

## ФИЗИКА ЗВЕЗД

### СПЕКЛ-ИНТЕРФЕРОМЕТРИЯ МАГНИТНЫХ ЗВЕЗД

Представлены первые результаты спекл-интерферометрии выборки 117 химически peculiarных звезд, обладающих глобальными магнитными полями. Наблюдения (БТА) проведены с разрешением  $0.020''$ . На отдельные компоненты разделено 29 звезд, 14 из которых разрешены впервые - HD 965, HD 5797, HD 8855, HD 10783, HD 16605, HD 21699, HD 35502, HD 51418, HD 64486, HD 79158, HD 103498, HD 108651, HD 213918, HD 293764 (рис. 27).

## STELLAR PHYSICS

### SPECKLE INTERFEROMETRY OF MAGNETIC STARS

The first results of speckle interferometry of a sample of 117 chemically peculiar stars with global magnetic field are presented. BTA observations were carried with the resolution  $0.020''$ .

29 stars were divided into separate components, 14 of them being divided for the first time – HD 965, HD 5797, HD 8855, HD 10783, HD 16605, HD 21699, HD 35502, HD 51418, HD 64486, HD 79158, HD 103498, HD 108651, HD 213918, HD 293764 (Fig. 27).

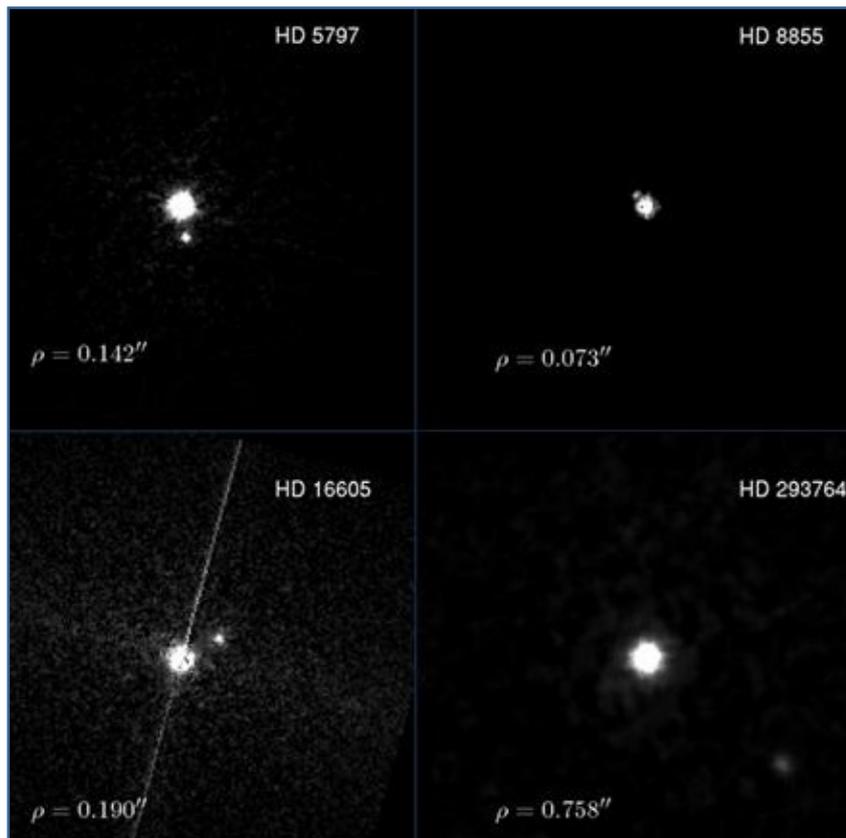


Рис. 27 Восстановленные изображения четырех впервые разделенных систем. На всех изображениях  $\rho$  - угловое расстояние между компонентами. Север - вверху, восток - слева. Изображения получены в фильтре  $800/100$  нм.

Fig. 27. Reconstructed images of four systems which were divided for the first time. In all images,  $\rho$  means the angular distance between components. North is at the top, east is at the left. Images were obtained with the  $800/100$  nm filter.

В 12-ти случаях спутник оказался на  $2^m-4^m$  слабее главного компонента — магнитной звезды. Исключение составляют молодые горячие ВР-звезды HD 35502 и HD 213918, спутники которых слабее примерно на  $1^m$ . Во всех случаях расстояние от звезды до спутника в момент наблюдений в картинной плоскости превышает  $10^9$  км. У 88-ми магнитных СР-звезд вторичных компонент обнаружено не было.

In 12 cases the companion turned out to be  $2^m-4^m$  fainter than the main component – a magnetic star.

The exceptions are the young hot BP stars HD 35502 and HD 213918 whose companions are fainter approximately by  $1^m$ . In all cases at the moment of observation the distance from the star to the companion exceeds  $10^9$  km in the image plane.

We did not reveal any secondary components of 88 magnetic CP stars.

Таким образом, доля спекл-интерферометрических двойных в нашей выборке составляет 25%.

*Ю.Ю. Балега, В.В. Дьяченко, А.Ф. Максимов, Е.В. Малоговец, Д.А. Растегаев, И.И. Романюк. Астрофиз. бюлл., 67, 48 (2012).*

**ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ И ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРАТНОЙ СИСТЕМЫ  $\iota$  UMA (ADS 7114)**

Получены оценки физических параметров и выполнен анализ динамической устойчивости орбиты кратной звезды  $\iota$  UMa (HD 76644 = ADS 7114). Используются данные позиционных наблюдений из каталога WDS и оригинальные наблюдения авторов (БТА, 1.5-м РТТ-150). Уточнены орбитальные параметры подсистем (рис. 28), спектральные типы, абсолютные величины и массы компонентов.

Главный компонент имеет параметры:  $Sp = F0 V-IV$ ,  $M = 1.7 \pm 0.1 M_{\odot}$ ,  $T_{eff} = 7260 \pm 70^{\circ}K$ ,  $lg g = 4.30 \pm 0.07$ . Спутник в тесной подсистеме  $Aa$  — вероятно, белый карлик с массой около  $1.0 \pm 0.3 M_{\odot}$ .



Спектральные классы и массы компонентов подсистемы BC составляют M3V, M4V и  $0.35 \pm 0.05 M_{\odot}$ ,  $0.30 \pm 0.05 M_{\odot}$ , соответственно. Полная масса равна  $3.4 \pm 0.4 M_{\odot}$ . Подсистема  $Aa$  имеет вероятный период 4470<sup>d</sup> (12.2 лет) и эксцентриситет  $\epsilon \sim 0.6$ , а внешняя подсистема - период около 2084 лет и  $\epsilon \sim 0.9$ .

Моделирование с применением критериев устойчивости показало, что при всех возможных вариациях параметров компонентов система неустойчива на временах менее  $10^6$  лет с вероятностью более 0.98. Обсуждаются возможные причины этой неустойчивости.

*Р.Я. Жучков (КФУ), Е.В. Малоговец, О.В. Куваева (ГАО), В.В. Орлов (ГАО), И.Ф. Бикмаев (КФУ), Ю.Ю. Балега. Астрономический журнал, 89, 568 (2012).*

Thus, the percentage of speckle-interferometric binaries in our sample is 25%.

*Yu.Yu. Balega, V.V. Dyachenko, A.F. Maksimov, E.V. Malogolovets, D.A. Rastegaev, I.I. Romanyuk. Astrophys. Bull., 67, 44 (2012).*

**PHYSICAL PARAMETERS AND DYNAMICAL PROPERTIES OF THE MULTIPLE SYSTEM  $\iota$  UMA (ADS 7114)**

Physical parameters of the multiple star  $\iota$  UMa (HD 76644 = ADS 7114) were estimated. Its dynamic stability was analyzed.

The data of positional observations from the WDS catalog and original observations by the authors (BTA, the 1.5-m PTT-150) were used. Orbital parameters of the subsystems (Fig. 28), spectral types, absolute magnitudes and component masses were made more precise. The parameters of the main component are:  $Sp = F0 V-IV$ ,  $M = 1.7 \pm 0.1 M_{\odot}$ ,  $T_{eff} = 7260 \pm 70^{\circ}K$ ,  $lg g = 4.30 \pm 0.07$ . The companion in the close subsystem  $Aa$  is probably a white dwarf with the mass about  $1.0 \pm 0.3 M_{\odot}$ .

*Рис. 28 Восстановленное изображение тройной системы  $\iota$  UMa. Расстояние между компонентами  $\rho_{AB} = 1''.91$ ,  $\rho_{AC} = 2''.37$ , разность блеска  $\Delta m_{AB} = 5.9$ ,  $\Delta m_{AC} = 6.2$ . Север - сверху, восток - слева. Изображения получены в фильтре 800/100 нм.*

*Fig. 28. The reconstructed images of the triple system  $\iota$  UMa. The distance between components is  $\rho_{AB} = 1''.91$ ,  $\rho_{AC} = 2''.37$ , the magnitude difference is  $\Delta m_{AB} = 5.9$ ,  $\Delta m_{AC} = 6.2$ . North is at the top, east is at the left. The images were obtained with the 800/100 nm filter.*

Spectral classes and masses of components of the BC subsystem are M3V, M4V and  $0.35 \pm 0.05 M_{\odot}$ ,  $0.30 \pm 0.05 M_{\odot}$ , respectively. The subsystem  $Aa$  has the probable period 4470<sup>d</sup> (12.2 years) and the eccentricity about 0.6. For the external subsystem the period about 2084 years and eccentricity about 0.9 are probable.

The modeling with the use of stability criteria has shown that the system is unstable at times less than  $10^6$  years with a probability more than 0.98 at any possible combination of parameters.

Possible reasons of this instability are discussed.

