АСТРОФИЗИКА

ТОМ 25 ОКТЯБРЬ, 1986 ВЫПУСК 2

УДК: 524.338.3

НАБЛЮДЕНИЯ СИМБИОТИЧЕСКИХ ЗВЕЗД AS 296, AS 360 И AS 338 ВО ВРЕМЯ ИХ ВСПЫШЕК

В. Ф. ЕСИПОВ, А. П. ИПАТОВ, Б. Ф. ЮДИН

Поступила 18 марта 1986
Принята к печати 25 мая 1986

В 1985 г. обнаружена вспышка симбиотической звезды AS 296 с амплитудой $\Delta U \gtrsim 1^m.4$. Во время вспышки блеск холодного компонента этой звезды заметно не изменился. В спектре AS 296 зарегистрированы линии HI, HeI, He II, Fe II, N III и C III при отсутствии заметных эмиссий в запрещенных линиях. Температура горячего компонента при вспышке составила $\sim 8.6 \cdot 10^4$ K, а его болометрическая светимость сравнялась с болометрической светимостью холодной звезды. Наблюдения AS 338 в 1985 г. показали, что вспышка этой звезды, обнаруженная в 1983—1984 гг., продолжается. По спектру AS 360, полученному в сентябре 1982 г., сделан вывод о вспышке этой звезды во время проведения наблюдений.

Малоизученный объект AS 296 отнесен Вакерлингом [1] к классу симбиотических звезд. Сандулик и Стефенсон [2] по силе полос TiO в низкодисперсионных спектрах классифицировали данный объект как звезду позднего спектрального класса (M 5) с эмиссионным спектром, аналогичным спектру Z And. Бругел и Валерштейн [3] привели подробное описание спектра AS 296, в котором они обнаружили эмиссионные линии HI, HeI, He II, Fe II, [O III], [Ne IV]. По силе полос TiO холодную звезду они классифицировали как M 3—M 4, в то время как Кенион и Галахер [4] по интенсивности полосы CO (2.3 мкм) классифицировали ее как M 5. Радиоизлучение от AS 296 было зарегистрировано в феврале 1982 г. на частоте 4.9 ГГц с потоком, равным 1.64 мЯн [5]. Фотометрические, в системе UBVRJHKLMN, наблюдения Тарановой и Юдина [6], проведенные в 1982—1983 гг., показали, что блеск горячего компонента AS 296 (фильтр U) не испытывал существенных изменений. По показателям цвета холодный компонент классифицировался как M 5, при этом вплоть до длины волны 10 мкм (фильтр N) заметного ИК-избытка зарегистрировано не было.

В 1984—1985 гг. фотометрические наблюдения AS 296 были продолжены. В табл. 1 приведены результаты наблюдений в фильтрах U, V и I.

Из нее видно, что в 1985 г. горячий компонент симбиотической системы AS 296 испытал вспышку. При этом она произошла на фоне постоянства блеска холодного компонента (фильтр J), т. е. таким же образом, как и в других симбиотических системах (Z And, Cl Cyg, AG Dra).

Таблица 1

ФОТОМЕТРИЯ AS 296

Дата	U	V	J
09.09.82	13.96	11.88	5.96
17.05.83			5.80
29.06.83	13.88	12.01	5.84
25.09.83	13.81	11.97	5.85
16.06.84	14.21	11.97	
24.06.84			5.87
06.06.85	12.76	11.90	5.95
11.08.85	12.60	11.82	
03.09.85	12.54	11.70	
20.09.85			5.93

