

УДК 524.3-355

## Быстрая спектральная переменность Ae звезды Хербига HD 144432

*Н.Г. Бескровная<sup>1</sup>, М.А. Погодин<sup>1</sup>, S.L.A. Vieira<sup>2</sup>, M.M. Guimaraes<sup>3</sup>, W.J.B. Corradi<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Centro Universitario UNA, Belo Horizonte, Brazil

<sup>3</sup> UFMG, Belo Horizonte, Brazil

Поступила в редакцию 1 ноября 2008 г.

**Аннотация.** Мы представляем результаты спектроскопического исследования Ae звезды Хербига HD144432, проведенного в мае 2002 г. в Европейской Южной Обсерватории (ESO, Чили) с использованием эшелле-спектрометра высокого разрешения ( $R \sim 48000$ ), установленного на 1.5 м телескопе. Была проанализирована быстрая переменность объекта на временном масштабе дни-часы, наблюдавшаяся в линиях  $\text{H}\alpha$  –  $\text{H}\delta$ ,  $\text{HeI}5876$ ,  $\text{DNaI}$  и  $\text{CaII}$  ( $\text{K}+\text{H}$ ). Отмечена трансформация профиля  $\text{H}\alpha$  из  $\text{PCygniII}$  в  $\text{PCygniIII}$ , произошедшая за 3 суток. Быстрая переменность профилей линий  $\text{H}\alpha$ ,  $\text{H}\beta$  и  $\text{CaII}$  свидетельствует о неоднородной структуре звездного ветра HD144432. У профилей дублета  $\text{DNaI}$  наблюдается появление нескольких узких абсорбционных компонент, состав которых и параметры профилей изменяются от ночи к ночи. Эти компоненты формируются в наиболее удаленных областях звездного ветра. Отмечается очень сильная и быстрая переменность (в течение нескольких часов) профиля линии  $\text{HeI} 5876$ , который в разные даты наблюдений выглядел как двойной эмиссионный, одиночный эмиссионный и исчезал полностью.

SHORT-TERM SPECTRAL VARIABILITY OF THE HERBIG Ae STAR HD144432, by N.G. Beskrovnaya, M.A. Pogodin, S.L.A. Vieira, M.M. Guimaraes, W.J.B. Corradi.

**Ключевые слова:** Молодые Ae звезды Хербига, спектроскопия, спектральная переменность

---

### 1 Введение

Южная звезда HD144432 (A9Ve,  $V = 8^m.2$ ) была включена в список кандидатов в молодые Ae звезды Хербига (Хербиг, 1960) в начале 90-х годов благодаря значительному избытку излучения, обнаруженному в дальней ИК-области спектра ( $\lambda > 10$  мкм) по данным IRAS (Оудмайер и др., 1992; Тэ и др., 1994).

Еще в конце 60-х годов у объекта была заподозрена двойственность (Вакерлинг, 1970), которая впоследствии получила подтверждение (Перес и др., 2003). На ИК-изображении в полосе K (2.2 мкм) на расстоянии 1.4" был обнаружен слабый компаньон системы ( $\Delta m \sim 2^m.4$ ). Позднее было установлено, что это звезда типа T Тау класса K (Кармона и др., 2007).

До настоящего времени систематического исследования спектральных особенностей HD 144432 не проводилось. Нашей задачей было: а) получить новый спектральный материал по этому объекту с использованием эшелле-спектрографа высокого разрешения ( $R > 20\,000$ ), позволяющего одновременно исследовать переменность большого числа спектральных линий; б) проанализировать быструю переменность ( $\tau \sim$  часы  $\div$  дни) наиболее характерных линий,

формирующихся в околозвездной оболочке; в) исследовать корреляционные зависимости изменения различных спектральных параметров.

