

СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВСПЫХИВАЮЩИХ  
ЗВЕЗД ОКРЕСТНОСТИ СОЛНЦАН.Д.МЕЛИКЯН<sup>1</sup>, В.С.ТАМАЗЯН<sup>2</sup>, Р.Ш.НАЦВЛИШВИЛИ<sup>3</sup>,  
А.А.КАРАПЕТЯН<sup>1</sup>

Поступила 25 октября 2012

Принята к печати 5 декабря 2012

Приводятся результаты спектрального мониторинга вспыхивающих звезд HU Del, CM Drg, WX UMa и VW Com, выданные на 2.6-м телескопе Бюраканской Обсерватории в мае-июне 2012г. со спектральной камерой SCORPIO. Сильная вспышка WX UMa, также как и слабые вспышки CM Drg и HU Del, была зарегистрирована во время наблюдений, тогда как никаких изменений яркости и эквивалентных ширин не обнаружены у звезды VW Com. Показано, что во время всех зарегистрированных вспышек максимальная яркость соответствует минимальным значениям эквивалентных ширин эмиссионных линий H $\alpha$  и H $\beta$ . Распределение энергии в спектре WX UMa во время вспышки сильно изменилось. Спектр звезды класса M6 преобразовался в спектр раннего типа B. Наконец, появление запрещенной линии кислорода [O I] 6300 Å во время вспышки, ее сравнимая интенсивность с [O I] 5577 Å, по-видимому, свидетельствуют об одновременном освобождении вспышечной энергии в разных слоях хромосферы.

Ключевые слова: *вспыхивающие звезды: спектральные наблюдения*

1. *Введение.* Исследования вспыхивающих звезд уже больше полувека занимают особое место в изучении физической природы красных карликов. Некоторые общие наблюдательные характеристики вспыхивающих звезд типа UV Ceti во время вспышки и неправильных переменных типа T Tau подчеркивают важное значение их совместных исследований.

Систематические исследования вспыхивающих звезд начались после открытия первой вспышки у красной карликовой звезды L-726-8 окрестности Солнца [1,2]. Несколько лет спустя были открыты первые вспыхивающие звезды в звездных ассоциациях и начался новый важный этап в исследовании вспыхивающих звезд [3]. Открытие вспыхивающих звезд в молодых звездных системах, где имеются много звезд типа T Tau, подтвердило предположение В.Амбарцумяна о родственной связи этих двух типов молодых звезд, высказанное на основе физического сходства излучения - непрерывной эмиссии, возникающей во время звездной вспышки у звезд типа UV Ceti и наблюдаемой в спектрах звезд типа T Tau [4].

В исследованиях звездных вспышек спектральные наблюдения очень важны, однако, из-за их случайного распределения во времени, попытки организовать спектральные наблюдения ограничивались получением малого

числа спектров звездных вспышек [5-16]. Очень важные результаты получены при спектральных наблюдениях Боппа и Моффета, которые проводились параллельно с фотоэлектрическими [15] и прямо свидетельствуют о важной роли непрерывной эмиссии во время вспышки [4]. На это указывают также результаты спектральных наблюдений звезды HU Del [17], полученные недавно в Бюраканской обсерватории.

Несмотря на многолетнее и всестороннее исследование вспыхивающих звезд в окрестности Солнца и в молодых звездных системах, природа вспышек до сих пор остается не совсем ясной. Некоторые наблюдательные данные говорят в пользу идентичности солнечных и звездных вспышек, но до сих пор нет никакого убедительного свидетельства в пользу того, что они являются просто версиями солнечных вспышек [18,19]. Спектральные наблюдения вспыхивающих звезд очень важны как для исследования этих звезд в спокойном состоянии, так и для изучения характеристик вспышки. Интересно отметить, что вспышечная активность может влиять на оценку размеров планет, обнаруженных вне Солнечной системы фотометрическим методом транзита [20].

В настоящей работе приводятся результаты спектрального мониторинга четырех вспыхивающих звезд HU Del, CM Dra, WX UMa и VW Com окрестности Солнца. Наблюдения проводились в период с 18 мая по 2 июня 2012г. Предварительная обработка наблюдений позволила обнаружить мощную вспышку у звезды WX UMa [21]. Настоящая работа посвящена анализу наблюдений вышеуказанных звезд.

