

УДК: 524.3-56

ДОЛГОВРЕМЕННАЯ СПЕКТРАЛЬНАЯ ПЕРЕМЕННОСТЬ
Ae-ЗВЕЗДЫ ХЕРБИГА HD 179218О.В.КОЗЛОВА^{1,2}

Поступила 12 января 2004

Принята к печати 19 мая 2004

Представлены результаты многолетнего спектрального мониторинга с высоким разрешением Ae-звезды Хербига HD 179218 в области эмиссионной линии $H\alpha$ и резонансного дублета натрия $Na\ I D$. Полученные данные показывают существование значительной переменности эмиссионной линии $H\alpha$ на короткой шкале времени (около десяти суток). Кроме того, обнаружена переменность на шкале времени несколько лет, имеющая волнообразный характер и выражающаяся в изменении эквивалентной ширины EW , интенсивности околосредней эмиссии I и параметров эмиссионного профиля линии $H\alpha$. Анализ полученных результатов позволяет предположить, что особенности спектрального поведения HD 179218 на шкале времени несколько лет обусловлены существованием глобальной переменности параметров аккреционного диска звезды.

1. *Введение.* HD 179218 (MWC 614) - изолированная Ae-звезда Хербига. Несмотря на то, что ее блеск в полосе V составляет $7^m.2$, она является одной из наименее изученных звезд этого типа. Это обусловлено тем, что до середины 80-х гг. HD 179218 входила в каталог Be-звезд (см. работы [1,2]) и не рассматривалась как Ae/Be звезда Хербига. Было известно только то, что у нее в линии $H\alpha$ присутствует эмиссия, а величина проекции скорости вращения на луч зрения $u \sin i$ составляет 60 км/с. После обнаружения у звезды на основе данных IRAS [3] значительного ИК-избытка, свидетельствующего о наличии пылевой оболочки, стало ясно, что HD 179218 является молодым объектом. Звезда попала в новый каталог кандидатов в Ae/Be звезды Хербига [4] и начала интенсивно изучаться. Эти исследования подтвердили вывод о молодости звезды, сделанный на основе данных IRAS, и позволили уточнить полученные ранее параметры HD 179218, такие, как возраст, масса, светимость и другие величины. Они приведены в табл.1.

Околосреднее окружение HD 179218 изучалось методами ИК-интерферометрии и спекл-интерферометрии [5,6]. По данным о распределении энергии в ИК-диапазоне [7] было проведено моделирование структуры пылевого диска. На 10 микронах у HD 179218 в [8] обнаружена значительная силикатная эмиссия, характерная для молодых звезд с околосредними пылевыми дисками и свидетельствующая о присутствии в CS-оболочке горячей пыли. HD 179218 относится к числу фотометрически

малоактивных звезд Хербига: амплитуда изменений ее блеска в полосе V составляет около 0.02 (см. [9]). Согласно [10], это свидетельствует о том, что газопылевой диск, окружающий эту звезду, сильно наклонен к лучу зрения.

Таблица 1

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ HD 179218

$r = 240$ пк	[1]
Sp B9/A0/IV/Ve	[2]
$T_{\text{eff}} = 10220$ K	[3]
$M_* = 4.0 M_{\odot}$	[3]
$R_* = 4.7 R_{\odot}$	[3]
$L_* = 221.9 L_{\odot}$	[3]
$i = 3 \cdot 10^5$ лет	[3]
$it \sin i = 60$ км/с	[4]

Примечания:

[1] - ESA, The Hipparcos Catalog, ESA SP-1200, 1997.

[2] - P.S. The et al., A&ASS, 104, 315, 1994.

[3] - V. Mannings, A. Sargent, Astrophys. J., 529, 391, 2000.

[4] - P.L. Bernacca, M. Perinotto, Contr. Oss. Astrof. Padova in Asiago, 239, 1, 1970

В то же время опубликованных спектральных наблюдений этой звезды оказалось крайне мало. В основном они ограничиваются работой Мирошниченко и др. [11] и касаются эмиссионной линии $H\alpha$. Из их результатов следует, что профиль эмиссии $H\alpha$ представляет собой одиночную эмиссию с острой вершиной и слабой переменной абсорбцией с синей стороны. Такие профили характерны для молодых звезд, ось симметрии CS-дисков которых составляет по отношению к наблюдателю небольшой угол зрения, так что область звездного ветра почти не проецируется на диск звезды и оказывает слабое влияние на формирование профиля линии [10]. Учитывая, что величина $it \sin i$ невелика и составляет около 60 км/с, можно предположить, что ориентация околзвездного диска HD 179218 относительно наблюдателя является промежуточной, когда луч зрения пересекает высокоширотные области, в которых звездный ветер, по-видимому, уже не играет значительной роли в образовании CS-абсорбции. Следует также отметить, что Мирошниченко и др. обнаружили у эмиссии $H\alpha$ значительную переменность профиля как на коротких временах, так и на шкале времени несколько лет.

Интерес к исследованию эмиссионной линии $H\alpha$ объясняется не только тем, что эта линия в спектрах молодых звезд является наиболее сильной. Многолетние плотные ряды наблюдений этой линии могут выявить такие эффекты, как, например, циклическая переменность $EW(H\alpha)$ у звезды HD 200775, обусловленная, предположительно, ее двойственностью (см.

[12,13]. Это связано с тем, что эмиссия в $\text{H}\alpha$ формируется во внутренних областях аккреционного диска и звездного ветра и несет информацию о структуре околосредного вещества в ближайшей окрестности звезды, его плотности, кинематике и изменении этих параметров со временем. Такие многолетние ряды наблюдений получены всего для нескольких объектов, так что для большинства Ae/Be звезд Хербига эта область остается по-прежнему малоизученной.

