

ФИЗИКА ЗВЕЗД

ОРБИТЫ НОВЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД, ОТКРЫТЫХ СПУТНИКОМ ГИППАРХ

Самые фундаментальные параметры звезд – массы – могут быть установлены только из орбитального движения двойных систем. Для проверки теорий строения звезд и их эволюции звездные массы должны быть определены с точностью не хуже 2%. Для других применений, таких, как исследования эмпирических распределений звезд по массам, периодам и эксцентриситетам, достаточной является точность в 10%.

До недавнего времени очень точные массы были установлены только для компонентов затменных спектральных двойных звезд. Поэтому эмпирическая зависимость масса-светимость была надежно определена в диапазоне от поздних В- до поздних F-классов. Для более поздних классов зависимость оставалась плохо изученной, несмотря на то, что 90% звезд в наших окрестностях являются карликами с массами меньше, чем у Солнца. Новые точные массы стали возможными в последние годы благодаря сочетанию прецизионного мониторинга лучевых скоростей двойных звезд со спеклинтерферометрическими измерениями их относительных видимых движений.

Нами была подготовлена выборка близких двойных звезд (расстояние до 50 пк) с малыми расстояниями между компонентами из списков новых пар, обнаруженных астрометрическим спутником Гиппарх в 1991 г. Спеклинтерферометрические наблюдения пар начались на БТА в 1998 г. и позволили в настоящее время определить видимые орбиты для 6 пар (рис. 30). Их периоды заключены в диапазоне от 5.9 до 28.3 лет. Параллельно нами получены разности блеска между компонентами пар в разных участках спектра. Три системы являются G- и K-карликами, а остальные – M-карлики. Суммарные массы систем вычислены с точностями от 10% до 30%, причем доминирующим источником ошибок являются ошибки параллаксов, определенных Гиппархом. Для уточнения масс понадобятся длительные измерения лучевых скоростей звезд или/и более точные определения расстояний в ходе новых астрометрических миссий.

И.И. Балега, Ю.Ю. Балега, Е.А. Плужник и З.У. Шхагошева совместно с К. Хофманом, Д. Шертлом, Г. Вайгельтом (Институт радиоастрономии им. М. Планка, Германия). Опубликовано в A&A 433, 591-596 (2005).

STELLAR PHYSICS

ORBITS OF NEW BINARIES DISCOVERED BY THE HIPPARCOS SATELLITE

The most fundamental parameters of stars, stellar masses, can only be derived from the orbital motion of binary systems. To test the models of stellar structure and evolution, stellar masses must be determined with an ~2% accuracy, while for other applications, such as the study of empirical distributions of mass ratios, periods and eccentricities, an accuracy of ~10% is sufficient.

Until very recently, very accurate masses were available only for double-lined detached eclipsing binaries. The empirical mass-luminosity relation was therefore well-constrained only for late-B to late-F stars of the main sequence. For later spectral types the relation was remaining poorly determined, despite the fact that in the solar neighborhood at least 90% of stars have smaller masses than the Sun. New accurate masses became possible due to speckle measurements of binaries' relative visual motions in combination with their high-precision radial velocity monitoring.

We have defined a sample of nearby binaries (distances within 50 pc) with small separation between components from a list of new pairs discovered by the Hipparcos astrometric satellite in 1991. The BTA speckle interferometric observations of pairs started in 1998 and presently permitted to determine visual orbits for 6 pair (Fig. 30). Their periods lie in the range between 5.9 and 28.3 years. Concurrently we obtained the luminosity difference between components in pairs at different parts of spectrum. Three systems are G and K dwarfs and the others are M dwarfs. The sum masses of systems were calculated accurate from 10% to 30%, the dominating source of errors being errors of Hipparcos parallaxes. To determine more precise masses, the long-term measurements of radial velocities of stars or/and more precise determination of distances in new astrometric missions will be necessary.

I.I. Balega, Y.Y. Balega, E.A. Pluzhnik, Z.U. Shkhagosheva in K.-H. Hofmann, D. Schertl, G. Weigelt (Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, 53121 Bonn, Germany) Published in A&A 433, 591-596 (2005)

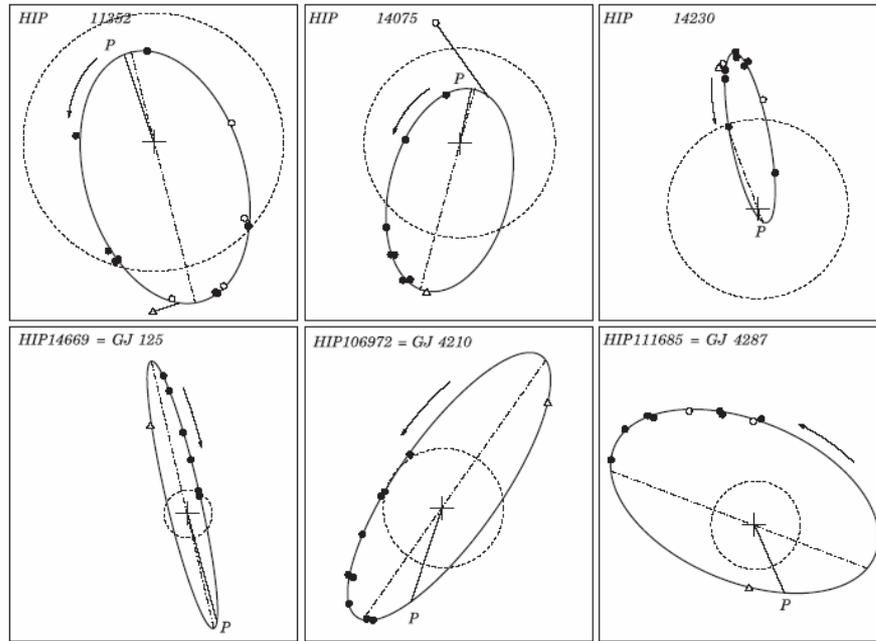


Рис.30. Видимые эллипсы орбит шести новых двойных звезд из списка Гиппарха. Спекл-данные с БТА показаны заполненными кружками, другие интерферометрические наблюдения – открытыми кружками, а первые наблюдения с Гиппарха – треугольниками. Обозначены также (O-C)-векторы измерений, однако в большинстве случаев они меньше, чем размеры самих кружков. Направления движения вторичных компонентов по орбите обозначены стрелками. Сплошная прямая указывает на положение периастра, а пунктирная линия обозначает линию узлов. Север вверху, восток слева. Пунктирные кружки обозначают радиус 0.1".

Fig. 30. Apparent ellipses representing orbits of six new binaries from the Hipparcos list. BTA speckle data are indicated by filled circles, other interferometric data by open circles, Hipparcos first measurements by triangles. Residual vectors for all measures are plotted, but in most cases they are smaller than the points themselves. The orbital motion direction is indicated by an arrow. The solid line shows the periastron position, while the dot-dashed line represents the line of nodes. North is up and east is to the left. The dashed circle has a radius of 0.1".

ИССЛЕДОВАНИЕ GRB

GRB 050408. В рамках совместной программы по оптическому отождествлению гамма-всплесков (САО РАН + IAA CSIC, Granada, Spain) 8 апреля 2005 г. на телескопах САО РАН (1-м телескоп Цейс-1000 и 6-м телескоп БТА) было открыто оптическое послесвечение GRB050408. Переменный объект был нами впервые обнаружен только по собственным данным в области локализации гамма-всплеска космической обсерватории HETE и затем подтвержден результатами наших же наблюдений в САО РАН. Многополосные фотометрические наблюдения этого переменного объекта были продолжены затем коллаборацией из 10 телескопов: САО РАН, Испания, Дания, Англия, Индия, Тайвань, Япония (рис. 31). В результате, на 6-й день было обнаружено необычное увеличение блеска объекта, природа которого может быть связана с плотной оболочкой вокруг массивной звезды-прародительницы SN/GRB. С учетом красного смещения $z=1.2357$, наблюдаемая немонотонность (неоднородность) на кривой блеска аналогична той, которая наблюдалась в оптическом послесвечении

STUDY OF GRBs

GRB 050408. Within the framework of a joint program on optical identification of GRBs (SAO RAS + IAA CSIC, Granada, Spain), on April 8, 2005, an optical afterglow of GRB050408 was discovered with SAO RAS telescopes (the 1 m Zeiss telescope and the 6 m BTA telescope). We were first who detected a variable object in a gamma-ray burst area localized by the space observatory HETE and then confirmed it by our observations in SAO. Multi-band photometric observations of the object were then continued by a collaboration of 10 telescopes: SAO RAS, Spain, Denmark, England, India, Taiwan, Japan (Fig. 31). As a result, on the 6th day an unusual increase of the object luminosity was detected what can be related to a dense envelope around a massive star-progenitor of SN/GRB. Taking into account the red shift $z=1.2357$, an observed nonmonotonic (inhomogeneous) character of the light curve is analogous to what was observed in the optical afterglow of GRB 050708 (the luminosity increase 1.5^m) on the 2^d day after the gamma-ray burst itself.

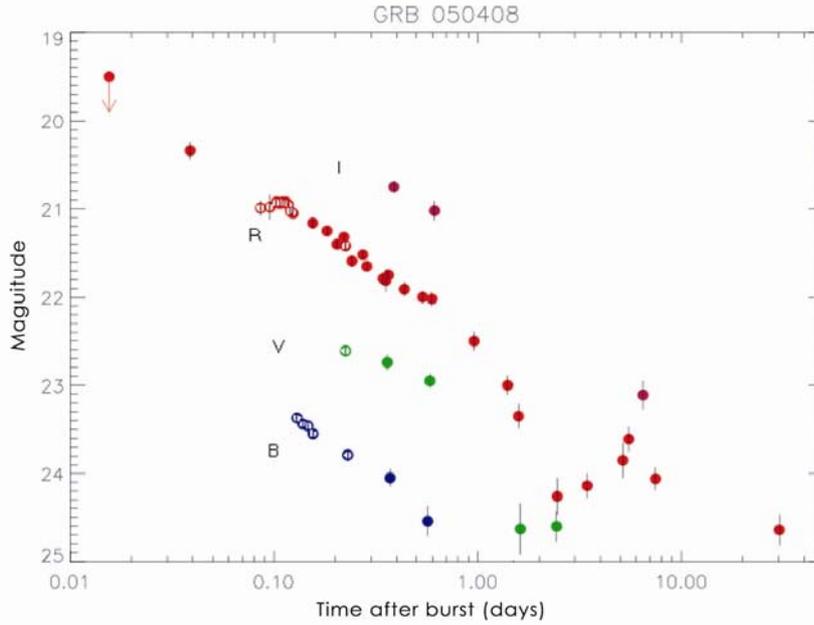


Рис. 31. Полная кривая блеска переменного оптического объекта, найденного по данным наблюдений 1-м и 6-м телескопов САО. Открытые кружки - первые наблюдения R, B, V, проведенные в САО (опубликовано в GCN #3192 и GCN #3197). Закрытые кружки - наблюдения в фильтрах B, V, R и I, проведенные остальными членами международной коллаборации 10 телескопов с использованием данных САО РАН.

Fig. 31. The complete light curve of a variable optical object detected by observations with the 1 m and 6 m SAO telescopes. Empty circles are for the first R, B, V observations carried out in SAO (published in GCN #3192 and GCN #3197). Filled circles denote B, V, R, I observations fulfilled by other members of the international collaboration with the use of SAO's data.

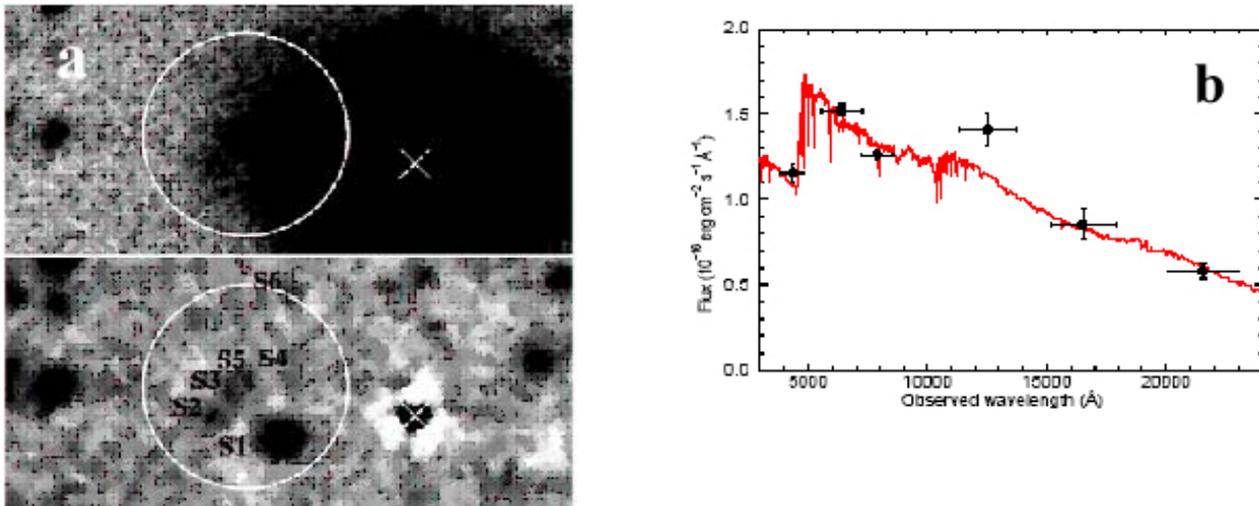


Рис. 32. **a:** Глубокий снимок поля GRB 050509b в фильтре R, сделанный на 6-м телескопе 11 мая 2005 г. Вклад эллиптической галактики, отмеченной крестиком (вверху), был вычтен, чтобы лучше показать содержимое бокса ошибок SwiftXRT (внизу). Указаны 6 источников S1-S6 в пределах этого бокса. Поле составляет 45"x20". **b:** Подгонка синтетического спектра к широкополосному BRJHK спектру предполагаемой родительской (эллиптической) галактики этого гамма-всплеска, отмеченной на рисунке (a) крестиком. Получена оценка возраста эллиптической галактики ~250 Myr.

Fig. 32 **a:** Deep R image of GRB 050509b obtained with the 6 m telescope on May, 11, 2005. Contribution of the elliptical galaxy (top) was subtracted to show the content of the SwiftXRT error box (below). 6 sources S1-S6 are indicated within this box. The field is 45"x20". **b:** Fitting of a synthetic spectrum to the wide-band BRJHK spectrum of the supposed (elliptical) host galaxy of this gamma-ray burst denoted by the cross in Fig.a. An obtained estimate of elliptic galaxy age is ~250 Myr.

GRB 050708 на второй день (подъем блеска на 1.5^m) после самого гамма-всплеска.

Т.А. Фатхуллин, В.Н. Комарова, В.В. Соколов совместно с А. Кастро-Тирадо (Институт астрофизики Андалусии, Испания)

T.A. Fatkhullin, V.N. Komarova, V.V. Sokolov, in collaboration with Alberto J. Castro-Tirado (IAA-CSIC, Spain)

GRB 050509b. В мае 2005 г. мы приняли участие в отождествлении короткого гамма-всплеска GRB 050509b, найденного обсерваторией SWIFT. На БТА исследована область локализации всплеска до 26^m (рис. 32a). Родительской галактикой GRB 050509b является, скорее всего, соседняя с областью локализации эллиптическая галактика на $z=0.225$ (рис. 32b). Таким образом, наша группа приняла участие в самых первых отождествлениях коротких ($< 2c$) гамма-всплесков. Среди гамма-всплесков, отождествленных в оптике (с эллиптическими галактиками) летом 2005г., GRB 050509b – самый первый.

Т.А. Фатхуллин, В.Н. Комарова, В.В. Соколов

GRB 050509b. In May 2005 we took part in identification of the short GRB 050509b discovered by the SWIFT observatory. The burst localization region was investigated with the BTA down to 26^m (Fig. 32a). The most probable GRB 050509b host galaxy is a neighbor elliptic galaxy at $z=0.225$ (Fig. 32b). Thus, our group participated in the very first identifications of short ($< 2s$) gamma-ray bursts. GRB 050509b is the very first gamma-ray burst among ones identified in optical with elliptical galaxies in Summer 2005.