**2. Наблюдения.** Наблюдения проводились с помощью спектральной камеры SCORPIO, установленной в первичном фокусе 2.6-м телескопа Бюраканской обсерватории. Она работает с CCD размерами 2058x2063 пк и охватывает спектральную область 4050 - 7250 Å. Результирующее поле телескопа составляет 14' x 14', с пространственным разрешением 0.42"/пк. Спектры получены с использованием красной гризмы с решеткой 600 штрих/мм и конечной линейной дисперсией 1.7 Å/пикс. Для программных звезд получены 69 спектров. Работа спектральной камеры SCORPIO подробно описана в статье Афанасьева и др. [22]. Предварительная обработка наблюдательных данных - вычитание фона, калибровка потока излучения и длин волн, была выполнена с помощью программного пакета, разработанного специально для работы с наблюдательными данными, полученными со SCORPIO [23,24]. Для калибровки длин волн во время наблюдений использована неоновая лампа. Качество изображений при наблюдениях было не хуже 2-х угл. с.

С каждой серией спектров был получен спектр стандартной звезды BD+284211. Для оценки изменения блеска были использованы интегральные излучения звезды и стандарта в выбранном спектральном диапазоне. Было принято, что минимальные значения отношений зарегистрированных интег-

ральных потоков излучения изучаемой звезды и стандарта соответствуют минимуму блеска звезд. Ошибки измерений амплитуд изменения блеска равны  $\sigma_{\Delta m} = \pm 0^m.1 - 0^m.2$ , а ошибки определения эквивалентных ширин -  $\sigma_{FW} = 0.5 - 1 \text{ \AA}$ .

Звезды выбраны из списка вспыхивающих звезд Гершберга [25], причем все они являются членами двойных или кратных систем. При получении спектров экспозиции колебались от 120 до 300 секунд. По абсолютной звездной величине все программные звезды очень слабы и, следовательно, обладают высокой вспышечной активностью [25]. Некоторые наблюдательные характеристики, а также основные данные наших наблюдений приводятся в табл. 1. В ее соответствующих столбцах приводятся: наименование звезды по ОКПЗ [26], номер звезды по WDS [27], дата наблюдений по UT, спектральный класс, визуальная звездная величина -  $m_v$ , число полученных спектров в каждую ночь и эффективное время наблюдений. Как видно из таблицы программные звезды имеют спектральный класс M4 и позднее.

Таблица 1

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О ПРОГРАММНЫХ ЗВЕЗДАХ

Звезда	WDS	Дата набл. (UT)	Спектр. класс	$m_v$	Число получ. спектров	Экспоз. (с)	Эфф. время набл. (мин)
WX	11055+4	18.05.20	M6V	14 <sup>o</sup> .4	5	300	33
UMa	332	12		1			
VW	13328+1	18.05.20	M4Ve	11.39	8	180	74
Com	649	12					
CM	16345+5	27.05.20	M4Ve	12.8	20	120	110
Dra	709	12					
"		31.05.20			10	120	51
		12					
HU Del	20298+0	31.05.20	M4.5Ve	13.05	9	120	50
	941	12					
"		02.06.20			17	120	103
		12					

Как уже было отмечено выше, время интегрирования при получении каждого спектра составляет от 2 до 5 мин, а если учесть, что интервал времени между двумя последовательными спектрами в среднем составляет 80с, то временное разрешение нельзя считать высоким. Оценка амплитуды изменения блеска получена интегрированием непрерывного спектра звезды в данном диапазоне длин волн и подробно изложена в работе [17]. Следует особо отметить, что при таких экспозициях обычно теряются кратковременные вспышки, а также сильно снижаются оценки их амплитуды. Тем не менее, полученный наблюдательный материал позволяет с удовлетворительной точностью следить за ходом изменения яркости

звезды и за изменениями интенсивностей эмиссионных линий H $\alpha$  и H $\beta$ . Отметим, что линии H $\gamma$  и H $\delta$  слабы, и видны только после суммирования достаточного количества спектров.

3. *Результаты наблюдений.* Приблизительно за 7 часов эффективного времени наблюдений для программных звезд получены 69 спектров в диапазоне 4200-7200 Å. В период наблюдений зарегистрирована одна мощная вспышка у звезды WX UMa [21] и по одной вспышке у вспыхивающих звезд CM Dra и HU Del. У звезды VW Com не зарегистрировано никаких изменений блеска или эквивалентных ширин, превышающих ошибки измерений. Некоторые данные об обнаруженных вспышках приводятся в табл.2, в соответствующих столбцах которой для каждой из них даны: время начала ( $t_1$ ) и конца ( $t_2$ ) вспышки по UT, амплитуда ( $\Delta m$ ) в спектральном диапазоне 4250-7250 Å для звезд CM Dra и HU Del, а для WX UMa в спектральном диапазоне 4600-7250 Å и продолжительность в минутах. Из данных табл.2 видно, что время окончания вспышки звезды WX UMa неизвестно, так как она зарегистрирована на последнем из 5, полученных в эту ночь, спектров, а, следовательно, и не определена ее полная продолжительность.