*R.Ya. Zhuchkov (KFU), E.V. Malogolovets, O.V. Kuvaeva (MAO), V.V. Orlov (MAO), I.F. Bikmaev (KFU), Yu.Yu. Balega. Astronomy Reports, 56, 512 (2012).*

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКИ И ЭВОЛЮЦИИ ЗВЕЗД НА БТА. ОБЗОР РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

Проведен обзор результатов, полученных на БТА за 30 лет плановых наблюдений по программам, направленным на изучение физики и эволюции одиночных и кратных звезд различных масс. Значительная доля времени выделялась на следующие программы: спектроскопия оптических компонентов рентгеновских двойных, магнитные поля звезд, спектроскопия кандидатов в звезды типа S Dor и сверхгигантов в поле Галактики, спектроскопия сверхгигантов в составе рассеянных скоплений, спектроскопия химически пекулярных звезд в группировках разного возраста, спектроскопия катаклизмических переменных, спекл-интерферометрия двойных и кратных систем.

Большинство этих программ являются предельными даже для самых крупных телескопов. Научные программы служили стимулом для развития и совершенствования спектрального комплекса БТА, систем обработки спектральных данных и методов их анализа.

*В.Г. Ключкова. Астрофиз. бюлл., 67, 399 (2012).*

## ЗВЕЗДА-ПРОТОТИП UPSILON SGR В ФАЗЕ АКТИВНОЙ $H\alpha$

В настоящее время известны только 4 тесные двойные системы с большим дефицитом водорода (HdBs), которые считаются предшественниками сверхновых SNIa. Удивителен тот факт, что все 4 объекта имеют очень близкие эффективные температуры  $T_{\text{eff}} \approx 10000^\circ\text{K}$ . Наиболее известен A-сверхгигант  $\nu$  Sgr (Sp = A2Ia), особенностями которого являются сильная и переменная эмиссия в  $H\alpha$  (рис. 29, слева) и большой избыток ИК-потока. По имеющимся спектрам (БТА/НЭС, ESPaDOnS/2-м телескоп Пик дю Миди) определен детальный химический состав сверхгиганта в системе  $\nu$  Sgr.

Только по спектральным критериям получены  $T_{\text{eff}} = 12300 \pm 300^\circ\text{K}$ , ускорение силы тяжести  $\log g = 2.5 \pm 0.5$  и микротурбулентная скорость  $\xi_t = 9.5 \pm 0.5$  km/s. Содержание водорода составляет  $H/He = 3 \cdot 10^{-5}$  при небольшом дефиците железа  $[Fe/H] = -0.8$  dex и при очень большом избытке азота  $[N/Fe] = 1.4$  dex. Содержание углерода и кислорода понижено:  $[C/Fe] = -1.6$  dex,  $[O/Fe] = -1.1$  dex, что указывает на то, что содержание CNO-элементов изменено в ходе CNO-процесса, признаков  $\alpha$ -процесса не найдено. Не подтвержден сверхизбыток неона, обнаруженный Леушиным и др. (1998). Выявлен значительный избыток тяжелых металлов Y, Zr, Ba,  $[s/Fe] = 0.7$ . Светимость сверхгиганта на основании параллакса Hipparcos составляет  $\log(L/L_\odot) = 3.3$  и, следовательно, экстремально высокая светимость  $M_v < -7^m$  не подтверждена. В спектре отождествлено множество разрешенных и запрещенных эмиссий, соответствующих низковозбужденным переходам

## BTA STUDY OF PHYSICS AND EVOLUTION OF STARS. REVIEW OF RESULTS OF OBSERVATIONAL PROGRAMS.

The review of results obtained with BTA during 30 years of scheduled observations under programs directed to the study of physics and evolution of single and multiple stars of different masses is adduced.

A considerable part of time was allotted to the following programs: spectroscopy of optical components of X-ray binaries, magnetic field of stars, spectroscopy of candidates to the type S Dor stars and supergiants in the Galaxy field, spectroscopy of supergiants in open clusters, spectroscopy of chemically peculiar stars in groups of different ages, spectroscopy of cataclysmic variables, speckle-interferometry of binaries and multiple stars.

The most of these programs are ultimate even for the largest telescopes. The scientific programs stimulated development and improvement of the BTA spectral complex, systems of processing of spectral data and methods of their analysis.

*V.G. Klochkova. Astrophys. Bull., 67, 385 (2012).*

## THE PROTOTYPE STAR UPSILON SGR IN THE PHASE OF ACTIVE $H\alpha$

Only 4 close binaries with big hydrogen deficit (HdBs) which are considered to be SNIa pre-supernovae are currently known. It is amazing that effective temperatures of all 4 objects are very similar:  $T_{\text{eff}} \approx 10000^\circ\text{K}$ .

The A-supergiant  $\nu$  Sgr (Sp = A2Ia) is the most well-known. Its main features are the strong and variable  $H\alpha$  emission (Fig. 29, left) and large excess of IR flux.

Using the available spectra (BTA/NES, ESPaDOnS spectrograph/the 2-m telescope of Pic du Midi) we determined the detailed chemical composition of the supergiant in the system  $\nu$  Sgr.

Effective temperature  $T_{\text{eff}} = 12300 \pm 300^\circ\text{K}$ , surface gravity  $\log g = 2.5 \pm 0.5$ , microturbulent velocity  $\xi_t = 9.5 \pm 0.5$  km/s were determined only from spectral criteria. The hydrogen abundance is  $H/He = 3 \cdot 10^{-5}$  at a small deficit of iron  $[Fe/H] = -0.8$  dex and at a very large excess of nitrogen  $[N/Fe] = 1.4$  dex. The carbon and oxygen abundance reduced:  $[C/Fe] = -1.6$  dex,  $[O/Fe] = -1.1$  dex, which implies that the abundance of CNO elements has changed in the course of the CNO process, whereas no signs of the  $\alpha$ -process were found.

The overexcess of neon detected by Leushin et al. (1998) was not confirmed. We revealed a considerable excess of heavy metals Y, Zr, Ba,  $[s/Fe] = 0.7$ .

Luminosity of the supergiant on basis of the Hipparcos parallax is  $\log(L/L_\odot) = 3.3$ . Thus, the extremely high luminosity  $M_v < -7^m$  was not confirmed.

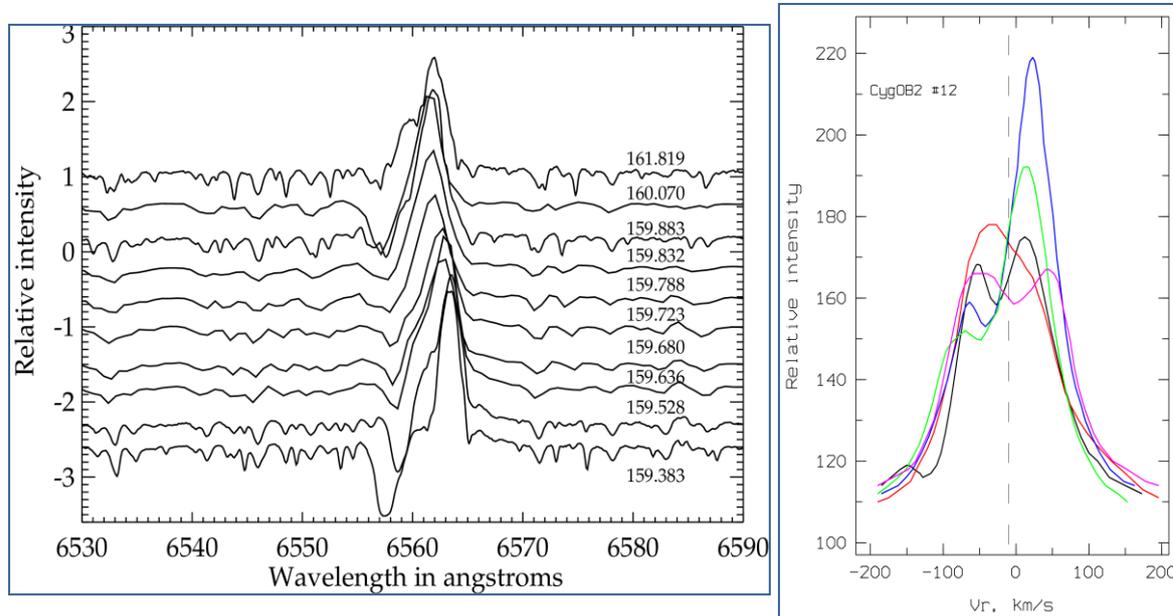
A lot of allowed and forbidden lines corresponding to low-excited transitions of metal atoms and ions were identified in spectrum.

атомов и ионов металлов. P Cyg-профили указывают на существование в системе вращающегося аккрецирующего диска. Профили запрещенных эмиссий подтверждают это предположение.

*T. Kipper (Эстония), В.Г. Клочкова. Baltic Astronomy, 21, 219, (2012).*

The P Cyg type profiles imply existence of a rotating accreting disk in the system. The profiles of forbidden lines confirm this assumption.