T.A. Fatkhullin, V.N. Komarova, V.V. Sokolov

Теория. 1. Длющиеся более $2c$ (длинные) космические гамма-всплески связывают сейчас со взрывами массивных SN. Они отождествляются в оптике с родительскими галактиками, расположенными на космологических расстояниях (более 1 Гпк) с красными смещениями около 1 (и до $z\sim 10$). При моделировании распределения энергии в спектрах одной из таких галактик (GRB 021004, $z=2.3$) использовались результаты наших исследований (astro-ph/0506544)

GRB может сопровождаться продолжающимся несколько дней оптическим послесвечением, в котором наблюдаются характерные спектральные и фотометрические признаки массивных SN, обычно типов Ib или Ic (как это наблюдалось нами в случае GRB 030329, astro-ph/0505535). В 2005 г. нами исследована родительская галактика этого знаменитого GRB 030329 – галактика с низкой металличностью и интенсивным звездообразованием на $z=0.17$. Получены спектры и распределение энергии (рис. 33, astro-ph/0508541, astro-ph/0507488).
Т.А. Фатхуллин, В.В. Соколов совместно с А. Кастро-Тирадо и С. Гузием (Институт астрофизики Андалусии, Испания)

Theory. 1. The long gamma-ray bursts lasting more than 2 seconds are now thought to be related with explosions of massive supernovae. They are identified in optical with host galaxies located at cosmological distances ($> 1\text{Gpc}$) with red shift about 1 (and up to $z\sim 10$). The results of our investigations were used in modeling the energy distribution in spectra of one such galaxy (GRB 021004, $z=2.3$) (astro-ph/0506544).

A GRB can be accompanied with an optical afterglow lasting several days with typical spectral and photometrical features of massive SNe usually of types Ib or Ic (as we observed in the case of GRB 030329, astro-ph/0505535). In 2005 we studied the host galaxy of this famous GRB 030329 – a galaxy at $z=0.17$ with a low metallicity and intensive star-forming. Spectra and energy distribution were obtained (Fig. 33, astro-ph/0508541, astro-ph/0507488).

T.A. Fatkhullin, V.V. Sokolov in collaboration with A.J. Castro-Tirado and S. Guziej (IAA-CSIC, Spain)

Теория. 2. В 2005 году исследованы эффекты коллимации жестких фотонов и другие возможные наблюдательные проявления углового и спектрального распределения фотонов в источниках гамма-всплесков. Речь идет об альтернативе релятивистскому фаерболу, если действительно все “длинные” гамма-всплески физически связаны с нормальными/непекулярными массивными сверхновыми. В рамках предположений своей модели мы рассмотрели эффекты давления излучением и то, как джеты возникают вследствие

Theory. 2. In 2005 the effects of collimation of hard photons and other possible observational manifestations of angular and spectral photons distribution in gamma-ray burst sources were studied. The case in point is an alternative to a relativistic fireball, if all “long” GRBs are related indeed with normal/non-peculiar massive supernovae. Within the framework of assumptions of this model we considered effects of radiation pressure and how jets arise due to even small asymmetry of powerful radiation field in the (compact) burst source itself. Possible mechanisms of GRB formation in

даже небольшой асимметрии мощного поля излучения в самом (компактном) источнике всплеска. Обсуждаются возможные механизмы образования GRB в областях размером 10^8 см (компактная модель гамма-всплеска). Рассматриваются наблюдательные следствия такого “компактного” энерговыделения для GRB-всплесков.

V.V. Sokolov совместно с В.Г. Куртом (АКЦ ФИАН), Г.С. Бисноватым-Коганом (ИКИ РАН), Ю.Н. Гнединым (ГАО РАН), Ю.В. Барышевым (СПбГУ)

regions of size 10^8 cm (a compact model of GRBs) are discussed. Observational consequences of so “compact” energy release for GRBs are considered.

V.V. Sokolov in collaboration with V.G. Kurt (ASC FIAN), G.S. Bisnovaty-Kogan (IKI RAS), Yu.N. Gnedin (MAO RAS) and Yu.V. Baryshev (SPSU)

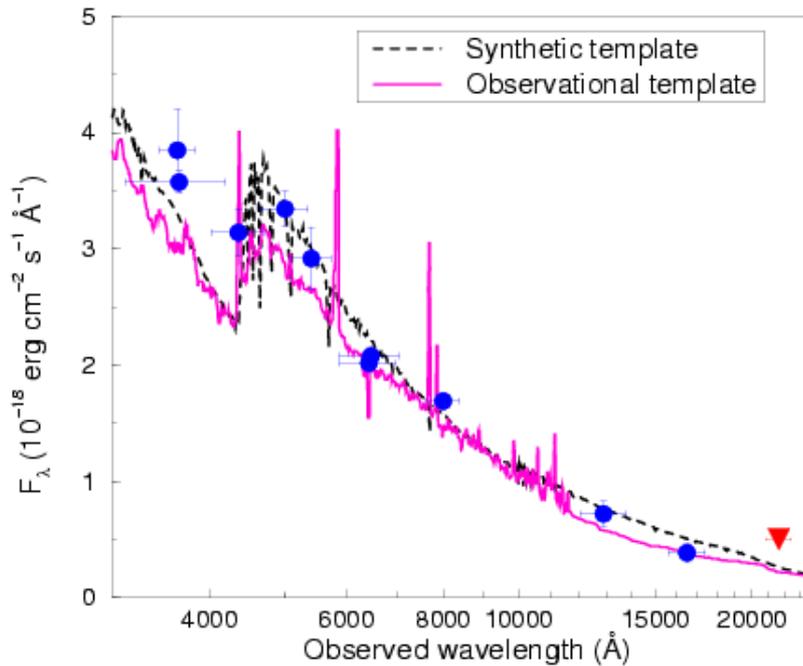


Рис. 33. Наблюдаемое распределение энергии и синтетический спектр для родительской галактики GRB 030329 от оптического до ИК диапазона.

Fig. 33. The observed energy distribution and synthetic spectrum for the GRB 030329 host galaxy from optical to IR range.

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СКОРОСТИ ПУЛЬСАРА PSR B1951+32 ПО КИНЕМАТИКЕ И МОРФОЛОГИИ ПУЛЬСАРНОЙ ТУМАННОСТИ

По наблюдениям окрестностей пульсара PSR B1951+32 в старом остатке сверхновой СТВ 80, проведенным на 6-м телескопе САО РАН с помощью интерферометра Фабри-Перо, в пульсарной туманности кроме известного ранее расширения системы ярких волокон со скоростью 100-200 км/с обнаружены слабые высокоскоростные (до 400-450 км/с) детали в линии H α . Впервые по исследованию кинематики пульсарной туманности и из анализа ее морфологии в линиях H α , [SII], [OIII] по данным архива космического телескопа им.Хаббла (рис.34) уточнено направление движения пульсара. Форма центральной тонковолокнистой

ESTIMATION OF SPACE VELOCITY OF THE PULSAR PSR B1951+32 BY KINEMATICS AND MORPHOLOGY OF A PULSAR WIND NEBULA

Observing vicinity of the pulsar B1951+32 in an old remnant of the supernova CTB 80 with the SAO 6 m telescope using the Fabry-Perot interferometer we detected faint high-velocity (up to 400 – 450 km/s) details at the line H α in the pulsar wind nebula beside a previously known expansion of the system of bright filaments with the velocity 100 – 200 km/s. The direction of pulsar motion was first specified by studying kinematics of the pulsar wind nebula and by analysis of its morphology in the lines H α , [SII], [OIII] by archive data of the Hubble Space Telescope (Fig. 34). A shape of the central fine-filamented envelope determined by radiation in the line [OIII] and in radio

оболочки, определяемая излучением в линии [OIII] и в радио континууме, согласуется с моделью головной ударной волны при значительном (около 60°) наклоне вектора скорости пульсара к картинной плоскости (рис.35). В этом случае пространственная скорость пульсара вдвое выше его тангенциальной скорости, т.е. достигает 500 км/с. PSRB1051+32 – первый пульсар, скорость которого оценена из наблюдений пульсарной туманности. В рамках общей схемы СТВ 80, учитывающей последние данные наблюдений в оптическом и радио диапазонах, большая пространственная скорость пульсара не противоречит его положению в плотной оболочке старого остатка вспышки сверхновой.

В.Н. Комарова, А.В. Моисеев совместно с Т.А. Лозинской (ГАИШ МГУ), С.И. Блинниковым (ИТЭФ). Опубликовано в ПАЖ, 2005, , 31, 4, 269

continuum conforms to the model of a head shock wave at a considerable inclination (about 60°) of the pulsar velocity vector to the image plane (Fig. 35). In this case the pulsar space velocity is twice its tangential velocity, i.e. it reaches 500 km/s. PSRB1051+32 is the first pulsar whose velocity is estimated by observations of the pulsar wind nebula. Within the framework of a general scheme of the CTB 80 accounting for recent observational data in optical and radio, a large space velocity does not contradict its location in a dense envelope of the old remnant of supernova explosion.

V.N. Komarova, A.V. Moiseev in collaboration with T.A. Lozinskaya (Sternberg Astronomical Institute), S.I. Blinnikov (Institute for Theoretical and Experimental Physics). Published in Pis'ma v AZh, 2005, , 31, 4, 269

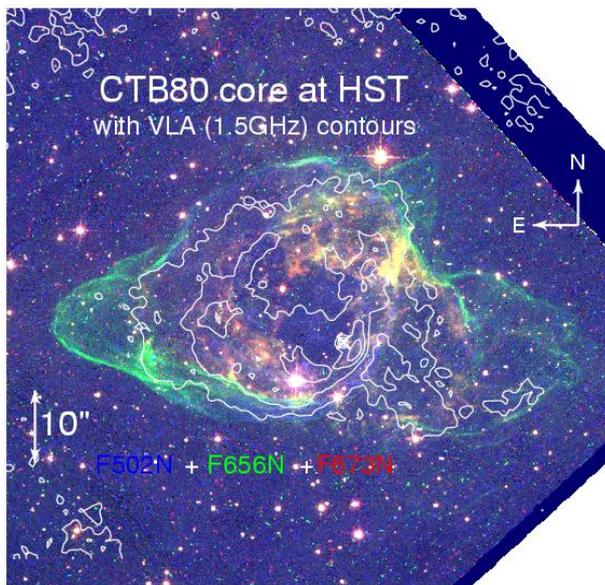


Рис.34 Комбинированное изображение ядра СТВ 80 по наблюдениям на космическом телескопе им. Хаббла в линиях [OIII] (F502N), H α (F656N) и [SII] (F673) с наложением изофот радиоизлучения на 1.5 ГГц по наблюдениям VLA.

Fig.34. A composite image of the CTB 80 nucleus by observations with the Hubble Space Telescope in the lines [OIII] (F502N), H α (F656N) and [SII] (F673) superposed with isophots of 1.5 GHz radio emission by the VLA observations.

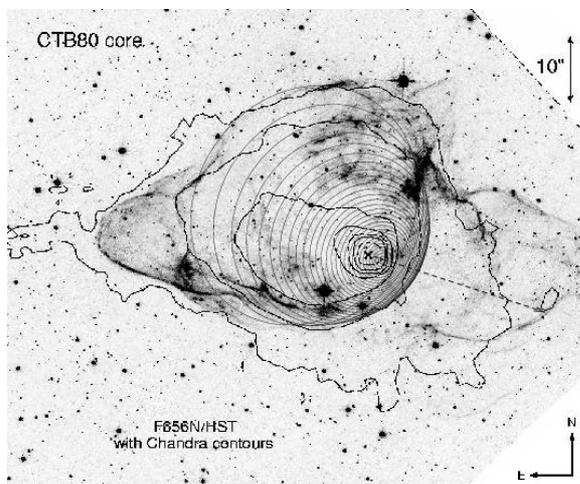


Рис.35 Головная ударная волна, наклоненная под углом 60° к картинной плоскости (изолинии постоянного θ), выбранная по наилучшему согласию с изображением в линии [OIII], совмещенная с изображением туманности в линии H α и в рентгене (изофоты) по наблюдениям на Chandra.

Fig.35. A head shock wave inclined at angle of 60° to the image plane (isolines of a constant θ), selected by the best agreement with image in the line [OIII] superimposed with nebula image in the line H α and in X-ray (isophots) by observations with Chandra.

ПРЕДСВЕРХНОВАЯ И СВЕРХНОВАЯ SN2004dj В ГАЛАКТИКЕ NGC2403

Сверхновая звезда SN2004dj была обнаружена в галактике NGC2403 в конце июля 2004 г. Тип сверхновой SNIIP означает, что взорвался массивный сверхгигант. SN2004dj – самая близкая сверхновая такого типа. Вспышка произошла в молодом звездном скоплении Sandage 96, спектр которого был получен на 6-м телескопе в 2001 году в рамках программы спектрального обзора молодых массивных звезд в близких галактиках (рис. 36). После заметного ослабления блеска SN2004dj появится возможность выделить спектр пропавшего объекта – предсверхновой звезды, вычитая из спектра скопления Sandage 96 до вспышки его спектр после ослабления SN2004dj. Полученный до вспышки спектр скопления Sandage 96 (рис.36, внизу) содержит спектр предсверхновой звезды. Голубой участок спектра Sandage 96 был заимствован из работы R. Humphreys, M. Aaronson (Astron. J. 94, 1156, 1987).

Оценена масса ^{56}Ni в оболочке SN2004dj, $0.02 M_{\odot}$. Близкая к этой оценка массы ^{56}Ni ($0.015 M_{\odot}$) получена путем моделирования светимости $\text{H}\alpha$. Обнаружена сильная асимметрия линий $\text{H}\alpha$, $\text{H}\beta$, $[\text{OI}]$ и $[\text{CaII}]$, которая характеризуется синим смещением максимума линий около -1500 км/с на ранней небулярной стадии. Сделан вывод, что нарушение центральной симметрии является характерным свойством SNIIP.

На рис. 37 приведена кривая блеска сверхновой SN2004dj, которая выглядит вполне типичной для SNIIP. Постоянный блеск SN2004dj (плато) был около 12^m и держался с момента открытия 31 июля до начала октября 2004 г. Известно, что длительность стадии плато у SNIIP около 100 - 120 дней. У SN2004dj плато длилось всего 55 - 60 дней, ровно половину от обычной длительности. Поэтому у нас есть самые серьезные основания подозревать, что SN2004dj вспыхнула на 50 - 60 дней раньше, чем 31 июля, когда ее открыл Koichi Itagaki (Япония).

С.Н. Фабрика, О.Н. Шолухова, В.В. Власюк, совместно с П.К. болмасовым, В.П. Горанским (ГАИШ МГУ) и Н.Н. Чугай (ИНАСАН)

СПЕКТР ОСТАТКА ПЕКУЛЯРНОЙ КРАСНОЙ НОВОЙ ЗВЕЗДЫ V4332 СТРЕЛЬЦА

V4332 Sgr (Nova Sgr 1994 No.1) вместе с V838 Mon и V1006/7 в галактике M31 являются представителями нового класса эруптивных переменных звезд. Во вспышках, по энерговыделению сравнимых с классическими новыми звездами, эти объекты показывают спектры, типичные для холодных красных гигантов класса K-M, причем они не проходили через небулярную стадию. Природа таких вспышек до сих пор остается загадочной.

A PRE-SUPERNOVA AND THE SUPERNOVA SN2004dj IN THE GALAXY NGC2403

The supernova SN2004dj was discovered in the galaxy NGC2403 in the end of July 2004. The supernova type SNIIP means that a massive super giant exploded. SN2004dj is the nearest supernova of this type. The burst occurred in the young stellar cluster Sandage 96 whose spectrum was obtained with the 6 m telescope in 2001 within the framework of a program on spectral survey of young massive stars in nearby galaxies (Fig. 36). After the SN2004dj luminosity considerably falls it is possible to select a spectrum of a disappeared object – a pre-supernova star – by subtracting the Sandage 96 cluster spectrum right after the weakening of SN2004dj from its spectrum before the burst. The Sandage 96 cluster spectrum obtained before the burst (Fig. 36, below) contains spectrum of the pre-supernova. The blue region of the Sandage 96 spectrum was copied from the paper by R. Humphreys, M. Aaronson (Astron. J. 94, 1156, 1987).

Mass of ^{56}Ni in the SN2004dj envelope was estimated as $0.02 M_{\odot}$. A close mass estimation of ^{56}Ni ($0.015 M_{\odot}$) was obtained by modeling $\text{H}\alpha$ luminosity. It was detected that the lines $\text{H}\alpha$, $\text{H}\beta$, $[\text{OI}]$ and $[\text{CaII}]$ are very asymmetric with blue shift of line maximum to about -1500 km/s at an early nebular stage. It was concluded that a violation of central symmetry is a characteristic feature of SNIIPs.