Таблица 2

#### ДАННЫЕ О ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ ВСПЫШКАХ

Звезда	$t_1$ (UT)	$t_2$ (UT)	$\Delta m$	$T$
CM Dra	21 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	22 <sup>h</sup> 10 <sup>m</sup>	0 <sup>m</sup> .23	≥ 30 мин
HU Del	01 28	01 40	0.17	≥ 12 мин
WX UMa	21 22	-	2.8	-

Ниже приводятся результаты наблюдений для каждой звезды в отдельности.

3.1. *CM Dra.* Эта затменно-переменная звезда находится на расстоянии 14.5 пк. В двойную систему входят два практически одинаковых красных карлика с хорошо изученными фундаментальными параметрами. Период вращения вокруг центра тяжести 1<sup>d</sup>.27, радиусы компонентов порядка 0.24- 0.25 R $_{\odot}$ , а расстояние между ними 2.7·10<sup>6</sup> км [28]. Один из членов системы является звездой типа UV Ceti, а другой принадлежит к типу BY Dra. Примечательно, что в отличие от других затменно-переменных звезд поздних спектральных классов, для компонент CM Dra пока не найдено полностью конвективной модели [29].

Белый карлик GJ 630.1B находится на расстоянии 25.7 угл. с от двойной системы и по своему собственному движению является, по-видимому, удаленным компаньоном CM Dra [30].

Как видно из табл.1 за 2.7 часа эффективного времени наблюдений

получены 30 спектров звезды CM Dra, на каждом из которых нами измерены эквивалентные ширины эмиссионных линий  $H\alpha$  и  $H\beta$ , и определена амплитуда изменения блеска  $\Delta m$  в диапазоне 4250-7250 ÅÅ.

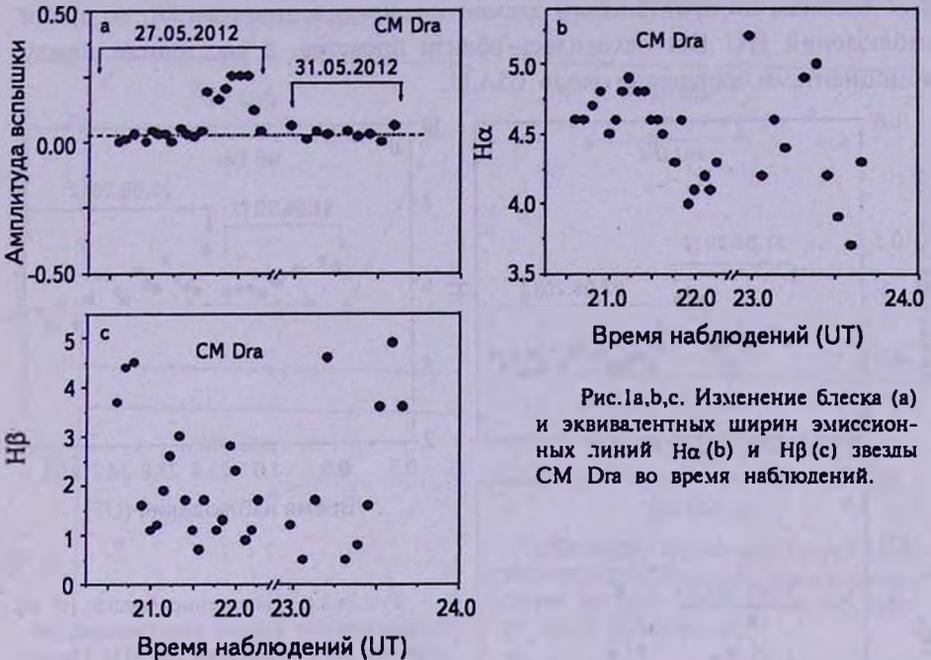


Рис.1а,б,с. Изменение блеска (а) и эквивалентных ширин эмиссионных линий  $H\alpha$  (б) и  $H\beta$  (с) звезды CM Dra во время наблюдений.

На рис.1 приводятся изменения как блеска звезды с амплитудой  $\Delta m = 0^m.23$  (рис.1а), так и эквивалентных ширин эмиссионных линий  $H\alpha$  (рис.1б) и  $H\beta$  (рис.1с). Из рисунка видно, что кривая блеска вспышки имеет сложную структуру, а ее максимальным значениям в среднем соответствуют минимальные значения эквивалентных ширин эмиссионных линий  $H\alpha$  и  $H\beta$ .