В данной работе приведены наблюдения эмиссионной линии $\text{H}\alpha$ и линий резонансного дублета натрия Na I D , проводившиеся в Крымской астрофизической обсерватории. Наблюдения в линии $\text{H}\alpha$ были дополнены данными Мирошниченко и др. [11]. Это позволило проследить за поведением параметров этой линии на протяжении 8 лет с 1995г. по 2003г.

2. Наблюдения. Спектральные наблюдения HD 179218 проводились в течение 1999-2003гг. Все спектры получены с высоким разрешением ($R=20000$) на 2.6-м телескопе КрАО (ЗТШ) с помощью спектрографа Кудэ и CCD-камеры. Подробные сведения о датах наблюдений, отношении сигнала к шуму (S/N) и спектральных разрешениях ($\Delta\lambda$) приведены в табл.2. Полученные с помощью CCD-камеры изображения спектров очищались от следов космических частиц, а затем корректировались за неравномерность плоского поля. Обработка самих спектров (вычитание фона неба, нормировка и т.д.) выполнена с помощью программы SPE, разработанной С.Г.Сергеевым и являющейся общепринятой в Крымской обсерватории.

Спектры в области резонансного дублета натрия и линии $\text{H}\alpha$ очищались также от многочисленных линий молекул воды, образующихся в земной атмосфере. Эта процедура выполнялась путем наблюдений спектров горячих звезд сравнения, для близких значений воздушных масс. После обработки все спектры были скорректированы за движение Земли вокруг Солнца.

3. Результаты наблюдений.

3.1. Линия $\text{H}\alpha$. Всего в период с 1999г. по 2003г. было получено 55 спектров в линии $\text{H}\alpha$. Практически все они, за исключением самого первого профиля, наблюдавшегося 19 августа 1999г., представляют собой одиночную эмиссию с острой вершиной и слабой переменной абсорбцией в синем крыле. На рис.1а все наблюдавшиеся профили $\text{H}\alpha$ наложены друг на друга, что позволяет оценить общую переменность линии.

Видно, что время от времени абсорбция в синей части спектра исчезает и профиль становится полностью эмиссионным. Такой вид линия $\text{H}\alpha$ имела почти весь 2002г. Но в 2003г. в синей части профиля опять появилась переменная абсорбция. Если усреднить все полученные спектры, то результирующий профиль будет представлять собой практически

ДАННЫЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ HD 179218

Дата	J.D.	Спектр. область	S/N	$\Delta\lambda$ [Å]	Дата	J.D.	Спектр. область	S/N	$\Delta\lambda$ [Å]
19-08-99	2451410.415	H α	70	0.32	19-06-02	2452445.255	H α	97	0.32
		Na I D	90	0.32			Na I D	131	0.32
09-09-99	2451431.366	H α	85	0.32	05-07-02	2452461.333	H α	97	0.32
		Na I D	68	0.32	06-07-02	2452462.291	H α	127	0.48
11-09-99	2451433.388	H α	90	0.32	07-07-02	2452463.249	H α	122	0.48
		Na I D	120	0.32			Na I D	108	0.48
12-09-99	2451434.389	H α	90	0.34	24-08-02	2452511.244	H α	87	0.32
		Na I D	113	0.34			Na I D	101	0.32
14-09-99	2451436.291	H α	88	0.32	25-08-02	2452512.222	H α	90	0.32
		Na I D	155	0.32			Na I D	118	0.32
25-12-00	2451904.125	H α	19	0.36	26-08-02	2452513.280	H α	94	0.32
27-04-01	2452027.499	H α	89	0.32	27-08-02	2452514.250	H α	85	0.32
16-05-01	2452046.446	H α	77	0.32	30-08-02	2452517.254	H α	93	0.32
17-05-01	2452047.425	H α	92	0.32	31-08-02	2452518.280	H α	102	0.32
31-05-01	2452061.430	H α	44	0.32	02-09-02	2452520.273	H α	115	0.32
11-06-01	2452072.437	H α	64	0.32	03-09-02	2452521.244	H α	103	0.32
13-06-01	2452074.454	H α	40	0.32	28-09-02	2452546.314	H α	60	0.32
14-06-01	2452075.461	H α	60	0.32	12-10-02	2452560.300	H α	63	0.32
20-09-01	2452173.336	H α	40	0.32	02-11-02	2452581.182	H α	94	0.32
		Na I D	56	0.32	12-11-02	2452560.323	H α	62	0.32
25-09-01	2452178.197	H α	82	0.32	13-11-02	2452592.177	H α	95	0.32
17-12-01	2452261.157	H α	19	0.32	30-04-03	2452760.480	H α	132	0.32
12-03-02	2452346.575	H α	49	0.32	03-05-03	2452763.497	H α	114	0.32
13-03-02	2452347.553	H α	84	0.32	07-06-03	2452798.431	H α	122	0.32
14-03-02	2452348.600	H α	97	0.32	20-06-03	2452811.268	H α	85	0.24
15-03-02	2452349.550	H α	74	0.32			Na I D	91	0.24
09-04-02	2452374.487	H α	67	0.32	21-06-03	2452812.221	H α	71	0.24
10-04-02	2452375.493	H α	116	0.32			Na I D	71	0.24
11-04-02	2452376.475	H α	101	0.32	22-06-03	2452813.334	H α	68	0.24
		Na I D	98	0.32	25-06-03	2452816.308	H α	79	0.24
20-05-02	2452415.459	H α	83	0.32			Na I D	108	0.24
		Na I D	61	0.32	17-08-03	2452869.280	H α	83	0.32
21-05-02	2452416.452	H α	79	0.32	18-08-03	2452870.276	H α	103	0.32
22-05-02	2452417.450	H α	110	0.32			Na I D	149	0.32
		Na I D	114	0.32	19-08-03	2452871.243	H α	122	0.32
23-05-02	2452418.442	H α	118	0.32	20-08-03	2452872.239	H α	107	0.32

