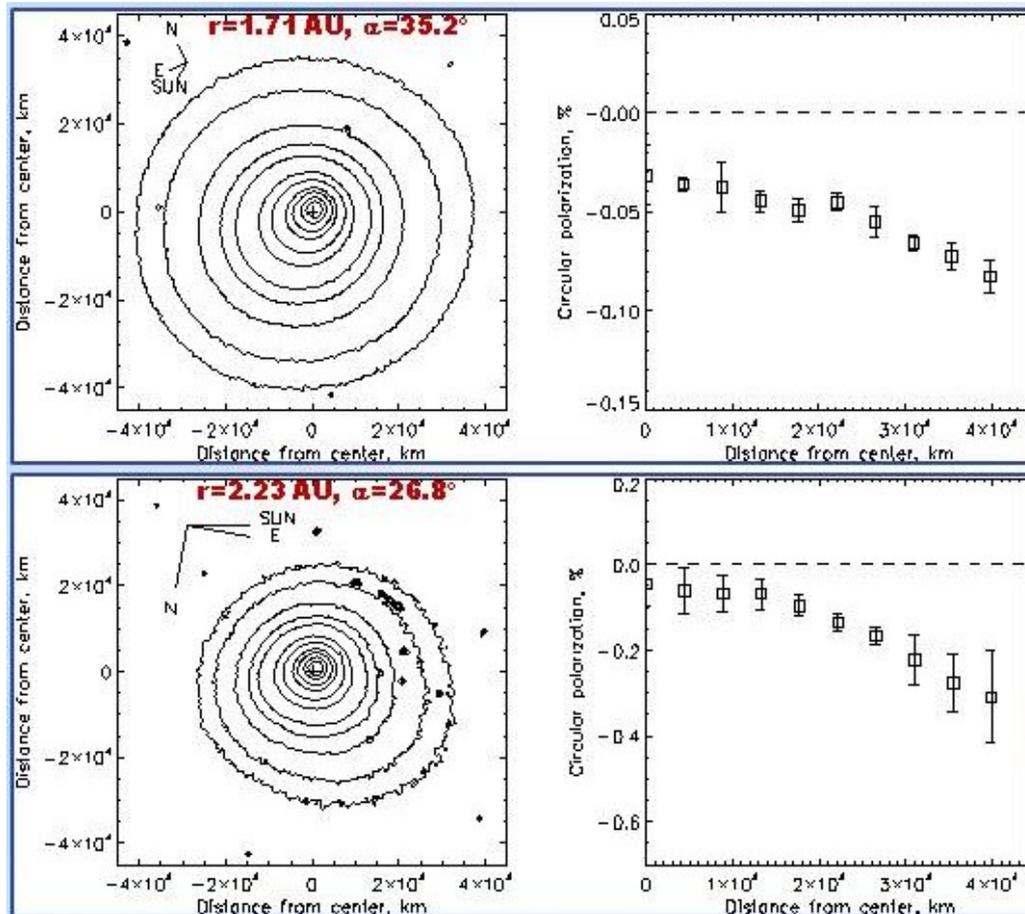


Рис. 40. Распределение интенсивности (слева) и угла круговой поляризации (справа) по коме кометы C/2009 P1 (Garradd) 14.02.2012 (вверху) и 02.04.2012 (внизу) в фильтре 6840/90A. Контуры интенсивности - 0.03, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8 от максимума потока.

Fig. 40. Distribution of intensity (left) and circular polarization angle (right) over coma of the comet C/2009 P1 (Garradd) on 14.02.2012 (top) and 02.04.2012 (bottom) in the filter 6840/90A. The contour intensities are 0.03, 0.04, 0.06, 0.08, 0.1, 0.15, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8 of the flux maximum.

Значения круговой поляризации заметно варьируются в коме в диапазоне от -0.03 до -0.08% (14.02.2012) и от -0.05 до -0.3% (21.04.2012).

Круговая поляризация в кометах зависит от фазового угла и расстояния от Солнца. Механизм ее возникновения - рассеяние на оптически активных несферических частицах. Отметим, что круговая поляризация обнаружена у 9 комет, из них у 4-х по наблюдениям на БТА.

Киселев Н.Н., Розенбуш В.К., Афанасьев В.Л.,
Колесников С.В., Зайцев С.В., Шаховской Д.Н. *Earth, Planets and Space* 65, 1151 (2013).

The values of circular polarization vary noticeably over the coma in the range from -0.03 to -0.08% (14.02.2012) and from -0.05 to -0.3% (21.04.2012).

Circular polarization in comets depends on the phase angle and distance to the Sun. The mechanism of its origin is the scattering on optically active nonspherical particles. Note that the circular polarization was detected in 9 comets, 4 of them being detected from BTA observations.

Kiselev N.N., Rozenbush V.K., Afanasiev V.L.,
Kolesnikov S.V., Zaitsev S.V., Shakhovskoy D.N. *Earth, Planets and Space* 65, 1151 (2013).