

УДК: 524.318—76.520.8

СПЕКТРАЛЬНЫЕ И ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ
V 407 ЛЕБЕДЯ И AS 338

В. Ф. ЕСИПОВ, О. Г. ТАРАНОВА, Б. Ф. ЮДИН

Поступила 22 марта 1988

Принята к печати 30 апреля 1988

Приводятся результаты фотометрических, в системе *UBVRJHKLMN*, и спектральных, в диапазоне 4300—7200 Å, наблюдений объекта V 407 Cyg, включенного в каталог симбиотических звезд, и симбиотической звезды AS 338. Показано, что во время наших наблюдений в излучении V 407 Cyg — переменного красного гиганта, окруженного пылевой оболочкой, определенных признаков присутствия горячего источника излучения, позволивших бы классифицировать данный объект в качестве симбиотической звезды, обнаружено не было. В спектре V 407 Cyg не зарегистрированы линии H α и H β , но в то же время обнаружены линии [N II] 6548 и 6584. В 1986—1987 гг. блеск AS 338 в видимом диапазоне длин волн продолжал уменьшаться. Тем не менее, спектр звезды еще не приобрел симбиотического характера, так что AS 338 уже более 4 лет находится в состоянии, когда ее горячий компонент классифицируется как звезда спектрального класса B с оболочкой.

V 407 Cyg — красный гигант, фотографический блеск которого по сообщению Майнунгер [1] меняется с $P \approx 745$ дней. Вэлин [2] при обзорных наблюдениях звезд с объективной призмой ($D = 600$ А/мм) обнаружил в спектре V 407 Cyg очень сильную линию H α . Это давало основание заподозрить данный объект в качестве симбиотической звезды [3], холодный компонент которой является миридой, т. е., как сейчас говорят, в качестве «симбиотической мириды».

В табл. 1 и на рис. 1 приведены результаты наших фотометрических наблюдений этого объекта, которые проводятся на 1.25-м телескопе Крымской станции ГАИШ. Они показывают, что блеск красного гиганта V 407 Cyg действительно меняется, и амплитуда этих изменений в фильтре *J* составляет $\sim 0.^m7$. Однако периодичности в этих изменениях, в частности с $P = 745$ дней, при наших наблюдениях обнаружено не было. В свою очередь амплитуда изменений блеска V 407 Cyg в фильтре *V* ($\Delta V \approx 1.^m1$) лишь немногим превышает их амплитуду в фильтре *J*. Подобное сочетание для одиночных мирид в общем-то не характерно. Но именно

для одиночных, а не для «симбиотических», т. е. мирид, находящихся в спектре с горячим компонентом. В последнем случае уровень блеска объекта в видимом диапазоне длин волн может в значительной степени определяться горячим источником излучения. Соответственно амплитуда колебаний блеска симбиотической мириды в визуальной области спектра должна быть меньше, чем у одиночной мириды, уменьшаясь к тому же при переходе к более коротким длинам волн.

Таблица 1

JD	U	B	V	R	I	J	H	K	L	M	N
2445949						5.42	4.31	3.56	2.83		
5950						5.42	4.27	3.48	2.85		
5958	16.9	14.73	12.65						2.81	2.05	0.45
6289						5.39	4.27	3.28	2.51	2.47	
6314								3.39			
6614						5.35	4.20	3.45	2.37	2.23	
6691						4.71	3.55	2.90	2.07	2.15	
6706	15.51	13.77	11.51								
6720		13.83	11.54	8.24		4.69	3.55	2.87	2.00		
7037						5.10	3.88	3.08	2.39	2.28	
7038						5.18	3.91	3.08	2.39	2.28	
7042						5.18	3.97	3.11	2.25	2.22	

Примечание. Ошибки наблюдений во всех фильтрах, за исключением фильтра N не превышают $0^m.04$. В фильтре $N - 0^m.1$, а оценка блеска в фильтре $U = 16^m.9$ получена с точностью $0^m.15$.