симметричную одиночную эмиссионную линию, характерную для околозвездных газовых дисков, ось симметрии которых ориентирована по отношению к наблюдателю под очень малыми углами, то есть видимых с полюса (см. [10]). Этот профиль показан на рис. 1b. Там же показан профиль, полученный 19-го августа 1999г., оказавшийся во многих отношениях необычным и представляющий собой одиночную эмиссию с плоской вершиной, на которой заметны слабые следы абсорбционных

компонент. Высота эмиссии в 2-3 раза меньше по сравнению с полученными позднее значениями интенсивности $H\alpha$ (см. рис.3). То, что это не случайное событие, подтверждают результаты Мирошниченко и др. [11], получивших в августе 1995г. профиль с близкими значениями EW и I . На рис.1b для сравнения приведен также профиль со смещенной в синюю сторону абсорпцией, полученный 31 мая 2001г.

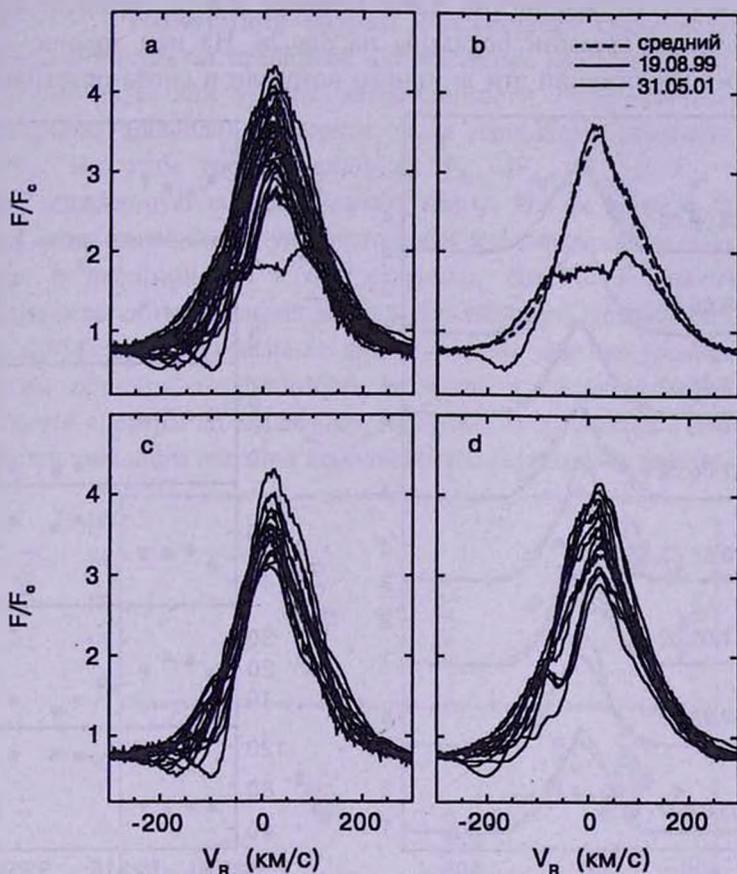


Рис.1. а) профили линии $H\alpha$, наблюдавшиеся в спектре HD 179218; б) масштаб переменности $H\alpha$ на примере трех профилей (пунктирная линия - усредненный за все даты наблюдений профиль, тонкая линия - профиль с абсорпцией в синем крыле, полученный 31 мая 2001г., толстая линия - профиль с низким значением интенсивности, полученный 19 августа 1999г.; в) профили линии $H\alpha$, полученные в период с 25 декабря 2000г. по 23 мая 2002г. д) профили линии $H\alpha$, полученные в период с 5 июля 2002г. по 19 августа 2003г.

Получить представление о характере переменности линии $H\alpha$ в различные периоды времени позволяют рисунки 1c и 1d, на которых показаны последовательные группы профилей, полученных в период с 25.12.00 по 23.05.02 (рис.1c) и с 05.07.02 по 19.08.03 (рис.1d).

Представленные данные указывают на то, что формирующаяся в звездном ветре абсорпция достаточно мала. Тем не менее, ветер может

давать существенный вклад в общую переменность эмиссионного профиля линии. Это хорошо заметно на серии спектров, полученных в августе-сентябре 2002г. и позволивших проследить за характером переменности эмиссии $H\alpha$ на шкале времени 12 дней. Спектры были получены в промежутке времени с 24 августа по 3 сентября. Две паузы в наблюдениях пришлись на время с 27 августа по 30 августа и с 31 августа по 2 сентября.

Зависимость от юлианской даты величин EW и интенсивности в этот промежуток времени показаны на рис.2а. На нем хорошо видно, что за время наблюдений эти величины возросли и снова опустились до

