

УДК: 524.338.6-355

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВСПЫХИВАЮЩЕЙ
ЗВЕЗДЫ NU DELВ.С. ТАМАЗЯН¹, Н.Д. МЕЛИКЯН², А.А. КАРАПЕТЯН²,
Р.Ш. НАЦВЛИШВИЛИ³

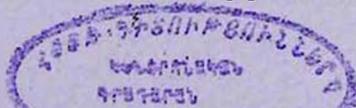
Поступила 19 января 2005

Принята к печати 12 апреля 2005

Приведены результаты исследования 27 спектров вспыхающей звезды NU Del, полученных в 2000-2002 гг. на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории. Зарегистрированы 2 вспышки, а также слабая корреляция между эквивалентными ширинами эмиссионных линий H α и H β . Во время фотометрического максимума вспышки эквивалентные ширины обеих этих линий минимальны, достигая своего максимума значительно позже него. Зарегистрирован сильный всплеск интенсивности линии H β , который, по-видимому, является результатом фотометрически не зарегистрированной, кратковременной вспышки. В рамках существующих теоретических моделей коротко рассмотрен вопрос о возможной связи между двойственностью (кратностью) и физической активностью звезды.

1. *Введение.* Вспыхивающие звезды уже более 50 лет привлекают внимание астрономов. Особо активное исследование этих объектов началось после известной работы В.А. Амбарцумяна [1], где он впервые обратил внимание на непрерывную эмиссию, появляющуюся во время звездных вспышек, вследствие чего спектры вспыхающих звезд типа UV Cet почти не отличаются от спектров звезд типа T Tau. Позже он показал, что около 25% звезд типа T Tau в области ассоциации Ориона обладают вспышечной активностью, характерной для звезд типа UV Cet [2]. Было сделано естественное предположение, что вспышечная активность является последующей стадией эволюции звезд типа T Tau. Исследование этих объектов имеет важное значение в изучении эволюции красных карликовых звезд.

Спектральные исследования звездных вспышек являются весьма информативными. К сожалению, из-за их случайного распределения попытки организовать спектральные наблюдения в оптическом диапазоне ограничивались получением сравнительно малого числа спектров [3-14]. В спектре вспышек появляются или усиливаются интенсивности эмиссионных линий бальмеровской серии водорода, которые в некоторых случаях прослеживаются до H₁₄. Часто наблюдаются эмиссионные линии HeI и эмиссия в линиях H и K CaII [4]. Во время вспышки звезды UV Cet зарегистрирована эмиссия в линии HeII 4686 [6] и линии нейтрального



магния [11], обе из которых во время вспышек наблюдаются очень редко. Особенно плодотворными оказались спектральные наблюдения, выполненные Боппом и Моффеттом [10-13], которые в основном проводились параллельно с фотоэлектрическими наблюдениями. В частности, эти наблюдения показали, что быстрый подъем блеска звезды к максимуму и вторичные резкие всплески обусловлены исключительно появившейся непрерывной эмиссией [11,13]. В то же время, если перед быстрым всплеском наблюдается плавный подъем блеска, то он бывает обусловлен в основном излучением в линиях. Показано, что эффективная продолжительность непрерывной эмиссии во время вспышек, которая охватывает максимум блеска звезды, не превышает 1-3 минут. В это время излучение в основном обусловлено непрерывным спектром, а вклад эмиссионных линий достигает почти 30% намного позднее (при угасании блеска вспышки). Так, например, у достаточно мощных вспышек интенсивности эмиссионной линии H β и линии K CaII достигают максимума намного позже зарегистрированного фотометрического максимума [13]; иногда время запаздывания достигает 50 минут.

Обычно интенсивности эмиссионных линий бальмеровской серии водорода уменьшаются начиная с линии H α , но во время вспышек иногда наблюдается также обратное соотношение - $I_{H\beta} > I_{H\gamma} > I_{H\delta}$ [4,11,13,15].

Представляет определенный интерес также исследование вспыхивающих звезд вне вспышек. Эта фаза у вспыхивающих звезд типа UV Кита характеризуется наличием сильных эмиссионных линий и слабыми иррегулярными, а иногда квазипериодическими колебаниями блеска. Не исключено, что эти колебания яркости в минимуме блеска, по крайней мере частично, обусловлены вспышками малых амплитуд.

Начиная с 1996г., астрономами Бюраканской обсерватории им. В.А.Амбарцумяна (Армения) и обсерватории Р.М.Аллер университета Сантьяго де Компостела (Испания) выполняется совместная научная программа с целью исследования связи физической активности звезд с их кратностью. В список изучаемых объектов включены вспыхивающие звезды типа UV Cet, T Tau, долгопериодические переменные звезды и другие типы переменных. Настоящая работа посвящена изучению вспыхивающей звезды HU Del (= G1 791.2AB), наблюдения которой проводились в 2000-2002гг. на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории в рамках вышеупомянутой наблюдательной программы.