*T. Kipper, V.G. Klochkova. Baltic Astronomy, 21, 219 (2012).*



*Рис. 29. Слева - переменность профиля H $\alpha$  в спектре сверхгиганта  $\nu$  Sgr. Справа - переменность профиля H $\alpha$  в спектре CygOB2 #12*

*Fig. 29. Left - variability of H $\alpha$  profile in the spectrum of the supergiant  $\nu$  Sgr. Right - H $\alpha$  profile variability in the spectrum of CygOB2 #12.*

**СПЕКТРОСКОПИЯ ЗВЕЗД ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКОЙ СВЕТИМОСТИ В АССОЦИАЦИИ CYG OB2**

**SPECTROSCOPY OF STARS OF EXTREMELY HIGH LUMINOSITY IN THE ASSOCIATION CYG OB2**

Проведены исследования звезды Cyg OB2#12, для которой получены (БТА/НЭС) в 2002-2010 гг несколько спектров высокого спектрального разрешения (R=15000 и 60000). Она имеет экстремально высокую светимость, является кандидатом в LBV и отождествлена с ИК-источником IRAS 20308+4104. Светимость звезды указывает на то, что она относится к четверке ярчайших звезд Галактики. Видимое излучение сильно занижено из-за удаленности ассоциации и сильного поглощения - наблюдаемые звездные величины B=14.41<sup>m</sup>, V=11.40<sup>m</sup>. Звезда Cyg OB2#12 является еще и рекордсменом по покраснению. Поглощение ее видимого излучения превышает 10<sup>m</sup>!

The star Cyg OB2#12 was studied. Several high-resolution (R=15000 and 60000) BTA/NES spectra obtained in 2002-2010.

Its luminosity is extremely high. It is a candidate to LBV and it is associated with the infrared source IRAS 20308+4104.

Звездный ветер Cyg OB2#12 наиболее ясно проявляется в профиле H $\alpha$ . Форма профиля переменна, но основные черты сохраняются, а именно: мощная эмиссия с депрессией на коротковолновом склоне, со срезанной вершиной и протяженными томсоновскими крыльями (рис. 29, справа). Предельная скорость ветра составляет ~150 км/с. Особенно интересны инверсии интенсивности в верхней части профиля H $\alpha$ , указывающие на неоднородность ветра Cyg OB2#12.

The star luminosity implies that it is among the 4 brightest stars of the Galaxy.

Visible emission is strongly understated because of remoteness of the association and strong absorption. The observable stellar magnitudes are B=14.41, V=11.40. The star Cyg OB2#12 is also a record holder in red shift. Its absorption of visible emission exceeds 10 stellar magnitudes!

Cyg OB2#12 stellar wind manifests itself the most clearly in the H $\alpha$  profile. The profile shape is variable, but the basic features remain, namely, the powerful emission with a depression at the short-wavelength slope with the truncated peak and extended Thomson wings (Fig. 29, right).

The limit velocity of wind is ~150 km/s. Inversions of intensity in the upper part of the H $\alpha$  profile implying the non-uniform character of wind from Cyg OB2#12 are especially interesting.

Его быстрая фракция содержит довольно много вещества, почти неподвижного относительно звезды или даже падающего на нее. Сосуществование в одном спектре линий с прямыми и обратными P Cyg-профилями и даже сочетание в профиле одной линии их деталей заставляет отказаться от сферически симметричной модели ветра. Не исключено, что медленная фракция ветра вносит вклад также и в профили абсорбций. Для проверки этого предположения и эволюционного статуса звезды необходим дальнейший спектральный мониторинг.

*В.Г. Клочкова, Е.Л. Ченцов, А. Мирошниченко (США). Astrophys & Space Sciences, 272, 400 (2011).*

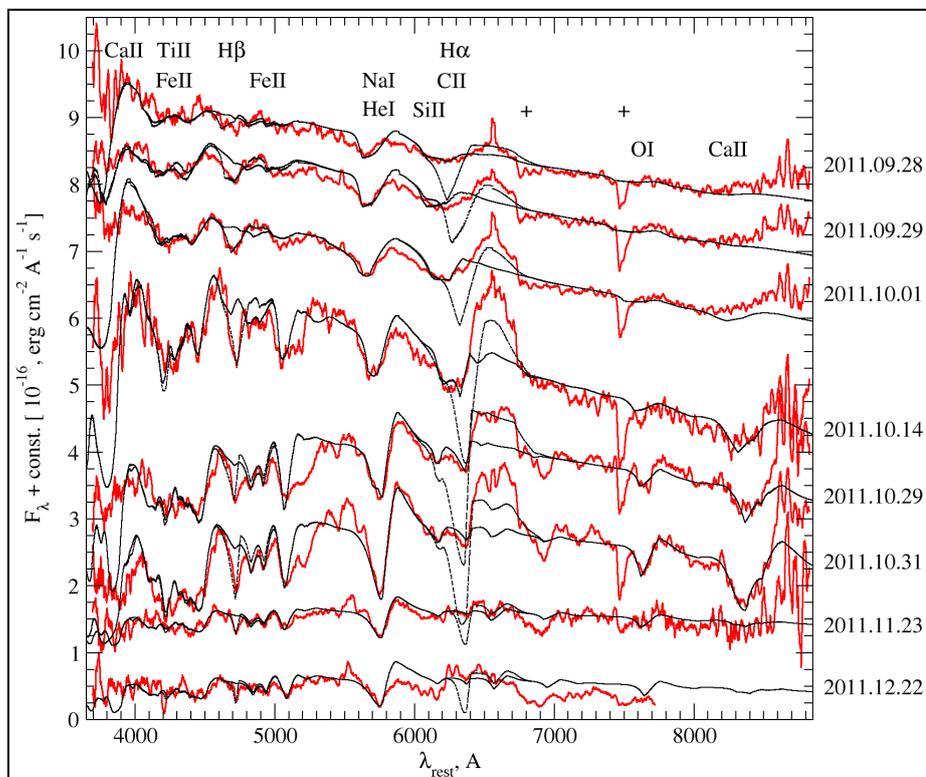
Its fast fraction contains rather much of matter which is motionless relative to the star or even falling to it. The existence of lines with direct and inverse P Cyg profiles in one spectrum makes us reject the spherically symmetric model of wind.

It is not improbable that the slow fraction of wind contributes to absorption profiles also. The testing of this assumption and evolution status of the star needs the further spectral monitoring.

*V.G. Klochkova, E.L. Chentsov, A. Miroshnichenko (USA). Astrophys & Space Sciences, 272, 400 (2011).*

### МОДЕЛИРОВАНИЕ СПЕКТРОВ СВЕРХНОВОЙ IIb ТИПА SN 2011FU

### MODELLING SPECTRA OF THE TYPE IIb SUPERNOVA SN 2011FU



*Рис. 30. Эволюция спектров сверхновой SN 2011fu (красные линии). Модельные спектры (SYNOW) показаны чёрными линиями, непрерывная - H $\alpha$ , пунктирная - H $\beta$ .*

*Fig. 30. Evolution of spectra of the supernova SN 2011fu (the red lines). SYNOW model spectra are shown by solid (H $\alpha$ ) and dashed (H $\beta$ ) black lines.*

Считается, что сверхновые IIb типа взрываются из сверхгигантов, не полностью потерявших свою водородную оболочку (Pastorello et al. 2008, MNRAS, 389, 955). В их спектрах на ранних стадиях наравне с He доминируют сильные линии водорода, которые впоследствии сильно ослабевают.

Если предположения о наличии линий водорода и гелия в спектрах сверхновых, связанных с гамма-всплесками и рентгеновскими вспышками, верны, то наблюдения сверхновых именно типа IIb чрезвычайно важны для понимания природы

It is believed that type IIb supernovae explode from supergiants which did not lose their hydrogen envelope totally (Pastorello et al. 2008, MNRAS, 389, 955).

At early stages, along with helium their spectra are dominated by strong hydrogen lines which strongly weaken afterwards.

Besides, if assumptions about the presence of hydrogen and helium lines in spectra of supernovae connected with gamma-ray bursts and X-ray flashes are correct, then observations of namely type IIb supernovae are extremely important for understanding

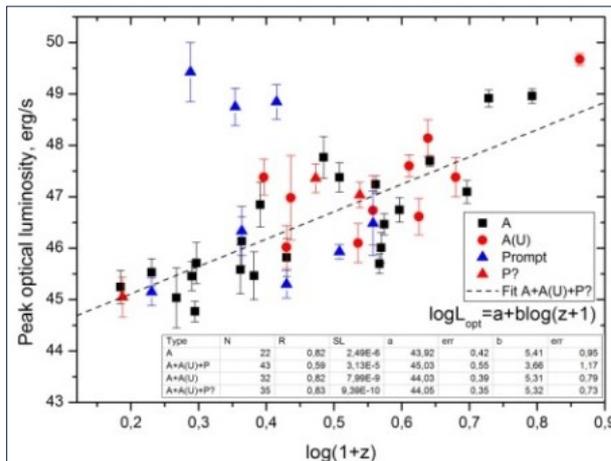
прародителей гамма-всплесков.

Нами было проведено детальное моделирование спектральных линий сверхновой SN 2011fu, наблюдавшейся фотометрически и спектрально на многих телескопах. Спектральные наблюдения начались спустя неделю после обнаружения и закончились через 4 месяца. Прослежена эволюция температуры и скоростей расширяющихся оболочек. Выявлено, что континуум можно описать температурами 6500-6700 K на ранних стадиях и ~5000 K на поздних (рис. 30). Скорости псевдофотосферы (слоя, над которым в основном и формируются спектральные линии) падали с 14000 км/с на ранних стадиях до 5000 км/с на самых поздних. Скорость слоя водорода была выше скорости фотосферы на несколько тысяч км/с (скорость пропорциональна расстоянию от центра), что наблюдалось и в других случаях (SN 2006aj, SN 2008D (Сонбас и др. 2008, AstBu, 63, 244; Москвитин и др., 2010, AstBu, 65, 139). Значения приведённых выше параметров хорошо согласуются с результатами, полученными для других сверхновых этого типа (SN 1993J, SN 2003bg, SN 2008ax).