Однако для $V 407 \text{ Cyg}$, во-первых, $\Delta U > \Delta V$ (табл. 1), а, во-вторых, в распределении энергии в ее спектре во время наших наблюдений невозможно обнаружить сколько-нибудь заметный, на фоне излучения красного гиганта, УФ-избыток, который можно было бы приписать горячему источнику излучения — горячей звезде + ионизованному газу (рис. 2). Иными словами, наши фотометрические наблюдения $V 407 \text{ Cyg}$ не позволяют классифицировать данный объект в качестве симбиотической звезды. В то же время они показывают (рис. 2), что в распределении энергии в спектре $V 407 \text{ Cyg}$ существует значительный ИК-избыток, связанный с излучением пылевой околозвездной оболочки. Следует отметить, что оценка значения избытка цвета $E(B-V) = 0^m.6$, используемая при исправлении наблюдаемого распределения энергии в спектре $V 407 \text{ Cyg}$ (рис. 2), была получена при сравнении показателя цвета этой звезды $(\overline{B-V}) \approx 2^m.17$

с соответствующим показателем цвета красного гиганта M6 III (1.^m58 [4]). Выбор показателя цвета ($B-V$) при оценке $E(B-V)$ был связан с тем, что его величина слабо зависит от спектрального класса красного гиганта [4].

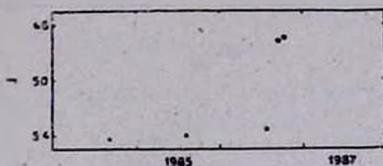


Рис. 1. Кривая блеска V 407 Cyg в фильтре J (1.25 мкм).

Горячий компонент двойной симбиотической системы, конечно, может обладать светимостью, сравнительно низкой по отношению к светимости его холодного компаньона, как, например, в AS.296 [5]. В этом случае в непрерывном излучении он может быть достаточно заметен лишь в УФ-диапазоне. В видимой же области спектра он может проявляться в эмиссионных линиях, в частности, в линии H_{α} , как наиболее интенсивной из них. В случае V 407 Cyg классификация ее в качестве симбиотической звезды как раз была и обязана обнаружению в ее спектре очень сильной линии H_{α} [2]. Однако в спектрах V 407 Cyg, полученных нами 29.09.84, 27.10.84, 16.09.85, 01.10.86 и 20.09.87 ($D = 130$ А/мм), т. е. как во время максимума, так и во время минимума блеска ее холодной звезды, сильной эмиссии H_{α} зарегистрировано не было (рис. 3).

Следует отметить, что V 407 Cyg наблюдается на фоне излучения диффузной туманности Северная Америка. В связи с этим в спектре звезды появляются ложные эмиссионные линии, в частности, на наших спектрах линии $H I$, $[N II]$, $[S II]$ и т. д. (рис. 3). И вот именно на фоне излучения этой диффузной туманности собственной эмиссии H_{α} или H_{β} в спектре V 407 Cyg нам зарегистрировать не удалось. В то же время в спектре V 407 Cyg, полученном в 1985 г., отчетливо на этом самом фоне проявляются линии $[N II]$ 6548 и 6584 [6] (рис. 3). Менее отчетливо они наблюдаются в спектре V 407 Cyg, полученном в 1987 г.

Наличие только этих эмиссий в спектре V 407 Cyg не позволяет, конечно, с определенностью отнести этот объект к симбиотическим звездам, так как возникновение этих линий может быть и не связано с наличием у красного гиганта V 407 Cyg горячего компаньона. Они, например, могли бы возникнуть в области взаимодействия звездного ветра красного гиганта V 407 Cyg с ионизованным газом диффузной туманности, если этот объект лежит в ее пределах.

Итак, резюмируя, можно сказать, что наблюдения V 407 Cyg показали, что данный объект представляет собой красный гигант, блеск которого испытывает существенные изменения (при этом $\Delta V / \Delta J \leq 1.5$), а сам он окружен пылевой околозвездной оболочкой. В его спектре на фоне излу-