Массы компонентов этой двойной системы со значениями $0.286 \pm 0.006 M_{\odot}$ и $0.126 \pm 0.006 M_{\odot}$ для А и В соответственно [16], лежат в нижней и малоисследованной области диаграммы масса-светимость, причем GL 791.2B вообще является одной из абсолютно наиболее слабых

($M_v = 16^m.64$) и наименее массивных звезд среди красных карликов. Следует особо отметить высокую точность вычисления масс (порядка 2%), что позволяет более уверенно определить кривую $M-L$, соответствующую звездам поздних спектральных классов, в том числе активных звезд типа T Tau и UV Cet. Звезда HU Del принадлежит к молодому населению галактического диска [17], являясь одной из самых активных и быстро-вращающихся (32 км/с) [18] вспыхивающих звезд в окрестности Солнца. Первые вспышки у этой звезды обнаружены еще в 1968г., когда за приблизительно 70 мин наблюдений были зарегистрированы 4 вспышки в ультрафиолетовых лучах с амплитудами от $0^m.6$ до $1^m.2$ [19]. Наблюдения на 6-м телескопе с помощью системы "MANIA" позволили зарегистрировать 2 вспышки у звезды HU Del за эффективное время наблюдений 2^h35^m в красных (R) лучах [20]. На основе обработки фотографических пластинок, накопленных в период 1940-1990гг. в разных обсерваториях, зарегистрированы многочисленные изменения средней яркости звезды на величину $0^m.2-0^m.3$ [21]. Несмотря на эти примечательные характеристики в литературе отсутствуют данные о ее спектральных наблюдениях во время вспышек, что вместе с изучением наблюдательных параметров в минимуме блеска представляет большой интерес с точки зрения вспышечной активности и ее возможной связи с кратностью.

2. *Наблюдения.* В результате наблюдений получены 27 спектров с помощью приемных аппаратур SCORPIO и VуuFOSC, установленных в первичном фокусе 2.6-м телескопа Бюраканской обсерватории. Основная часть спектров (22 спектра) получена с помощью спектральной камеры SCORPIO, работающей с CCD, размерами 2058 x 2063 пикселей; при этом охватывается спектральная область 4050-7250 E. Результирующее поле телескопа составляет $14' \times 14'$, с пространственным разрешением $0.42''/\text{пикс}$. При получении спектров использовалась красная гризма с решеткой 600 штрих/мм, с конечной линейной дисперсией $1.7 \text{ E}/\text{пикс}$. VуuFOSC работает со светопринимающим элементом фирмы "Thomson", размерами 1060 x 1028 пикс. При наблюдениях с VуuFOSC была использована красная гризма, охватывающая спектральную область 5400-7600 E.

Все спектры получены с пятиминутными экспозициями, а интервал между отдельными экспозициями, как правило, составлял 1-2 минуты. Качество изображений во время наблюдений было не хуже 2 угловых секунд. В табл.1 приводится журнал наблюдений, где в соответствующих столбцах даны номера полученных спектров, год наблюдения, использованная аппаратура и охваченная спектральная область. Общая продолжительность наблюдений составляет около 4 часов. В качестве стандарта использована звезда BD + 28°4211 ($V = 10^m.53$; $B - V = 0^m.34$). Максимальная

продолжительность получения серии спектров за одну ночь равна 1 час 15 минут (27.07.2002). С каждой серии спектров звезды HU Del был получен также спектр стандартной звезды. Для оценки изменения блеска звезды были использованы интегральные излучения стандарта BD +28°4211 и звезды HU Del в наблюдаемом диапазоне спектра. При этом для каждой серии наблюдений было принято, что максимальные значения отношений зарегистрированных интегральных излучений звезды стандарта и звезды HU Del соответствуют минимуму блеска изучаемой звезды. Отметим, что ошибка измерений амплитуд изменения блеска звезды равна $\sigma_{\Delta m} = \pm 0^m.13$, а ошибки измерений эквивалентных ширин - $\sigma_{EW} = \pm 1 - 1.5 \text{ \AA}$.

Методика наблюдений и обработки, а также использованная аппаратура более подробно описаны ранее [22-24].

Таблица 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

П	Дата набл.	Аппаратура	Сп. область
1-3	14.08.2000	VuFOSC	5400-7600 Å
4-5	19.08.2000	"	"
6-10	05.09.2001	SCORPIO	4050-7250 Å
11-20	27.07.2002	"	"
21-27	28.07.2002	"	"

3. *Результаты наблюдений.* Звезда HU Del является астрометрической двойной с периодом 1.5 года [25], а по более уточненным данным 1.4731 год [16]. Это одна из самых активных вспыхивающих звезд в окрестности Солнца [19], классифицированная вначале как dM7 Ve [26], а позднее M4.5 Ve [27]. По-видимому, разница в оценках спектрального подкласса, по крайней мере частично, обусловлена отличием активности звезды в разные наблюдательные эпохи.