Fig. 37 shows a supernova SN2004dj light curve which looks quite typical for SNIIP. A constant luminosity of SN2004dj (a plateau) was about 12^m and it had been lasting since the moment of discovery on July 31 to the beginning of October 2004. It is known that the SNIIP plateau stage duration is about 100-120 days. The SN2004dj plateau lasted only 55-60 days what is exactly a half of usual duration. That is why we have every reason to believe that SN2004dj exploded 50-60 days earlier than July 31 when it was discovered by Koichi Itagaki (Japan).

S.N. Fabrika, O.N. Sholukhova in collaboration with P.K. Abolmasov, V.P. Goranskij (SAI MSU) and N.N. Chugai (Institute of Astronomy of RAS)

SPECTRUM OF THE REMNANT OF THE PECULIAR RED NOVA V4332 SAGITTARI

V4332 Sgr (Nova Sgr 1994 No.1) together with V838 Mon and V1006/7 in the galaxy M31 are representatives of a new class of eruptive variable stars. In bursts comparable with classic novae in energy release these objects show spectra typical for cold red giants of class K-M, and they not passing a nebula stage. Nature of such bursts is still enigmatic.

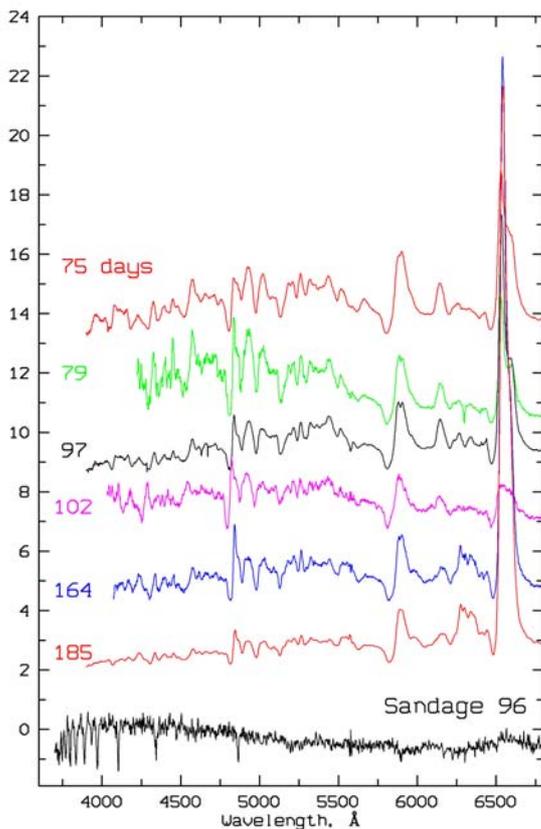


Рис. 36. Спектры SN2004dj, полученные через 75 - 185 дней после вспышки на 6-м и 1-м телескопах САО, и спектр скопления Sandage 96, полученный на 6-м телескопе за три года до вспышки.

Fig. 36. SN2004dj spectra obtained in 75-185 days after the burst with the 6 m and 1 m SAO telescopes, and the Sandage 96 cluster spectrum obtained with the 6 m telescope three years before the burst.

Анализ архивных фотографий и спектров V838 Mon (Nova Mon 2002) на БТА показывает, что в этой широкой физической паре произошел взрыв горячей В-звезды, вторым компонентом которой является звезда спектрального класса В3V. Остатком этой пекулярной новой является единственный в своем роде холодный «коричневый» сверхгигант класса L (коричневые карлики класса L уже давно известны).

V4332 Sgr имеет $m_B = 19.5^m$. В июне 2005 г. был получен спектр на БТА со спектрографом SCORPIO (рис. 39). На фоне красного континуума М-звезды видны яркие и узкие эмиссии нейтральных атомов Al, Mn, Ca, Cr, Sr, а также эмиссии молекул AlO, TiO и VO. Излучение молекул сосредоточено в кантах молекулярных полос, и потому линии в оптическом спектре выглядят как молекулярные радиолнии. Отождествлены также линии Rb I и интеркомбинационная линия Mg I на 4571 Å. Такой необычный спектр принадлежит массивному разреженному облаку газа.

По архивным снимкам ГАИШ МГУ и по

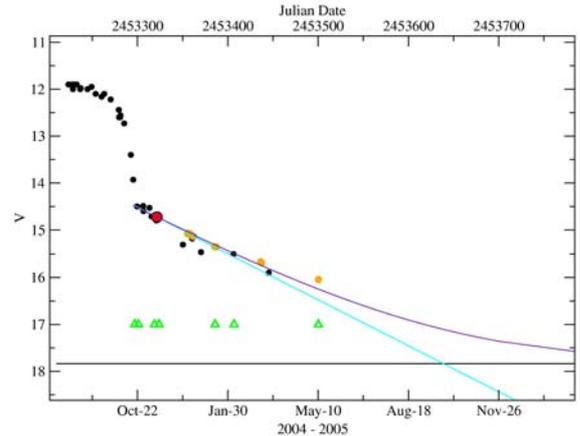


Рис. 37. Кривая блеска сверхновой SN2004dj. Треугольниками отмечены даты получения спектров сверхновой на 6-м и 1-м телескопах САО. Черные точки – наблюдения различных наблюдателей (любителей астрономии), цветные точки – наблюдения в полосе V В.П. Горанского на 1-м телескопе САО и Южной лаборатории ГАИШ в Крыму. Показаны предсказания ослабления блеска согласно строгой модели радиоактивного распада кобальта как без учета (прямая линия), так и с учетом постоянного блеска скопления Sandage 96.

Fig. 37. The supernova SN2004d light curve. Triangles denote the dates of obtaining of supernova spectra with the 6 m and 1 m SAO telescopes. Black points are for observations by different observers (amateur astronomers). Colored points denote V-band observations by V.P. Goranskij with the 1 m SAO telescope and at the SAI Southern station in Crimea. Predictions of luminosity fall according to a strict model of cobalt radioactive decay both with allowing for a constant luminosity of Sandage 96 cluster (a direct line) and without it are shown.

Analysis of archive BTA images and spectra of V838 Mon (Nova Mon 2002) shows that a hot B star with a star of spectral class B3V as the second component exploded in this wide physical pair. The remnant of this peculiar nova is a unique cold “brown” super giant of class L (the brown dwarves of class L are know for a long time).

V4332 Sgr has $m_B = 19.5^m$. In June 2005 a spectrum was obtained with the BTA spectrograph SCORPIO (Fig. 39). Bright and narrow emission lines of neutral atoms Al, Mn, Ca, Cr, Sr, and emission line of molecules AlO, TiO and VO are seen against the background of red continuum of the M star. The radiation of molecules is concentrated in molecule band edges, and that is why the lines in optical spectrum look like molecule radio lines. The lines of Rb I and an intercombinative line of Mg I at $\lambda 4571 \text{ \AA}$ are also identified. Such unusual spectrum belongs to a massive rarefied gas cloud.

By archive images of the MSU SAI photograph

цифровым обзором неба установлено, что излучение М-звезды присутствовало в распределении энергии V4332 Sgr до вспышки в 1980-86 гг. Но в синем диапазоне доминировало излучение горячей звезды, которое теперь не наблюдается. Как и в случае V838 Mon произошел взрыв горячей звезды в двойной системе. Через 11 лет после взрыва наблюдается только облако разреженного газа (рис.38).

Е.А. Барсукова совместно с В.П. Горанским (ГАИШ МГУ)

library and by digital surveys of the sky it was determined that the radiation of the M star was present in the energy distribution of V4332 Sgr before the burst in 1980-1986. But radiation of the hot star predominated in the blue range what is not observed any more. As in the case of V838 Mon an explosion of the hot star occurred in a binary system. In 11 years after the explosion only a cloud of rarefied gas is observable. (Fig.38).

E.A. Barsukova in collaboration with V.P. Goranskij (SAI, Moscow SU).

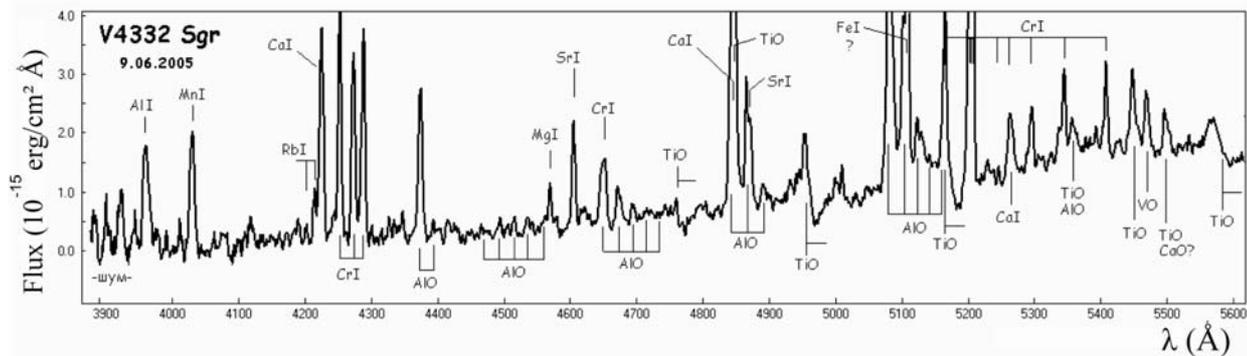


Рис. 38. Спектр V4332 Sgr, полученный на БТА/SCORPIO.

Fig. 38. V4332 Sgr spectrum obtained with the BTA SCORPIO.

ОРБИТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД CI Cam.

CI Cam – В[e]-звезда и оптический двойник транзитного рентгеновского источника XTE J0421+560. 1 апреля 1998 г. у звезды произошла вспышка во всех диапазонах длин волн, и яркость в оптическом диапазоне возросла более чем в 25 раз. С этого времени в САО РАН ведутся регулярные спектральные наблюдения звезды на телескопах Цейс-1000 и БТА, которые сопровождаются фотометрией в САО и на Крымской станции ГАИШ.

Измерения потоков излучения в эмиссионных линиях показывают, что структура околзвездной оболочки, нарушенная ударной волной вспышки, через 3 года стабилизировалась. В кривой блеска звезды была обнаружена волна с амплитудой 0.032^m в полосе V и с периодом 19.41 ± 0.02 дня. Как оказалось, одна линия в спектре CI Cam (He II $\lambda 4686\text{Å}$) показывает значительные доплеровские сдвиги, которые связаны с этим периодом. Полуамплитуда кривой лучевых скоростей составляет 230 км/с. Кривая лучевой скорости для этой линии показана на рис. 39. Большой размер кружка на рисунке означает более надежное и точное определение скорости. Эта эмиссионная линия очень слаба в спокойном состоянии звезды, а в нескольких спектрах она вообще не видна. Для источника эмиссии определена орбита с эксцентриситетом 0.62 ± 0.07 (математическое решение показано зеленой линией). Периастр

THE ORBITAL PERIOD OF CI Cam.

CI Cam is a B[e] star and an optical counterpart of the transient X-ray source XTE J0421+560. On April 1, 1998, the star showed a burst in all wavelength range, and its optical brightness increased more than 25 times. Since then the spectrum of this star is regularly observed in SAO RAS with the telescopes Zeiss-1000 and BTA what is accompanied by photometry in SAO and at the Crimean MSU SAI station.

Measurements of fluxes in emission lines show that the structure of a circumstellar envelope broken by the burst shock wave became stable in three years. A wave with amplitude 0.032^m in V band with a period 19.41 ± 0.02 was detected in the star light curve. It turned out that one line in the spectrum of CI Cam (He II $\lambda 4686\text{Å}$) shows considerable Doppler shifts related to this period. The half amplitude of radial velocity curve is 230 km/s. The radial velocity curve of this line is shown in Fig. 39. A larger size of circle denotes a more reliable and precise determination of velocity. This emission line is very weak in quiet state of the star, and it is not seen at all in several spectra. The orbit with eccentricity 0.62 ± 0.07 was determined for the source of emission (the mathematical solution is shown by the green line). The orbit periastron coincides with a moment of the passing of lower junction. The major semiaxis of the orbit is $a \sin(i) = 48$ million kilometers. It is the most probable that a white dwarf

орбиты совпадает с моментом прохождения нижнего соединения. Большая полуось орбиты составляет $a \sin(i) = 48$ млн. км. Наиболее вероятно, что по орбите движется белый карлик, а источник эмиссии – аккреционный диск вокруг него. Термоядерный взрыв водорода на его поверхности и оказался причиной вспышки 1998 года.

Е.А. Барсукова, Н.В. Борисов, А.Н. Буренков, В.Г. Клочкова совместно с В.П. Горанским и Н.В. Метловой (ГАИШ МГУ).

moves along the orbit, and the source of emission is an accreting disk around it. It is a thermonuclear explosion of hydrogen on its surface what turned out to be a cause of the explosion of 1998.

E.A. Barsukova, N.V. Borisov, A.N. Burenkov, V.G. Klochkova in collaboration with V.P. Goranskij and N.V. Metlova (SAI, Moscow SU).

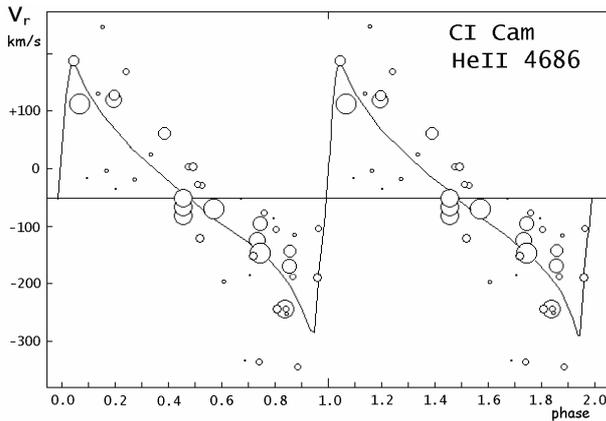


Рис. 39. Кривая лучевой скорости CI Cam в эмиссии He II 4686A от фазы периода 19.41 дня (красные кружки – наблюдения на БТА, зеленые – на Цейсс-1000).

Fig. 39. The radial velocity curve of CI Cam in the emission He II 4686A from the period phase 19.41 day (red circles are for observations with the BTA, the green ones are for Zeiss-1000 observations).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ-КАНДИДАТОВ В ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ РАЗЛИЧНЫХ МАСС В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ С ВЫСОКИМ ВРЕМЕННЫМ РАЗРЕШЕНИЕМ

STUDY OF OBJECTS – CANDIDATES TO BLACK HOLES OF VARIOUS MASSES IN OPTICAL WITH A HIGH TIME RESOLUTION

Завершена обработка результатов панорамной фотометрии высокого временного разрешения объекта-кандидата в черные дыры MACHO-1999-BLG-22. С использованием различных методов поиска переменности проанализирован массив фотоотчетов, зарегистрированных в течение 20 мин. в фильтре В на 6-м телескопе. В рамках представления о переменной компоненте излучения как совокупности треугольных вспышек со скважностью от 10 до 1000 получены ограничения для ее относительной мощности на разных характерных временах от 10 мкс до 10 с, которые составили от 40% до 5%, соответственно. Был проведен анализ данных наблюдений области локализации MACHO-1999-BLG-22 с ROSAT. Получены определенные свидетельства обнаружения слабого рентгеновского источника на уровне значимости 10%. Разумнее установить верхний предел для его потока на уровне $1.45 \cdot 10^{-13}$ эрг/см² с, что соответствует светимости $1.63 \cdot 10^{31}$ эрг/с при расстоянии 1 кпк. Сопоставление рентгеновских и оптических данных позволяет практически исключить вариант, при котором масса черной дыры – линзы должна составлять около 100 M_{об}.

We completed processing results of panoramic photometry of high time resolution of the object MACHO-1999-BLG-22 – a candidate to a black hole. Using different methods for search of variability, an array of photo readings registered during 20 minutes in B band with the 6 m telescope was analyzed. Within a concept that a variable component of emission is a system of triangle-like flares with a duty cycle 10 of 1000, we obtained restrictions for its relative power at different characteristic times from 10 microseconds to 10 s which are from 40% to 5% respectively. ROSAT data of observations of the MACHO-1999-BLG-22 localization area were analyzed. We obtained definite indications that a faint X-ray source was detected at a significance level of 10%. It is more reasonable to set an upper limit of its flux at a level of $1.45 \cdot 10^{-13}$ erg/cm² s what corresponds to the luminosity $1.63 \cdot 10^{31}$ erg/s at a distance of 1 kpc. Comparison of X-ray and optical data allows practical excluding a variant that the mass of a black hole – lens is about 100 M_{об}.

