

УДК 524.3

Л.Н. КОНДРАТЬЕВА, Э.К. ДЕНИСЮК

## СИМБИОТИЧЕСКИЙ ОБЪЕКТ UV AUR, НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Представлены результаты спектральных и фотометрических наблюдений симбиотической звезды UV Aur, выполненных в 2007 г. Проводится анализ всех имеющихся данных, включая результаты других авторов. Отмечается существенное изменение характера спектра объекта за последние годы, связанное с изменениями механизмов формирования эмиссионных линий.

**Введение** Объект UV Aur с координатами:  $\alpha_{(2000)} = 05^{\text{h}}21^{\text{m}}49^{\text{s}}$   $\delta_{(2000)} = 32^{\circ}30'43''$ , относится к типу углеродных мирид, холодная компонента системы относится к спектральному классу C6 - C8[1], а горячая - к классу O7 [2]. Неоднократные фотометрические наблюдения, проводимые в разные годы, показали, что амплитуда изменения блеска объекта в полосе V в среднем составляет  $1^m.5$ . Однако оценки эфемерид, полученные разными авторами, существенно различаются. Например, по данным Каталога переменных звезд, период изменения блеска P равнялся  $393^{\text{d}}.4$ , и диапазон изменений V составлял  $9^m.80 - 11^m.10$ . Наблюдения, выполненные в 1995 – 1998 гг. [1], привели к новому значению:  $P=397^{\text{d}}.7$ . По результатам, полученным в 1999 – 2004 гг.,  $P=394^{\text{d}}.42$  [3], и амплитуда колебаний блеска в фильтре V составляет более  $2^m.5$ . Анализ фотометрической переменности разных симбиотических звезд показал, что для углеродных мирид значения периода укладываются в диапазон 350 – 500 дней, и, вероятнее всего, не связаны с орбитальным движением, а отражают темпы пульсации холодной компоненты [4]. Авторы упомянутой работы, исходя из динамических характеристик углеродных мирид, пришли к выводу, что их орбитальные периоды должны быть по крайней мере больше 20 лет (вплоть до 100 лет). Спектральные исследования UV Aur показали, что в спектре присутствуют линии нейтральных металлов, полосы поглощения CN и C<sub>2</sub>, а также эмиссионные линии H<sub>I</sub>, HeI, [OIII], интенсивности которых меняются в зависимости от фотометрической фазы [1,5-7]. Для большинства углеродных мирид эмиссионные линии наблюдаются только в максимуме блеска на фоне спектра поздней компоненты и практически исчезают в минимуме. Объясняется это тем, что эмиссии низкого возбуждения формируются не около горячей звезды, а в звездном ветре поздней

компоненты при прохождении ударной волны, вызванной очередной вспышкой [2,8]. Изменения в спектре UV Aur соответствовали этой тенденции, по крайней мере, до 1996 г., более поздних спектральных данных в литературе не обнаружено.

### Наблюдения и обработка

В Астрофизическом Институте спектральные и фотометрические наблюдения UV Aur выполнялись в январе и октябре 2007 г. Первый сеанс проводился на телескопе АЗТ-8, использовался дифракционный спектрограф и CCD камера ST8 (1530x1020, 9 $\mu$ ). Были получены спектрограммы объекта и стандартной звезды с известным распределением энергии из Каталога [9] в двух диапазонах длин волн: 4200 - 5200 Å и 6000 - 7200 Å с дисперсией 0.6 Å. Кроме того, были выполнены фотометрические измерения блеска в фильтрах B, V и R; звезды HD42087 и HD14818 использовались в качестве стандартов. Момент наблюдений соответствует фазе  $\phi=0.10 \pm 0.10$ . Ошибка определения связана с неопределенностью эфемерид. Полученные значения:  $B=11^m.36 \pm 0^m.05$ ,  $V=8^m.62 \pm 0^m.03$ ,  $R=6^m.53 \pm 0^m.02$  согласуются с кривой блеска в фильтрах V и R из работы [3].

Второй сеанс наблюдений проводился 10 октября 2007 на 1-метровом телескопе Карл-Цейсс Йена. Использовался дифракционный спектрограф УАГС и CCD камера того же типа ST8 (1530x1020, 9 $\mu$ ). И в этом случае, наряду со спектрограммами объекта UV Aur, регистрировались спектры стандартных звезд, которые использовались для калибровки потоков излучения в абсолютных энергетических единицах. Момент наблюдений приблизительно соответствует минимуму блеска.

Обработка всех спектрограмм проводилась по стандартной схеме, т.е. проводился учет «температурного тока», атмосферного поглощения и спектральной чувствительности аппаратуры.