3.2. *HU Del*. Как вспыхивающая, эта звезда обнаружена еще в 1968г. [31], а тремя годами позже была открыта ее двойственность [32]. Она является самой короткопериодической ( $P=1.47$  год) среди всех известных вспыхивающих звезд в двойных системах [33,36]. *HU Del* принадлежит к молодому населению галактического диска [34] и является одной из самых активных и быстровращающихся (32 км/с) вспыхивающих звезд окрестности Солнца [35] с массами компонент  $0.286 M_{\odot}$  (GL 791.2A) и  $0.126 M_{\odot}$  (GL 791.2B) [30]. GL 791.2B является одной из абсолютно наиболее слабых и наименее массивных звезд среди известных красных карликов.

В течение двух ночей нами получены 26 спектров звезды *HU Del*, а эффективное время наблюдений составляет чуть больше 2.5 часа. Повышение блеска звезды отмечено на трех спектрах, а продолжительность вспышки составляет более 12 мин. Рис.2 представляет изменения яркости звезды и

эквивалентных ширин эмиссионных линий аналогично рис.1. Как и в случае CM Drg, во время вспышки средние значения эквивалентных ширин эмиссионных линий достигают минимума. Заметим, что согласно нашим вычислениям по орбитальным элементам, приведенным в [36], во время наблюдений HU Del находилась вблизи апоастро, а расстояние между компонентами составляло около  $1.5A.U.$

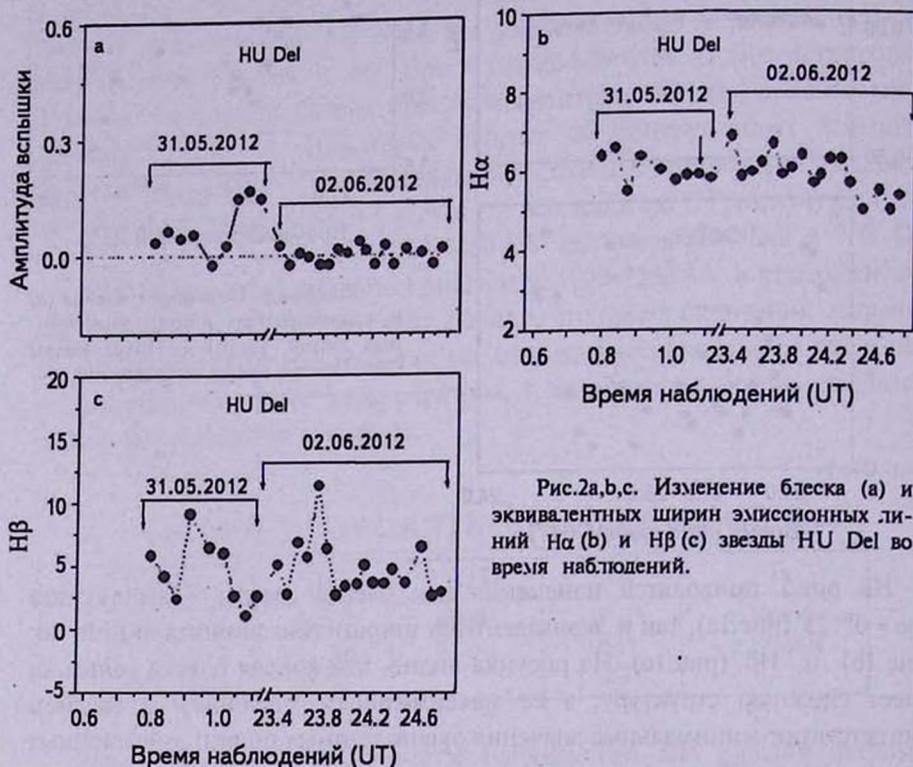


Рис.2а,б,с. Изменение блеска (а) и эквивалентных ширин эмиссионных линий  $H\alpha$  (б) и  $H\beta$  (с) звезды HU Del во время наблюдений.

3.3. *Вспыхивающая звезда WX Uma (= Gliese 412B)* находится на расстоянии 4.8 пк от Солнца [37,38] и является вторичным компонентом двойной системы WDS 11055+4332 с хорошо исследованным магнитным полем [39]. Она отождествлена с известным рентгеновским источником, тогда как от главной компоненты А этой системы рентгеновское излучение не зарегистрировано [40]. Первая вспышка у этой звезды вероятно зарегистрирована А. ван Мааненом на фотографических пластинках, полученных еще в 1939г. [41].

5 спектров получены 18 мая в течение 33 мин. На последнем спектре зарегистрировано сильное повышение блеска звезды [21]. На рис.3 показано изменение блеска звезды в спектральном диапазоне 4600-7250 Å (рис.3а) и изменения эквивалентных ширин  $H\alpha$  (рис.3б) и  $H\beta$  (рис.3с). Как видно из этого рисунка, на первых четырех спектрах блеск звезды практически

не изменяется, а значения эквивалентных ширин монотонно растут, причем значения  $EW H\beta$  в этот период растут намного быстрее, чем  $EW H\alpha$ . На пятом спектре блеск звезды сильно повышается ( $\Delta m = 2^m.8$ ), а значения  $EW H\alpha$  и  $EW H\beta$  резко падают.