Г. Бескин, В. Плохотниченко, В. де-Бур, С. Карпов

G. Beskin, V. Plokhotnichenko, V. de Bour, S. Karpov

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДИНОЧНЫХ ЭЖЕКТИРУЮЩИХ ПУЛЬСАРОВ

STUDY OF SINGLE EJECTING PULSARS

Проведен статистический и астрофизический анализ результатов наблюдений пульсара в Крабовидной туманности на 6-м телескопе САО РАН с лавинно-пролетным фотодиодом (APD). Фазовые кривые блеска были получены двумя способами: с использованием радио эфемерид пульсара обсерватории Jodrell Bank и с помощью разработанного в САО быстрого алгоритма поиска периода по оптическим данным. Оба метода дали точность периода на уровне $2 \cdot 10^{-11}$ с, что позволило провести свертку кривой блеска с временным разрешением 6.6 мкс. На полученной фазовой кривой в области максимума главного пульса была выделена структура, которая может быть интерпретирована либо как абсорбция (шириной ~ 30 мкс) на гладком профиле пульса – с уровнем значимости 3.9σ ; либо как более широкая эмиссионная деталь с амплитудой около 0.5% и шириной ~ 70 мкс на уровне значимости 5.9σ (рис. 40). Эти результаты могут указывать на наличие тонкой структуры в области генерации оптического излучения в магнитосфере пульсара.

С целью исследования процессов эволюции радио-пульсаров проводился статистический анализ параметров у 267 объектов с измеренными вторыми производными частоты вращения (рис. 41). Были впервые обнаружены с высокой достоверностью корреляции между частотой, ее первой, второй производными и характеристическим возрастом. Их характер и то, что у более ста пульсаров вторая производная частоты отрицательна, с неизбежностью приводит к выводу об осциллирующем характере вековой эволюции частот вращения. Грубые оценки показывают, что

Statistical and astrophysical analysis of observations of a pulsar in the Crab nebula with the SAO RAS 6 m telescope with an avalanche photo diode (APD) was carried out. Phase light curves were obtained by two methods: with the use of the pulsar's radio ephemerids by the Jodrell Bank Observatory and by means of a fast algorithm of search for a period by optical data developed in SAO. Both methods gave a precision of period at a level of $2 \cdot 10^{-11}$ s what permitted to make convolution of the light curve with the time resolution 6.6 microseconds. In the region of a peak at the main pulse on the obtained phase curve a structure was selected which can be interpreted either as an absorption (of width ~ 30 microseconds) on a smooth profile of the pulse at a significance level of 3.9σ , or as a wider emission detail of amplitude about 0.5% and of width ~ 70 microseconds at a significance level of 5.9σ (Fig. 40). These results can indicate a thin structure in the region of generation of optical emission in the pulsar magnetosphere.

To investigate evolution processes of radio pulsars, the statistical analysis was carried out for 267 objects with measured second derivatives of rotation frequency (Fig. 41). Correlations between frequency, its first, second derivatives and characteristic ages were first discovered with a high confidence probability. Their character and the fact that the second derivative is negative for more than 100 pulsars inevitably lead to a conclusion about an oscillating character of secular evolution of rotation frequencies. Coarse estimates show that typical times of their variations are several hundreds years, and variations of amplitude are fractions of a percent. This effect by itself does not change an

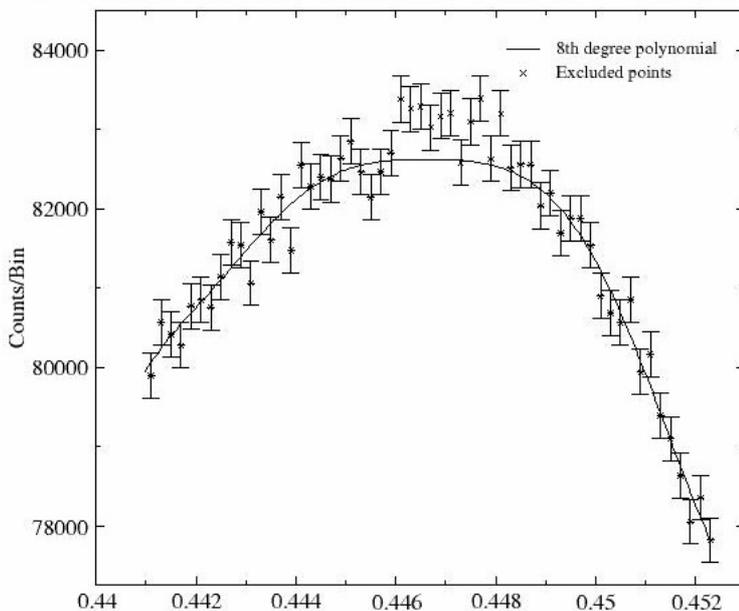


Рис. 40. Вершина главного импульса пульсара в Крабе.

Fig. 40. Peak of the main pulse in Crab.

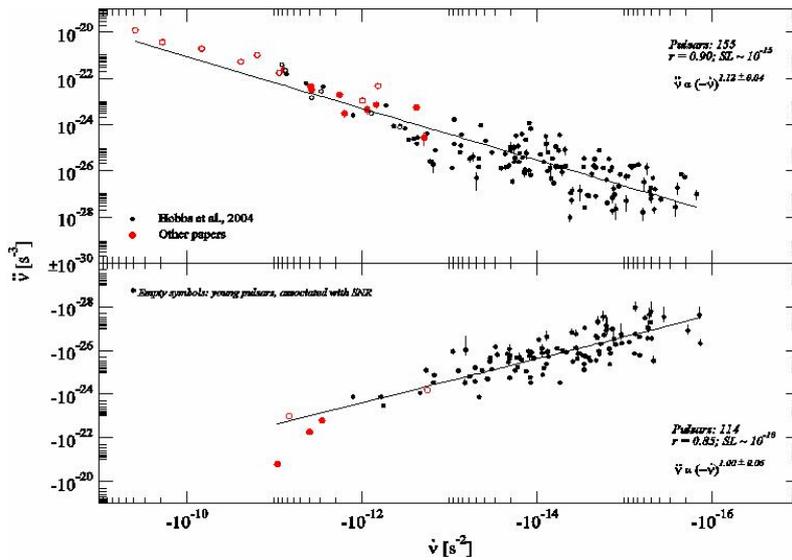


Рис. 41. Диаграмма для 267 радиопульсаров.

Fig. 41. Diagram for 267 radio pulsars.

характерные времена их вариаций составляют несколько сотен лет, а амплитуды – доли процента. Сам по себе этот эффект не меняет эволюционную шкалу (темп потери энергии) пульсаров. Он свидетельствует, подобно “красному шуму”, о некоторых внутренних вариациях состояния (структуры) нейтронных звезд, однако, в отличие от последнего, присущ, по-видимому, всем пульсарам.

Г. Бескин, Вю де-Бур, С. Карпов, В. Плохотниченко совместно с А. Бирюковым (ГАИШ МГУ) и М. Редферном, Э. Шерером (Национальный университет, Галвэй, Ирландия)

evolution scale (the energy loss rate) of pulsars. Like “the red noise”, it testifies some internal variations of the state (structure) of neutron stars, but, unlike the latter, appears to be inherent to all pulsars.

G. Beskin, V. de Bour, S. Karpov, V. Plokhotnichenko in collaboration with A. Birykov (SAI SMU) and M. Redfern, A. Shearer (National University of Ireland, Galway)

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПУЛЬСАРОВ С БЕЛЫМИ КАРЛИКАМИ В ДВОЙНЫХ СИСТЕМАХ

STUDYING PROCESSES OF INTERACTION BETWEEN PULSARS AND WHITE DWARFS IN BINARY SYSTEMS

Начат теоретический анализ процессов переработка рентгеновского излучения пульсаров атмосферой белых карликов. Получены соотношения между параметрами двойной системы, характеристиками излучения пульсара (светимостью, спектром, периодом, длительностью импульса) и амплитудой оптических импульсов, излучаемых белым карликом, а также формой его оптической кривой блеска. Показано, что для типичных условий относительная мощность переменной с периодом пульсаров компоненты излучения белых карликов может достигать 1%.

Theoretical analysis of processing of pulsars’ X-ray emission by atmospheres of white dwarfs was started. We obtained correlations between parameters of a binary system, characteristics of pulsar emission (luminosity, spectrum, period, pulse duration) and amplitude of optical pulses emitted by the white dwarf and also a form of its optical light curve. It was shown that for typical conditions a relative power of a white dwarf emission component that varies with the pulsar period can reach 1%.

Учитывая, что звездные величины БК составляют 19-20^m, обсуждаемый эффект может быть обнаружен на 6-метровом телескопе в течение 1-2 часов наблюдений. Следует отметить, что полученный результат дает уникальную возможность изучения формы диаграммы

Taking into consideration the fact that stellar magnitudes of white dwarfs are 19-20^m, the effect under discussion can be detected with the 6 m telescope during 1-2 hours of observations. It should be noted that the obtained result gives a unique opportunity to study the form of a pulsar beam.

направленности пульсаров.

Использовались две модели водородных атмосфер БК – с температурой 500 и 8500 К. Были детально рассмотрены элементарные процессы в таких атмосферах, имеющие место при взаимодействии с ними рентгеновского излучения со степенными спектрами разного наклона. Были получены зависимости характерных времен переработки рентгеновских квантов от степени жесткости рентгеновских спектров и показано, что до энергии 1 кэВ переизлученные оптические импульсы практически не искажаются, однако их амплитуда может уменьшаться. Другими словами, для типичных в двойных системах периодов рентгеновских пульсаров (5-10 мс) глубина модуляции переизлученной БК оптической кривой блеска будет меньше по сравнению с рентгеновской.

Г. Бескин, С. Карпов совместно с А. Дементьевым (СПбГУ)

Two models of hydrogen atmospheres – with temperatures of 500 K and 8500 K – were used. We considered in detail the elementary processes in such atmospheres when they interact with X-ray emission having power law spectra of different slope. We obtained correlations between typical times of processing of X-ray quanta and energy level of X-ray spectra. It was shown that up to the energy 1 keV reemitted optical pulses are not distorted practically, but their amplitudes can reduce. In other words, for periods of X-ray pulsars that are typical for binary systems (5-10 ms) the depth of modulation of an optical light curve reemitted by white dwarf is less than of X-ray one.

G. Beskin, S. Karpov in collaboration A. Dementiev (SPbSU)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ АККРЕЦИИ НА ОДИНОЧНЫЕ ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ

Завершен теоретический анализ процессов аккреции на одиночные ЧД звездных масс. Получены основные характеристики нетепловой (вспышечной) и тепловой (стационарной) компонент излучения ореола вокруг ЧД. ЧД с массой 10 солнечных должна на расстоянии 100 пк выглядеть как звезда 16-22^m с долей переменной компоненты излучения на уровне 18-24^m и характерной длительностью вспышек секунды (рис. 42). При этом аналогичные вспышки будут наблюдаться в рентгеновском диапазоне. Они могут обнаруживаться на XMM и Chandra.

Г. Бескин, С. Карпов

THEORETICAL ANALYSIS OF PROCESSES OF ACCRETION ONTO SINGLE BLACK HOLES

Theoretical analysis of processes of accretion onto single black holes of stellar mass was completed. We obtained basic characteristics of non-thermal (burst) and thermal (stationary) components of radiation of a halo around a black hole. The black hole of a mass of 10 solar ones at a distance of 100 pc must look like a star of 16-22^m with a fraction of a variable component of emission at a level of 18-24^m and typical burst durations of seconds (Fig. 42). Analogous bursts would be observed in X-ray also. They can be detected by XMM and Chandra.

G. Beskin, S. Karpov

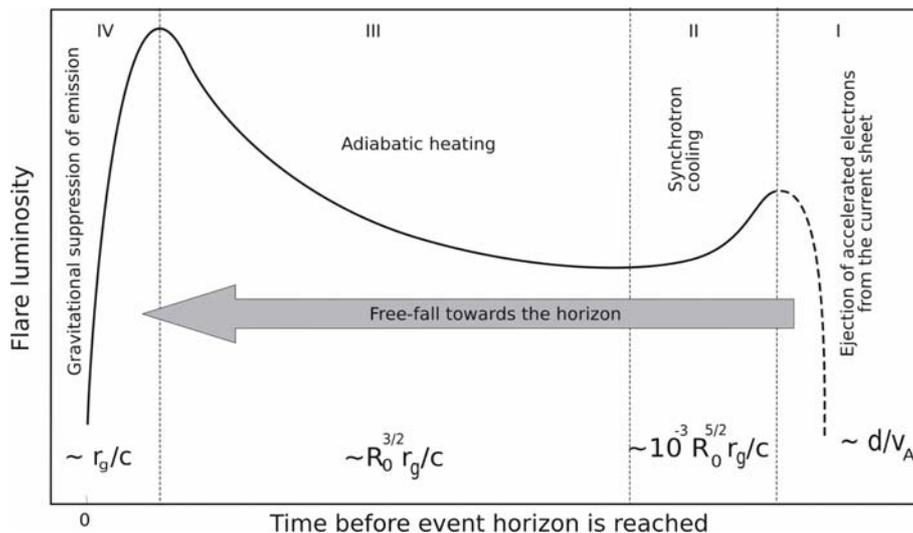


Рис. 42. Типичная структура вспышки, связанной с пучком ускоренных электронов

Fig. 42. Typical structure of a burst related to a beam of accelerated electrons.

СПЕКТРОСКОПИЯ ГОРЯЧИХ СВЕРХ- И ГИПЕРГИГАНТОВ

В ходе выполнения многолетней программы спектроскопии высокого разрешения на телескопе БТА (спектрографы НЭС и PFES) получены спектры всех доступных на северном небе белых гипергигантов Галактики. Сопоставление данных о ветрах белых гипергигантов говорит об упрощении геометрии и кинематики ветра с ростом светимости. Нарастание со светимостью темпа потери вещества сопровождается снижением скорости ветра и обеспечивается за счет увеличения его плотности. Темпы потери вещества для 6 Cas, Cyg OB2-12 и IRC+10420 составляют соответственно $0.7 \cdot 10^{-6}$, $4 \cdot 10^{-5}$ и $5 \cdot 10^{-5} M_{\odot}/\text{год}$, в то время как найденные нами скорости расширения достигают для них 200, 150 и 50 км/с. Ветры предельно ярких гипергигантов двухкомпонентны: наряду с расширяющейся сферически симметричной фракцией в них есть вещество, неподвижное относительно звезды или даже падающее на нее (рис. 43).

Получены убедительные спектроскопические свидетельства того, что гипергигант HD168607 (B9 Ia-0) может считаться LBV, самой малоамплитудной переменной этого типа на сегодняшний день. При поярчании на 0.2^m ее спектральный класс изменяется с B9 на A0. По ряду признаков сверхгигант HD183143 (B7) отнесен к гипергигантам.

Е.Л. Ченцов, В.Г. Клочкова, В.Е. Панчук, М.В. Юшкин

SPECTROSCOPY OF HOT SUPER AND HYPER GIANTS

As part of a long-term BTA program of high-resolution spectroscopy (the NES and PFES spectrographs) the spectra of all white hyper giants of the Galaxy accessible in the northern sky were obtained. Comparison of data on winds of the white hyper giants indicates that the wind geometry and kinematics becomes simpler as luminosity increases. The matter loss rate that increases with luminosity is accompanied with the decrease of wind velocity and is provided by its density increase. The mass loss rates for 6 Cas, Cyg OB2-12 and IRC+10420 are equal to $0.7 \cdot 10^{-6}$, $4 \cdot 10^{-5}$ and $5 \cdot 10^{-5} M_{\odot}$ per year respectively whereas the expansion velocities found for them by us reach 200, 150 and 50 km/s. Winds of limit bright hyper giants are two-components: along with an expanding spherically-symmetric fraction there is matter that is motionless with respect to the star or even falling on it (Fig. 43).

Convincing spectroscopic evidence was obtained that the hyper giant HD168607 (B9 Ia-0) can be considered as an LBV – the most low-amplitude variable of this type for the time being. As it becomes 0.2^m brighter its spectral class changes from B9 to A0. For a number of features the super giant HD183143 (B7) was assigned to hyper giants.