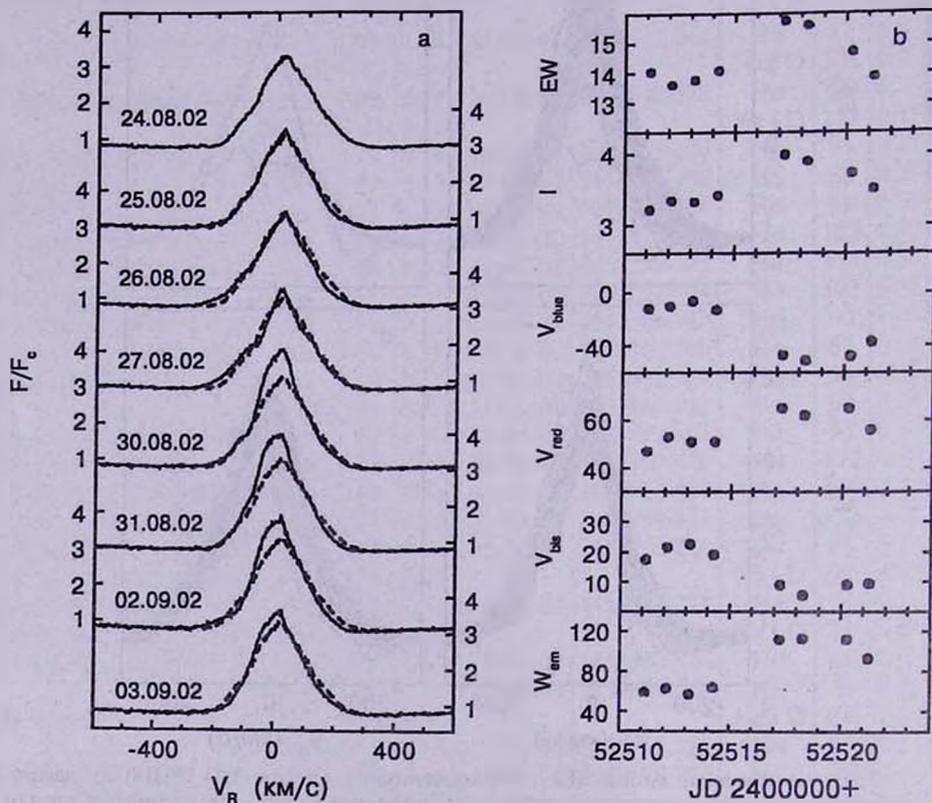


Рис.2. Переменность эмиссионной линии $H\alpha$ на шкале времени 12 суток: а) изменение профиля линии от даты к дате (пунктиром показан профиль, полученный 24 августа 2002г.); б) зависимость от юлианской даты эквивалентной ширины EW , интенсивности I , а также синей и красной границ эмиссионного профиля V_{blue} и V_{red} ширины эмиссии W_{em} и положения биссектора V_{bis} на уровне интенсивности $i=3$.

практически первоначальных значений (ошибка определения EW и I в среднем не превышает 0.5\AA и 0.05). Полное время переменности составило около 12 дней. При этом зависимость EW и I имела форму, близкую к синусоидальной.

Чтобы проследить за характером переменности линии $H\alpha$, для каждой

даты были определены положения бисектора V_{bl} , ширины профиля W_{em} , синей (V_{blue}) и красной (V_{red}) границ профиля на некоторых фиксированных уровнях интенсивности (ошибка определения лучевой скорости при этом в большинстве случаев не превышает 6 км/с). С этой целью были выбраны три уровня интенсивности $i=1.0, 2.0$ и 3.0 , выраженные в единицах континуума (поскольку линия $H\alpha$ имеет широкие фотосферные крылья, величина $i=1$ соответствует области эмиссионных крыльев линии, а не уровню континуума за пределами фотосферных крыльев). Зависимость от юлианской даты для уровня интенсивности $i=3$ (вблизи вершины эмиссионного профиля) указанных выше параметров показана на рис.2b и рис.2с. На этом уровне величины V_{bl} , W_{em} , V_{blue} и V_{red} описывают хорошо выраженную синусоидальную волну. Из их анализа следует, что верхняя часть эмиссии при увеличении EW и I сместилась в синюю область спектра и расширилась в обе стороны. На более низких уровнях интенсивности синусоидальная зависимость исчезает. Исключение составляет V_{blue} , у которой синусоидальная волна заметна еще на уровне $i=2.5$.

Таким образом, переменность профиля в основном происходила в синей части спектра. По-видимому, причина этого связана с неоднородной структурой звездного ветра на небольших расстояниях от звезды, например,

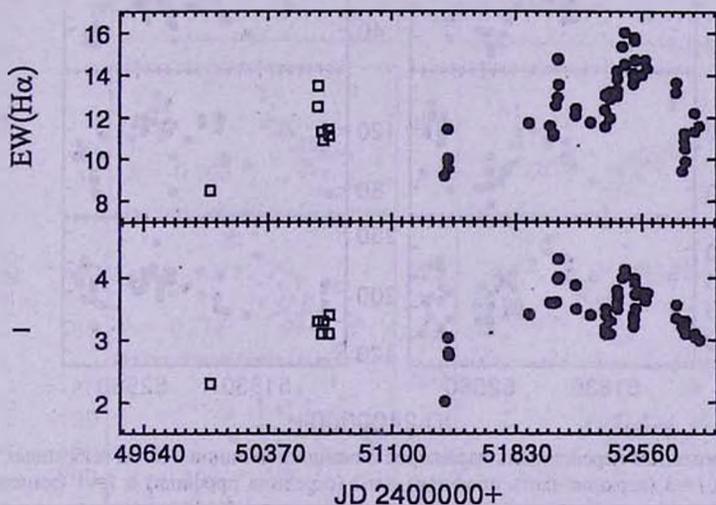


Рис.3. Переменность эквивалентной ширины EW и интенсивности I эмиссионной линии $H\alpha$ на шкале времени 8 лет.

с истекающими газовыми струями. Ниже эти результаты будут обсуждаться более подробно.

3.2. Долговременная переменность линии $H\alpha$. Как уже отмечалось выше, эмиссионная линия $H\alpha$ у звезды HD 179218 демонстрирует значительную переменность величин EW и I на шкале времени несколько лет. На рис.3 показана зависимость эквивалентной ширины и

интенсивности в зависимости от юлианской даты. Видно, что распределение EW и I со временем носит регулярный характер и описывает волну с минимумами в области юлианских дат 2451400, 2452350, 2452800 и двумя максимумами в области юлианских дат 2452000 и 2452300.