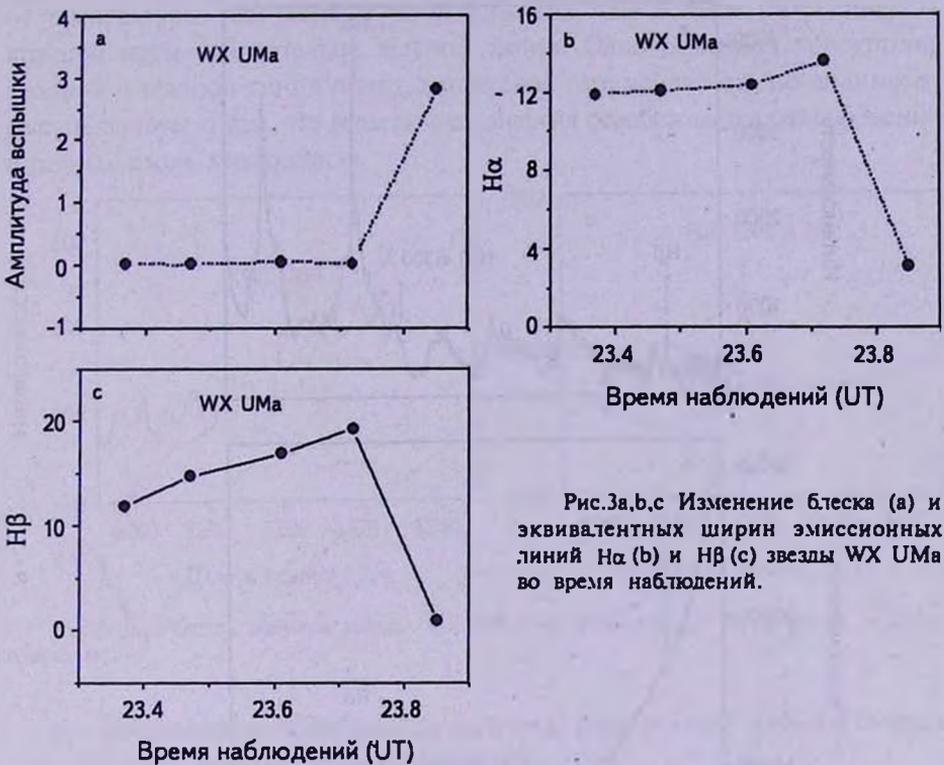


Рис.3.а,б,с Изменение блеска (а) и эквивалентных ширин эмиссионных линий H $\alpha$  (б) и H $\beta$  (с) звезды WX UMa во время наблюдений.

В соответствующих столбцах табл.3 приводятся результаты измерений амплитуды изменения блеска и эквивалентных ширин эмиссионных линий на каждом полученном спектре, а также время начала экспозиции по UT. Как видно из этих данных, а также из рис.3, изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий начинаются приблизительно на 20 мин раньше фотометрической вспышки, и максимальному значению блеска соответствуют минимальные значения эквивалентных ширин.

Таблица 3

Sp.	Нач. эксп. (UT)	Амплитуда	$EW H\beta$	$EW H\alpha$
No.	[h m s]		( $\text{\AA}$ )	( $\text{\AA}$ )
1	21 22 15	0	11.9	11.9
2	21 28 14	0	14.7	12.1
3	21 36 33	0.05	16.9	12.4
4	21 43 29	0.02	19.2	13.6
5	21 50 58	2.8	0.9	3.1

На рис.4а,б представлены спектры звезды WX UMa в ее спокойном состоянии (рис.4а), и во время вспышки (рис.4б). Хорошо видно, что спектр звезды во время вспышки сильно изменился, преобразовавшись по распределению энергии из М6 в спектр раннего класса В. Следует отметить,