Как было отмечено выше, время интегрирования каждого спектра составляет 5 минут, и, следовательно, временное разрешение нельзя считать высоким. Тем не менее, полученные спектры позволяют с удовлетворительной точностью следить не только за ходом изменения яркости звезды, но и за изменениями интенсивности сильных эмиссионных линий H α и H β . Следует отметить, что линии H γ и H δ очень слабы, и их следы видны только после суммирования всех 22 спектров, полученных с помощью SCORPIO. Из многочисленных слабых линий в голубой части спектра следует отметить наличие эмиссии в линии He I 4471 Å, которая также видна только после суммирования всех спектров. Зарегистрирована очень слабая линия Ca I 4227 Å в поглощении. В спектре

звезды присутствуют молекулярные полосы поглощения, характерные для красных карликовых звезд позднего типа, и особенно ярко выражены полосы TiO (см. рис.1). В табл.2 представлены наблюдательные данные,

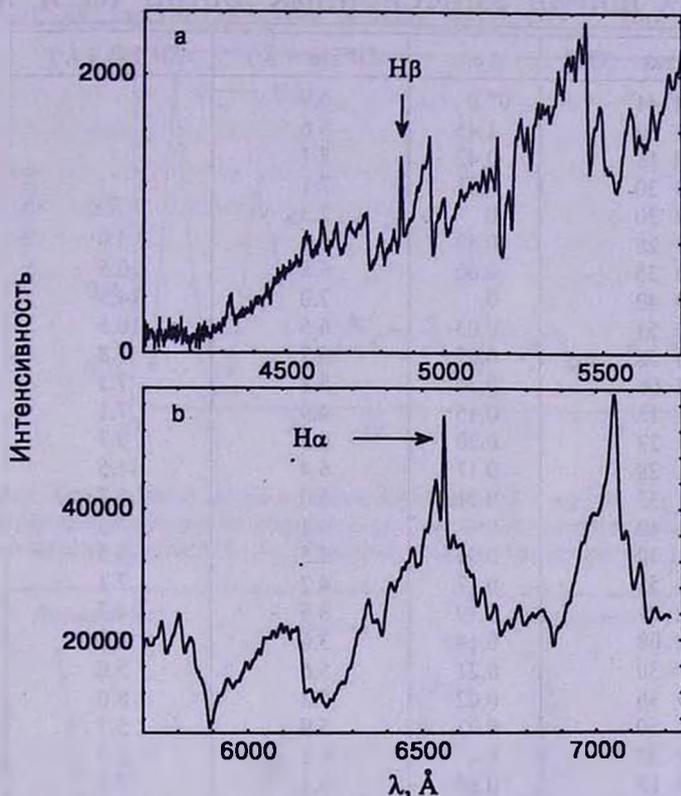


Рис.1а, б. Спектр вспышковой звезды HU Del в спокойном состоянии. По оси абсцисс отложена длина волны, а по оси ординат-интенсивность. На рисунке стрелками показаны эмиссионные линии H α и H β .

полученные на основе настоящих наблюдений. В соответствующих столбцах таблицы приводятся номера полученных спектров, год наблюдения, начало каждой экспозиции по UT, амплитуда изменения блеска звезды (Δm), и значения эквивалентных ширин $EWH\alpha$ (Å) и $EWH\beta$ (Å). Номера спектров те же, что и приведенные в табл.1. Следует отметить, что оценка амплитуд изменения блеска звезды выполнена посредством интегрирования непрерывного спектра звезды в наблюдаемом диапазоне длин волн. Номера спектров в таблице соответствуют номерам, приведенным в табл.1.

Результаты обработки первых трех спектров (см. табл.2), полученных в августе 2000г., позволили зарегистрировать кратковременное, вспышкообразное изменение блеска звезды [28]. При обработке 22 спектров, полученных в 2001 и 2002 годах была зарегистрирована еще одна вспышка

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЙ БЛЕСКА ЗВЕЗДЫ HU Del И ЭКВИВАЛЕНТНЫХ ШИРИН ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ $\text{H}\alpha$ И $\text{H}\beta$

No	Начало экс. (UT)	Δt	$EWH\alpha$ (Å)	$EWH\beta$ (Å)
1	21 ^h 44 ^m	0 ^m .0	6.9	
2	21 50	1.45	5.6	
3	22 18	0.42	7.1	
4	20 20	0.01	7.1	
5	20 30	0	7.3	
6	20 28	0.88	6.1	5.9
7	20 35	0.66	6.8	10.5
8	20 42	0	7.0	14.3
9	20 51	0.03	6.5	10.5
10	20 58	0.07	5.7	7.8
11	21 06	0.24	5.8	7.3
12	21 15	0.15	4.9	7.1
13	21 22	0.20	4.3	9.7
14	21 28	0.17	6.4	11.5
15	21 35	0.21	5.0	5.7
16	21 42	0	4.1	3.5
17	21 49	0.01	3.5	5.5
18	21 55	0.17	4.2	7.1
19	22 01	0.19	3.6	4.7
20	22 08	0.14	3.6	4.7
21	20 30	0.21	5.6	5.0
22	20 36	0.02	5.3	8.0
23	20 50	0.07	5.9	5.7
24	20 57	0	6.2	8.9
25	21 17	0.17	6.4	9.5
26	21 23	0.18	5.9	6.9
27	21 30	0.15	4.9	5.7

этой звезды в ночь 05.09.2001. Ниже приводятся результаты исследования этих двух вспышек, а также характер поведения эквивалентных ширин эмиссионных линий в период наблюдений.