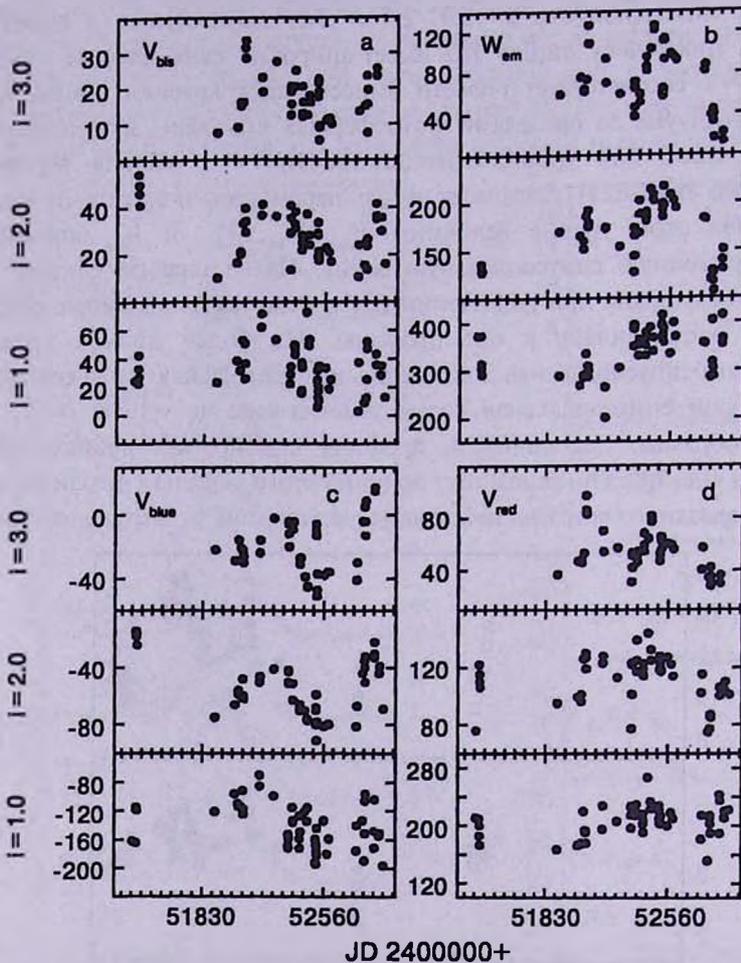


Рис.4. Многолетняя переменность параметров эмиссионной линии Na I на выбранных уровнях интенсивности $i=3$ (верхняя часть профиля), $i=2$ (середина профиля) и $i=1$ (эмиссионные крылья): а) зависимость от юлианской даты положения бисектора V_{bis} ; б) зависимость от юлианской даты ширины эмиссии W_{em} ; в) зависимость от юлианской даты синей границы профиля V_{blue} ; д) зависимость от юлианской даты красной границы профиля V_{red} .

Для более полной информации наши наблюдения были дополнены наблюдениями Мирошниченко и др. [11]. Они включают в себя один профиль, полученный в 1995г. и шесть профилей, полученных в 1997г. Результаты этого анализа показаны на рис.4.

Мы видим, что положение бисектора на разных уровнях интенсивности

(рис.4а) описывает одинаковые зависимости, отличающиеся между собой только амплитудой и переменностью на короткой шкале времени. Зависимость синего крыла эмиссии V_{blue} от юлианской даты также характеризуется постоянством формы. В то же время красная граница эмиссии V_{red} и ширина эмиссии W_{em} показывают значительные отличия в своем поведении в верхней и нижней частях профиля. Корреляции величин V_{bls} , W_{em} , V_{blue} и V_{red} с I для фиксированных значений $i=3, 2, 1$ показана на рис.5. Отсюда можно сделать следующие выводы:

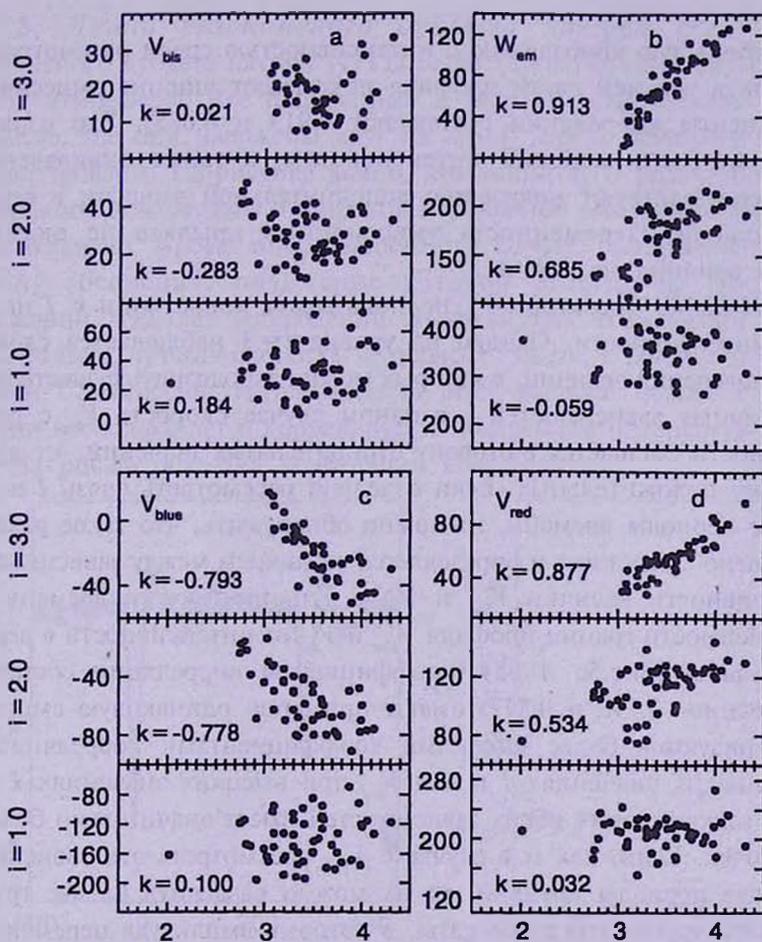


Рис.5. Зависимость параметров эмиссионной линии Na на выбранных уровнях интенсивности от величины I .