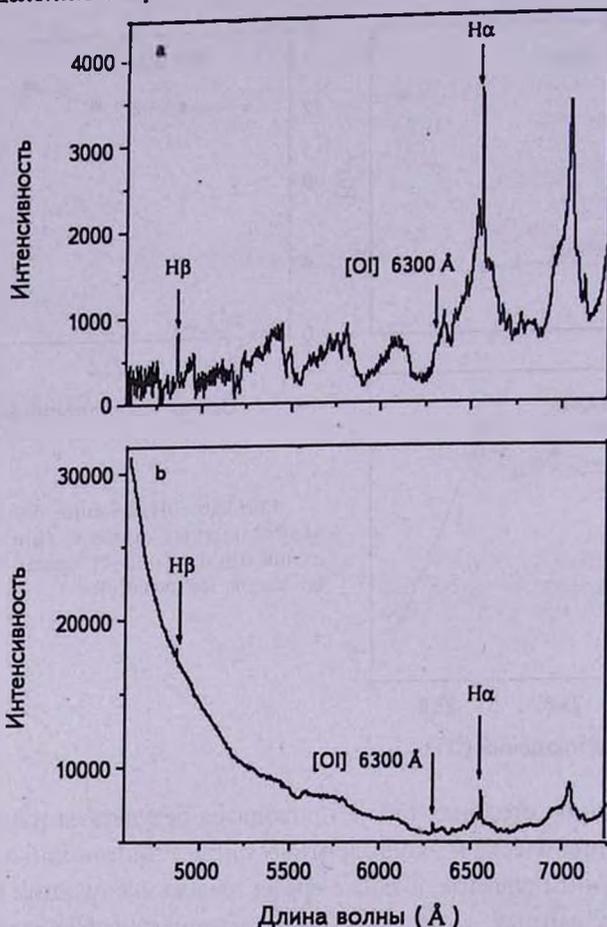


Рис.4а,б. Спектр звезды WX UMa до вспышки (а) и во время вспышки (б). Как видно, особо сильное изменение спектра наблюдается в голубой части.

что если амплитуда изменения блеска в спектральном диапазоне 4600-7250 Å равна  $\Delta m = 2^m.8$  (см. табл.3), то в голубой части спектра она превышает величину  $4^m.5$ . На спектре видно, что его значительная деформация начинается с  $\lambda = 6200\text{Å}$  и усиливается в сторону коротких длин волн.

Следует также обратить внимание на появление запрещенной линии кислорода [O I] 6300 Å во время вспышки (см. рис.5а,б). Зеленая линия кислорода  $\lambda 5577\text{Å}$  и красные линии  $\lambda\lambda 6300$  и  $6363\text{Å}$  встречаются в свечении ночного неба, в спектрах газовых туманностей, у новых и сверхновых

звезд, а также у некоторых нестационарных звезд. Линия  $\lambda 6300\text{\AA}$  обычно в три раза интенсивнее линии  $\lambda 6363\text{\AA}$ , и теоретически почти в 200 раз должна быть слабее линии  $\lambda 5577\text{\AA}$ . Но относительная интенсивность зеленой и красной линий сильно зависит от плотности газа и в меньшей степени от температуры: чем меньше плотность газа, тем больше интенсивность красной пары относительно зеленой линии. Одновременное присутствие красной и зеленой линий почти одинаковой интенсивности, по-видимому, свидетельствует о том, что вспышечная энергия освобождается одновременно в разных слоях хромосферы.

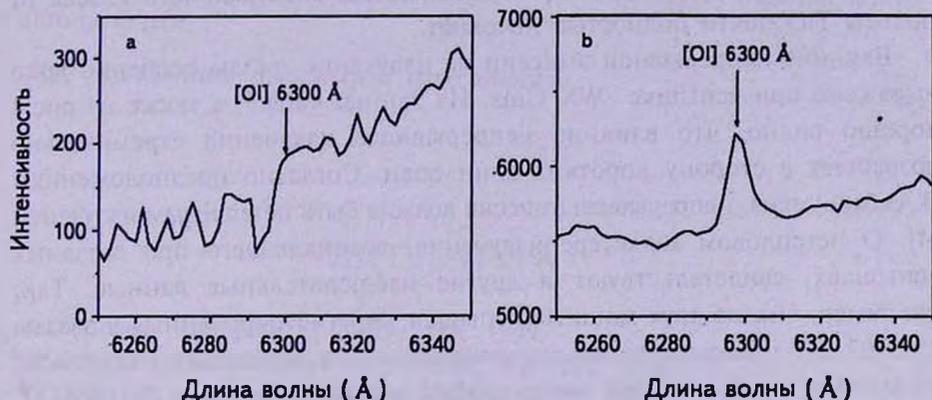


Рис.5а,б. Участок спектра звезды WX UMa до вспышки (а) и во время подъема блеска (б).

4. *Заключение.* Обобщая результаты, полученные при настоящих наблюдениях, отметим следующее:

1. Зарегистрирована мощная вспышка у звезды WX UMa [21] и по одной слабой вспышке у звезд CM Dra и HU Del. Следует отметить, что амплитуды изменения блеска сильно занижены из-за больших экспозиций (от 2 до 5 мин). Идентичные экспозиции ранее были использованы при фотографических наблюдениях звездных вспышек в молодых звездных системах. Известно, что низкое временное разрешение приводит к сглаживанию кривых блеска звездных вспышек и сильному уменьшению их амплитуд [42-44].