3.1. *Вспышки No1 и No2.* На рис.2 приводится кривая блеска звезды в период наблюдений. На рисунке по оси абсцисс приводятся номера спектров, а по оси ординат амплитуда изменения интегрального блеска в звездных величинах, определенная на основе численной обработки непрерывного спектра. Вспышки на рисунке показаны стрелками. Как хорошо видно из рис.2, зарегистрированы 2 вспышки, по амплитудам намного превышающие ошибки измерений. Зарегистрированные слабые колебания блеска звезды находятся в пределах ошибок измерений. Первая вспышка зарегистрирована на спектрах, полученных в ночь 14.08.2000г. Продолжительность этой вспышки порядка или меньше

30 минут, а амплитуда равна $1^m.45$. Напомним, что спектры, на которых зарегистрирована эта вспышка охватывают спектральную область 5400-7600 Å, где линия H β отсутствует. Вторая вспышка с амплитудой $\Delta m = 0^m.88$ зарегистрирована в ночь 05.09.2001 с помощью приемной

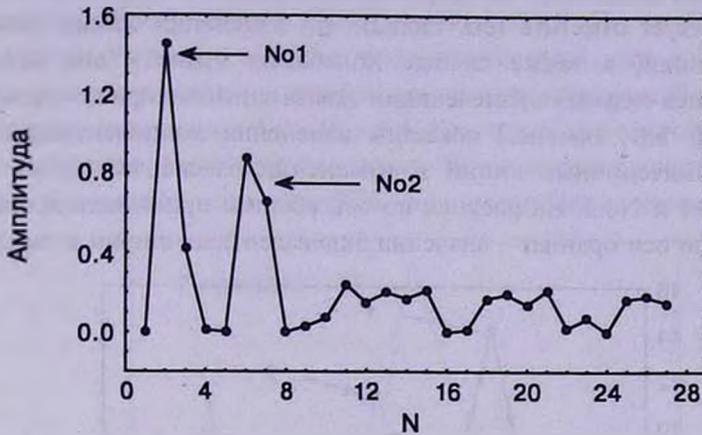


Рис.2. Кривая блеска звезды в период наблюдений. По оси абсцисс приводятся номера зарегистрированных спектров согласно табл.2, а по оси ординат-амплитуда изменения интегрального блеска в звездных величинах (Δm). Стрелками показаны соответственные вспышки.

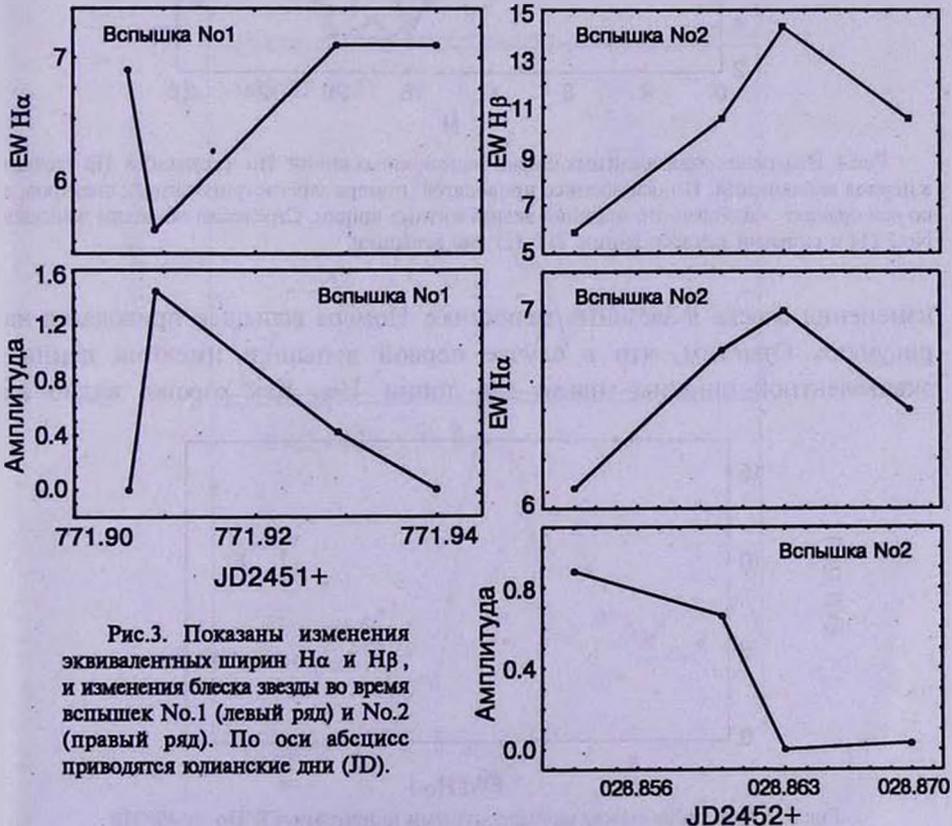


Рис.3. Показаны изменения эквивалентных ширин H α и H β , и изменения блеска звезды во время вспышек No.1 (левый ряд) и No.2 (правый ряд). По оси абсцисс приводятся юлианские дни (JD).