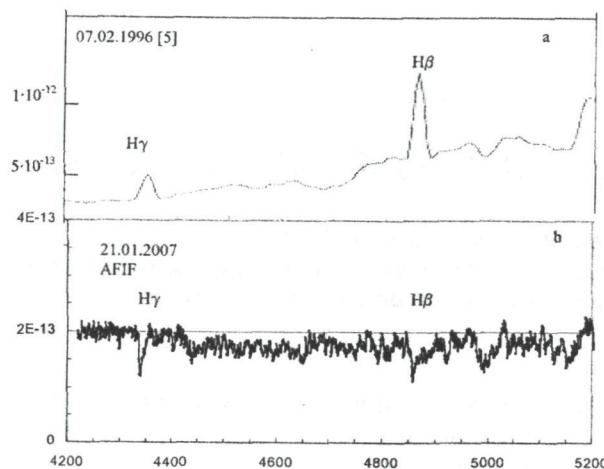


Рис. 1. Фрагменты «синей» области спектра UV Aur в максимуме блеска

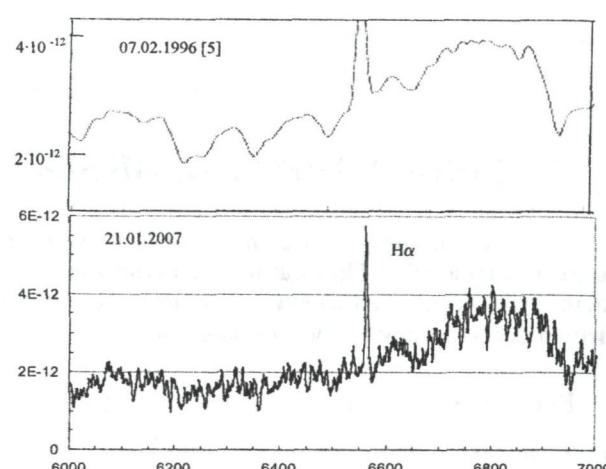


Рис. 2. Фрагменты спектра UV Aur в максимуме блеска

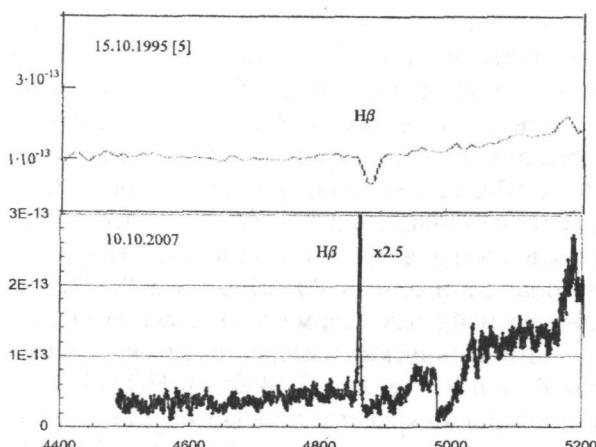


Рис. 3. Фрагменты «синей» области спектра UV Aur вблизи минимума блеска

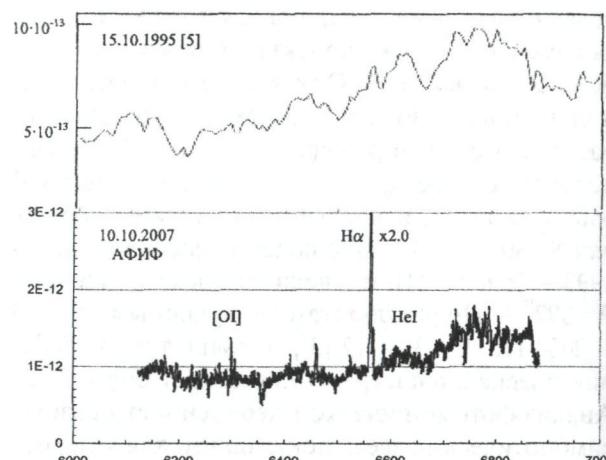


Рис. 4. Фрагменты «красной» области спектра UV Aur вблизи минимума блеска

### Обсуждение результатов

На рисунках 1 и 2 приведены спектрограммы исследуемого объекта в двух диапазонах длин волн. Потоки излучения выражены в абсолютных энергетических единицах. Для сравнения использовались результаты из статьи [5], они приведены в верхней части каждого рисунка. Несмотря на то, что они получены со спектральным разрешением ( $\sim 5 \text{ \AA}$ ), что на порядок ниже разрешения наших спектрограмм, они дают представление о том, как выглядел спектр объекта 10 - 11 лет тому назад. Данные, приведенные на рисунках 1 и 2, получены вблизи максимума блеска. Можно отметить, что спектры верхней и нижней частей рисунка 2 практически идентичны, т.е. все основные детали спектра совпадают.

В «синей» области длин волн (рис. 1) картина меняется кардинальным образом. Наблюдавшиеся в 1996 г. эмиссии в линиях H $\beta$  и H $\gamma$  на современных спектрограммах видны в поглощении. Известно, что в процессе вспышечной активности углеродная компонента выбрасывает оболочку, состоящую из нейтрального газа и пыли. Под действием возникающих ударных волн происходит частичная ионизация и возбуждение газовой составляющей. С одной стороны это приводит к формированию эмиссионных линий в оболочке, но с другой стороны большое количество вещества на луче зрения поглощает кванты звездного спектра и способствует появлению абсорбционных линий. Анализ спектрограмм (Рис. 1b) указывает на то, что в момент вспышки

2007 года поглощение в линиях H $\beta$  и H $\gamma$  оказалось преобладающим.