*A.S. Moskvitin, V.V. Sokolov, T.N. Sokolova, V.N. Komarova, Brajesh Kumar, S.B. Pandey (ARIES, India) et al.*

**ГАММА-ВСПЛЕСКИ И КОСМОЛОГИЧЕСКАЯ ЭВОЛЮЦИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ**

Проведен статистический анализ выборки 43 гамма-всплесков с известными красными смещениями, оптические кривые блеска которых имеют максимумы.



the nature of gamma-ray burst progenitors.

We carried out the detailed modeling of spectral lines of the supernova SN 2011fu which was observed photometrically and spectroscopically with many telescopes. The spectral observations started in a week after detection and ended in 4 months. Evolution of temperature and velocities of expanding envelopes was traced. It was found that continuum can be described by temperatures 6500-6700 K at early stages and ~5000 K at late ones (Fig. 30).

Velocities of the pseudophotosphere (a layer in which the spectral lines are mainly formed) were falling from 14000 km/s at early stages to 5000 km/s at very late ones.

Velocity of the hydrogen layer was higher than that of the photosphere by several thousands of km/s (velocity is proportional to distance from the center), which was observed in other cases also (SN 2006aj, SN 2008D (Sonbas et al. 2008, AstBu 63, 244; Moskvitin et al., 2010, AstBu 65, 139).

The determined values of above parameters agree well with results obtained for other supernovae of this type (SN 1993J, SN 2003bg, SN 2008ax).

*A.S. Moskvitin, V.V. Sokolov, T.N. Sokolova, V.N. Komarova, Brajesh Kumar, S.B. Pandey (ARIES, India) et al.*

**ГАММА-RAY BURSTS AND COSMOLOGICAL EVOLUTION OF THE LOCAL DENSITY**

A sample of 43 gamma-ray bursts with known red shifts and with peaks in their light curves was analyzed statistically.

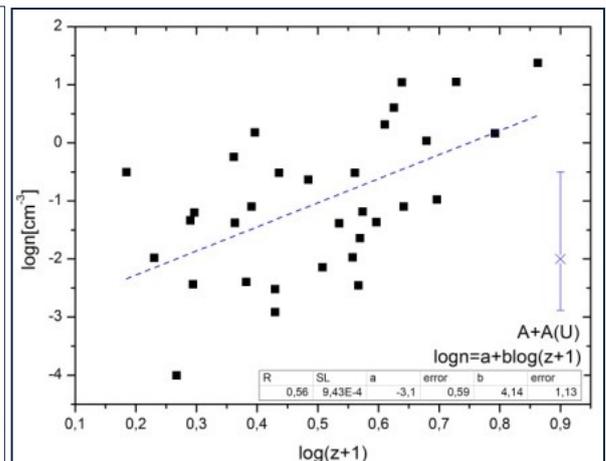


Рис.31. Слева - связь между оптической светимостью в максимумах оптических вспышек гамма-всплесков и красным смещением. Справа – зависимость «плотность – красное смещение» для этих событий, полученная на основе «стандартной» модели послесвечения с использованием наблюдаемых характеристик вспышек.

Fig. 31. Left – the relation between optical luminosity in maximum of optical flare of gamma-ray burst and red shift. Right – the relations «density – red shift» for these events obtained on basis of the «standard» model of afterglow with the use of observational characteristics of bursts.

Были выделены следующие подвыборки: объекты типа «промпт» (P), оптическое излучение которых (и

The following subsamples were selected in this totality of objects: (P) – objects of the «prompt» type whose

прежде всего – его максимум) было зарегистрировано в основной фазе гамма-всплеска (11 случаев), объекты с послесвечением, которое сопровождалось остаточным гамма-излучением, A (U) (12 явлений) и, наконец, «чистые» послесвечения, A (20 явлений).

Получены оценки всевозможных парных корреляций гамма и оптических характеристик объектов, многие из которых являются значимыми.

optical emission (and, first of all, its maximum) was registered in the main phase of gamma-ray burst (11 cases); (A(U)) – objects with afterglow which was accompanied by residual gamma-ray emission (12 events), and, finally, (A) – «pure» afterglows (20 events).

Many of the obtained estimations of all possible pair correlations of gamma-ray and optical characteristics of objects are significant.

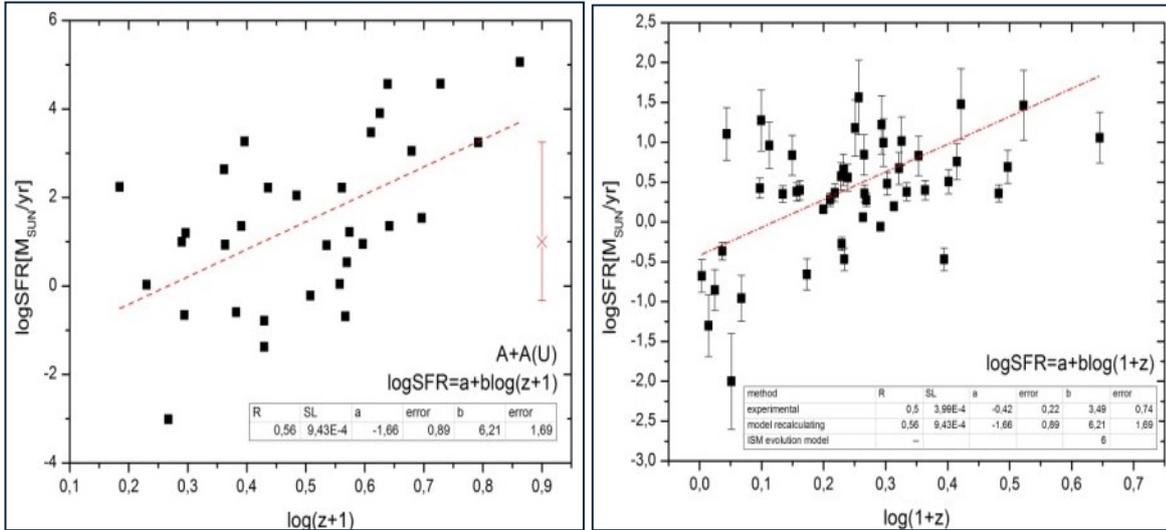


Рис. 32 Слева – зависимость скорости звездообразования в областях рождения гамма-всплесков, найденная с использованием соотношения Кенниката-Шмидта. Справа – результаты определения скоростей звездообразования в наблюдениях галактик с гамма-всплесками и при моделировании.

Fig. 32. Left – the relation between redshift and starforming rate in regions where gamma-ray bursts appear discovered with the use of Kennicutt-Schmidt relation. Right – the results of determination of starforming rates in observations of galaxies with gamma-ray bursts and in the modelling.

Впервые обнаружена высоко значимая связь между оптической светимостью в максимуме послесвечения и красным смещением объекта (коэффициент корреляции 0.82) в комбинированной выборке A+A (U) (рис. 31). Это свидетельствует о степенном возрастании плотности локальной (в областях рождения гамма-всплесков) межзвездной среды и в свою очередь скорости звездообразования при уменьшении возраста Вселенной (рис. 31, 32) с показателями 4 и 6, соответственно.

Установленная закономерность с большой вероятностью отражает именно эволюцию локальных зон звездообразования на масштабах до 1-10 пс, до сих пор практически не изучавшуюся.

Усредненные же плотность и темпа звездообразования в обычных галактиках достигают максимумов на  $z = 3-4$ , уменьшаясь с ростом красного смещения, а в галактиках, где регистрируются гамма-всплески, если и монотонно возрастают, то существенно медленнее (рис. 32, справа). С другой стороны во многих моделях космологической эволюции локальной плотности в активных областях используются степенные показатели, практически совпадающие с нашими оценками.

Бескин Г.М.

A highly-significant relation was detected for the first time between optical luminosity in the afterglow maximum and object redshift (the correlation coefficient 0.82) in combined sample A+A (U) (Fig. 31).

It testifies a power-law increase of density of the local interstellar medium (in the regions where gamma-ray bursts arise) and, in its turn, the star forming rate with the decrease of the Universe age (Fig. 31, 32) with the exponents 4 and 6 respectively.

Most probably, the discovered regularity reflects namely the evolution of local star forming regions on the scales 1-10 pc, which was not studied practically up to now yet.

Meanwhile the averaged density and star forming rate in usual galaxies achieve maxima at  $z = 3-4$ , decreasing with the increase of redshift. And in galaxies where gamma-ray bursts are registered they monotonically increase much slower, if increase at all (Fig. 32, left).

On the other hand, in many models of cosmological evolution of the local density in active regions the power-law indexes are used which practically coincide with our estimations.

G.M. Beskin.

**НАБЛЮДЕНИЯ КАЛЬЦИЕВОГО ТРАНЗИЕНТА В ГАЛАКТИКЕ NGC 5775**

Впервые на БТА исследован импостор сверхновой PSN J14535395+0334049. Импосторами называют сверхновые пониженной светимости, которые редко вспыхивают, достигают абсолютных величин  $M_V$  в максимуме от  $-8^m$  до  $-17^m$  и попадают в промежуток между классическими новыми и сверхновыми. Их кривые блеска похожи на обычные сверхновые. В спектре вспышек импосторов обычно видны узкие линии водорода с широкими крыльями, а также абсорбции и эмиссии в линиях CaI и CaII, и потому такого рода объекты еще называют кальциевыми транзиентами.

Транзиент появился на краю галактического диска NGC 5775 в области, где много молодых голубых звезд (рис. 33, слева). Межзвездное поглощение по лучу зрения в этой галактике мало. Расстояние до нее составляет 22.8 Мпк. В момент наблюдения светимость звезды была  $M_V = -13^m.7$ , и, судя по кривой блеска (33, справа вверху), в максимуме она могла достигнуть  $-14^m.4$ .