аппаратуры "SCORPIO", охватывающей спектральную область 4050-7250 Å. По всей вероятности, максимум этой вспышки не зарегистрирован. В обоих случаях наблюдаемые амплитуды вспышек уменьшены, так как из-за скоротечности явления амплитуда сильно зависит от времени интегрирования. Следует отметить (см. табл.2), что изменения блеска звезды во время вспышки, а также слабые колебания яркости вне вспышек сопровождаются сильными изменениями эквивалентных ширин эмиссионных линий $H\alpha$ и $H\beta$. На рис.3 показаны изменения эквивалентных ширин указанных эмиссионных линий и изменения блеска звезды во время вспышек No.1 и No.2. На рисунке по оси абсцисс приводятся юлианские дни (JD), а по оси ординат - значения эквивалентных ширин и амплитуда

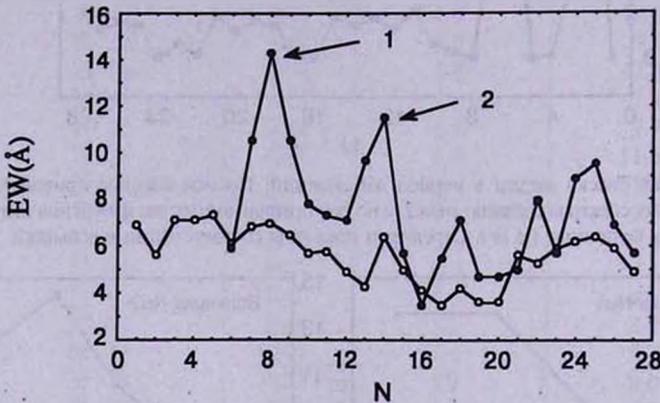


Рис.4. Изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий $H\alpha$ (кружки) и $H\beta$ (точки) в период наблюдений. По оси абсцисс приводятся номера зарегистрированных спектров, а по оси ординат - измеренные значения эквивалентных ширин. Стрелками показаны вспышка No.2 (1) и сильный всплеск линии $H\beta$ (2) вне вспышки.

изменения блеска в звездных величинах. Номера вспышек приводятся на рисунках. Отметим, что в случае первой вспышки имеются данные эквивалентной ширины только для линии $H\alpha$. Как хорошо видно на

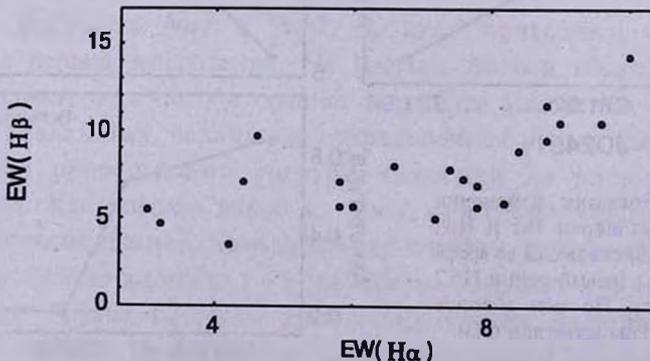


Рис.5. Корреляция между эквивалентными ширинами $EW/H\alpha$ и $EW/H\beta$.

рисунке, во время обеих вспышек максимумам блеска соответствуют минимальные значения эквивалентных ширин эмиссионных линий. Интенсивности обеих линий достигают максимальных значений в фазе близко к минимуму блеска звезды почти через 10-15 мин после максимума. Изменения интенсивностей эмиссионных линий $H\alpha$ и $H\beta$ в течение всего наблюдательного времени показаны на рис.4, где, как и на рис.2, по оси абсцисс приводятся номера полученных спектров. На рис.4 видно, что в среднем значения $EW H\beta > EW H\alpha$, где стрелкой показан сильный всплеск эквивалентной ширины линии $H\beta$, при почти постоянном блеске звезды. Существует хотя и слабая, но определенная корреляция между