E.L. Chentsov, V.G. Klochkova, V.E. Panchuk, M.V. Yushkin

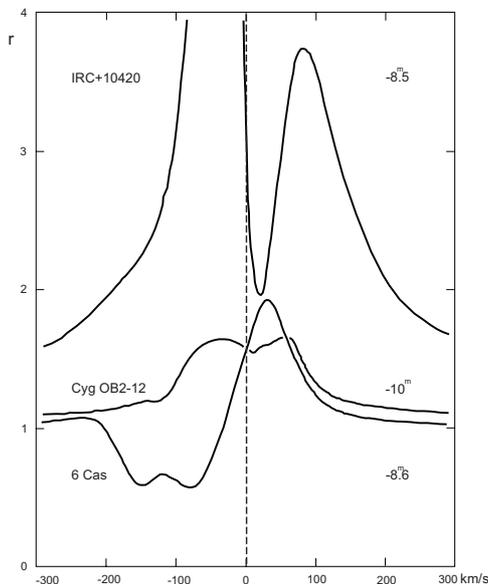


Рис. 43. Профили H α в спектрах белых гипергигантов. Штриховая вертикальная прямая отмечает скорость центра масс. Видно, что красномещенная абсорбционная компонента профиля усиливается с ростом эмиссии (с ростом темпа потери вещества).

Fig. 43. H α profiles in spectra of white hypergiants. The dotted vertical line marks a velocity of mass center. It is seen that the red-shifted absorption profile component becomes stronger as emission increases (with increase of the matter loss rate).

ПЕКУЛЯРНАЯ НОВАЯ V838Mon

Выполнен двухмесячный спектральный мониторинг пекулярной новой звезды V838Mon на 1.5-м телескопе обсерватории Тарту (R ~ 6000), начиная со второй вспышки до быстрого ослабления ее блеска. За сутки до второй вспышки получены

PECULIAR NOVA V838Mon

The peculiar nova V838Mon was monitored during two months with the 1.5-meter telescope of the Tartu Observatory (R ~ 6000) beginning from the second flare till a fast decrease of its luminosity. A day before the second flare, spectra were obtained with the 6 m

спектры на 6-м телескопе (НЭС, $R \sim 60000$). Изучена переменность интенсивности избранных линий и лучевой скорости. Выделены межзвездные компоненты в линиях NaD, что позволило оценить расстояние до звезды $d \geq 4$ кпк. Почти все линии металлов имеют профиль типа PCyg. Определенная по линиям H β и 42-го мультиплета FeII аномально низкая для новой звезды терминальная скорость составляет -240 и -388 км/с. В течение нескольких недель после 2-й вспышки наблюдалась эмиссия HeI 5876Å, которая может формироваться ближе к вторичному горячему компаньону. Высокие значения микро- и макротурбулентной скорости (12 и 75 км/с) указывают на нестабильность атмосферы V838Mon. Определены $T_{\text{эфф}} = 4750\text{K}$, $\log g = -1.5$, $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.4$. Однако содержания Li, Ba, La усилены и их избытки $[\text{X}/\text{Fe}]$ соответственно равны +0.9, +0.7, +0.7. В целом, результаты не подтвердили сценарий поздней He-вспышки, что наблюдается в случаях FG Sge или объекта Sakurai.

V.G. Klochkova совместно с T. Kipperom, K. Annuk, A. Хирвом, И. Колкой, Л. Леджервом, А. Пуссом (Обсерватория Тарту, Эстония), П. Скодой, М. Слехта (Астрономический институт, Ондрейсейов, Республика Чехия)

Be-ЗВЕЗДА ХЕРБИГА HD200775 В ФАЗЕ АКТИВНОСТИ

С помощью спектрографов высокого разрешения на телескопах России, США и Украины в 2000-2002 гг. выполнена кооперативная программа наблюдений Be-звезды Хербига HD200775, у которой в 2001 г. наблюдалась очередная фаза активности. Переменность профиля H α подобна той, что наблюдалась в предыдущей ее активной фазе в 1997 г. Но появилась особенность: профили фотосферных абсорбций H α переменны, что, видимо, объясняется влиянием слабых эмиссий, формирующихся в околосредней газовой оболочке. В целом, строго периодичное изменение асимметричного профиля H α и фотосферных линий, а также их положений, получает объяснение в рамках модели звезды с газовой оболочкой в составе двойной системы ($e=0.3 \pm 0.1$). В предположении, что масса и радиус первичной звезды соответствуют этим параметрам у B2-звезды ГП ($10M_{\text{об}}$ и $10R_{\text{об}}$), получено расстояние между компонентами около $1000R_{\text{об}}$ и масса вторичного компонента около $3.5M_{\text{об}}$.

Г.А. Чунтонов, В.Г. Клочкова, М.В. Юшкин совместно с М.А. Погодиным (ГАО РАН), А.С. Мирошниченко (ГАО РАН и Обсерватория Риттер ун-та Толедо, США), А.Е. Тарасовым, М.П. Мицкевичем (КраО, Украина), Н. Мансет (Гавайи, США), К.С. Бьеркман, Н.Д. Моррисон, Дж.П. Вишневски (Обсерватория Риттер ун-та Толедо, США)

telescope (NES, $R \sim 60000$). An intensity variability of selected lines and radial velocity was studied. Interstellar components in NaD lines were selected what allowed us to estimate distance to the star as $d \geq 4$ kpc. The profile of almost all metal lines is of type of PCyg. The terminal velocity determined by the lines of H β and the 42d multiplet FeII is equal to -240 and -388 km/s what is anomalously low for a nova. During several weeks after the second flare we observed the emission HeI 5876Å that can be formed closer to the secondary hot component. High values of micro and macro turbulent velocities (12 and 75 km/s) indicate non-stability of the V838Mon atmosphere. It was determined that $T_{\text{eff}} = 4750\text{K}$, $\log g = -1.5$, $[\text{Fe}/\text{H}] = -0.4$. But abundances of Li, Ba, La are high, and their excesses $[\text{X}/\text{Fe}]$ are equal to +0.9, +0.7, +0.7 respectively. In whole, the results did not confirm the scenario of a late He flare which was observed in the case of FG Sge or the object Sakurai

V.G. Klochkova in collaboration with T. Kipper, K. Annuk, I. Kolka, L. Leedjarv, A. Puss (Tartu observatory, Estonia), P. Skoda, M. Slechta (Astronomical institute, Ondrejov, Czech Rep.)

ACTIVE PHASE OF THE Be HERBIG STAR HD200775

In 2000-2002 high-resolution spectrographs at telescopes of Russia, the USA and Ukraine were used to fulfill a cooperative program on observation of the Be Herbig star HD200775 which showed its regular phase of activity in 2001. The H α profile variability is similar to what was observed in its previous active phase in 1997. But a distinction appeared: the H α profiles of photosphere absorptions are variable what is probably explained by influence of weak emissions formed in a circumstellar gas envelope. In whole, a strictly periodic variability of the asymmetric H α profile and photosphere lines as well as their positions can be explained within the framework of the model of a star with gas envelope as part of a binary system ($e=0.3 \pm 0.1$). Under the assumption that the primary star mass and radius correspond to these parameters of a MS B2 star ($10M_{\text{об}}$ and $10R_{\text{об}}$), it was obtained that distance between components is about $1000R_{\text{об}}$ and mass of the secondary component is about $3.5M_{\text{об}}$.

G.A. Chountonov, V.G. Klochkova, M.V. Yushkin in collaboration with M.A. Pogodin (MAO RAS), A.S. Miroshnichenko (MAO RAS & Ritter Observatory, USA), A.E. Tarasov, M.P. Mitskevich (CrAO, Ukraine), N. Manset (Hawaii), K.S. Bjorkman, N.D. Morrison, J.P. Wishniewski (Ritter Observatory, Toledo University, USA)

СПЕКТРАЛЬНЫЙ АТЛАС ДЛЯ F, G-ЗВЕЗД

На основе эшелле-спектров для группы F-G звезд изготовлен и опубликован спектральный атлас в интервале 4500–6620 Å. Проиллюстрированы эффекты металличности, светимости и скорости вращения. На рис. 45 приведена часть атласа в районе триплета MgI 5167–5183 Å.

V.G. Klochkova, V.E. Panchuk, S.V. Ermakov совместно

SPECTRAL ATLAS FOR F-G STARS

On a basis of echelle spectra for a group of F-G stars a spectral atlas within the range 4500–6620 Å was compiled and published. The effects of metallicity, luminosity and rotation velocity are illustrated. Fig. 45 shows a part of the atlas near the triplet MgI 5167–5183 Å.

V.G. Klochkova, V.E. Panchuk, S.V. Ermakov in collaboration with G. Zhao (National Astronomical Observatories of Chinese Academy of Sciences)

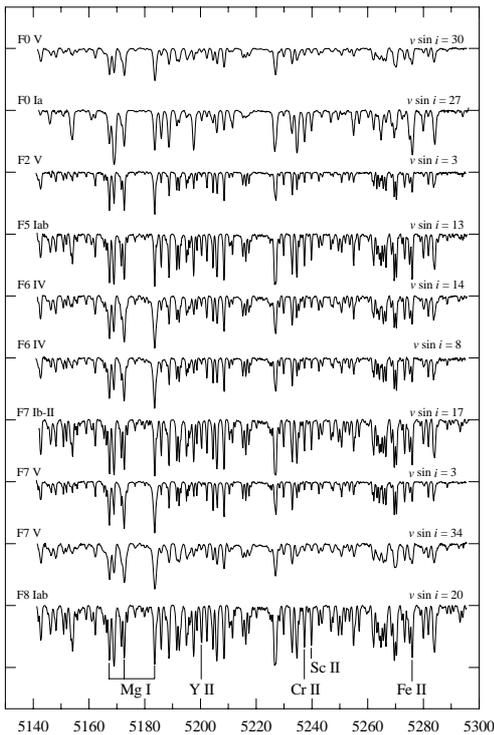


Рис. 45. Триplet MgI 5167–5183 Å и линия YII 5200 Å в спектрах F-звезд, различающихся по температуре, светимости и скорости вращения $v \sin i$.

Fig. 45. The triplet MgI 5167–5183 Å and the line YII 5200 Å in spectra of F stars differing in temperature, luminosity and rotation velocity $v \sin i$.

на основании спектров, полученных на Б1А (эшелле-спектрограф НЭС, $R=75000$, $S/N>250$), определены фундаментальные параметры ($T_e = 7250$ K, $\log g = 0.8$) и детальный химсостав звезды XXCam, относящейся к малочисленной группе HdC-звезд. В эту группу входят 5 горячих углеродных звезд с сильно выраженным дефицитом водорода. HdC-звезды не имеют ни глубоких минимумов блеска, ни теплых пылевых оболочек, характерных для родственной группы звезд типа RCrB. Из-за большого дефицита водорода для анализа спектра XXCam потребовался расчет специальной модели атмосферы (содержание водорода на 8 порядков ниже нормы и отношение $[C/He]_{\text{об}} = 0.01$). Учтены дополнительные источники поглощения (молекулы CO, CN, C₂). В итоге, мы подтвердили очень низкое содержание водорода (эквивалентная ширина H α в несколько раз меньше, чем для линии TiI 6562.3) и

XX Cam – A CARBON STAR WITH HYDROGEN DEFICIENCY

On a basis of the BTA spectra (the echelle spectrograph NES, $R=75000$, $S/N>250$) we determined fundamental parameters ($T_e = 7250$ K, $\log g = 0.8$) and detailed chemical abundance of the star XXCam belonging to a small group of HdC stars. This group includes 5 hot carbon stars with a pronounced hydrogen deficit. The HdC stars have neither deep brightness minimums, nor warm dusty envelopes typical for an allied group of the RCrB type stars. Due to a big hydrogen deficiency, to analyze the XXCam spectrum we needed to calculate a special atmosphere model (the hydrogen abundance of 8 orders less than the standard and the ratio $[C/He]_{\text{об}} = 0.01$). Additional sources of absorption (molecules, CO, CN, C₂) were taken into account. As a result, we confirmed very low hydrogen abundance (the H α equivalent width being several times less than for the line TiI 6562.3) and did not find excesses of the s-process elements and Li.

не нашли избытков Li и элементов s-процесса.

В.Г. Клочкова совместно с Т. Киппер (Обсерватория Тарту, Эстония)

V.G. Klochkova in collaboration with T. Kipper (Tartu Observatory, Estonia)

ОБНАРУЖЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ POST-AGB ЗВЕЗДЫ SAO 40039

DISCOVERY OF SPECTRAL VARIABILITY OF THE POST-AGB STAR SAO 40039

Впервые обнаружена переменность оптического спектра горячей звезды высокой светимости SAO 40039 = IRAS 05040+4820. В 2002-2004 гг. на БТА (эшелле-спектрограф, R=60000 и 75000, 4520-6760 Å) получены 4 спектра. Определены спектральный класс A4Ib и $M_v = -5^m$. Методом синтетических спектров определены $T_e = 8000$ K, $\log g = 1.0$ и $[Fe/H] = -0.3$, выявлены избытки углерода и кислорода. Обнаружена переменность эмиссионно-абсорбционных профилей H α и линий металлов (пример на рис. 46), обусловленная переменным вкладом эмиссионного компонента, а также переменность лучевой скорости звезды.

A variability of optical spectrum of the high-luminosity hot star SAO 40039=IRAS 05040+4820 was first detected. In 2002-2004, 4 spectra were obtained with the BTA (the echelle spectrograph, R=60000 и 75000, 4520-6760 Å). A spectral class A4Ib and $M_v = -5^m$ were determined. By the synthetic spectra method we determined $T_e = 8000$ K, $\log g = 1.0$ and $[Fe/H] = -0.3$, and revealed excess of carbon and oxygen. Variability of H α emission-absorption profiles and metal lines (an example is presented in Fig. 46) caused by variable contribution of an emission component and the variability of the star radial velocity were found.

В.Г. Клочкова, Е.Л. Ченцов, В.Е. Панчук, М.В. Юшкин

V.G. Klochkova, E.L. Chentsov, V.E. Panchuk, M.V. Yushkin

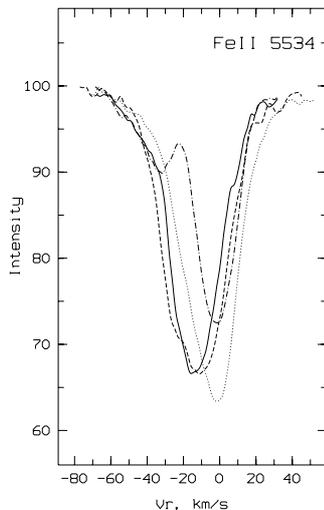


Рис. 46. Профиль линии FeII 5534 Å в спектрах SAO 40039, полученных в разные даты: сплошная линия – 02.12.2002, пунктирная – 09.09.2003, штриховая – 10.01.2004, штрих-пунктирная – 08.03.2004.

Fig. 46. The FeII 5534 Å line profile in spectra of SAO 40039 obtained in different dates: the solid line is 02.12.2002, the dotted line is 09.09.2003, the dashed line is 10.01.2004, and the dash-dotted line is 08.03.2004.

ОБНАРУЖЕНИЕ СПЕКТРАЛЬНОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ ОПТИЧЕСКОГО КОМПОНЕНТА IRAS20508+2011

DISCOVERY OF SPECTRAL VARIABILITY OF AN OPTICAL COMPONENT OF IRAS20508+2011

Впервые по спектрам БТА (эшелле-спектрографы PFES, R=17000 и NES в комбинации с резателем изображений, R=60000, 4300–7930 Å) обнаружена переменность оптического спектра холодной звезды высокой светимости, отождествляемой с IRAS20508+2011. За 5 лет наблюдений изменился абсорбционно-эмиссионный профиль H α (рис. 47) и лучевая скорость звезды изменялась в пределах 15 - 30 км/с. Профиль H α имеет протяженные крылья, что нетипично для столь холодного сверхгиганта. На эмиссию H α накладывается переменная абсорбция, которая систематически сдвинута в длинноволновую область относительно фотосферных линий на 10

Variability of optical spectrum of a high-luminosity cold star identified with IRAS20508+2011 was first discovered by BTA spectra (the echelle spectrographs and PFES, R=17000 and NES in combination with an image cutter, R=60000, 4300 – 7930 Å). During 5 years of observations the H α absorption-emission profile changed (Fig. 47) and the star radial velocity varied within 15 – 30 km/s. The H α profile has extended wings what is not typical for a so cold super giant. The H α emission is superimposed with a variable absorption which is systematically shifted of 10 km/s into the long-wave with respect to photosphere lines. In all observation moments the intensity of short-wave

км/с. Для всех моментов наблюдений интенсивность коротковолновой эмиссии выше по сравнению с длинноволновой. Положение фотосферных линий металлов систематически, исключая одну дату наблюдений, сдвинуто относительно эмиссии в H α в коротковолновую область на -23 км/с. Линии дублета NaD имеют сложный профиль, включающий широкую (полуширина ~ 120 км/с) эмиссию и фотосферную абсорбцию, а также межзвездную компоненту. Методом моделей атмосфер определены $T_{\text{eff}} = 4800$ К, $\log g = 1.5$, $V_t = 4.0$ км/с, $[\text{Fe}/\text{H}]_o = -0.36$. Обнаружен избыток кислорода $[\text{O}/\text{Fe}]_o = +1.79$ (при этом отношении $[\text{C}/\text{O}]_{\text{об}} = -0.9$), а также избыток элементов α -процесса и дефицит тяжелых металлов. Совокупность параметров звезды указывает на то, что оптический компонент IRAS20508+2011 – это O-rich AGB-звезда со светимостью $M_v \approx -3^m$ вблизи эволюционного перехода к стадии post-AGB. По положению на диаграмме ИК-цветов объект относится к группе VIb по классификации Вина-Хебинга, в которую входят проэволюционировавшие OH/IR-звезды, являющиеся зачастую переменными с обогащенными кислородом околозвездными оболочками. OH/IR-звезды рассматриваются как объекты на заключительной фазе эволюции богатых кислородом AGB-звезд, испытавших потерю вещества и быстро эволюционирующих к стадии PPN. Из-за отсутствия наблюдений в полосах водяного мазера и OH невозможно однозначно классифицировать оболочку. Можно утверждать, что мы наблюдаем предельно раннюю фазу формирования протопланетарной туманности, наступающую сразу после прекращения интенсивного звездного ветра и начала отделения оболочки.