В случае вспышки звезды UX UMa по распределению энергии спектр типа M6 преобразовался в спектр звезды раннего спектрального класса V. Амплитуда вспышки сильно увеличивается в голубой части спектра.

2. Зарегистрированы значительные изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий в спокойном состоянии звезды и во время вспышек. Следует отметить, что изменения  $EW H\beta$  во всех случаях происходят в более широких пределах, чем изменения  $EW H\alpha$ . Данные спектрального мониторинга вспыхивающих звезд окрестности Солнца, выполненные с

высоким временным разрешением (экспозиции от 60 до 600 с), также указывают на сильные изменения эквивалентных ширин эмиссионных линий [45]. При наших наблюдениях во всех трех случаях вспышек максимальным значениям блеска соответствуют минимальные значения эквивалентных ширин, подтверждающие ранее полученный результат для звезды HU Del [17]. Естественно предположить, что во время вспышки, а именно при подъеме блеска, излучаемая энергия в основном обусловлена появлением непрерывной эмиссии, а вклад эмиссионных линий в излучении звезды минимален [12-15]. Во время вспышки звезды WX UMa многие линии поглощения и характерные для звезды спектрального класса M полосы TiO почти полностью исчезают.

Влияние непрерывной эмиссии на излучение звезды особенно ярко выражено при вспышке WX UMa. Из данных табл.3, а также из рис.4 хорошо видно, что влияние непрерывного излучения стремительно возрастает в сторону коротких длин волн. Согласно предположениям В.Амбарцумяна, непрерывная эмиссия должна быть нетепловым излучением [4]. О нетепловом характере излучения, возникающего при звездных вспышках, свидетельствуют и другие наблюдательные данные. Так, например, анализ двух мощных вспышек, зарегистрированных у звезды 2M1707 64, показывает сильное отклонение от ожидаемого теплового излучения, тогда как при более слабых вспышках у звезд 2M1344 77, 2M1546 37 и 2M1714 30 излучения более близки к излучению абсолютно черного тела [46].

<sup>1</sup> Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения, e-mail: nmelikia@bao.sci.am

<sup>2</sup> Астрономическая обсерватория им. Р.М.Аллера университета Сантьяго де Компостела, Испания, e-mail: vakhtang.tamazian@usc.es

<sup>3</sup> Абастуманская астрофизическая обсерватория им. Е.К.Харадзе, Грузия, e-mail: rezonats@yahoo.com

## SPECTRAL OBSERVATIONS OF FLARE STARS IN THE SOLAR NEIGHBOURHOOD

N.D.MELIKIAN<sup>1</sup>, V.S.TAMAZIAN<sup>2</sup>, R.SH.NATSVLISHVILI<sup>3</sup>,  
A.A.KARAPETIAN<sup>1</sup>

The results of spectral monitoring of the flare stars HU Del, CM Dra, WX UMa and VW Com made on the 2.6 m telescope at the Byurakan Observatory in May-June 2012 with SCORPIO spectral camera are presented. A strong flare

of WX UMa as well as weak flares of CM Dra and HU Del have been registered, while neither brightness nor equivalent widths variations are detected for VW Com. It is shown that during all detected flares maximal brightness corresponds to the minimal values for both H $\alpha$  and H $\beta$  emission line equivalent widths. Distribution of energy in spectrum WX UMa during flare has strongly changed. The spectrum of the star of class M6 was transformed to a spectrum of early type B. Finally, occurrence of the forbidden emission line [OI] 6300 Å during flare, its comparable intensity with [OI] 5577 Å, apparently, testifies to simultaneous release of flare energy in different layers of chromosphere.