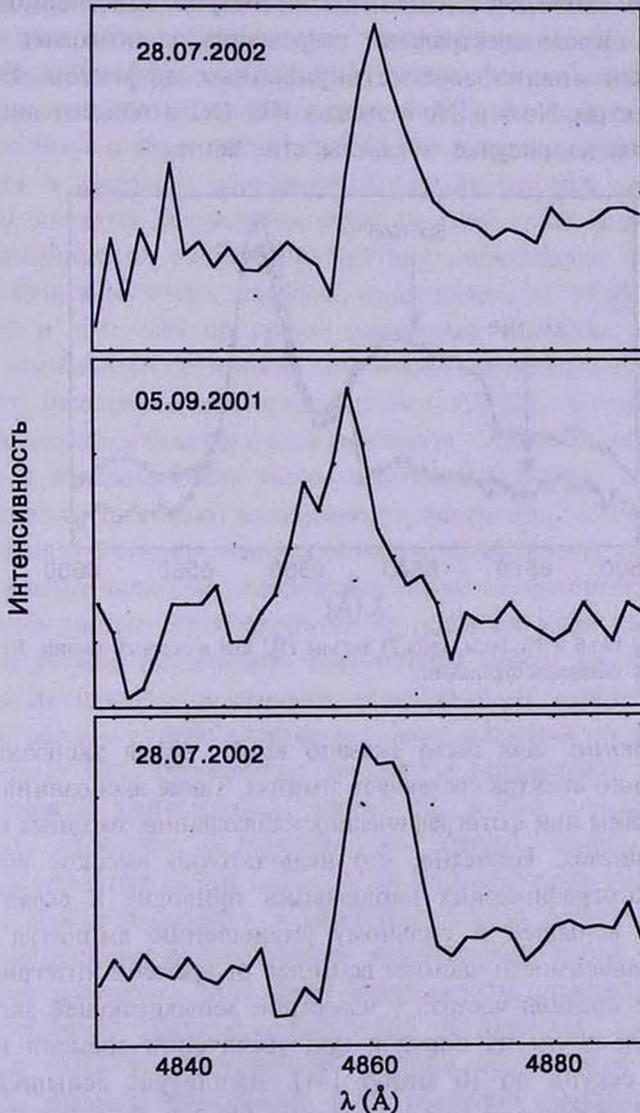


Рис.6. Профили эмиссионной линии $H\beta$.

величинами EWH_{α} и EWH_{β} (см. рис.5). Изменения эквивалентных ширин сопровождаются изменениями профилей эмиссионных линий. Профили эмиссионной линии H_{α} не показывают сильные изменения. Интересны изменения профилей линии H_{β} . Изменяются не только формы профилей, но и отдельные детали вблизи линии. Особый интерес представляет частое появление слабого компонента поглощения с коротковолновой стороны линии H_{β} , наличие которой прямо указывает на истечение вещества от звезды. На рис.6 показаны линии H_{β} на трех разных спектрах звезды. На рисунке по оси абсцисс приводится длина волны, а по оси ординат относительная интенсивность. Хорошо видно, что на спектрах замечаются изменения симметрии эмиссионной линии. К сожалению, низкое спектральное разрешение не позволяет провести количественный анализ зарегистрированных эффектов. На рис.7 приводятся спектры No.6 и No.8 звезды HU Del в области линии H_{α} . Номера спектров на рисунке показаны стрелками.

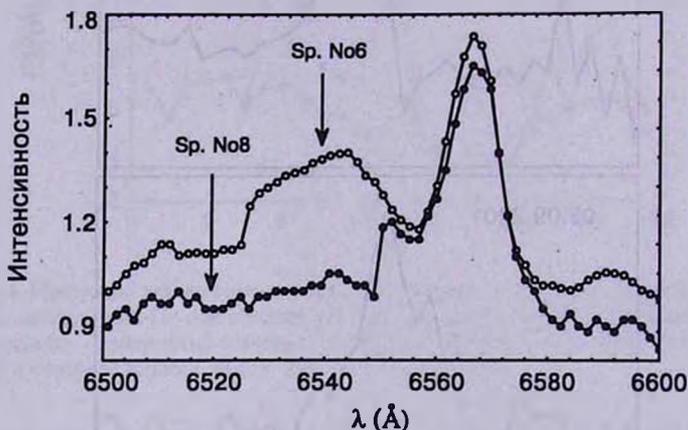


Рис.7. Спектры No.6 и No.8 (см. табл.2) звезды HU Del в области линии H_{α} . Номера спектров на рисунке показаны стрелками.

4. *Обсуждение.* Как было сказано выше, время экспозиции для получения каждого спектра составляет 5 минут. Такие экспозиции обычно были использованы при фотографических наблюдениях звездных вспышек в звездных агрегатах. Известно, что недостаточно высокое временное разрешение фотографических наблюдений приводит к сглаживанию кривых блеска вспышек и сильному уменьшению амплитуд [29-31]. Рассмотрение зависимости частоты вспышек от времени интегрирования показывает, что средняя частота у известной вспыхивающей звезды UV Cet уменьшается почти на порядок при увеличении времени интегрирования от 2 секунд до 10 минут [31]. Амплитуда вспышки также сильно зависит от времени интегрирования [29-31]. При пятиминутных

экспозициях естественно предполагать, что быстротечные вспышки (с продолжительностью порядка нескольких десятков секунд) в основном не будут регистрироваться. С этой точки зрения естественно считать, что две вспышки, зарегистрированные нами приблизительно за 4 часа наблюдений, свидетельствуют об очень высокой вспышечной активности звезды HU Del. С другой стороны, это означает, что реальные амплитуды вспышек намного выше зарегистрированных.