В.Г. Клочкова, В.Е. Панчук, Н.С. Таволжанская совместно с Г. Жао (Национальные астрономические обсерватории Академии наук Китая)

emission is higher in comparison to the long-wave one. Except for one observational date, the position of photosphere metallic lines is systematically shifted of -23 km/s into the short-wave with respect to H α emission. The NaD doublet lines have a complicated profile including a broad (a half-width of ~ 120 km/s) emission and photosphere absorption, as well as an interstellar component. By the atmosphere model method it was determined that $T_{\text{eff}} = 4800$ K, $\log g = 1.5$, $V_t = 4.0$ km/s, $[\text{Fe}/\text{H}]_o = -0.36$. We discovered excess of oxygen $[\text{O}/\text{Fe}]_o = +1.79$ (in this case $[\text{C}/\text{O}]_{\text{об}} = -0.9$), excess of α -process elements and deficiency of heavy metals. The totality of star parameters indicates that the optical component of IRAS20508+2011 is an O-rich AGB star with luminosity $M_v \approx -3^m$ near an evolutionary transition to the post-AGB stage. By its position in the IR color diagram the object belongs to the Veen-Habing classification group VIb that includes OH/IR stars which have evolved and often are variables with oxygen-rich circumstellar envelopes. OH/IR stars are considered as objects at the final stage of evolution of oxygen-rich AGB stars having lost matter and quickly evolving to the PPN stage. For lack of observations in water maser bands and OH it is impossible to classify the envelope unambiguously. One may say that we observe a limit early phase of a proto-planetary nebula formation which comes right after the intensive stellar wind stops and the envelope begins separating.

V.G. Klochkova, V.E. Panchuk, N.S. Tavganskaya in collaboration with G. Zhao (National Astronomical Observatories of Chinese Academy of Sciences)

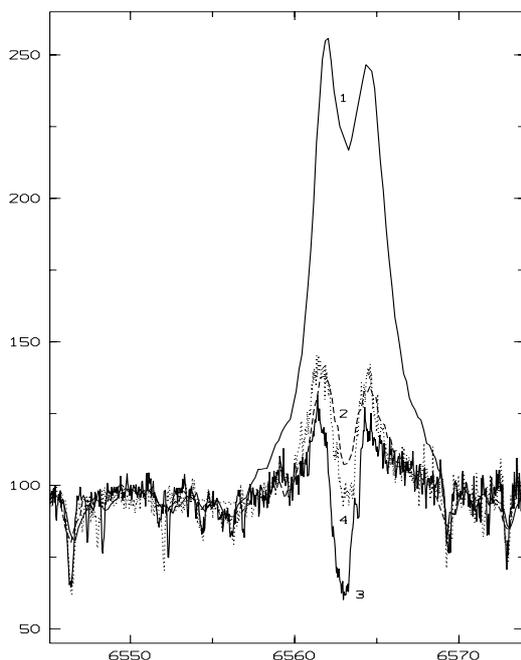


Рис. 47. Профиль H α в спектрах оптического компонента IRAS 20508+2011, полученных в разные годы: 1 – 1999 г., 2 – 2000 г., 3 – 2003 г., 4 – 2004 г.

Fig. 47. The H α profile in spectra of the optical component of IRAS20508+2011 obtained in different years: 1 – 1999, 2 – 2000, 3 – 2003, 4 – 2004.

ПОЛЯРНАЯ – БЛИЖАЙШАЯ ЦЕФЕИДА В ГАЛАКТИКЕ. I. ПАРАМЕТРЫ АТМОСФЕРЫ, ПОКРАСНЕНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

THE POLE STAR – THE NEAREST CEPHEID IN THE GALAXY. I. ATMOSPHERE PARAMETERS, REDDENING AND CHEMICAL COMPOSITION

С использованием спектрографов 6-м телескопа, 2.1-м телескопа обсерватории McDonald и 1-м телескопа обсерватории Ritter, нами получены 35 спектров Полярной. Для каждого момента наблюдений методом моделей атмосфер определены фундаментальные параметры звезды и химический состав атмосферы. Сопоставление всей совокупности параметров, включая ранее опубликованные данные, приводит к выводу о существовании регулярных и спорадических изменений температуры (рис. 48). Амплитуда переменности составляет примерно 250K, а период около 25–30 лет, что близко к величине орбитального периода $P = 29.9\text{--}30.5$ лет. Обнаруженные особенности химического состава ($[Fe/H]_0 = +0.07$, $[C/H] = -0.17$, $[N/H] = +0.42$, $[O/H] = -0.03$) согласуются с представлениями о 3-ем (или даже 5-ом) пересечении полосы нестабильности. Положение Полярной на диаграмме $M_V - T_e$ подтверждает предположение о пульсациях в первом оберitone.

Using spectrographs of the 6 m telescope, the 2.1 m telescope of the McDonald Observatory and the 1 m telescope of the Ritter Observatory, we obtained 35 spectra of the Pole Star. Star fundamental parameters and chemical composition of atmosphere were determined for each moment of observations by the atmosphere model method. Comparison of all totality of parameters including data published earlier leads to a conclusion about existence of regular and sporadic temperature changes (Fig. 48). The variability amplitude is about 250K, and the period is about 25-30 years what is close to an orbit period value of $P=29.9\text{--}30.5$ years. The detected peculiarities of chemical composition ($[Fe/H]_0 = +0.07$, $[C/H] = -0.17$, $[N/H] = +0.42$, $[O/H] = -0.03$) agrees with notions about the 3^d (or even the 5th) cross of an instability band. Position of the Pole Star in the $M_V - T_e$ diagram confirms an assumption about pulsations in the first overtone.

В.Г. Клочкова, М.В. Юшкин совместно с И.А. Усенко (КрАО, Украина) и А.С. Мирошниченко (ГАО РАН и Обсерватория Риттер ун-та Толедо, США)

V.G. Klochkova, M.V. Yushkin in collaboration with I.A. Usenko (CrAO, Ukraine), A.S. Miroshnichenko (MAO RAS & Ritter Observatory, Toledo University, USA)

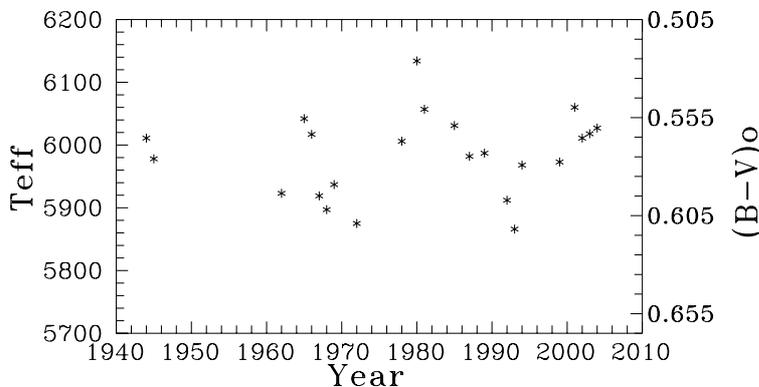


Рис. 48. Переменность эффективной температуры Полярной за последние 60 лет наблюдений.

Fig. 48. Variability of effective temperature of the Pole Star during the last 60 years of observations.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ МЕДЛЕННО ВРАЩАЮЩИХСЯ МАГНИТНЫХ ЗВЕЗД

STUDY OF MAGNETIC FIELD STRUCTURE OF SLOWLY ROTATING MAGNETIC STARS

Исследовано 7 медленно вращающихся магнитных CP звезд с периодами вращения от 25^d до десятков лет. Магнитные диполи у них ориентированы произвольно и зависимости степени замедления от ориентации нет. Исследована зависимость величины среднего поверхностного магнитного поля от периода вращения. Оказалось, что она противоположна ожидаемой при предположении участия магнитного поля в процессе потери момента вращения. Самая «медленная» звезда γ Equ с периодом вращения 70 лет имеет относительно слабое магнитное поле, а не самое сильное. Структура магнитных полей не отличается

7 slowly rotating magnetic CP stars with rotation periods from 25^d to tens of years were studied. Their magnetic dipoles are oriented arbitrarily and the deceleration rate does not depend on orientation. The dependence of an average surface magnetic field value on rotation period was investigated. It turned out to be opposite to what was expected under assumption that magnetic field participates in the process in rotation momentum loss. Magnetic field of the “slowest” star γ Equ with the rotation period 70 years is relatively weak. It is not the strongest one. The structure of magnetic fields does not differ from that of fast rotators, and three basic types are also observed: 1) the field of a

от таковой у быстрых ротаторов и так же наблюдаются три ее основных типа: 1) поле центрального диполя (основная часть звезд), 2) поле смещенного диполя и 3) поле сложной структуры (небольшая доля звезд). Звезды с самыми сильными и самыми слабыми магнитными полями имеют в среднем одинаковые периоды вращения, что является дополнительным доводом в пользу предположения, что магнитное поле вряд ли участвовало в процессе потери момента вращения. Отсутствие достаточно сильных магнитных полей у звезд Ae/Be Хербига, обнаруженное нами ранее совместно с Г.А. Чунтоновым, также создает трудности гипотезе “магнитного” торможения на стадиях эволюции “до главной последовательности”. Обнаружено также, что чем меньше скорость вращения, тем больше доля их среди нормальных звезд. Сделано предположение, что малый момент достался еще от протозвездных облаков. Очевидно, что скорость вращения является одним из основных, если не единственным фактором, являющимся причиной образования магнитных химически пекулярных звезд.

Ю.В. Глаголевский

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМСОСТАВА СЛАБО НАМАГНИЧЕННОЙ ЗВЕЗДЫ HD10221

Исследование проводилось в связи с задачей выяснения роли магнитного поля в создании химических аномалий у магнитных звезд. Определение химсостава у слабо намагниченной звезды HD10221 ($B < 100$ G) показало, что, несмотря на слабость магнитного поля, химические аномалии у нее такие же, как у сильно намагниченных звезд. Для кремния изучено распределение содержания с глубиной в атмосфере. Обнаружен резкий скачок, равный 1.5dex, на оптической глубине $\lg\tau_{5000} = -0.3$ и с большей концентрацией кремния в глубоких слоях атмосферы. Такое же распределение было известно в атмосферах холодных CP звезд со слабым и сильным полем. Сравнение особенностей химсостава HD10221 с известными звездами с магнитным полем разной силы позволяет сделать вывод, что малая скорость вращения, а не магнитное поле, является определяющей в механизме образования химических аномалий и сохранения магнитного поля у CP звезд. Очевидно, при малой скорости вращения не возникают такие источники нестабильности как меридиональная циркуляция и дифференциальное вращение, которые разрушают магнитное поле и препятствуют процессам диффузии химических элементов

Ю.В. Глаголевский, Г.А. Чунтонов совместно с Т.А. Рябчиковой (ИНАСАН)

central dipole (majority of stars); 2) the field of a shifted dipole; and 3) the field of a complicated structure (a small part of stars). Stars with the strongest and the weakest magnetic fields have similar rotation periods on the average, what is an additional argument in favor of assumption that it is hardly probable that magnetic field participated in the process of rotation momentum loss. An absence of sufficiently strong magnetic fields in Herbig Ae/Be stars discovered by us in collaboration with G.A. Chuntunov also poses problems to a hypothesis of “magnetic” deceleration at “pre-main-sequence” evolution stages. It was also discovered that the less is a rotation velocity the more is their percentage among normal stars. It was assumed that a small rotation momentum passed from protostellar clouds. It is evident that the rotation velocity is one of basic reasons, maybe the only one, for formation of magnetic chemically peculiar stars.

Yu.V. Glagolevskij

STUDY OF CHEMISTRY OF THE WEAK MAGNETIC STAR HD10221

The study was related to a problem of the role of magnetic field in creation of chemical anomalies in magnetic stars. Determination of chemistry of the weak magnetic star HD10221 ($B < 100$ G) showed that in spite of the magnetic field weakness its chemical anomalies are analogous to that of strong magnetic stars. The distribution of silicon with atmosphere depth was studied. It was discovered that there is an abrupt jump equal to 1.5dex at the optical depth $\lg\tau_{5000} = -0.3$ and that the silicon concentration increases in deep atmospheric layers. The same distribution was known in atmospheres of cold CP stars with weak and strong fields. The comparison of HD10221 chemistry features with known stars with magnetic fields of various intensity allows a conclusion that the mechanism of formation of chemical anomalies and the preservation of magnetic fields in CP stars are determined by a slow rotation velocity, but not by magnetic field. Evidently, at small rotation velocity there are no such instability sources as meridian circulation and differential rotation which destroy magnetic fields and prevent from processes of chemical elements diffusion.

Yu.V. Glagolevskij, G.A. Chuntunov in collaboration with T.A. Ryabchikova (INASAN)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ СР-ЗВЕЗД В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ

На основании наших собственных измерений магнитных полей, а также литературных данных найдено, что среди звезд с известными периодами вращения медленные ротаторы не обладают сильными полями. Сложная структура поля наблюдается преимущественно у быстрых ротаторов. Наибольшей величины эффективное магнитное поле достигает у СР-звезд с периодами вращения от 5 до 10 суток. Показано, что внутри достаточно узких температурных интервалов фотометрические индексы, описывающие степень аномальности распределения энергии в континууме, растут с увеличением периода в каждом из них. Магнитное поле звезд – очень медленных ротаторов – (периоды - годы и десятилетия) в среднем примерно в 2 раза меньше, чем у быстрых ротаторов (периоды - сутки). Эта разница на порядок меньше, чем предсказывает теория механизма динамо. Следовательно, альтернативная реликтовая теория образования магнитных полей СР-звезд представляется более предпочтительной.

И.И. Романюк

ИССЛЕДОВАНИЕ HgMn ЗВЕЗД

Пятнистость звезд обычно связывается с действием магнитных полей на поверхности звезды. Однако, неоднородное распределение ртути было найдено у HgMn звезды α And – представителя немагнитного подкласса СР звезд. На спектрографе НЭС 6-м телескопа с высоким спектральным разрешением были проведены наблюдения резонансной линии HgII 3984 Å в спектрах быстровращающихся HgMn звезд с похожими как у α And атмосферными параметрами. Для обнаружения возможных горизонтальных неоднородностей мы использовали моделирование синтетического спектра и преимущества доплеровского разрешения поверхности. Явное присутствие пятен обнаружено у звезд HR 1185 и HR 8723. Два спектра последней звезды, разделенные по времени на 2 суток, показывают наличие переменности профиля линии. Сделан вывод о том, что неравномерное распределение Hg является распространенным явлением для быстровращающихся HgMn звезд в интервале температур 13000-13800K независимо от стадии эволюции звезды. Этот результат устанавливает факт существования нового класса спектрально-переменных пятнистых В-звезд и является следствием динамических нестабильностей в процессах химической диффузии и не связаны с магнитными явлениями.