**OBSERVATION OF A CALCIUM TRANSIENT IN THE GALAXY NGC 5775**

A supernova impostor PSN J14535395+0334049 was studied with BTA for the first time. Impostors are low-luminosity supernovae which explode rarely and in maximum they reach absolute magnitude  $M_V$  from  $-8^m$  to  $-17^m$ , i.e. they get to the interval between classical novae and supernovae. Their light curves are similar to usual supernovae.

Usually the impostor outburst spectra show narrow hydrogen lines with broad wings and absorptions and emissions in the CaI and CaII lines. That is why objects of this sort are also called calcium transients.

The transient has been appeared at the very edge of the NGC 5775 galactic disk, in the region where there are a lot of blue young stars (Fig. 33, left). The interstellar line-of-sight absorption in this galaxy is small. Distance to the galaxy NGC 5775 is 22.8 Mpc. At the moment of observation the star luminosity was  $M_V = -13^m.7$ , and, as follows from the light curve (Fig. 33, top left), it could reach  $-14^m.4$  in maximum.

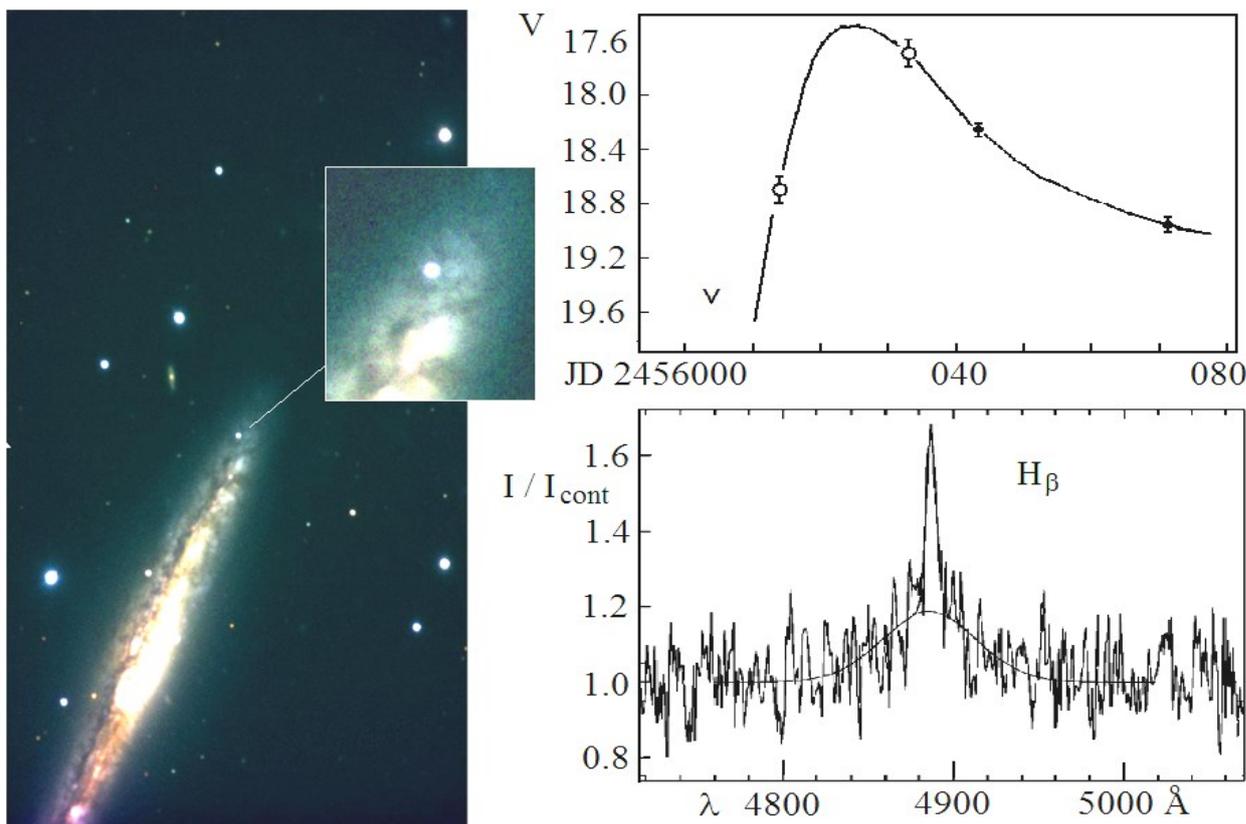


Рис. 33. Слева - транзиент в NGC 5775 (БТА/SCORPIO). Кривая блеска вспышки (справа вверху). Наблюдения, выполненные на БТА, выделены точками. Справа внизу - профиль линии  $H\beta$  и его представление двумя гауссовыми функциями.

Fig. 33. Left – the transient in NGC 5775 (BTA/SCORPIO). The outburst light curve (top right). BTA observations are marked by points. Bottom left – the  $H\beta$  line profile and its approximation by two Gauss functions.

В спектре импостора, полученном на БТА (SCORPIO) 25 апреля 2012 г., в диапазоне 4070-5830 Å видны только эмиссии бальмеровской

Only emissions of the Balmer series are seen in the range 4067 - 5830 Å of the BTA/SCORPIO spectra of the impostor which were obtained on April 25, 2012.

серии. Линия H $\beta$  состоит из узкого, шириной 300 км/с на половине интенсивности, компонента и широкого, 4000 км/с (рис. 33, справа внизу). Узкий компонент формируется ветром плотного околозвездного газа ионизованного излучением вспышки, а широкий – излучением вещества, выброшенного взрывом.

Предшественниками вспышек кальциевых транзиентов являются звезды класса супер-AGB – ИК-источники очень высокой светимости, которых в галактиках встречаются единицы. Это гигантские звезды светимостью в  $(3-6) \cdot 10^4 L_{\odot}$  с температурой фотосферы 300-500 К видны только в далеком ИК-диапазоне. Предполагается, что это стадия развития массивных горячих звезд LBV, которые сбросили часть своей массы в пространство и сформировали вокруг себя плотный пылевой кокон. При взрыве центральной звезды и наблюдается феномен импостора.

*Е.А. Барсукова, С.Н. Фабрика, В.Ф. Валеев, В.П. Горанский (ГАИШ МГУ). Переменные звезды, 32, No.2 (2012).*

### СПЕКТРОСКОПИЯ И ФОТОМЕТРИЯ КЛАССИЧЕСКОЙ НОВОЙ V2468 CYG В ФАЗЕ SSS

Фазу сверхмягкого рентгеновского источника (SSS) объясняют открытым термоядерным горением водорода на поверхности белого карлика в двойной системе. Этот феномен наблюдается у 1/3 классических и симбиотических новых. Горячий белый карлик наблюдается в рентгене, когда выброшенная при взрыве новой оболочка становится прозрачной для излучения. Некоторые новые переходят к стационарному горению, которое может продолжаться десятилетиями, что предполагает механизм подгрузки водородного горючего в этот природный открытый «термоядерный реактор».

Классическая новая V2468 Cyg относится к классу Fe II по Вильямсу. В июне 2009 г. она была впервые зарегистрирована (Swift) в фазе SSS. Проведено интенсивное фотометрическое слежение V2468 Cyg (САО РАН, ГАИШ МГУ и АИ АН Словакии), а также выполнены спектральные (BTA/SCORPIO) наблюдения.

Три спектра V2468 Cyg показаны на рисунке 34 слева. В спектрах представлены эмиссии ионов высокой степени ионизации, что свидетельствует о высокой температуре источника ионизации. Видны корональные линии [FeVI], [FeVII], [FeX], [FeXIV], [CaV], [CaVII]. Хорошо представлены элементы CNO-цикла. После появления SSS-фазы усилилась эмиссия [FeX] 6374 Å, эквивалентная ширина которой увеличилась в 1.4 раза. Эта эмиссия имеет «двугорбую» оболочечную структуру. Значительное усиление эмиссии He II 4686 Å заметно по сравнению с H $\beta$ .

Температура источника, измеренная по отношению потоков эмиссии в линиях H $\beta$  и HeII,

The H $\beta$  line consists of a narrow component of half-intensity width 300 km/s and a broad one of half-intensity width 4000 km/s (Fig. 33 bottom right). The narrow component is formed by the wind of dense circumstellar gas ionized by the outburst radiation wave, and the broad one is the emission of matter ejected by the explosion.

Precursors of explosion of calcium transients are stars of the super-AGB class – infrared sources of very high luminosity which are few in galaxies.

These are giant stars of luminosity  $(3-6) 10^4 L_{\odot}$ , and the photosphere temperature as low as 300-500 K, which are visible only in the far infrared range.

It is supposed that this is a stage in evolution of hot massive LBV stars which shed a part of their mass to the space and formed a dense dust cocoon around them. The impostor phenomenon is observed when the central star explodes.

*E.A. Barsukova, S.N. Fabrika, A.F. Valeev, V.P. Goransky (SAI MSU). Variable stars, 32, No.2 (2012).*

### SPECTROSCOPY AND PHOTOMETRY OF THE CLASSICAL NOVA V2468 CYG IN THE SSS PHASE

The phase of supersoft X-ray source (SSS) is explained by open thermonuclear burning of hydrogen on the surface of white dwarf in a binary system.

This phenomenon is observed in 1/3 of classical and symbiotic novae. The hot white dwarf becomes visible in X-rays after the envelope ejected during the nova explosion becomes transparent for X-ray emission.

Some novae pass to stationary burning which can last for decades. Such a transition implies a mechanism of loading of hydrogen fuel to this natural open «thermonuclear reactor».