1. Величины EW , I , V_{bls} , W_{em} , V_{blue} и V_{red} показывают волнообразную переменность на шкале времени несколько лет. При этом в форме распределения величин EW , I , W_{em} и V_{red} с одной стороны, и в форме распределения V_{bls} и V_{blue} , с другой, существует значительное сходство.

Это означает, что изменение потока излучения в линии $\text{H}\alpha$ тесно связано с изменением кинематических условий в излучающем газе.

Следует заметить и тот факт, что переменность синей части профиля носит глобальный характер, охватывая как его верхнюю часть, так и область крыльев, тогда как переменность красной части профиля прослеживается лишь до середины его высоты.

2. Величины W_{em} , V_{blue} и V_{red} показывают корреляцию с интенсивностью в верхней части профиля. В эмиссионных крыльях корреляция с I отсутствует.

3. Наибольшую корреляцию с интенсивностью среди рассмотренных параметров в верхней части профиля показывает ширина эмиссии W_{em} (коэффициенты корреляции составляют 0.913 и 0.685). Это означает, что наибольшие изменения интенсивности, а также эквивалентной ширины соответствуют появлению дополнительной эмиссии в верхней части профиля. Переменность эмиссионных крыльев не оказывает заметного влияния на EW и I .

4. Положение бисектора V_{bis} не показывает корреляции с I на всех уровнях интенсивности. Однако на уровне $i=3$ наблюдается сложный характер поведения величин, в которых можно заподозрить существование двух различных зависимостей - в одном случае скорость V_{bis} с ростом интенсивности смещается в сторону отрицательных значений, а в другом - в сторону положительных. Если отдельно рассмотреть связь I и V_{bis} в различные периоды времени, то можно обнаружить, что такое различие действительно существует и определяется различием между зависимостями от интенсивности величин V_{blue} и V_{red} в эти промежутки времени.

5. Зависимости границ профиля V_{blue} и V_{red} от интенсивности в верхней части профиля (рис.5с и 5d) (коэффициенты корреляции составляют соответственно -0.793 и 0.877) имеют примерно одинаковую амплитуду и характеризуются более высокими коэффициентами корреляции для V_{blue} при низких значениях I и для V_{red} при высоких значениях I . В то же время нижняя часть обеих зависимостей имеет значительно больший разброс точек. Если, как и в случае с V_{bis} , рассмотреть эти зависимости в отдельные периоды времени, то их можно разделить на две группы.

В первой группе окажутся даты, в которые амплитуда переменности синего крыла была наибольшей, а красное крыло менялось с малой амплитудой. Так происходило, например, в августе-сентябре 2002г. (см. выше). При этом рост интенсивности был обусловлен появлением дополнительной эмиссии в верхней части синего крыла эмиссионного профиля. Однако в период с середины 2002г. по середину 2003г., когда наблюдалась такая же зависимость перечисленных выше параметров от I , сама интенсивность монотонно падала. Это означает, что при постепенном ослаблении I происходило смещение верхней части

эмиссионного профиля в синюю сторону.

Во вторую группу попадают даты, когда наибольшая амплитуда переменности наблюдалась в красном крыле профиля, а граница синего крыла менялась на небольшом участке скоростей. То есть рост интенсивности достигался за счет появления дополнительной эмиссии в верхней части красного крыла профиля.

Возможные причины такой сложной переменности линии Na будут рассмотрены ниже.

3.3. *Линии резонансного дублета натрия Na I D .* Линии резонансного дублета натрия Na I D были тщательно очищены от линий земной атмосферы. Все полученные в этой области спектры показаны на рис.6а, где они наложены друг на друга. Для наглядности они были профильтрованы. Из рисунка видно, что линии дублета состоят из узкой межзвездной компоненты и широкой переменной эмиссии околосредного происхождения. Кроме того, наблюдается слабая, смещенная в красную сторону абсорбция, положение которой заметно не менялось на протяжении всех лет наблюдений. Полуширина этой линии составила около 20 км/с, лучевая скорость V_R около +55 км/с, а глубина обусловлена уровнем CS -эмиссии. Интенсивность этой эмиссии меняется на шкале времени несколько лет и коррелирует с поведением интенсивности линии Na . На рис.6б показана корреляция этих величин.

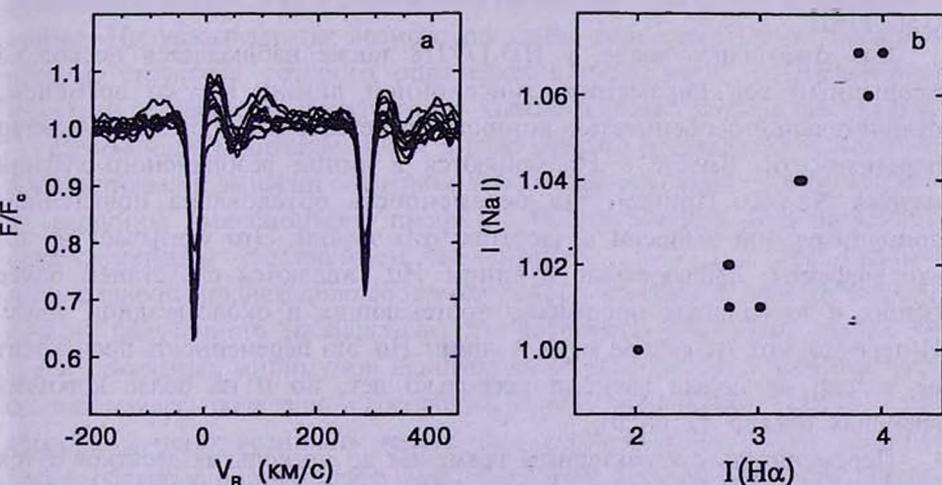


Рис.6. Спектры HD 129218 в области линий резонансного дублета натрия Na I D : а) все наблюдавшиеся профили дублета, наложенные друг на друга в шкале лучевых скоростей линии 5889.953; б) зависимость интенсивности эмиссии в Na I D от интенсивности линии $\text{H}\alpha$.