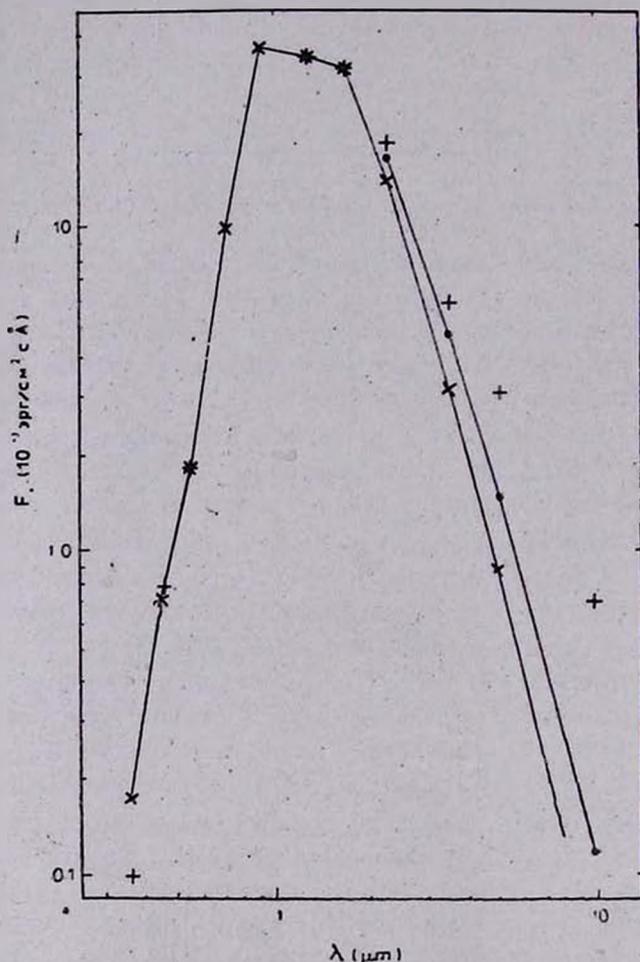


Рис. 2. Распределение энергии в спектре V 407 Cyg в сентябре 1984 г. (+); исправленное за покраснение с величиной $E(B-V) = 0.6$. (x) и (o) — распределения энергии в спектрах M 6 III и ч. т. с $T = 2500$ К соответственно, нормированные к уровню излучения V 407 Cyg в фильтре J (1.25 мкм).

чения диффузной туманности Северная Америка обнаружены линии [N II], но не обнаружены линии H_{α} и H_{β} . Учитывая сообщение Вэлли [2] о том, что в начале 70-х годов в спектре V 407 Cyg присутствовала

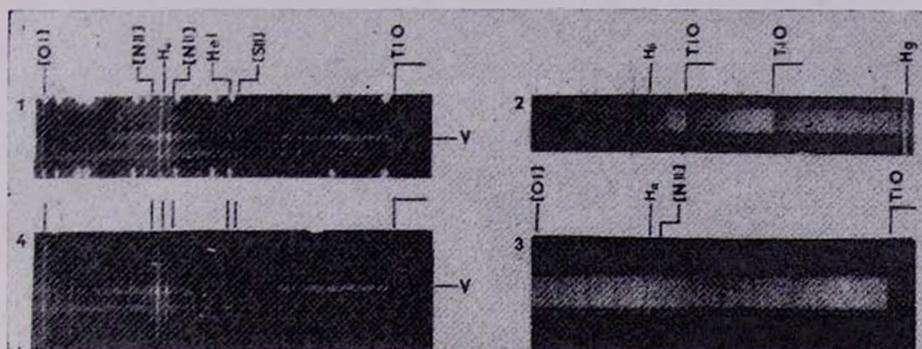


Рис. 3. Фрагменты спектров V 407 Суг. (1) — 16. 09. 85; (2) и (3) — 01. 10. 86; (4) — 20. 09. 87.

К ст. В. Ф. Есилова и др.

очень сильная линия H_α , можно предположить, что интенсивность этой эмиссии может заметно изменяться со временем.

С другой стороны, при $D = 600$ А/мм линия H_α и $[N II]$ сливаются в спектре звезды в одну эмиссию. Поэтому не исключено, что четкое проявление этой комплексной эмиссии в спектре V 407 Cyg, полученное с $D = 600$ А/мм [2], на фоне излучения диффузной туманности было связано не с линией H_α , а с линиями $[N II]$. Как бы то ни было, классификация V 407 Cyg в качестве симбиотической звезды остается пока под сомнением.