Обобщая результаты спектральных наблюдений звезды HU Del, можно отметить следующее. Зарегистрированы изменения эквивалентных ширин линий $H\alpha$ и $H\beta$, превышающие ошибки измерений. Следует отметить, что во время наших наблюдений значения эквивалентной ширины линии $H\beta$ в среднем превышают значение таковых у линии $H\alpha$, которое было зарегистрировано и ранее [4,11,13,15]. Этот факт и особенно сильный всплеск эквивалентной ширины линии $H\beta$ вне вспышки (см. рис.4) свидетельствуют о том, что звезда HU Del в период наших наблюдений находилась в активном состоянии. Сильный всплеск линии $H\beta$, по-видимому, является результатом очень быстротечной вспышки, которая из-за пятиминутной экспозиции не зарегистрирована в непрерывном спектре. Считаю очень важным подтверждение ранее полученного результата о том, что во время максимума вспышки эквивалентные ширины эмиссионных линий принимают минимальные значения и достигают максимума несколько позже [10-13]. Подробный анализ результатов одновременных фотометрических и спектральных наблюдений вспышек 8 вспыхающих звезд, полученных в [32], показывает, что регистрируются не только запаздывания поярчения эмиссионных линий по отношению фотометрического максимума вспышки, но наблюдаются также отдельные всплески эмиссионных линий на практически неизменном фоне блеска звезды. Этот результат, по крайней мере частично, можно объяснить резким увеличением температуры звезды во время вспышки. Несмотря на сильные изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий, их вклад в общую энергию во время вспышки по нашим оценкам не превышает 10%. Полученные результаты показывают, что изменения интенсивности эмиссионных линий во время вспышек являются вторичным эффектом, а главную роль играет непрерывная эмиссия. Важным результатом наших наблюдений можно считать также зарегистрированные слабые колебания в минимуме блеска звезды, сопровождающиеся изменениями интенсивности эмиссионных линий.

Как уже отмечалось, даже среди молодых звезд дисковой составляющей HU Del обладает высокой вспышечной активностью. На наш взгляд, это может быть в определенной степени обусловлено как быстрым вращением главного компонента [18] (измерено именно его вращение,

так как он на 3 величины ярче), так и весьма малой массой второго. Согласно данным [16], главная полуось орбиты составляет 108.8 mas ($= 0.1088 \text{ угл. с} = 0.963 \text{ AU}$), а с учетом эксцентриситета ($e = 0.519$) минимальное расстояние между компонентами составит всего 0.463 AU . Быстрое вращение, а также наличие дисковых структур, размеры которых у молодых звезд обычно намного превышают вышеприведенные размеры, могут приводить к образованию сравнительно сильных и далеко протянутых магнитных полей, связывающих диск с основным компонентом (см. теоретические расчеты в [33]), которые в конечном счете и могут являться одной из причин, определяющих наблюдательную активность звезды HU Del . Кроме того, известно, что размеры магнитных петель (loops) звезд могут достигать нескольких десятков радиуса Солнца [34], что сравнимо с расстоянием между компонентами HU Del в периастре. Поэтому взаимодействие между магнитосферами ее компонентов вполне реально и должно рассматриваться как одна из возможных причин вспышечной активности. Более того, в [35] прямо указаны большие размеры магнитных петель, закрепленных на двух звездах кратной системы V 773 Tau . Там же сделано предположение о возможной связи между столкновением этих гигантских петель и вспышечной активностью, а также орбитальным периодом. Наконец, последние данные спектроскопии известного красного сверхгиганта VY CMa , являющегося компонентом двойной звезды WDS 07230-2546 ($= \text{B 719AB} = \text{HIP 35793}$), прямо указывают на наличие многочисленных выбросов в виде расширяющихся арок и петель, образованных вблизи поверхности звезды и обусловленных существующими там значительными магнитными полями [36].

Связь между вращением и вспышечной активностью подробно исследована в [17], хотя наличие весьма близкого второго компонента (и в целом двойственность или кратность) может также играть определенную роль в этом процессе. Заметим также, что, согласно [37], выброс масс из короны основного компонента (наряду с другими механизмами) может качественно характеризовать вспышечную активность двойных звезд. Согласно нашим подсчетам, в известном каталоге [38] имеются 32 визуально-двойные звезды с известными орбитами из [39]. Кроме HU Del , среди них только у EZ Aqr ($= \text{G1866}$) расстояние второго компонента от главной звезды в периастре меньше астрономической единицы и составляет 0.50 AU ($a = 0.889$, $e = 0.437$, $P = 2.25 \text{ лет}$). Как и HU Del , это сравнительно яркая и близкая ($D = 3.45 \text{ пк}$, $m = 12^{\text{m}}.5$) звезда спектрального класса dM5.5Ve , орбита которой установлена в [40] даже более надежно, чем таковая для HU Del [39]. В работах [40,41] авторы отмечают, что взаимодействие между компонентами этой пары не должно быть исключено при изучении ее физических свойств. Очевидно, однако,

что нужна намного более богатая статистика и подробные наблюдения для уверенных выводов относительно роли двойственности (или кратности) во вспышечных явлениях.

¹ Астрономическая обсерватория "Рамон Мария Аллер" Университета Сантьяго де Компостела, Испания, e-mail: oatamaz@usc.es

² Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения, e-mail: nmelikia@bao.sci.am

³ Национальная астрофизическая обсерватория им.Е.К.Харадзе АН Грузии

SPECTRAL OBSERVATIONS OF FLARE STAR HU DEL

V.S.TAMAZIAN¹, N.D.MELIKIAN², A.A.KARAPETIAN²,
R.SH.NATSVLISHVILI³

On the base of twenty seven spectra obtained in 2000-2002 with the 2.6m telescope of the Byurakan Astrophysical Observatory, the results of spectral study of the flare star HU Del are presented. Two flares and a weak correlation between equivalent widths of emission lines H α and H β are reported. For both lines, these widths are minimal during the flare photometric maximum whereas their maxima are well delayed with respect to the latter. A strong intensity increase for H β line, a possible result of non-registered short-term flare, is detected. Within the framework of current theoretical models, the possible relationship between binary (multiple) nature and physical activity of the star is briefly discussed.