Д.О. Кудрявцев совместно с Н.Е. Пискуновым и О.П. Кочуховым (Уппсала), М.Е. Сачковым (ИНАСАН)

STUDY OF DEPENDENCE BETWEEN MAGNETIC FIELD PARAMETERS OF CP STARS AND ROTATION VELOCITY

On a basis of our own measurements of magnetic fields and by literature data it was found that among stars with known periods of rotation the fields of slow rotators are not strong. A complicated structure of field is observed mainly for fast rotators. The effective magnetic field reaches the maximum for CP stars with rotation periods from 5 to 10 days. It was shown that inside rather narrow temperature ranges the photometric indexes describing an abnormality level of energy distribution in continuum increases as the period increases in each of them. The magnetic field of very slow rotators (with period of years and tens of years) is about 2 times less on the average than for fast rotators (with period of days). This difference is an order less than predicted by the dynamo mechanism theory. Consequently, an alternative theory of CP star magnetic field formation which does not assume a strong dependence on the rotation velocity is preferable.

I.I. Romanyuk

STUDY OF HgMn STARS

The star spottiness is usually thought to be related with effect of magnetic fields on the star surface. However, a non-uniform mercury distribution was recently discovered in the mercury-manganese (HgMn) star α And which is a well known representative of the non-magnetic subclass of CP stars. The high spectral resolution spectrograph NES of the 6 m SAO telescope was used to observe the resonance line HgII 3984 Å in spectra of fast-rotating HgMn stars with atmosphere parameters similar to ones of α And. To detect possible horizontal non-uniformities we used the modeling of synthetic spectrum and advantages of the Doppler resolution of surface. Obvious presence of spots was detected in the stars HR 1185 and HR 8723. Two spectra of the latter star separated in time by 2 days show the presence of line profile variability. It was concluded that the non-uniform Hg distribution is a widespread phenomenon for fast-rotating HgMn stars within a temperature range 13000-13800K irrespective of the star evolution stage. This result means an existence of a new class of spectral variable spotted B stars. The observed Hg non-uniformities are supposedly a consequence of dynamical instability in processes of chemical diffusion and are not related to magnetic phenomena.

D.O. Kudryavtsev in collaboration with N.E. Piskunov and O.P. Kochukhov (Uppsala), M.E. Sachkov (INASAN)

Таблица 6. Новые магнитные звезды, обнаруженные на 6-м телескопе в 2004-2005 гг.

Table 6. New magnetic stars discovered with the 6 m telescope in 2004-2005.

HD/BD	m	B extr (G)		Pec	Cluster
HD 315	6.3	-1590	+1959	Si	
HD 2957	8.2	-930	+540	CrEu	
HD 9147	9.4	-370	+590	Sr	
HD 16605	9.7	-2430	-840	SiSrCr	NGC 1039
HD 19712	7.8	-3820	+2060	CrEu	
HD 27404	8.0	-3140	+1070	Si	
HD 32145	6.9	-2490	-1650	Si	
HD 34719	6.8	-1390	+970	HgSiCr	
HD 36955	9.6	-1300	-410	CrEu	Ori
HD 39082	7.5	-1140	+1630	SrCrEu	
HD 41403	7.6	-530	+460	SrCrEu	
HD 43819	6.2	+170	+470	Si	
HD 45107	9.0	-140	+460	CrEu	
HD 45530	7.2	-660	+770	Si	
HD 45582	8.0	-1650	+4200	Si	NGC 2232
HD 47756	6.4	-650	+150	SiCrSr	NGC 2244
HD 49040	8.8	+70	+210	SrCrEu	NGC 2281
HD 50403	9.0	+190	+1100	SrEu	
HD 53081	9.7	-610	+610	Si	
HD 66350	8.3	-660	+520	CrEu	
HD 86170	8.3	-340	-150	SrCrEu	
HD 107612	6.7	-240	+430	Sr	Pleiades Group
HD 112528	8.3	+890	+910	SrEuCr	
HD 149822	6.3	-550	+890	SiCr	
HD 151199	6.2	-400	+150	Sr	
HD 159545	7.4	-360	-150	Si	
HD 164827	9.3	-2330	+1620	CrEu	
HD 169842	9.1	-660	+380	SrCr	NGC 6633
HD 170836	9.0	-700	+310		IC 4725
HD 182532	9.3	-40	+620	CrEu	
HD 184471	9.0	-90	+800	SrCrEu	
HD 196606	6.2	-1100	+1100	Si	
HD 196655	8.0	-530	+450		
HD 204815	7.2	+60	+600	Si	
HD 205087	6.7	0	+240	SrSiCr	
HD 207188	7.2	-1510	+1080	Si	
HD 210432	7.3	-1930	+530		
HD 258686	9.7	+5310	+7900	Si	Collinder 95
BD +42 659	9.8	-1010	+1290	SrEu	
BD +46 570	9.7	+260	+570		

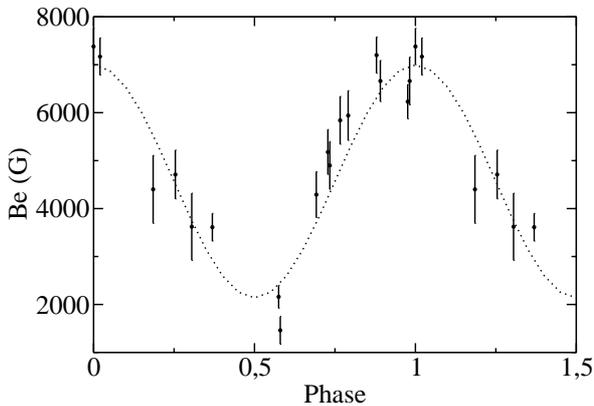
Рис. 49. Кривая переменности продольной компоненты B_e магнитного поля звезды HD 178892 с периодом вращения.

Fig. 49 The variability curve of a longitudinal component of the HD 178892 magnetic field with rotation period.

ПОИСКИ НОВЫХ МАГНИТНЫХ ЗВЕЗД В ГРУППИРОВКАХ РАЗНОГО ВОЗРАСТА

Продолжалось выполнение программы по поиску новых магнитных звезд среди CP-звезд, которые являются членами поля и группировок разного возраста (Отчет САО РАН, 2003, 54). Кандидаты в магнитные звезды отбирались из спектральных наблюдений в области депрессии континуума на 5200 \AA на 1-м телескопе САО РАН и на основании данных среднеполосной фотометрии CP-звезд в скоплениях северного неба (предоставлены известным фотометристом Е. Паунзеном из Венского университета). В совокупности с литературными данными были составлены списки реалистических кандидатов в магнитные звезды, насчитывающие более 100 объектов. В результате наблюдений на БТА в 2004 и 2005 гг. обнаружены 40 новых магнитных звезд (табл. 6), 9 из которых являются членами различных скоплений. Это демонстрирует эффективность применяемой нами методики.

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

HD 178892 – ХОЛОДНАЯ ЗВЕЗДА С ЭКСТРЕМАЛЬНО СИЛЬНЫМ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ

В спектре холодной магнитной звезды HD 178892, магнитное поле которой впервые было найдено в результате наблюдений с зеемановским анализатором на ОЗСП БТА, обнаружены расщепленные поляризованные зеемановские компоненты некоторых линий. Результат был подтвержден по спектрам высокого разрешения, полученным на эшелле-спектрометре НЭС 6-м телескопа и HARPS 3.6-м телескопа ESO. Расщепление соответствует исключительно большому поверхностному магнитному полю $B_s = 17.5 \text{ kG}$. С привлечением фотометрических данных (All Sky Automated Survey) уточнен период вращения звезды $P=8.2478^d$ (рис. 49). Фазы магнитного и фотометрического максимумов совпадают друг с другом. Определена температура звезды ($T_e = 7700 \pm 500 \text{ K}$) и проведен предварительный анализ химсостава, показывающий характерные для roAp обилия. Найденное магнитное поле является рекордно сильным для холодных магнитных звезд.

Д.О. Кудрявцев, И.И. Романюк и Е.А. Семенко совместно с Т.А. Рябчиковой и М.Е. Сачковым (ИНАСАН), О. Кочуховым (Уппсала), С. Баньюло (ESO), П. Нортон и Г. Ло Курто (Швейцария).

SEARCH OF NEW MAGNETIC STARS IN GROUPS OF DIFFERENT AGES

We continued the program on search of new magnetic stars among CP stars which are members of field and of groups of different ages (SAO Report, 2003, 54). Candidates to magnetic stars were selected from spectral observations in a continuum depression at 5200 \AA with the 1 m SAO telescope and by data of the middle-band photometry of CP stars in clusters of the northern sky (given by a known specialist of photometry E. Paunzen from the Vienna University). In combination with literature data, the lists of realistic candidates to magnetic stars containing more than 100 objects were compiled. As a result of BTA observations in 2004 and 2005, 40 new magnetic stars were discovered (Table 6), 9 of them being members of different clusters. This demonstrates an effectiveness of the method we apply.

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

HD 178892 – A COLD STAR WITH EXTREMELY STRONG MAGNETIC FIELD

In spectrum of the cold magnetic star HD 178892 whose magnetic field was first discovered in observations with the Zeeman analyzer at the BTA Main Stellar Spectrograph the split polarized Zeeman components of some lines were detected. The result was confirmed by high-resolution spectra obtained with the echelle spectrometer NES of the 6 m telescope and the HARPS of the 3.6 m ESO telescope. The splitting corresponds to extremely strong surface magnetic field $B_s = 17.5 \text{ kG}$. Involving photometric data (All Sky Automated Survey) a period of star rotation was determined more precisely as $P=8.2478^d$ (Fig. 49). Phases of magnetic and photometric maximums coincide. The star temperature was determined ($T_e = 7700 \pm 500 \text{ K}$) and the chemical composition was preliminarily analyzed. It shows typical roAp abundances. The detected magnetic field is record strong for cold magnetic stars.

D.O. Kudryavtsev, I.I. Romanyuk and E.A. Semenko in collaboration with T.A. Ryabchikova, M.E. Sachkov (INASAN), O. Kochukhov (Uppsala University, Sweden), S. Bagnulo (ESO), P. North and G. Lo Curto (Switzerland).

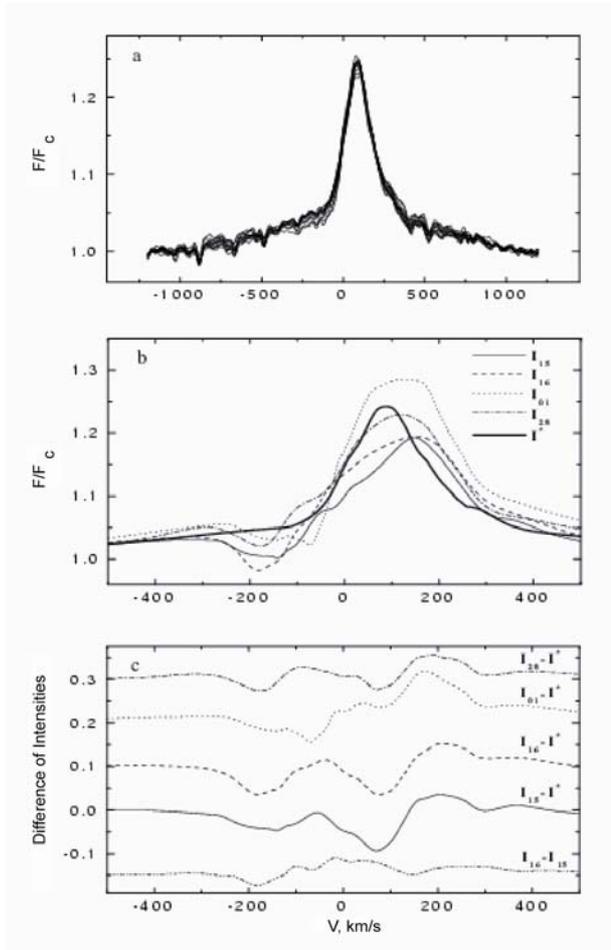


Рис. 50. Профили линии $H\alpha$ в спектре α Cam: а) полученные 25.02.97 г. на спектрографе PFES 6-м телескопа САО РАН; б) полученные на спектрографе CEGS 2-м телескопа ШАО и средний (I^*) по приведенным на (а); в): раздвинутые по ординате разности индивидуальных профилей CEGS и среднего профиля PFES.

Fig. 50. $H\alpha$ profiles in the spectrum of α Cam: а) obtained on February 25, 1997, with the PFES spectrograph of the SAO 6 m telescope; б) obtained with the CEGS spectrograph of the 2-m ShAO telescope and the mean (I^*) shown in (а); в): spaced apart along the vertical axis the differences between the individual CEGS profiles and the mean PFES profile.

О ПЕРЕМЕННОСТИ ЛИНИЙ В СПЕКТРЕ СВЕРХГИГАНТА α Cam

По ПЗС спектрам, полученным на эшелле спектрографах PFES 6-м телескопа САО РАН и CEGS 2-м телескопа ШАО НАН Азербайджана, исследованы изменения профилей линий в спектре горячего сверхгиганта α Cam (рис. 50). Быстрые изменения ($\leq 1.5^h$) профилей и лучевых скоростей линий не обнаружены. Рассмотрены некоторые методические эффекты, вызывающие ложную переменность. Переменность профиля линии $H\alpha$ выглядит симметрично относительно лучевой скорости центра массы звезды и является следствием переменных синие- и красномещенных эмиссий и/или абсорбций, которые накладываются на переменный фотосферный профиль. На линии $H\alpha$ фиксированы признаки крупномасштабного выброса вещества из поверхности звезды, которые прослеживаются и на других линиях спектра. В линии HeII 4686 наблюдается профиль типа обратного P Cyg, а на красном крыле линии HeI 5876 обнаружена слабая и переменная эмиссия. Быстрая (на характерных временах менее часа) переменность профиля линии HeII 4686, обнаруженная ранее по нашим наблюдениям (Холтыгин и др., 2000), поставлена под сомнение. Сопоставление наблюдательных данных о переменности профилей

LINE VARIABILITY IN THE SPECTRUM OF THE SUPERGIANT α Cam

We use CCD spectra taken with the PFES and CEGS echelle spectrographs attached to the 6-m telescope of the Special Astrophysical Observatory (Russian Academy of Sciences) and the 2 m telescope of the Shamakha Astrophysical Observatory (National Academy of Sciences of Azerbaijan), respectively, to study the line-profile variations in the spectrum of the hot supergiant α Cam (Fig. 50). No rapid ($\leq 1.5^h$) variations in the line profiles and radial velocities have been found. We consider some of the systematic effects that cause spurious variability. The variability of the $H\alpha$ profile appears symmetric relative to the radial velocity of the center of mass of the star and is attributable to the variable blueshifted and redshifted emission and/or absorption features superimposed on a variable photospheric profile. The $H\alpha$ line shows evidence of a large-scale mass ejection from the stellar surface that can also be found in other spectral lines. The HeII 4686 line exhibits an inverse P Cyg profile, while the red wing of the HeI 5876 line shows a weak, variable emission feature. The rapid (on characteristic time scales of less than an hour) variability of the HeII 4686 profile that was previously revealed by our observations (Kholtygin *et al.* 2000) is called into question. A comparison of the observational data on the variability

линий в УФ и оптическом диапазонах спектра сверхгиганта α Cam позволяет сделать предположение о нерадиальных движениях как основной причине переменности лучевых скоростей и профилей линий.

*А.Х. Рзаев (САО РАН, ШАО НАН Азербайджана),
В.Е. Панчук*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАССЕЯННЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ НА ЦЕЙСС-1000

Рассеянные звёздные скопления являются наиболее подходящими объектами для изучения структуры и кинематики плоской подсистемы Галактики, поскольку их расстояния, возрасты, избытки цвета, пространственные скорости и другие параметры определяются с большей точностью, чем для одиночных звёзд. Самые молодые рассеянные скопления ассоциируются со спиральными рукавами Галактики. Цель настоящей работы – исследование нескольких скоплений в направлении на рукав Персея (галактическая долгота $l = 100-135^\circ$) в рамках программы изучения кинематики Галактики.

of ultraviolet and optical line profiles for the supergiant α Cam leads us to suggest that nonradial motions are mainly responsible for the variability of the radial velocities and line profiles.

*A.Kh. Rzaev (SAO RAS, ShAO of Azerbajdzhan NAS),
V.E. Panchuk.*

STUDY OF OPEN STAR CLUSTERS WITH ZEISS-1000

Open star clusters are the most suitable objects for studying structure and kinematics of the Galaxy flat subsystem since their distances, color excesses, spatial velocities and other parameters are determined to a higher accuracy than for single stars. The youngest open clusters are associated with spiral branches of the Galaxy. The aim of this work is to study several clusters in a direction of the Perseus branch (galactic longitude $l = 100-135^\circ$) within the framework of the program on study of kinematics of the Galaxy.