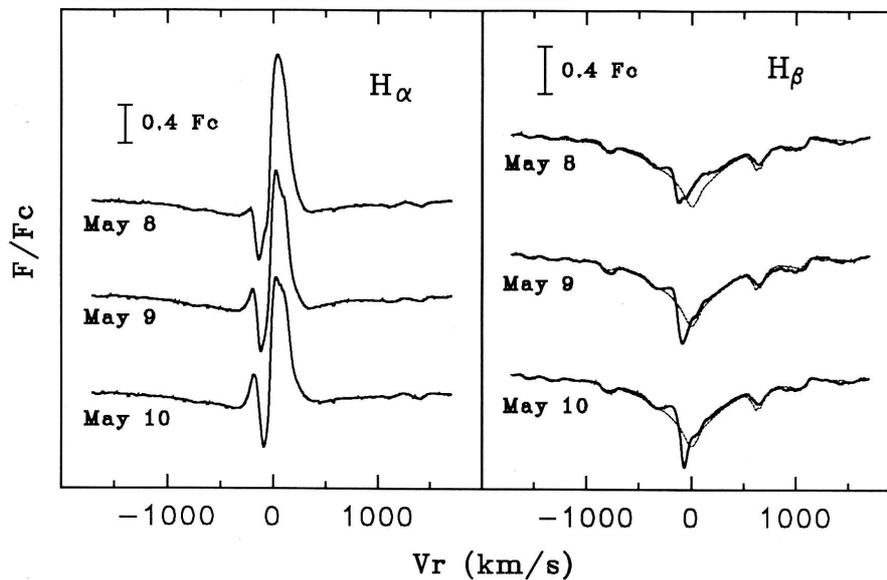
## 2 Наблюдения

15 спектров HD 144432 были получены в мае 2002 г. на 1.52-м телескопе ESO (Ла-Силья, Чили) с использованием эшелле-спектрометра высокого разрешения FEROS ( $R = 48\,000$ ). Перечень полученных спектров приведен в таблице 1, где время UT соответствует середине экспозиции.

При каждой экспозиции перекрывался общий спектральный диапазон  $\lambda\lambda\ 3800\text{--}8800\ \text{\AA}$ , отношение сигнал/шум (S/N) в разных участках спектра составляло от 80 до 150.

**Таблица 1.** Список спектров HD 144432, полученных в 2002 г.

8 мая	9 мая	10 мая
2 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	1 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>
4 <sup>h</sup> 14 <sup>m</sup>	3 <sup>h</sup> 47 <sup>m</sup>	3 <sup>h</sup> 41 <sup>m</sup>
6 <sup>h</sup> 36 <sup>m</sup>	4 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	5 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup>
8 <sup>h</sup> 18 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 24 <sup>m</sup>
	7 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	8 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>
		9 <sup>h</sup> 08 <sup>m</sup>