Key words: *stars:flare - individual:HU Del*

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А.Амбарцумян, Сообщ. Бюраканской обсерв., 13, 3, 1954.
2. В.А.Амбарцумян, Астрофизика, 6, 31, 1970.
3. G.H.Herbig, Publ. Astron. Soc. Pacif., 68, 531, 1956.
4. W.E.Kunkel, Astrophys. J., 161, 503, 1970.
5. Р.Е.Гершберг, П.Ф.Чугайнов, Астрон. ж., 43, 1168, 1966.
6. Р.Е.Гершберг, П.Ф.Чугайнов, Астрон. ж., 44, 260, 1967.
7. Р.Е.Гершберг, С.А.Каплан, Изв. Крым. обсерв., 44, 11, 1972.

8. Р.Е.Гершберг, Н.И.Шаховская, *Астрон. ж.*, **48**, 934, 1971.
9. Р.Е.Гершберг, *Изв. Крым. обсерв.*, **45**, 118, 1972.
10. T.J.Moffett, V.W.Vopp, *Astrophys. J.*, **168**, L117, 1971.
11. V.W.Vopp, T.J.Moffett, *Astrophys. J.*, **185**, 239, 1973.
12. V.W.Vopp, *Astrophys. J.*, **193**, 389, 1974.
13. T.J.Moffett, V.W.Vopp, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **31**, 61, 1976.
14. Н.Д.Меликян, М.К.Цветков, Р.А.Саркисян, *Астрофизика*, **37**, 569, 1994.
15. Р.Е.Гершберг, *Изв. Крым. обсерв.*, **51**, 117, 1974.
16. G.F.Benedict, B.E.McArthur, O.G.Franz, L.H.Wasserman, T.J.Henry, *Astron. J.*, **120**, 1106, 2000.
17. S.Mohanty, G.Basri, *Astrophys. J.*, **583**, 451, 2003.
18. X.Delfosse, T.Forveille, C.Perrier, M.Mayor, *Astron. Astrophys.*, **331**, 581, 1998.
19. W.E.Kunkel, *IBVS*, No 294, 1968.
20. G.M.Beskin, S.A.Chekh, R.E.Gershberg et al., *Pis'ma Astron. J.*, **14**, 156, 1988.
21. N.I.Bondar, *Astron. Astrophys.*, **111**, 259, 1995.
22. T.A.Movsessian, J.-L.Gach, F.Zhamkochian, J.Boulesteix, "JENAM-2000" May 29 - June 3, Abstracts, Moscow, 2000, p.179.
23. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, *Астрофизика* **44**, 265, 2001.
24. С.А.Акопян, С.К.Балаян, *Астрофизика*, **47**, 443, 2004.
25. П.Н.Холопов, Н.Н.Самусь, В.П.Горанский и др., *Общий каталог переменных звезд*, т.2, Наука, М., 1985.
26. Р.Е.Гершберг, *Вспыхивающие звезды малых масс*, Наука, М., 1978.
27. J.D.Kirkpatrick, T.J.Henry, D.McCarthy, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **77**, 417, 1991.
28. Р.Ш.Нацелишвили, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, **45**, 625, 2002.
29. Л.В.Мирзоян, "Вспыхивающие звезды, фуоры и объекты Хербига-Аро", тр. симпозиума по проблеме "Физика и эволюция звезд", ред. Л.В.Мирзоян, Ереван, 1980, стр.45.
30. Э.С.Парсамян, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, **57**, 79, 1985.
31. Н.Д.Меликян, *Сравнительное исследование вспышек вспыхивающих звезд в звездных ассоциациях и скоплениях и звезды UV Cet*, кандидат. диссертация, Ереван, 1984.
32. E.R.Houdebine, *Astron. Astrophys.*, **397**, 1019, 2003.
33. H.Isobe, K.Shibata, T.Yokoyama, K.Imanishi, *PASJ*, **55**, 967, 2003.
34. T.Simon, J.L.Linsky, F.H.Schiffer, *Astrophys. J.*, **239**, 911, 1980.
35. M.Massi, K.Menten, J.Neidhofer, *Astron. Astrophys.*, **382**, 152, 2002.
36. R.M.Humphreys, K.Davidson, G.Ruch, G.Wallerstein, *Astron. J.*, **129**, 492, 2005.
37. J.M.Ferreira, *Astron. Astrophys.*, **335**, 248, 1998.
38. R.E.Gershberg, M.M.Katsova, M.N.Lovkaya, A.V.Terebizh, N.I.Shakhovskaya, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **139**, 55, 1999.
39. W.I.Hartkopf, B.D.Mason, C.E.Worley, *Astron. J.*, **122**, 3472, 2001. (aktualizirovannaia versia:<http://ad.usno.navy.mil/wds/orb6.html>)
40. J.Woitas, Ch.Leinert, H.Jahreiss, T.Henry, O.G.Franz, L.H.Wasserman, *Astron. Astrophys.*, **353**, 253, 2000.
41. C.Leinert, M.Hass, H.Jahreiss, *Astron. Astrophys.*, **164**, 29, 1986.