The classical nova V2468 Cyg belongs to the Williams FeII class. In June 2009 the Swift satellite first registered it in the SSS-phase. The intense photometric monitoring of the nova was carried out (SAO RAS, SAI MSU and Astronomical Institute of Slovak Academy of Sciences) as well as spectral observations (BTA/SCORPIO) made.

Three spectra of V2468 Cyg are shown at the left of the figure 34. The spectra show emission of atoms of high degree of ionization, which testifies a high temperature of the ionization source. The coronal [FeVI], [FeVII], [FeX], [FeXIV], [CaV], [CaVII] lines are seen. Elements of the CNO cycle are presented well. After the SSS-phase came the [FeX] 6374 Å emission became stronger. Its equivalent width increased 1.4 times.

This emission has the double-peak shell structure. A considerable strengthening of the He II 4686 Å emission in comparison with H $\beta$  is noticeable.

The source temperature measured from ratio of emission fluxes in the H $\beta$  and HeII lines increases from

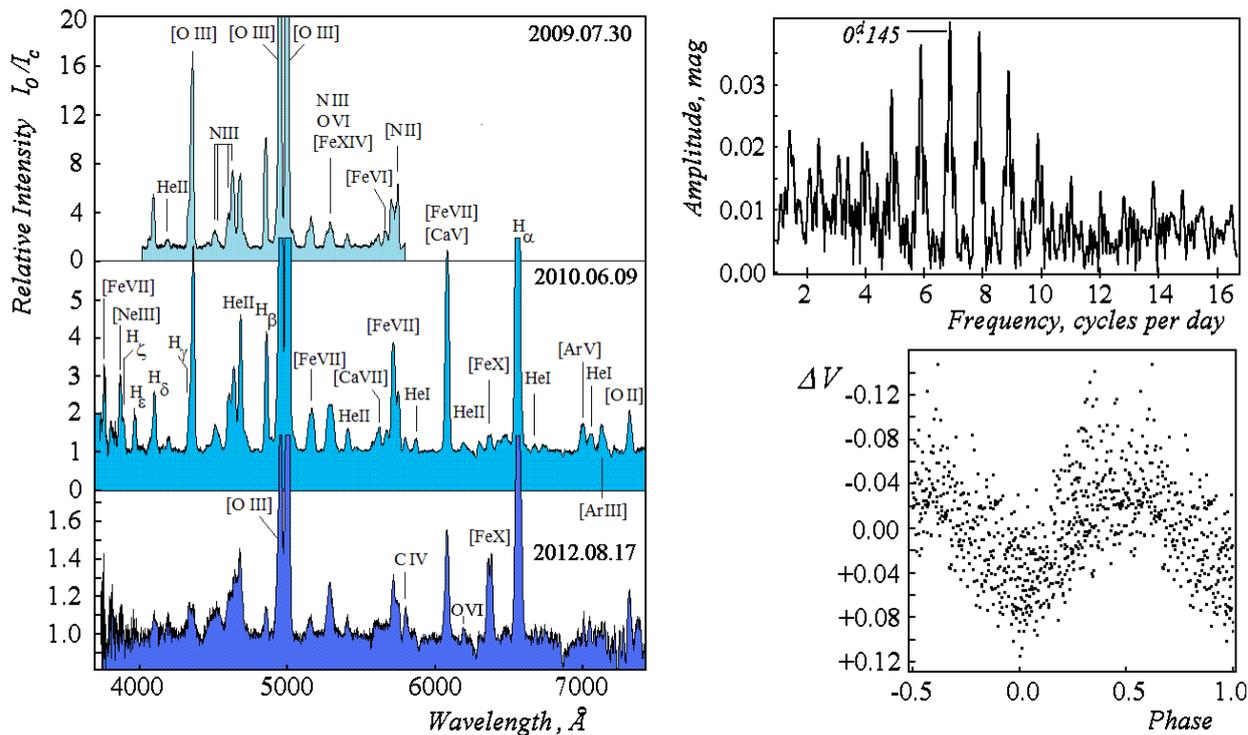


Рис. 34. Нормированные спектры V2468 Cyg (с 2009 по 2012 г.) и отождествление эмиссионных линий (слева). Спектр мощности, построенный по фотометрическим наблюдениям (справа сверху). По шкале абсцисс отложена частота в циклах за сутки. Самый высокий пик соответствует периоду 0.145<sup>d</sup>. Кривая блеска в фильтре V с фазой периода 0.145<sup>d</sup> (справа внизу). Снят тренд постепенного ослабления блеска.

Fig. 34. Normalized spectra of V2468 Cyg (from 2009 to 2012) and the identification of emission lines (left). Top right – the power density spectrum built from photometric observations versus frequency in cycles per day. The highest peak corresponds to the period of 0.145<sup>d</sup>. Bottom right – the V light curve versus the 0.145<sup>d</sup> period phase. The trend of the gradual weakening of luminosity has been taken into account.

увеличивается от 210000 до 380000 К. Это свидетельство продолжения стационарного горения, которое длится уже 4 года.

Частотный анализ фотометрии V2468 Cyg выявил стабильный период 3.486<sup>h</sup> = 0.14525<sup>d</sup> (рис. 34, справа сверху). В наблюдениях присутствовали также квазипериодические осцилляции (QPO) с амплитудой до 0.<sup>m</sup>5 в полосе V, с периодами 21–50 мин. После скачкообразного увеличения интенсивности SSS (июль 2012 г.) QPO стали значительно слабее, и периодические изменения стали более четкими. На рисунке 34 справа внизу показана кривая блеска, полученная в августе 2012 г. (60-см рефлектор Крымской станции ГАИШ).

Природа этой переменности может быть связана как с орбитальным движением (эффект прогрева поверхности спутника мягким рентгеновским излучением), так и с вращением белого карлика. Если удастся найти решение этой дилеммы, то будет установлено место, где происходит термоядерное горение: на всей поверхности белого карлика или вблизи его магнитного полюса.

**Е.А. Барсукова, А.Н. Буренков, А.Ф. Валеев, М.М.Габдеев; В.П. Горанский, Н.В. Метлова, С.Ю. Шугаров (ГАИШ МГУ); Д. Хохол (Словакия).**

210000 to 380000 K. This testifies that the stationary burning have been lasting for 4 years already.

The frequency analysis of V2468 Cyg photometry revealed the stable period 3.486<sup>h</sup> = 0.14525<sup>d</sup> (Fig. 34 at the top right). The observations also revealed quasi-periodic oscillations (QPO) of amplitude up to 0.<sup>m</sup>5 in the V band with periods within 21-50 min.

After a jump-like increase of SSS intensity (July 2012) QPOs became much weaker and periodic changes became more distinct.

The bottom right of the figure 34 shows the light curve obtained in August 2012 with the 60-cm reflector of the SAI Crimean station.

The nature of this variability can be related both with orbital motion (the effect of the heating of companion surface by soft x-ray emission) and with rotation of the white dwarf.

If this dilemma will be solved, then the place will be found where the thermonuclear burning goes on – on the whole surface of the white dwarf or in the magnetic pole.

**E.A. Barsukova, A.N. Burenkov, A.F. Valeev, M.M. Gabdeev, V.P. Goransky, N.V. Metlova, S.Yu. Shugarov (SAI MSU); D. Chochol (Slovakia).**

## ПРИРОДА УЛЬТРАЯРКИХ РЕНТГЕНОВСКИХ ИСТОЧНИКОВ. СВЯЗЬ С МОЛОДЫМИ СКОПЛЕНИЯМИ

Ультраяркие рентгеновские источники (ULXs), находятся во внешних галактиках, их рентгеновские светимости ( $10^{39}$ - $10^{41}$  эрг/с) в тысячи раз больше, чем светимости ярчайших черных дыр нашей Галактики. ULXs могут быть сверхкритическими аккреционными дисками вокруг черных дыр звездных масс ( $\sim 10 M_{\odot}$ ) по типу SS433 или гипотетическими черными дырами промежуточных масс ( $10^2$ - $10^3 M_{\odot}$ ) со стандартными аккреционными дисками.

## ORIGIN OF ULTRALUMINOUS X-RAY SOURCES, RELATION TO YOUNG STELLAR CLUSTERS

Ultraluminous X-ray sources (ULXs) are located in external galaxies; their X-ray luminosities ( $10^{39}$ - $10^{41}$  erg/s) are thousand times greater than those of brightest black holes in the Galaxy.

ULXs may be supercritical accretion disks around black holes of stellar masses ( $\sim 10 M_{\odot}$ ) like that in SS433, or they may be a hypothetical intermediate-mass black holes (hundreds - thousands Solar masses) with standard accretion disks.