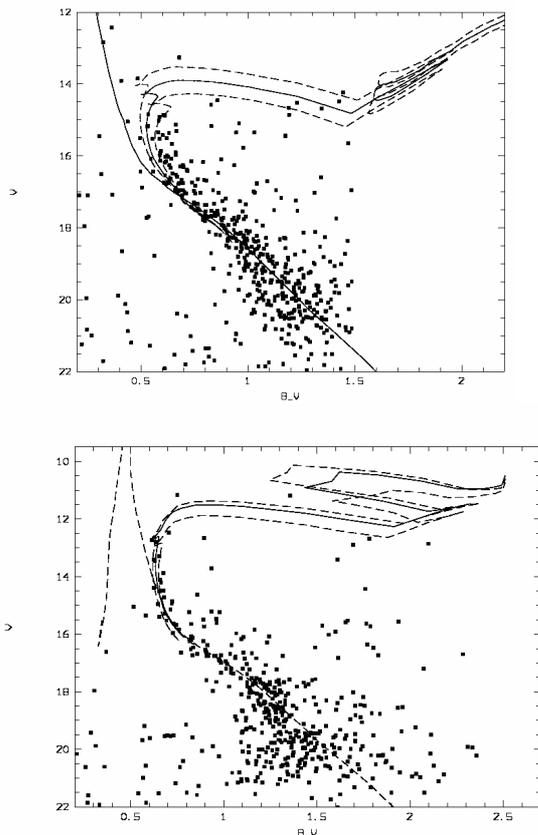


Рис. 51. Диаграммы (V, B-V) для рассеянных скоплений King 13 (вверху) и King 18 (внизу) с наложенными на них начальными ГП (для King 18 – штриховой линией) и изохронами соответствующего им возраста ($lg(t) = 8.5$ и 8.0 , соответственно), взятыми из работы Girardi P.L., Bertelli G., Bressan A., 2002, A&A 391, 195. Пунктиром проведены изохроны, отличающиеся на 0.1 в $lg(t)$ в большую и меньшую стороны. Сдвиг НГП и изохрон соответствует следующим значениям избытка цвета $E(B-V)$ и расстояния до скопления: 0.57 ± 0.05^m , и 3500 ± 200 пк для скопления King 13 и 0.79 ± 0.05^m и 3100 ± 200 пк для King 18, соответственно.

Fig. 51. Diagrams (V, B-V) for open clusters King 13 (up) and King 18 (down) superimposed with their initial MS (a dashed line for King 18) and isochrones of corresponding ages ($lg(t) = 8.5$ and 8.0 respectively) taken from the paper by Girardi P.L., Bertelli G., Bressan A., 2002, A&A 391, 195. Dotted lines denote isochrones differing upward and downward by 0.1 of $lg(t)$. A shift of IMS and isochrones corresponds to the following values of color excess $E(B-V)$ and distance: 0.57 ± 0.05^m , and 3500 ± 200 pc for the cluster King 13 and 0.79 ± 0.05^m and 3100 ± 200 pc for King 18 respectively.

В 2003-2004 гг. было получено 85 BVRI ПЗС-изображений трех малоизученных рассеянных скоплений: King 13, King 18 и King 20 и используемого в качестве стандарта скопления NGC 7790 на телескопе Цейсс-1000 САО РАН. Обработка проводилась в пакетах MIDAS и DAOPHOT. Были построены распределения поверхностной плотности вдоль радиуса скоплений, уточнены координаты

In 2003-2004 85 BVRI CCD images of three poorly known open clusters were obtained with the telescope Zeiss-1000 of SAO RAS: King 13, King 18, King 20 and the cluster NGC 7790 used as a standard. Processing was made with the MIDAS and DAOPHOT software packets. Surface density distributions with the cluster radii were built, the cluster center coordinates were determined to a higher accuracy and their radii were

центров скоплений и найдены их радиусы. По диаграммам цвет-величина (рис. 51) были определены физические параметры скоплений: избытки цвета в направлении на скопления, расстояния до скоплений и их возрасты. Построены функции светимости для каждого из скоплений.

В.В. Власюк, О.И. Спиридонова совместно с Е.В. Глушковой и Т. Куриловой (ГАИШ МГУ).

found. Physical parameters of clusters were determined by the color – stellar magnitude diagrams (Fig. 51): color excesses in direction to clusters, distances to clusters and their ages. A luminosity function was built for each cluster.

V.V. Vlasyuk, O.I. Spiridonova in collaboration with E.V. Glushkova, T. Kurilova (SAI MSU)

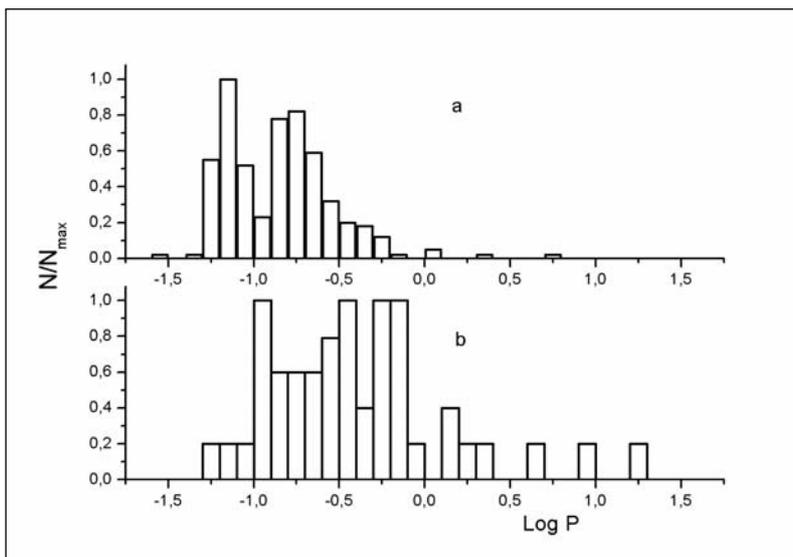


Рис.52. Распределения орбитальных периодов CV(a) и PCB (b).

Fig. 52. Distribution of orbital periods of CVs (a) and PVCs (b).

ПРЕДКАТАКЛИЗМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

ДВОЙНЫЕ

PRE-CATAclysmic BINARY SYSTEMS

Для теории эволюции двойных систем большой интерес представляют системы, компоненты которых находятся на разных стадиях эволюции. В своём развитии они должны были пройти фазу общей оболочки. Примером таких систем являются предкатаклизмические двойные (PCB) и катаклизмические переменные (CV).

Составлен первый каталог PCB. Описаны их характеристики и свойства, которые сравнены с характеристиками CV. Знаменитое бимодальное распределение периодов CV наблюдается также у PCB, но экстремумы обеих гистограмм находятся в противофазе (рис. 52). PCB являются системами более широкими и менее массивными, чем CV. Показано, что несмотря на идентичность многих параметров основное различие между этими двумя типами систем (аккреция или её отсутствие) обусловлено процессом эволюции и свойствами прародителей. Их эволюционные пути расходятся после стадии красного гиганта. Большинство главных компонентов PCB становятся экстремальными объектами горизонтальной ветви и уходят на линию охлаждения белых карликов, минуя AGB, или не достигнув её верха. Вторичные

Systems with components that are at different evolution stages are of great interest for the theory of binary systems. In their evolution they were to pass through the phase of a common envelope. Pre-cataclysmic binaries (PCB) and cataclysmic variables (CV) are examples of such systems.

The first catalogue of PCBs was compiled. Their characteristics and properties are described and compared to characteristics of CVs. The famous bimodal distribution of CV periods is observed for PCBs also, but extremes of both bar charts are in antiphase. (Fig. 52). PCBs are less massive and wider systems than CVs. It was shown that in spite of identity of many parameters the basic difference between these two types of systems (presence or absence of accretion) is determined by the evolution process and properties of progenitors. Their evolution tracks diverge after the red giant stage. The majority of PCB main components become extreme objects of the horizontal branch and deflect to the line of cooling of white dwarves omitting AGB or not achieving its top. The secondary PCB components are characterized by a high corona-chromosphere activity what indicates presence of a

компоненты РСВ отличаются высокой коронально-хромосферной активностью, что указывает на наличие значительного поверхностного магнитного поля. Вычислены предельные расстояния устойчивости систем. Сравнение их с расстояниями между компонентами показало, что CV перешли этот предел, а РСВ сохранили устойчивость в процессе эволюции.

Н.Ф. Войханская

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

В результате анализа наблюдательного материала и теоретического моделирования спектров и кривых блеска V664 Cas мы пришли к выводу, что система является седьмым объектом, принадлежащим к группе молодых предкатаклизмических переменных, содержащих sdO-субкарлики и окруженных планетарными туманностями. Большая амплитуда блеска, наличие эмиссионных линий высокоионизованных элементов и доминирование потока в синей области спектра типично для всех членов этой группы. Однако необходимо отметить ряд следующих особенностей V664 Cas, которые делают ее уникальной среди известных тесных двойных систем, прошедших стадию общей оболочки.

Функция масс главной компоненты $f(m) = 0.007M_{\odot}$, определенная в рамках моделей как круговой, так и эллиптической орбит, минимальна для всех предкатаклизмических переменных. Примечательно, что модель эллиптической орбиты ($e \sim 0.09$) существенно лучше описывает кривую лучевых скоростей системы. Низкое значение $f(m)$ доказывает, что в V664 Cas большей массой обладает вторичная компонента, что является единственным случаем среди предкатаклизмических переменных с орбитальным периодом менее суток.

Амплитуда блеска V664 Cas остается практически одинаковой для видимого, ИК и ближнего УФ диапазонов. Следовательно, горячее пятно на поверхности вторичной компоненты доминирует в излучении системы во всех фазах ее орбитального периода. Определена температура атмосферы в центре горячего пятна на уровне $T_{\text{eff}} \approx 23000\text{K}$ при собственной температуре вторичной компоненты $T_{\text{eff}} = 5400\text{K}$.

В спектрах V664 Cas (рис. 53) наблюдаются широкие ($\Delta V_1 \approx 900$ км/с) двухпиковые бальмеровские линии водорода, не характерные для спектров тесных двойных систем без явления аккреции. Такая форма профилей обусловлена эффектами поглощения излучения V664 Cas веществом планетарной туманности. Вещество в области поглощения имеет среднеквадратичную скорость движения атомов водорода 16 км/с и не обладает заметным вектором скорости относительно

considerable surface magnetic field. Limit distances of systems stability were calculated. Their comparison to distances between components showed that CVs passed this limit, and PCBs kept stability during the evolution process.

N. F. Vojkhanskaja

STUDY OF PHYSICAL PARAMETERS OF CLOSE BINARIES

After analyzing observational material and theoretical modeling of V664 Cas spectra and light curves we inferred that the system is the seventh object belonging to a group of young pre-cataclysmic variables containing sdO subdwarfs and surrounded by planetary nebulae. Big brightness amplitude, presence of emission lines of highly ionized elements and predominance of flux in the blue spectral region are typical for all members of this group. But we should mention a number of the following features of V664 Cas making it a unique object among known close binaries having passed a stage of a common envelope.

The mass function of the main component $f(m) = 0.007M_{\odot}$ determined within the framework of models of both circular and elliptic orbits is minimum for all pre-cataclysmic variables. It is remarkable that the model of an elliptic orbit ($e \sim 0.09$) describes the curve of system radial velocity much better. The low value of $f(m)$ proves that the secondary component of V664 Cas has the bigger mass what is the only case among pre-cataclysmic variables with orbital period less than one day.

The V664 Cas brightness amplitude remains practically equal for visual, IR and near-UV ranges. Consequently, the hot spot in surface of the secondary component predominates in the system emission in all phases of its orbital period. Temperature in center of the hot spot is determined as being $T_{\text{eff}} \approx 23000\text{K}$ with the proper temperature of the secondary component being $T_{\text{eff}} = 5400\text{K}$.

The spectra of V664 Cas (Fig. 53) display broad ($\Delta V_1 \approx 900$ км/с) two-peak hydrogen Balmer lines which is not typical for spectra of close binaries without accretion. Such a profile form is determined by effects of absorption of the V664 Cas emission by matter of the planetary nebula. The matter in the absorption region has a root-mean-square velocity of hydrogen atoms of 16 км/с and has no noticeable velocity vector relative to the central star. Discovery of two-peak hydrogen lines in spectra of VW Pyx and TW Crv allows assuming that

центральной звезды. Обнаружение двухпиковых линий водорода в спектрах VW Pux и TW Crv позволяет предположить, что подобная форма профилей характерна для молодых предкатаклизмических переменных с sdO-субкарликами. Предполагается проверка этой гипотезы в ходе исследований двух перспективных кандидатов в молодые предкатаклизмические переменные – ядер планетарных туманностей Abell 65 и SP1.

such a profile form is typical for young pre-cataclysmic variables with sdO subdwarfs. We are going to test this hypothesis during studying two promising candidates to young pre-cataclysmic variables – nuclei of planetary nebulae Abell 65 and SP1.

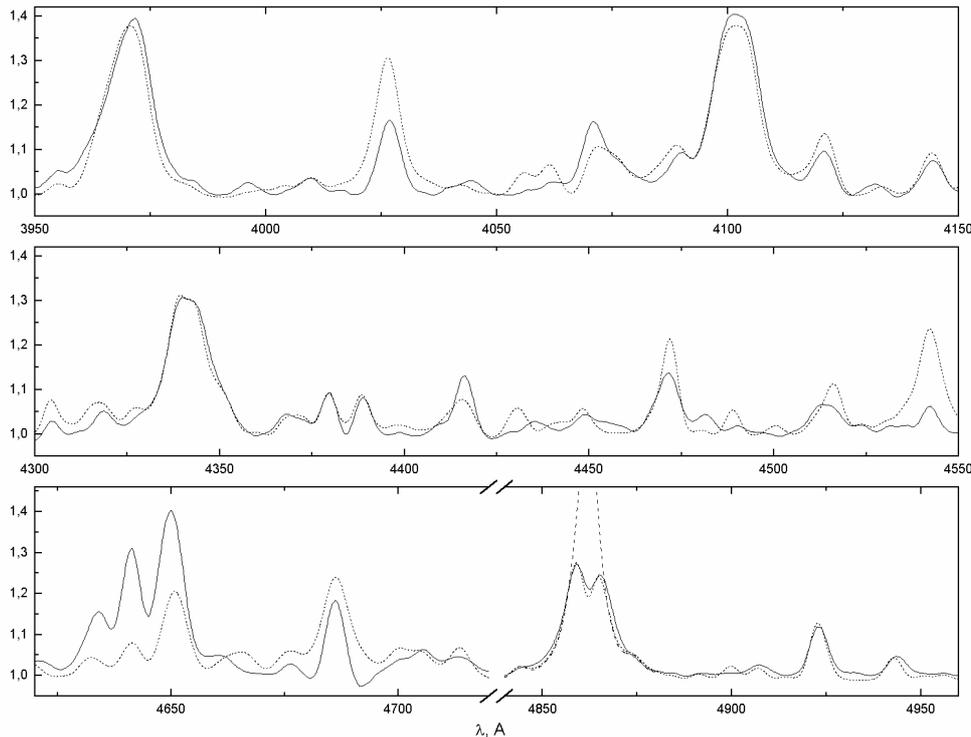


Рис 53. Теоретический (пунктир) и наблюдаемый спектры V664 Cas в максимуме блеска.

Fig. 53. Theoretical (the dotted line) and observed spectra of V664 Cas in the brightness maximum.

Дополнительным источником пополнения класса предкатаклизмических переменных может служить детальный анализ малоизученных катаклизмических двойных, эволюционный статус которых установлен на основе наблюдений спектров низкого разрешения. Часть объектов этой группы является ядрами ярких планетарных туманностей и содержит в своих спектрах узкие линии нейтрального и ионизованного гелия, элементов группы CNO в высоких стадиях ионизации и водорода с двухпиковой формой профилей. В целом, такие объекты очень похожи на V664 Cas и VW Pux, что, в свете полученных в настоящей работе результатов, реанимирует проблему их окончательной классификации.

Н.В. Борисов совместно с Н.А. Сахибуллиным и В.В. Шиманским (КТУ). Опубликовано в АЖ, 2004.

An additional source of augmentation of the class of pre-cataclysmic variables can be a detailed analysis of scantily known cataclysmic binaries whose evolution status was determined by observations of low-resolution spectra. Some objects of this group are nuclei of bright planetary nebulae, and their spectra contain narrow lines of neutral and ionized helium, CNO elements in high stages of ionization, and hydrogen with a two-peak profile form. On the whole, such objects are very similar to V664 Cas and VW Pux and, in light of results obtained in the work, this reanimates a problem of their final classification.

N.V. Borisov in collaboration with N.A. Sakhbullin and V.V. Shimansky (KSU). Published in AZh, 2004.