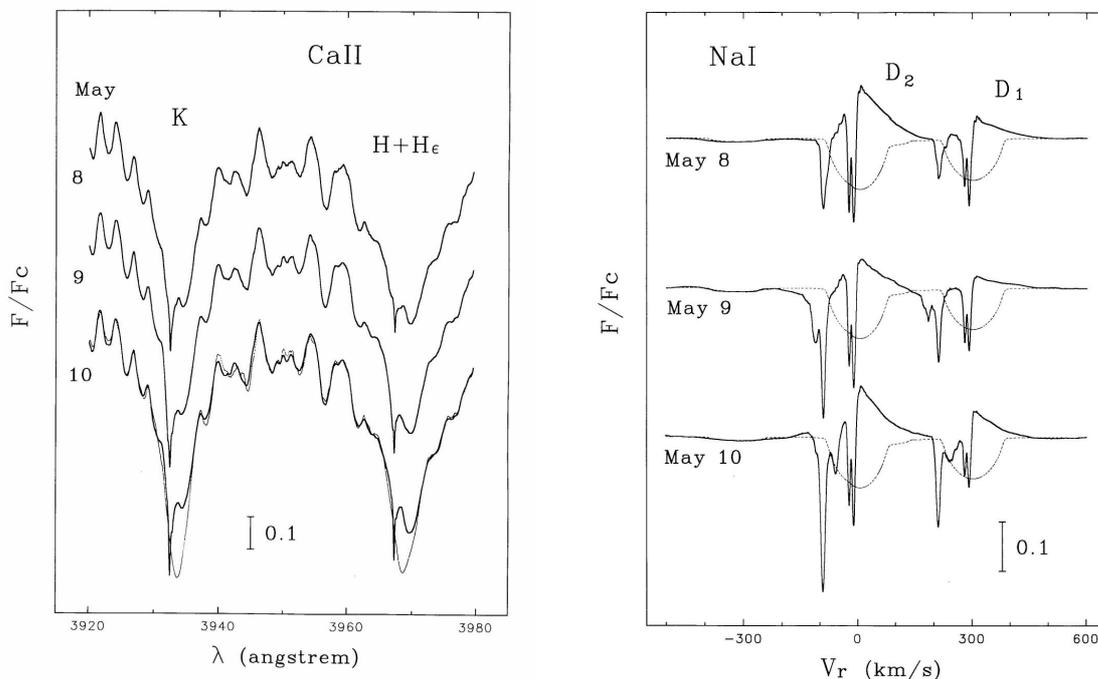


**Рис. 1.** Нормированные средние за одну ночь профили линий  $H_\alpha$  и  $H_\beta$ . Синтетический профиль  $H_\beta$  также приведен для сравнения. С 8 по 10 мая наблюдается постепенная трансформация профилей от P Cyg II к P Cyg III

### 3 Результаты

Результаты нашего спектроскопического исследования проиллюстрированы на рисунках 1–4. В предварительном виде они были опубликованы в статье Виейра и др. (2003), но позднее все данные были переобработаны более корректно. Шкала лучевых скоростей на всех рисунках привязана к звезде. Для анализа мы использовали синтетические спектры атмосферы, рассчитанные по программе SYNTH + ROTATE (Пискунов, 1992), где параметры модели были взяты из статьи Гимараса и др. (2006):  $T_{\text{eff}} = 7300 \text{ K}$ ,  $\log g = 3.4$ ,  $\text{Fe}/\text{H} = 0.3$ ,  $V \sin i = 80 \text{ km/s}$ .

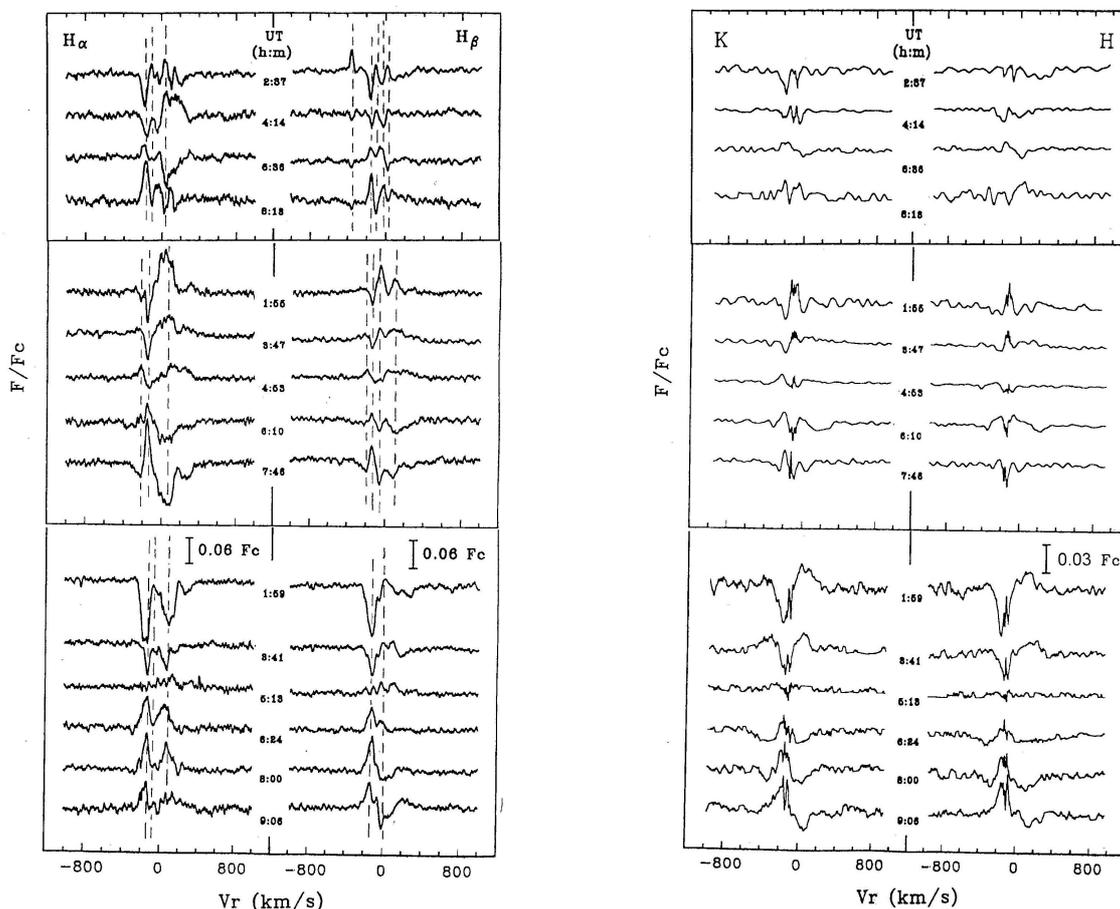
Анализ результатов показал, что профили линий оболочки демонстрируют переменность на временной шкале от часов до дней. С 8 по 10 мая наблюдались монотонные изменения локальной абсорбции на профилях линий  $\text{H}_\alpha$ ,  $\text{H}_\beta$ ,  $\text{Ca II}$  и  $\text{DNa I}$  с  $V_r = -90 \text{ km/s}$ , которая становилась уже и глубже (рис. 1 и 2). Благодаря этому за три ночи произошла трансформация профилей  $\text{H}_\alpha$  и  $\text{H}_\beta$  из P Cyg II в P Cyg III (рис. 1).