Key words: *flare stars:spectral observations*

## ЛИТЕРАТУРА

1. *W.J.Luyten*, *Astrophys. J.*, **109**, 532, 1949.
2. *W.J.Luyten*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **61**, 133, 1949.
3. *G.Haro*, *W.W.Morgan*, *Astrophys. J.*, **118**, 16, 1953.
4. *В.А.Амбарцумян*, *Сообщ. Бюраканской Обс.*, **13**, 3, 1954.
5. *G.H.Herbig*, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, **68**, 531, 1956.
6. *W.E.Kunkel*, *Astrophys. J.*, **161**, 503, 1970.
7. *Р.Е.Гершберг*, *П.Ф.Чугайнов*, *Астрон. ж.*, **43**, 1168, 1966.
8. *Р.Е.Гершберг*, *П.Ф.Чугайнов*, *Астрон. ж.*, **44**, 260, 1967.
9. *Р.Е.Гершберг*, *С.А.Каплан*, *Изв. Крымской Обс.*, **44**, 11, 1972.
10. *Р.Е.Гершберг*, *Н.И.Шаховская*, *Астрон. ж.*, **48**, 934, 1971.
11. *Р.Е.Гершберг*, *Изв. Крымской. Обс.*, **45**, 118, 1972.
12. *T.J.Moffett*, *V.W.Vorp*, *Astrophys. J.*, **168**, L117, 1971.
13. *T.J.Moffett*, *V.W.Vorp*, *Astrophys.J.*, **185**, 239, 1973.
14. *V.W.Vorp*, *Astrophys. J.*, **193**, 389, 1974.
15. *T.J.Moffett*, *V.W.Vorp*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **31**, 61, 1976.
16. *Н.Д.Меликян*, *М.К.Цветков*, *Р.А.Саркисян*, *Астрофизика*, **37**, 569, 1994.
17. *В.С.Тамазян*, *Н.Д.Меликян*, *А.А.Карапетян*, *Р.Ш.Нацвлишвили*, *Астрофизика*, **48**, 335, 2005.
18. *R.Pallavicini*, *IAUS*, **142**, 77, 1990.
19. *A.O.Benz*, *M.Gudel*, *ARA&A*, **48**, 241, 2010.
20. *S.J.Bentley*, *C.Hellier*, *P.F.L.Maxted et al.*, *Astron. Astrophys.*, **505**, 901, 2009.
21. *N.D.Melikian*, *R.Sh.Nacvlishvili*, *V.S.Tamazjan*, *A.A.Karapetian*, *IBVS*, 6031, 2012.
22. *V.L.Afanasiev*, *E.B.Gazhur*, *S.L.Zhelenkov*, *A.V.Moiseev*, *Bull. Special Astrophys. Obs.*, **58**, 90, 2005.
23. *A.V.Moiseev*, *Bull. Special Astrophys. Obs.*, **54**, 74, 2002.

25. *Р.Е.Гершберг*, Вспыхивающие звезды малых масс, М., Наука, 1978.
26. *П.Н.Холопов, Н.Н.Самусь, В.П.Горанский и др.*, Общий Каталог Переменных Звезд, т.2, М., Наука, 1985.
27. *B.D.Mason, G.L.Wycoff, W.I.Hartkopf, G.G.Douglass, C.E.Worley*, *Astron. J.*, 122, 3466, 2001.
28. *J.C.Morales, I.Ribas, C.Jordy et al.*, *Astrophys. J.*, 691, 1400, 2009.
29. *F.Spada, P.D.Demarque*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 422, 2255, 2012.
30. *H.J.Deeg, B.Осаїа, V.P.Kozhevnikov et al.*, *Astron. Astrophys.*, 480, 563, 2008.
31. *W.E.Kunkel*, *IBVS*, 294, 1968.
32. *R.S.Harrington*, *Astron.J.*, 76, 930, 1971.
33. *V.S.Tamazian, J.A.Docobo, Y.Y.Balega et al.*, *Astron. J.*, 136, 974, 2008.
34. *S.Mohanty, G.Basri*, *Astrophys. J.*, 583, 451, 2003.
35. *X.Delfasse, T.Forveille, C.Perrier, M.Mayor*, *Astron. Astrophys.*, 331, 581, 1998.
36. *G.F.Benedict, B.E.McArthur et al.*, *Astron. J.*, 120, 1106, 2000.
37. *A.Gould, J.Chaname*, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 150, 455, 2004.
38. *B.R.Pettersen*, *MmSAI*, 62, 217, 1991.
39. *J.Morin, J.-F.Donati, P.Petit et al.*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 407, 2269, 2010.
40. *J.H.M.M.Schmitt, T.A.Fleming*, *Astrophys. J.*, 450, 392, 1995.
41. *A.H.Joy*, *ASPL*, 10, 41, 1967.
42. *Л.В.Мирзоян*, Вспыхивающие Звезды, Фуоры и Объекты Хербига-Аро, тр. симпозиума по проблеме "Физика и эволюция звезд", ред. Л.В.Мирзоян, Ереван, 1980, с.45.
43. *Э.С.Парсамян*, *Сообщ. Бюракан. Обсерв.*, 57, 79, 1985.
44. *Н.Д.Меликян*, Сравнительное исследование вспышек вспыхивающих звезд в звездных ассоциациях и скоплениях и звезды UV Cet, кандид. диссертация, Ереван, 1984.
45. *I.Crespo-Chacon, D.Montes et al.*, in *Proceedings of the 13th Cambridge Workshop on Cool Stars, Stellar Systems and the Sun, 5-9 July, 2004, Hamburg, Germany*, eds. F.Favata, G.A.J.Hussain, B.Batrick, European Space Agency, ESA SP-560, 491.
46. *B.Rockenfeller, C.A.L.Bailer-Jones, R.Mundt, M.A.Ibrahimov*, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 367, 407, 2006.