На рисунках 3 и 4 приведены фрагменты спектра UV Aur в фазах, близких к минимуму блеска. На этой стадии ударный механизм ионизации уже не работает, соответственно уменьшается поток излучения в линии H $\alpha$ , и в 1995г. линии H $\beta$  и H $\gamma$  наблюдались в поглощении (Рисунки 3а и 4а). На современных спектрограммах регистрируются эмиссионные линии H $\beta$ , H $\alpha$ , HeI, [OI] и, возможно [OIII], 4959 Å (более яркая линия 5007 Å совпадает с полосой поглощения). Можно предположить, что газ, выбрасываемый углеродной звездой, к настоящему времени достиг горячей компоненты (или находится от нее на достаточно близком расстоянии), поэтому ионизация элементов происходит под действием излучения горячей звезды.

### Заключение

Анализ результатов, полученных в АФИФ в 2007г., и сравнение их с данными более ранних наблюдений приводит к выводу о том, что за последние годы существенно изменилась ионизационная и пространственная структура газовой составляющей объекта UV Aur. По данным, полученным в 1988-1996 гг., вещество, поставляемое в оболочку в процессе потери массы поздней компонентой, располагалось вблизи этой звезды. Основным механизмом образования эмиссионных линий служили ударные волны, формирующиеся в моменты вспышечной активности [2]. Следует отметить, что мощность механизма потери массы постепенно нарастала, так, судя по данным [3], яркость объекта в полосе V в максимуме блеска возросла на 1<sup>m</sup>.7 по сравнению с 1971г. В настоящее время эмиссионные линии наблюдаются вблизи минимальной фазы блеска, когда ударное возбуждение не работает. Альтернативным механизмом формирования линий может служить только ионизация атомов под действием излучения горячей компоненты. Естественно предположить, что ионизуемая оболочка находится теперь в пределах досягаемости для ультрафиолетовых квантов. По нашим оценкам, в минимуме блеска  $F_{\text{abs}}(\text{H}\alpha) = 4.29 \cdot 10^{-11}$  эрг см $^{-2}$  сек $^{-1}$  и  $F_{\text{abs}}(\text{H}\beta) = 3.24 \cdot 10^{-12}$  эрг см $^{-2}$  сек $^{-1}$ . В момент вспышки холодной звезды к процессу ионизации подключается ударное возбуждение линий, но одновременно увеличивается количество нейтрального газа на луче зрения, и формируются

абсорбционные линии. В результате совместного действия этих факторов поток в линии H $\alpha$  уменьшается до  $F_{\text{abs}}(\text{H}\alpha) = 2.91 \cdot 10^{-11}$  эрг см $^{-2}$  сек $^{-1}$ , а линии H $\beta$  и H $\gamma$  переходят в поглощение.

*Работа выполнена в рамках ПФИ, шифр Ф-0351.*

### ЛИТЕРАТУРА

1. Mikulasek Z., Graf T. Atlas of H emission lines and V light curves of 30 carbon Miras. //Contr. Astron. Obs. Scalnate Pleso, 2005. V. 35. P. 83.
2. Henden A., Munari U. UBVR photometric sequences for symbiotic stars. //A&A, 2006. V. 458. P. 339.
3. Smelcer L. CCD photometry T Umi, SZ Aur, UV Aur. // Commission 27 and 49 of IAU. Inform. Bull. On variable stars., 2004. No 5565.
4. Henkle k. Et al. Pulsation of the late-type star in symbiotic system//Mem Soc. Astron. Italy, 2006. V.77. P.523.
5. Munari U., Zwitter T. Multi epoch spectrophotometric atlas of symbiotic stars. // A&A, 2002. V. 383. P. 188.
6. Barnbaum C. High-resolution spectral atlas of carbon stars. // Ap.J.S, 1994. V. 90. P. 317.
7. Ivison R., Bode M., Meaburn J. An atlas of high resolution line profiles of symbiotic stars//A&ASS, 1994. V. 103. P. 201.
9. Groenewegen M., Whitelock M. //MNRAS., 1996. V. 281. P. 1347/
10. Харитонов А.В., Терещенко В.М., Князева Л.Н. Спектрофотометрический каталог звезд//1988. Алматы.

### Резюме

2007 жылда өткізілген UV Aur симбиотикалық жұлдыздың спектрлік пен фотометрлік бақылауларының нәтижелері берілді. Осы объекттінің қатысы бар біздің мәліметтері және басқа авторлардың нәтижелері талдауда. Соңғы жылдарда объекттін спектрдің айрымашылығының елеулі өзгерісі байқалады, ол эмиссиялық сызықтардың калыптасуының механизмдерінің өзгерістерімен байланысты.

### Summary

The results of the spectral and photometric observations of the symbiotic star UV Aur, obtained in AFIF in 2007, are submitted. An analysis of all available data for this object, including the results of the other authors, is carried out. An essential change of the spectrum for the recent years is marked, and it is connected with changes of the formation mechanisms of emission lines

Астрофизический Институт  
им В.Г.Фесенкова МОН РК  
г. Алматы

Поступила 15.06.2008 г.