Следует отметить, что спектры HD 179218 в области линий дублета Na I D характеризуются отсутствием заметной переменности смещенных в красную сторону абсорбционных компонент и отсутствием других

абсорбционных деталей как с синей, так и с красной стороны от межзвездных линий. Это заметно отличает HD 179218 не только от звезд типа UX Ori, но и от Ae-звезды Хербига MWC 480 [14] и хорошо согласуется с фактами, свидетельствующими о значительных отличиях в ориентации околозвездных дисков этих звезд [10]. При малых углах наклона оси симметрии диска относительно наблюдателя, роль ветра в формировании околозвездных абсорбционных линий становится достаточно слабой, в то время как его влияние на эмиссионный спектр может оказаться весьма значительным. Причина этого связана с тем, что, как уже говорилось выше, истекающий звездный ветер почти не проецируется на диск звезды и может давать вклад в основном в эмиссионные профили линий.

4. *Обсуждение.* Долговременная спектральная переменность молодых горячих звезд, как уже упоминалось выше, исследована очень слабо, и только для нескольких звезд накоплены достаточно длинные ряды наблюдений, позволяющие у некоторых из них обнаружить такую переменность и исследовать ее характер. Ярким примером такой звезды является Ве-звезда Хербига HD 200775, у которой, по данным [12], было обнаружено, что $EW(H\alpha)$ описывает синусоидальную кривую с характерным временем около 3-х лет. В то же время для Ae-звезды Хербига HD 31648 переменность такого характера не была обнаружена (см. [14]).

Как отмечалось выше, у HD 179218 также наблюдается несколько необычный ход параметров эмиссионной линии $H\alpha$ со временем, отличительной особенностью которого является волнообразный характер переменности. Вместе с $H\alpha$ меняются и линии резонансного дублета натрия $Na I D$. Причем, эта переменность обусловлена появлением дополнительной эмиссии в частотах этих линий. Это указывает на то, что эффекты, наблюдаемые в линии $H\alpha$, являются следствием более общих и глобальных процессов, протекающих в околозвездной среде. Интересно, что, по крайней мере, в линии $H\alpha$ эта переменность происходит не только на шкале времени несколько лет, но и на более коротких временах (около 12 дней).

Переменность с характерным временем до нескольких десятков суток встречается у многих молодых звезд. Так, по данным [15-17] у Ae-звезд Хербига HD 31293 (AB Aur) и HD 31648 в линии $H\alpha$ обнаружена переменность, обусловленная азимутальными неоднородностями в структуре звездного ветра. Причиной этих неоднородностей считаются струи, истекающие с поверхности звезды, связанной с собственным магнитным полем аккреционного диска. У звезды HD 36112, по данным [18], также была обнаружена циклическая переменность локальных деталей

Н α -профиля с характерным временем около 6 суток, которую авторы связали со струями в звездном ветре.

Причины образования таких струй не ясны до конца. Однако моделирование аккреционных дисков и ветра у молодых звезд (см., например, [19-21]) показывает, что аккреция в присутствии магнитного поля диска и/или звезды обуславливает формирование дискового ветра, в котором газ истекает не с поверхности звезды, а непосредственно из аккреционного диска. В моделях, рассчитанных Гудсоном и др. для звезд типа Т Тельца [20,21], показано, что такой ветер образует струи, параметры которых меняются на шкале времени порядка нескольких десятков суток. Причиной этого является переменность темпа аккреции на той же шкале времени. У Ae/Be звезд Хербига это время должно быть существенно меньше, поскольку их аккреционные диски подходят гораздо ближе к поверхности звезды, чем у медленно вращающихся звезд типа Т Тельца, обладающих более сильным магнитным полем.

Можно предположить, что переменность HD 179218 на шкале времени 12 суток также связана с формированием газовых струй в дисковом ветре и обусловлена механизмом, описанным Гудсоном и др. в [21].

В то же время природа долговременной переменности звезды остается во многом неясной. В целом возникает впечатление, что наблюдаемая переменность складывается, как минимум, из двух компонентов, имеющих различную природу. Ряд особенностей поведения параметров эмиссионной линии Н α указывает на возможную связь переменности со звездным ветром, структура которого определяется отдельными протяженными газовыми струями. В пользу этого вывода говорят следующие факты.

Переменность интенсивности в ряде случаев обусловлена появлением дополнительной эмиссии с центром либо с красной, либо с синей стороны от вершины эмиссионного профиля. Ее увеличение сопровождалось одновременным увеличением значений V_{blue} и V_{red} , а при падении интенсивности происходило соответствующее уменьшение границ профиля. Анализ полученного наблюдательного материала показывает также, что среди локальных минимумов эквивалентной ширины EW большая часть сопровождалась появлением абсорбции в синем эмиссионном крыле. Такие абсорбции могут возникать только при экранировании части звездного диска областью истекающего газа. Величина лучевой скорости абсорбционного компонента достигает ~ 200 км/с.

Эти факты говорят, с одной стороны, о связи ветра с переменностью интенсивности и эквивалентной ширины, а с другой, указывают на небольшой диапазон лучевых скоростей, в которых происходит эта переменность. Стоит также отметить, что характер переменности синей части эмиссионного профиля сохраняется вплоть до его коротковолновой

границы. Поскольку в этой области наблюдается переменный абсорбционный компонент, можно предположить, что абсорбция с синей стороны в значительной степени определяет границу профиля V_{blue} , а следовательно, и амплитуду переменности EW и I .