Спектральные наблюдения AS 338 в 1983—1985 гг. показали, что горячий компонент этой симбиотической звезды [3] испытал вспышку, перейдя в состояние, когда по спектральным параметрам он стал классифицироваться как звезда Ве или звезда спектрального класса В с оболочкой [7, 8]. Для всей же системы AS 338 в целом можно было сказать, что она перешла в фазу «Ве + М». На рис. 4 приведены фрагменты спектров

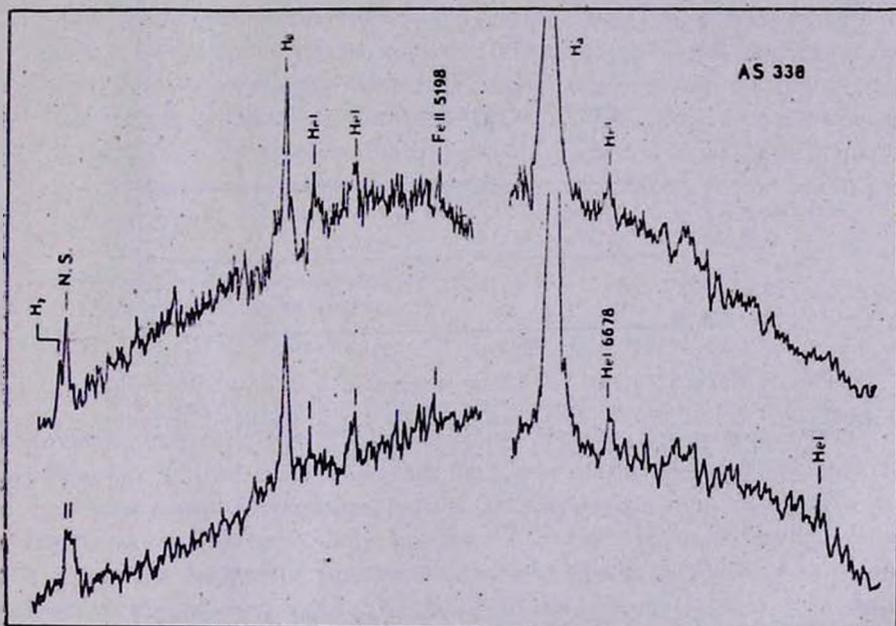


Рис. 4. Фрагменты спектров AS 338, полученные 29.09.86 (верхний) и 25.08.87 (нижний).

AS 338, полученных нами в 1986—1987 гг. Из них видно, что и в эти годы AS 338 находилась еще в фазе «Ве + М». В этой связи стоит указать, что лишь наблюдения Аллена [3] в 1978 г. показывают, что спектр AS 338 может выглядеть как спектр типичной симбиотической звезды с эмиссиями

He II, [Fe VII] и полосами TiO. Они и дают основания считать, что этот объект действительно является симбиотической звездой.

На рис. 5 приведены кривые блеска AS 338, из которых видно, что блеск горячей звезды уже заметно (в фильтре U на $\sim 1^m.6$) упал с 1983 г. В то же время падение блеска горячего компонента AS 338 проходило на фоне незначительных изменений показателей цвета ($U-B$) и ($B-V$), т. е. незначительных изменений его эффективной температуры. В этой связи стоит отметить, что при вспышках таких симбиотических звезд, как CI Cyg и Z And фаза «сверхгиганта» сменяется фазой «планетарная туманность» при уменьшении блеска горячего компонента в фильтре U всего лишь на $\sim 0^m.7$ и смена эта происходит менее чем за год. В AS 338 вспышка горячего компонента, характеризующая переходом симбиотической системы в фазу «Be + M», длится уже более 4 лет.

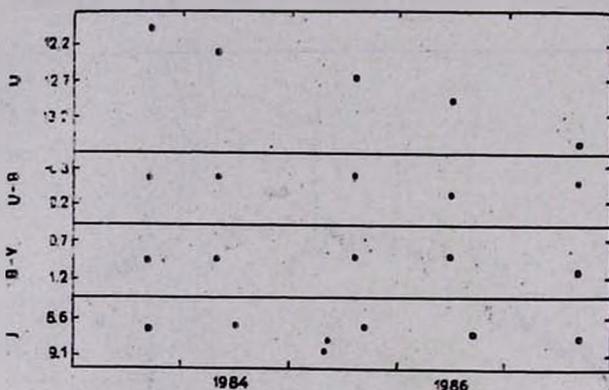


Рис. 5. Кривые блеска AS 338 в видимом и инфракрасном диапазонах.