**Рис. 2.** Слева: то же, что на рис. 1, но для дублета  $\text{Ca II}$  ( $\text{K}+\text{H}$ ). Синтетический спектр наложен на спектр, наблюдавшийся 10 мая. На спектрах видно множество атмосферных линий металлов. Справа: То же, но для дуплета  $\text{DNa I}$ , имеющего сложную многокомпонентную структуру локальных абсорбционных компонент в голубой части профилей  $\text{D}_1$  и  $\text{D}_2$ . Шкала лучевых скоростей установлена для линии  $\text{D}_2$ . Для сравнения приведен также синтетический спектр

Профили дуплета  $\text{DNa I}$  имеют сложную многокомпонентную структуру. Помимо уже отмеченной переменной локальной абсорбции на  $V_r = -90 \text{ km/s}$  наблюдаются еще две стабильные узкие абсорбционные компоненты на  $V_r = -11$  и  $-23 \text{ km/s}$ . Помимо этого 9 мая появилась дополнительная абсорбционная деталь на  $V_r = -144 \text{ km/s}$ , а 10 мая на  $V_r = -60 \text{ km/s}$  (рис. 2, справа).

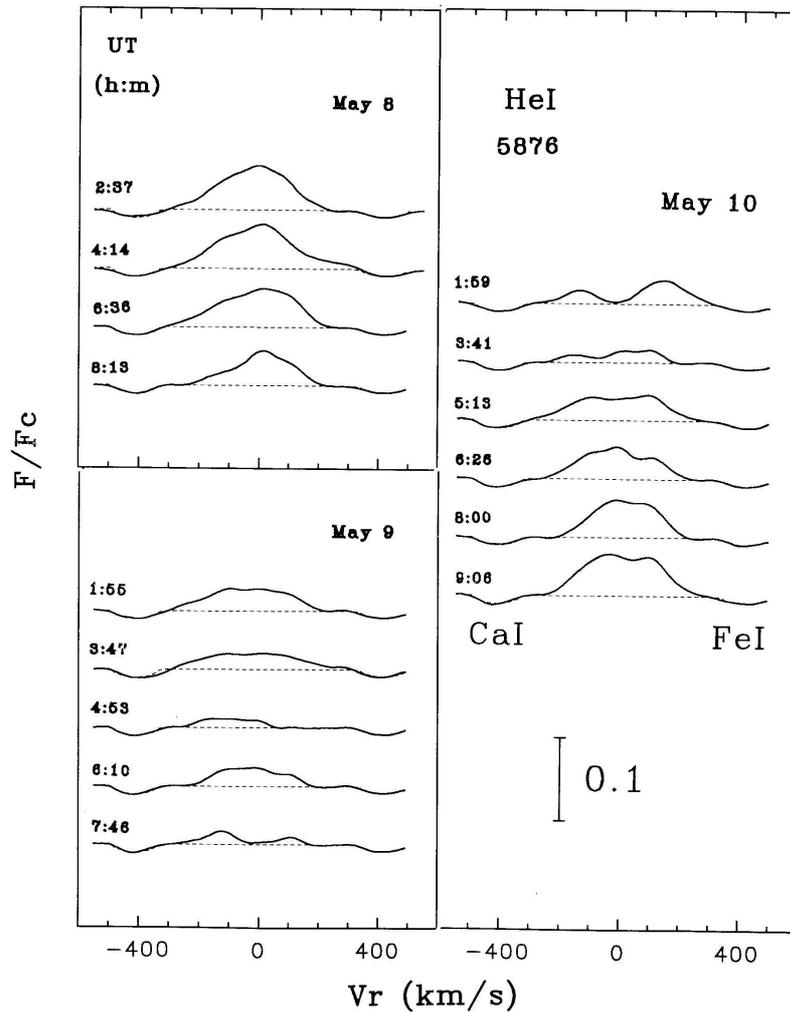
В течение каждой из 3-х ночей наблюдалась быстрая ( $\tau \sim 1$  час) переменность профилей  $H_\alpha$ ,  $H_\beta$  и  $Ca II$  (K + H), проявляющаяся в виде стоячих волн на дифференциальных спектрах (рис. 3). Следует отметить сходство характера наблюдающихся изменений у всех 4 линий.