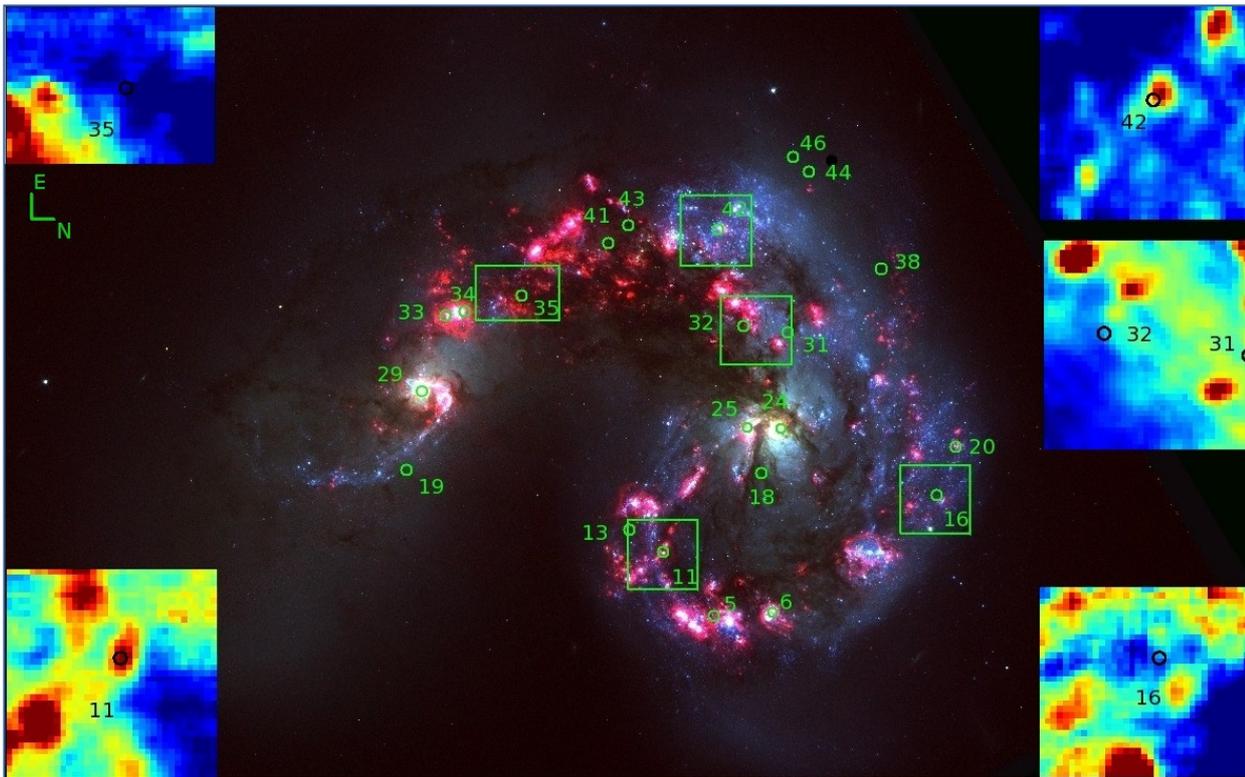


Рис. 35. Изображение сталкивающихся галактик Антенны (HST). Яркие белые образования - ядра двух сливающихся галактик. Зеленые кружки с номерами показывают положения ярчайших рентгеновских источников. Зеленые прямоугольники - поля панорамного спектрографа VIMOS (VLT/Melipal). Эти же поля показаны на врезках по краям, положения ультраярких рентгеновских источников обозначены на них черными кружками.

Fig. 35. The image of the interacting Antennae galaxies (HST). Two bright white concentrations are nuclei of the merging galaxies. Green circles with numbers indicate locations of the brightest X-ray sources. Green rectangles show frames of the VIMOS (VLT/Melipal). The same frames are shown in the corners, locations of the ULXs are marked there with black circles

Проведены наблюдения скоплений звезд, связанных с ULX, на южном небе (VLT/VIMOS/MOS, ESO) в галактиках Антенны (рис. 35 и 36, слева) и NGC3256, на северном небе (БТА/SCORPIO) в галактиках NGC4485/4490. Мы обнаружили, что все ULX располагаются в пределах 200 пк от очень молодых скоплений звезд (рис. 36, справа), возраст этих скоплений не более 5 млн лет.

Вероятность случайной ассоциации ULXs со скоплениями крайне мала (0.0000001), она еще

We have carried out observations of stellar clusters related to the ULXs on the Southern sky (VLT/VIMOS/MOS, ESO) there were observations in the Antennae galaxies (Fig. 35 and 36, left) and NGC3256. In Northern sky we observed star clusters in NGC4485/4490 galaxies (BTA/SCORPIO) We have discovered that all the ULXs are located nearby to (inside about 200 pc) very young star clusters (Fig. 36, right), all the clusters are younger than 5 Myrs. A probability of occasional associations of the ULXs with

меньше для молодых скоплений звезд. Мы делаем вывод, что предшественниками ULX являются тесные двойные системы, масса звезд которых не менее 50-100  $M_{\odot}$ . ULXs - черные дыры «звездных масс», находящиеся в режиме сверхкритической дисковой аккреции.

Предшественники ULX были выброшены из скоплений. Выброс звезд за счет взрыва сверхновой не объясняет наблюдения ULX, так как не хватает времени на эволюцию звезд и на транспортировку из скопления наружу. Выброс происходит в результате механизма 3х-4х кратных столкновений звезд в центрах скоплений на самых начальных этапах сжатия скоплений. Такой механизм объясняет хорошо известную проблему массивных «звездобегунов».

the clusters is very little (less than 0.0000001), it is even less for young clusters. We conclude that the ULX progenitors are close binary systems with their star masses not less than 50-100  $M_{\odot}$ . That means that they are black holes of «stellar masses» with a supercritical accretion.

The ULX progenitors were ejected from the star clusters. The ejections because of the Supernova explosion can not explain these data, there is not a time both for stellar evolution and for the transportation from the cluster to outside. The ejection occurs due to 3- and 4-body encounters in the cluster centers at the very beginning stages of the cluster evolution.

This mechanism explains the well-known problem in our Galaxy - the problem of massive run-away stars.

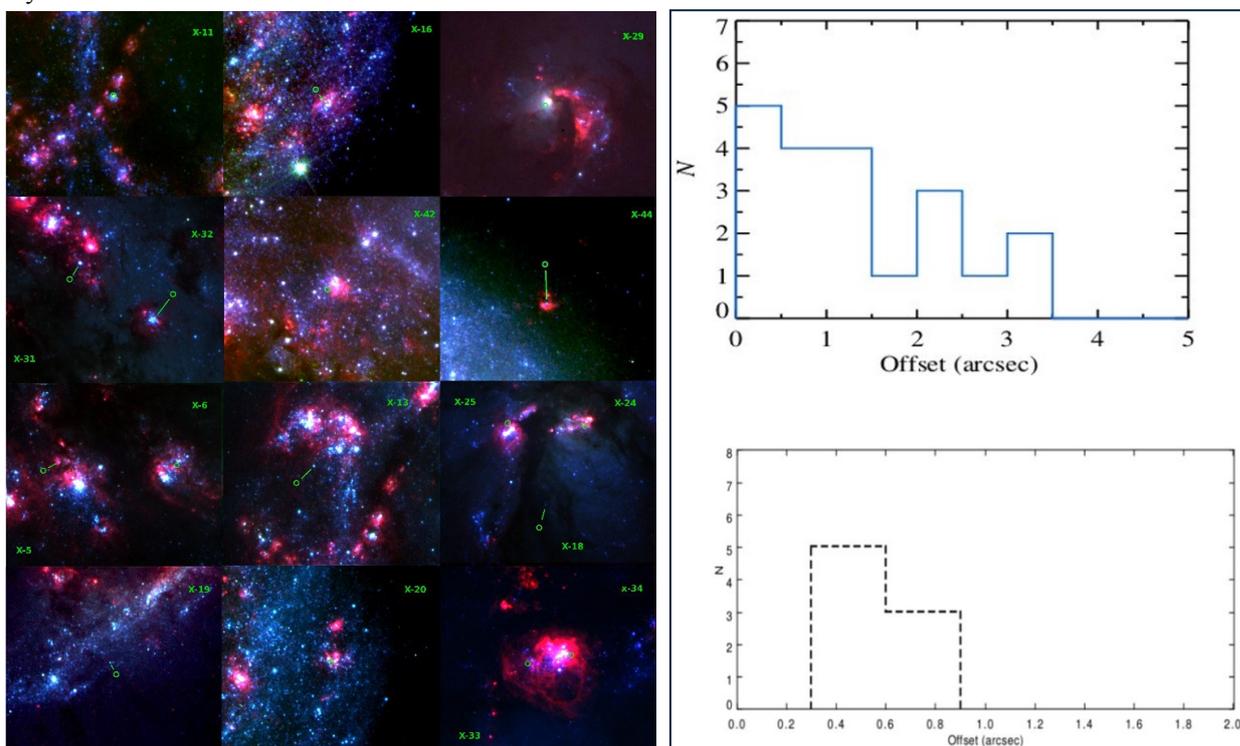


Рис. 36. Слева - фрагменты частей галактик Антенны (HST), содержащих самые яркие рентгеновские источники (зеленые кружки) и скопления звезд. Палочками, там, где это не очевидно, указаны родительские скопления объектов ULX. Диаметр кружков составляет 0.4". Справа - распределение расстояний между ярчайшими рентгеновскими источниками в секундах дуги и молодыми скоплениями звезд в галактиках Антенны (сверху) и NGC3256 (снизу). В Антеннах 1" соответствует 100 пк, в NGC3256 - 180пк.

Fig. 36. Left - Enlarged images from Fig.1 of regions around the brightest X-ray sources (green circles) and their stellar clusters (the Hubble Space Telescope). The bars point to the host ULX clusters, when it is not obvious. Right - Distributions of distances (offsets) between X-ray sources and young stellar clusters in arcseconds for Antennae galaxies (top) and NGC3256 (bottom). In the Antennae 1 arcsec corresponds to 100 pc, in NGC3256 1 arcsec is equal to 180 pc.

На основе наблюдений массивных звезд в нашей галактике проверить эту гипотезу было практически невозможно, так как угловое расстояние между массивной звездой и родительским скоплением может достигать десятки градусов. С учетом неопределенности в измерении расстояний до звезд и скоплений было бы совсем неясно, какая звезда вылетела из какого скопления. Рентгеновские

It was impossible to prove the hypothesis on the base of massive stars observations in our Galaxy, because an angular offset between the massive star and the parent cluster may reach tens of degrees.