Итак, резюмируя, можно сказать, что AS 338 дает пока своего рода уникальный пример симбиотической звезды типа Z And, у которой горячий компонент при его вспышках может длительное время находиться в фазе горячего «сверхгиганта». Подобный ход событий при вспышках горячего компонента симбиотической звезды в принципе возможен в модели его термоядерной вспышки [9, 10]. Однако в этом случае аккреция вещества красного гиганта должна проходить сравнительно медленно ($\dot{M} \lesssim 6 \cdot 10^{-9} M_{\odot}$ год для $\dot{M}_{CO} = 0.8 M_{\odot}$ [9]) и перед своей вспышкой белый карлик должен иметь сравнительно низкую ($\lesssim 100 L_{\odot}$ [9]) светимость. Иными словами, до его вспышки спектр двойной звездной системы (горячий субкарлик + красный гигант) в видимом диапазоне длин волн не должен иметь ярко выраженный симбиотический характер, как например, это наблюдалось в случае RR Tel. Однако спектр AS 338 в 1978 г.

[3], т. е. до ее вспышки, был типичным спектром Z And с ярко выраженными эмиссионными особенностями горячего источника излучения.

С другой стороны, в современных теоретических расчетах [9, 10] переход горячего компонента из фазы «сверхгиганта» в фазу «планетарной туманности» при его термоядерной вспышке должен происходить на фоне примерно сохраняющейся болометрической светимости. Однако, как указывалось выше, падение блеска AS 338, в фильтре U составляющее $\sim 1^m.6$, не сопровождалось заметным уменьшением его показателя цвета ($U-B$), т. е. заметным, как того следовало бы ожидать в рамках обсуждаемой модели, увеличением его температуры.

Возможность осуществления длительной фазы «сверхгиганта» при вспышках горячего компонента симбиотической звезды не исключена и в модели, в которой вспышки горячего компонента связываются с аккреционными явлениями. По крайней мере, при достаточном заполнении полости Роша красным гигантом должен наступить момент, когда темп аккреции его вещества на горячий компонент достигнет такого уровня, что последний, на данном этапе эволюции такой двойной системы, уже не будет вовсе выходить из фазы горячего «сверхгиганта». В последующем и оба компонента могут погрузиться в общую оболочку. В настоящее время подобный сценарий более подходит для AS 338, хотя с точки зрения теоретических расчетов в ее моделировании существует заметный пробел.

Авторы выражают благодарность Е. А. Колотилову за помощь при наблюдениях.

Государственный астрономический
институт им. П. К. Штернберга

SPECTRAL AND PHOTOELECTRIC OBSERVATIONS OF V 407 CYGNI AND AS 338

V. F. YESIPOV, O. G. TARANOVA, B. F. YUDIN

The results of photometric (in the $UBVRJHKL MN$ system) and spectral (in the range of 4300—7200 Å) observations of the object V407 Cyg, included in the catalogue of symbiotic stars, and the symbiotic star AS 338 are presented. They show that during our observations of V407 Cyg it might be classified as a variable red giant surrounded by the dust envelope. No definite signs of the presence in the radiation of V407 Cyg of the hot source's emission which could allow to classify it as a symbiotic star have been found. The spectrum of V407 Cyg did not display the H_α and H_β lines. But at the same time, the forbidden lines

of [NII] 6548 and 6584 were discovered in it. In the period 1986—1987 the visible brightness of AS 338 continued to decline. Nevertheless, the spectrum of this star had not yet acquired the symbiotic character, so that, during more than four years AS 338 was at a state when its hot component might be classified as a shell B star.

ЛИТЕРАТУРА

1. *L. Meinunger, MVS, 3, 111, 1983.*
2. *G. Welin, Astron. and Astrophys. Suppl. Ser., 9, 183, 1973.*
3. *D. A. Allen, Proc. ASA, 5, 369, 1984.*
4. *H. L. Johnson, Ann. Nev. Astron. and Astrophys., 4, 193, 1966.*
5. *О. Г. Таранова, Б. Ф. Юдин, Письма в Астрон. ж., 11, 55, 1985.*
6. *В. Ф. Есипов, Б. Ф. Юдин, Астрон. циркуляр, № 1415, 1986.*
7. *R. Schulte-Ladbeck, Messenger, 39, 3, 1985.*
8. *В. Ф. Есипов, А. П. Ипагов, Б. Ф. Юдин, Астрофизика, 25, 229, 1986*
9. *I. Iben, Astrophys. J., 259, 244, 1982.*
10. *S. J. Kenyon, J. W. Truran, Astrophys. J., 273, 280, 1983.*