Спектральные наблюдения AS 296 в области длин волн 4000—7200 А с дисперсией 230 А/мм были выполнены 13 августа 1985 г. на 1.25-м рефлекторе Южной станции ГАИШ в Крыму. На рис. 1 приведен спектр AS 296 в районе линии H_β. На нем же обозначены и наиболее сильные эмиссионные линии, а также полосы TiO. В общем, в спектре AS 296 были отчетливо отождествлены следующие эмиссионные линии: H_α, H_β, H_γ, H_δ; HeI 7065, 6678, 5876, 5016, 4922, 4713, 4471, 4388; He II 4686; Fe II 7286, 5316, 5158, 4629, 4584, 4550, 4520, 4273; [Fe II] 4287, 4273; N III 4640, 4634; C III 4650. Запрещенных линий, а частности линий [O III], в спектре AS 296 обнаружено не было. Их слабость по отношению к разрешенным линиям также является характерной особенностью спектров ряда симбиотических звезд, указывающей на высокую, $n_e \gtrsim 10^8$ см$^{-3}$, плотность в газовой оболочке AS 296. Отметим, что в районе линии H_α запрещенных линий [S II], [N II], [Ar III] не было обнаружено и в спектре AS 296, полученном в сентябре 1982 г.

Спектрофотометрические наблюдения AS 296 с разрешением 50 А были выполнены в сентябре 1982 г. и 1985 г. Полученные спектры приведены на рис. 2. Из него видно, что до вспышки AS 296 единственной, отчетливо наблюдаемой с данным спектральным разрешением эмиссией была линия H_α. Поток в ней составлял $1.5 \cdot 10^{-11}$ эрг/см^2 с. После вспышки, когда уровень излучения горячего источника заметно возрос, в спектре

AS 296 отчетливо проявились еще линии H_β, H_γ, He II 4686, а также бальмеровский скачок (рис. 2). При этом отношения $F/F(H_\beta)$ составили 11 (H_α), 0.27 (He II 4686), 0.59 (H_γ) при $F(H_\beta) \approx 8.2 \cdot 10^{-12}$ эрг/см^2 с. Таким образом, при вспышке поток в линии H_α увеличился в ~ 6.1 раза. Величина бальмеровского скачка $D_B \approx 0.7$, а эквивалентная ширина линии H_β относительно континуума за бальмеровским скачком $W^-(H_\beta) \approx 57$ А. Высокое отношение $F(H_\alpha)/F(H_\beta)$ и малая величина $W^-(H_\beta)$ по сравнению с их значениями, вычисленными для мензеловского случая „B" рекомбинационной теории излучения, характерны для ряда симбиотических звезд и означают наличие самопоглощения в газовой оболочке AS 296 в бальмеровских линиях водорода.

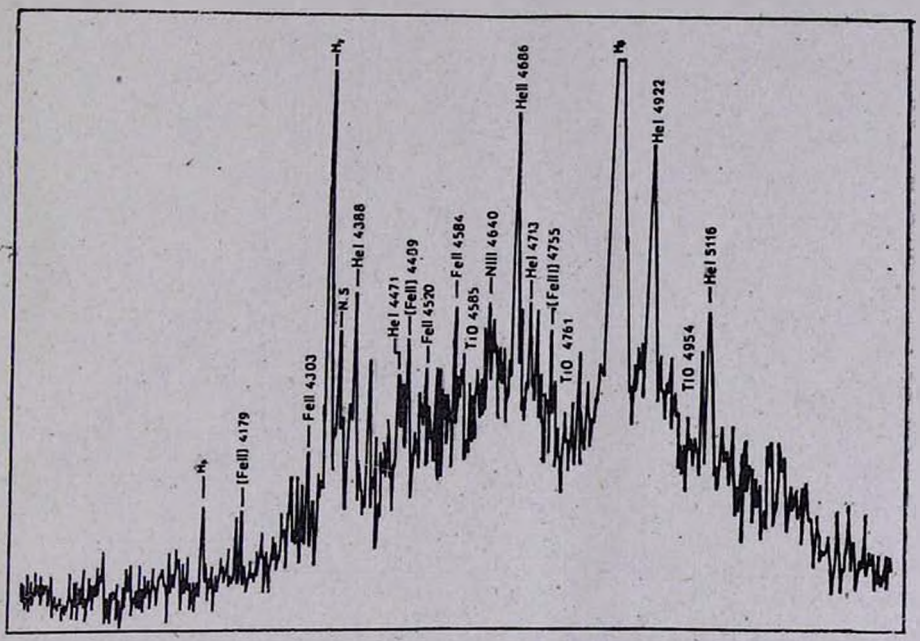

Рис. 1. Спектр AS 296 13 августа 1985 г.