Отдельно следует сказать о переменности красного эмиссионного крыла, в котором в ряде случаев наблюдается появление дополнительной эмиссии. Характерное время этого процесса, от возникновения эмиссии до ее исчезновения, составляет около 8-10 месяцев. Поскольку увеличение интенсивности сопровождается появлением переменного синего абсорбционного компонента, можно предположить, что мы наблюдаем процесс формирования газовой струи в ближайшей окрестности звезды.

Необходимо также отметить, что ряд фактов плохо вписывается в представленную картину. Речь идет о глобальных минимумах EW и I , наблюдавшихся в 1995г. и 1999г. Интенсивность эмиссии оказалась в 2-3 раза меньше обычной. При этом в синей части профиля не наблюдалось присутствия абсорбционного компонента. Возможно, что в данном случае мы имеем дело с глобальной переменностью параметров аккреционного диска, таких, как размеры диска, темп аккреции, плотность и температура. Физический механизм, который мог бы обеспечить такую переменность, хорошо известен: это аккреция газа в молодой двойной системе. В работах Артимовича и Любова [22] показано, что в этом случае может наблюдаться пульсирующий характер аккреции с характерным временем, равным орбитальному периоду системы. Попытки Пирзкала и др. [23] найти по данным ИК-картирования с угловым разрешением около $0''.4$ признаки существования второго компонента у HD 179218 не дали положительного результата. Это означает, что если у звезды второй компонент все же существует, расстояние между ними должно быть меньше 90 а.е.

Для уточнения характера динамических процессов в окрестности HD 179218 необходимы дальнейшие наблюдения. Они позволят проследить за следующими циклами активности звезды и выяснить природу сложной спектральной переменности HD 179218.

Выражаю искреннюю благодарность И.Ю.Алексееву за помощь в наблюдениях и Д.Н.Шаховскому за предоставление данных о фотометрической активности HD 179218, а также В.П.Гринину и М.А.Погодину за плодотворное обсуждение статьи.

¹ Крымская астрофизическая обсерватория, Украина

² Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, Россия, e-mail: oles@crao.crimea.ua

LONG-TERM SPECTRAL VARIABILITY OF HERBIG
Ae-STAR HD 179218O.V.KOZLOVA^{1,2}

The results of high-resolution long-term spectral monitoring of Herbig Ae-star HD 179218 in the region of emission H α line and the sodium resonance doublet Na I D are presented. The received data show the existence of short-term variability (about 10 days) and long-term wave-like variability of equivalent width EW , intensity of circumstellar (CS) emission I and parameters of H α emission profile. The analysis of these data allows us to suppose the existence of the global variability of parameters of accretion disk.

Key words: *stars:variables - stars:individual:HD179218*

ЛИТЕРАТУРА

1. *J.F.Heard*, Com. from the David Dunlap Observ., **4**, 1939.
2. *P.W.Merrill, C.G.Burwell*, *Astrophys. J.*, **98**, 155, 1943.
3. *F.M.Olson, E.Raimond*, *Astron. Astrophys.*, **158**, 325, 1986.
4. *P.S.Thé, D. De Winter, M.R.Perez*, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **104**, 315, 1994.
5. *R.Millan-Gabet, F.P.Schloerb, W.A.Traub*, *Astrophys. J.*, **546**, 358, 2001.
6. *V.Mannings, A.Sargent*, *Astrophys. J.*, **529**, 391, 2000.
7. *K.Malfait, E.Bogaert, C.Waelkens*, *Astron. Astrophys.*, **331**, 211, 1998.
8. *R.Siebenmorgen, T.Prusti, A.Natta, T.G.Müller*, *Astron. Astrophys.*, **361**, 258, 2000.
9. *Д.Н.Шаховской*, частное сообщение.
10. *В.П.Гринин, А.Н.Ростопчина*, *Астрон. ж.*, **73**, 194, 1996.
11. *A.S.Miroshnichenko, C.L.Mulliss, K.S.Bjorkman et al.*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **302**, 612, 1999.
12. *A.S.Miroshnichenko, K.S.Bjorkman, C.L.Mulliss et al.*, *Publ. Astron. Soc. Pasif.*, **110**, 883, 1998.
13. *М.А.Погодин, А.С.Мирошнichenko, А.Е.Тарасов et al.*, *Astron. Astrophys.*, 2003 (в печати).
14. *О.В.Козлова, В.П.Гринин, Г.Чунтонов*, *Астрофизика*, **46**, 265, 2003.
15. *N.G.Beskrovnaia, M.A.Pogodin, I.D.Najdenov, I.I.Romanuyuk*, *Astron. Astrophys.*, **298**, 585, 1995.
16. *Н.Г.Бескровная, М.А.Погодин, А.Г.Щербаков, А.Е.Тарасов*, *Письма в Астрон. ж.*, **17**, 825, 1991.

17. *M.A.Pogodin*, in: "The Be-phenomena in Early-type Stars", eds. *M.A.Smith, H.F.Henrichs, J.Fabregat*, ASP. Conf. Ser., **214**, 344, 2000.
18. *N.G.Beskrovnaya, M.A.Pogodin, A.S.Miroshnichenko et al.*, *Astron. Astrophys.*, **343**, 163, 1999.
19. *F.Shu, J.Najita, E.Ostraiker et al.*, *Astrophys. J.*, **429**, 781, 1994.
20. *A.P.Goodson, K.H.Böhm, R.M.Wingle*, *Astrophys. J.*, **524**, 142, 1999.
21. *A.P.Goodson, R.M.Wingle*, *Astrophys. J.*, **524**, 159, 1999.
22. *P.Artimovicz, S.H.Lubov*, *Astrophys. J.*, **467**, L77, 1996.
23. *N.Pirzkal, E.J.Spillar, H.M.Dyck*, *Astrophys. J.*, **481**, 392, 1997.