**Рис. 3.** Слева: дифференциальные  $H_\alpha$  и  $H_\beta$ -профили, полученные для каждой ночи путем вычитания среднего за ночь профиля из каждого индивидуального. Данные для каждой ночи приведены последовательно сверху вниз. Справа: то же, но для дуплета  $Ca II$  (K+H)

Подобная переменность характерна для Ae-звезд Хербига с признаками сильного звездного ветра (Погодин, 1994; Бескровная и др., 1995) и является свидетельством существования в ветре азимутальных неоднородностей. Общая неоднородная пространственная структура околозвездной оболочки HD 14432 подтверждается всей картиной изменений, наблюдавшихся в различных спектральных линиях.

Наиболее удивительная быстрая переменность наблюдается в линии  $He I$  5876 Å (рис. 4). 8 мая у нее был профиль в виде одиночного эмиссионного пика, интенсивность которого заметно уменьшилась к концу ночи и продолжала уменьшаться всю следующую ночь (9 мая), пока линия полностью не исчезла. Зато 10 мая эмиссия в линии появилась вновь, но ее профиль был уже двойной и широкий. К концу ночи двойной эмиссионный профиль стал уже и превратился в одиночный. Подобные изменения профиля линии  $He I$  5876 Å никогда ранее не наблюдались у Ae/Be-звезд Хербига.



**Рис. 4.** Быстрая спектральная переменность профиля линии He I 5876 Å. Пунктирными линиями отмечен синтетический спектр, содержащий атмосферные линии Ca I 5868 Å и Fe I 5884 Å

### Благодарности

Авторы из России хотели бы с благодарностью отметить, что их вклад в работу был спонсирован из следующих грантов: Программа Президиума РАН № 4, Программа ОФН РАН № 10104, РФФИ (грант № 07-02-00535a) и Научная школа № 6110.2008.2. В свою очередь авторы из Бразилии выражают признательность за поддержку из грантов FAREMIG (EDT-1883/3 и CEX-96/ 04). Мы также благодарим д-ра Хенсберге за помощь в обработке данных, полученных на спектрометре FEROS.

### Литература

- Бескровная и др. (Beskrovnaya N.G.) // *Astron. Astrophys.* 1995. V. 298. P. 285.  
 Вакерлинг (Wackerling L.R.) // *MemRAS.* V. 73. P. 153.  
 Виейра и др. (Vieira S.) // *Aph & Sp. Sci. Conf. Ser.* 2003. V. 299. CD ROM.  
 Гимараес и др. (Guimaraes M.) // *Astron. Astrophys.* 2006. V. 547. P. 581.

- Кармона и др. (Carmona A.) // *Astron. Astrophys.* 2007. V. 464. P. 687.
- Оудмайер и др. (Oudmaijer R.D.) // *Astron. Astrophys.* 1992. V. 96. P. 625.
- Перес и др. (Perez M.R.) // *Astron. Astrophys.* 2004. V. 416. P. 647.
- Пискунов (Piskunov N.E.) // *Stellar magnetism*. St. Petersburg: Nauka. 1992. P. 92.
- Погодин (Pogodin M.A.) // *Astron. Astrophys.* 1994. V. 282. P. 141.
- Тэ и др. (The P.S.) // *Astron. Astrophys.* 1994. V. 104. P. 315.
- Хербиг (Herbig J.H.) // *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 1960. V. 4. P. 337.