Taking into account the uncertainties in distances to stars and clusters, it was not clear which star was ejected from which cluster.

The X-ray sources and clusters in the external galaxies

источники и скопления во внешних галактиках Антенны, NGC3256 и др. явно продемонстрировали эту связь.

*Ю. Поутанен (Финляндия), С.Н. Фабрика, А.Ф. Валеев, О.Н. Шолухова, Й. Грейнер (Германия).*

### ОТРАЖЕНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ХОЛОДНЫХ СПУТНИКОВ В КАТАКЛИЗМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Методами моделирования фотометрических кривых блеска и спектров умеренного разрешения (БТА, Цейсс-1000 и 1.5-м РТТ) изучены три предкатаклизмические переменные, находящиеся на различных этапах эволюции (от 30 тыс. до 6 млн. лет после сброса общей оболочки). Уточнены фундаментальные параметры компонентов: периоды обращения, условия прогрева фотосфер вторичного компонента ультрафиолетовым излучением горячего компонента. Показано, что основную роль в величине фотометрической переменности систем и формировании эмиссионного спектра играет эффект отражения излучения белых карликов на поверхности их холодных спутников в условиях, близких к локальному термодинамическому равновесию. Индивидуальные особенности изученных систем обусловлены эффектами турбулентных движений и запятненности в атмосферах вторичных компонентов.

*В.В. Шиманский, Н.В. Борисов, И.Ф. Бикмаев, В.В. Власюк, О.И. Спиридонова и др. *Астрономический журнал*, 89, 498 (2012); *Астрономический журнал*, 89, 508 (2012); *Астрономический журнал*, 89, 956 (2012).*

### МАГНИТНЫЕ В-ЗВЕЗДЫ ГЛАВНОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Проведен обзор современного состояния проблемы магнетизма массивных звезд Главной последовательности. Анализ данных показал, что магнитное поле массивных звезд в целом больше по сравнению со звездами типа Ap. Наиболее сильные и сложные поля наблюдаются у самых молодых Вр-звезд, возрастом менее 30 млн. лет. Магнитные Вр-звезды вращаются медленнее нормальных В-звезд, за исключением наиболее горячих - с усиленными линиями He, скорости вращения которых нормальны. Систематических различий в скорости углового вращения между Вр-звездами с аномальными линиями Si и He не найдено. Химически пекулярные Вр-звезды с усиленными линиями Si и аномальными линиями He являются наиболее перспективными объектами для наблюдательной проверки механизмов образования и эволюции магнитных полей звезд. Для этих же целей предлагается количественно сравнивать не только величины полей объектов разного возраста, но и их топологию.

*И.И. Романюк, И.А. Якунин. *Астрофиз. Бюлл.*, 67, 186 (2012).*

Antennae, NGC3256 and others do clearly demonstrate us the association between massive stars and young clusters.

*J. Poutanen (Finland), S.N. Fabrika, A.F. Valeev, O.N. Sholukhova, J.Greiner(Germany).*

### REFLECTION OF WHITE DWARF EMISSION ON THE SURFACE OF COLD COMPANIONS IN CATAclysmic SYSTEMS

Three precataclysmic variable stars being at different stages of their evolution (from 30.000 to 6.000.000 years after the loss of their common envelope) were studied by the methods of modeling photometric light curves and moderate-resolution spectra (BTA, Zeiss-1000 and the 1.5m Russian-Turkish Telescope). Fundamental parameters of companions, rotation periods, and conditions of heating photospheres of the secondary companion by UV emission of the hot companion were made more precise. It was shown that the effect of reflection of white dwarf emission on the surface of their cold companions under conditions close to local thermodynamic equilibrium plays the main role in the magnitude of photometric variability of the systems and in forming the emission spectrum. Individual features of the systems under investigation are caused by effects of turbulent motions and the character of spots in atmospheres of secondary companions.

*V.V. Shimansky, N.V. Borisov, I.F. Bikmaev, V.V. Vlasuyk, O.I. Spiridonova et al. *Astronomy Reports*, 56, 441 (2012); *Astronomy Reports*, 56, 456 (2012); *Astronomy Reports*, 56, 867 (2012).*

### MAGNETIC B-STARS OF THE MAIN SEQUENCE

We reviewed the modern state of the problem of magnetism of massive main-sequence stars. The analysis shows that on the whole the magnetic field of massive stars is higher than that of type Ap stars. The most complicated and strong fields are observed in the youngest Bp stars of age less than 30 million years. On the whole, magnetic Bp stars rotate slower than normal B stars except for the hottest ones with the reinforced He lines which have normal rotation rates.

No systematic differences between rotation rates of Bp stars with anomalous Si and He lines were found.

Chemically peculiar Bp stars with the reinforced Si lines and anomalous He lines are the most promising objects for the observational test of mechanisms of formation and evolution of star magnetic field.

For the same purposes it is suggested to compare quantitatively not only fields of objects of different ages, but their topology also.

*I.I. Romanyuk, I.A. Yakunin. *Astroph. Bull.*, 67, 177 (2012).*

## О РЕЛИКТОВОЙ ПРИРОДЕ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ СР-ЗВЕЗД

На основе анализа многолетних наблюдений (БТА) и литературных данных получены новые доказательства того, что самые сильные и сложные магнитные поля у СР-звезд наблюдаются только у относительно молодых объектов этой группы. Это указывает на реликтовый механизм формирования магнитного поля, а также на отсутствие механизма генерации поля во время нахождения этих объектов на Главной последовательности.

*И.И. Романюк, Д.О. Кудрявцев, Е.А. Семенко, И.А. Якунин, Ю.В. Глаголевский.*

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХОЛОДНЫХ АР-ЗВЕЗД

Совместно с обсерваторией Найнитал (Индия) продолжаются спектральные исследования холодных Ар-звезд, заподозренных в пульсационной активности. Получены спектры высокого разрешения звезды HD 207561. Методами высокоскоростной фотометрии ранее для нее были найдены пульсации блеска с периодом около 6 мин. Мы провели оценку параметров атмосферы звезды:  $T_{\text{eff}} = 7300$  К,  $\log g = 3.7$  и  $V \cdot \sin i = 74$  км/с, что свидетельствует о быстром вращении звезды. Анализ химического состава показывает, что имеется недостаток Са и Sc и небольшое сверхобилие редких земель. Магнитного поля и переменности спектров не обнаружено.

*Е.А. Семенко, М.Е. Сачков (ИНАСАН).*

## МАГНИТНОЕ ПОЛЕ HD 35298

По зеемановским спектрам (БТА) проведено исследование магнитного поля He-wk звезды HD 35298. Для определения параметров атмосферы объекта рассчитаны синтетические спектры с учетом влияния магнитного поля. Наилучшее согласие между наблюдениями и моделями достигается при  $T_{\text{eff}} = 15800 \pm 300$  К и  $\log g = 3.9 \pm 0.1$ . По линиям с малым фактором Ланде определена проекция скорости вращения на луч зрения  $V \cdot \sin i = 50$  км/с. В рамках модели наклонного ротатора поведение магнитной кривой продольного поля описывается магнитным диполем со следующими параметрами: угол наклона оси вращения звезды к лучу зрения  $i = 34^\circ$ , угол между осью вращения и осью магнитного диполя  $\beta = 90^\circ$ , индукция поля на полюсе диполя -  $B_p = 12.1$  кГс.

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

## ON THE RELIC NATURE OF MAGNETIC FIELDS OF CP STARS

Analysis of long-term BTA observations and literature data resulted in new proofs that the strongest and most complicated magnetic fields of CP stars are observed only in relatively young objects of this group.

This implies the relic mechanism of forming magnetic field and the absence of a mechanism of field generation when the objects are at the Main Sequence.

*I.I. Romanyuk, D.O. Kudryavtsev, E.A. Semenko, I.A. Yakunin, Yu.V. Glagolevsky.*

## SPECTRAL ANALYSIS OF COLD AP STARS

Spectral study of cold Ap stars suspected in pulsation activity was continued in collaboration with Nainital Observatory (India).

High-resolution spectra of the star HD 207561 were obtained. The brightness pulsations with a period of about 6 min were previously found by the high-speed photometry methods.

Atmosphere parameters of the star were estimated:  $T_{\text{eff}} = 7300$  K,  $\log g = 3.7$ ,  $V \cdot \sin i = 74$  km/s, which testifies its fast rotation. The analysis of chemical composition shows that there is a deficiency in calcium and scandium and a small super abundance of rare-earth elements. Neither magnetic field nor spectral variability was detected.

*E.A. Semenko, M.E. Sachkov (INASAN).*

## MAGNETIC FIELD OF HD 35298

Magnetic field of the He-wk stars HD 35298 was studied by BTA Zeeman spectra. For the purpose of determining parameters of the object atmosphere we calculated synthetic spectra with regard to magnetic field. The best agreement between observations and models is achieved with  $T_{\text{eff}} = 15800 \pm 300$  K,  $\log g = 3.9 \pm 0.1$ . Projection of the rotation rate to the line of sight  $V \cdot \sin i = 50$  km/s was determined from the lines with small Lande factor. Within the framework of the model of inclined rotator, the behavior of magnetic curve of longitudinal field is described by a magnetic dipole with the following parameters: the inclination angle of the star rotation axis to the line of sight is  $i = 34^\circ$ , the angle between the axis of rotation and the axis of magnetic dipole is  $\beta = 90^\circ$ , the field induction at the dipole pole is  $B_p = 12.1$  kilogauss.

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