По величине W^- (He II), в предположении что $E(B-V) = 0^m.45$ [6] и горячий компонент AS 296 излучает подобно черному телу, можно оценить ряд его параметров. Так 16 сентября 1985 г. (рис. 2) его температура составляла $\sim 8.6 \cdot 10^4$ K, а болометрический поток равнялся $\sim 2.8 \cdot 10^{-8}$ эрг/см^2 с. Болометрический поток от холодного компонента AS 296 в соответствии с его спектральным классом составляет $\sim 2.9 \cdot 10^{-8}$ эрг/см^2 с. Иными словами, при вспышке AS 296 болометрические потоки от горячего и холодного компонентов этой симбиотической системы сравниваются.

Симбиотические звезды AS 338 и AS 360 являются также мало изученными, как и AS 296. По спектрам, полученным в области 2 мкм, их холодные компоненты классифицируются как M 5 и M 6 соответственно [7]. В видимой области длин волн в их спектрах присутствует линия He II 4686, заметная интенсивность которой говорит о высокой температуре источников ионизующего излучения и позволяет классифицировать эти объекты как симбиотические [8].

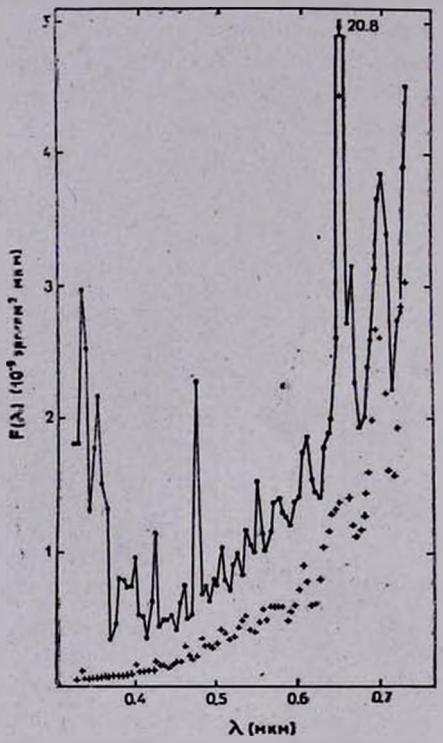

Рис. 2. Распределение энергии в спектре AS 296 15 сентября 1982 г. (+) и 16 сентября 1985 г. (●).

Однако в спектрах AS 338, полученных в 1983 г. и 1984 г., линий He II обнаружено не было [9]. Более того, оказалось, что по отношению к концу 70-х годов визуальная яркость ее увеличилась на $\sim 3^m.5$, что позволило Шулту—Ладбеку [9] констатировать вспышку этой симбиотической звезды.

На рис. 3 приведен спектр AS 338, полученный на Южной станции ГАИШ в Крыму в октябре 1985 г. с дисперсией 230 А/мм. Для сравнения на том же рисунке показан и спектр AS 296. Видно, что в спектре AS 338 не только отсутствуют линии HeI, но и полоса TiO 7054 полностью замы-

та излучением горячего компонента. Иными словами, в 1985 г. вспышка симбиотической звезды еще продолжалась. Следует отметить, что столь большая длительность вспышки AS 338 является довольно необычным явлением для симбиотических звезд. В максимуме вспышки, когда их горячие компоненты классифицируются как сверхгиганты спектральных классов B—A, они проводят, как правило, несколько месяцев.

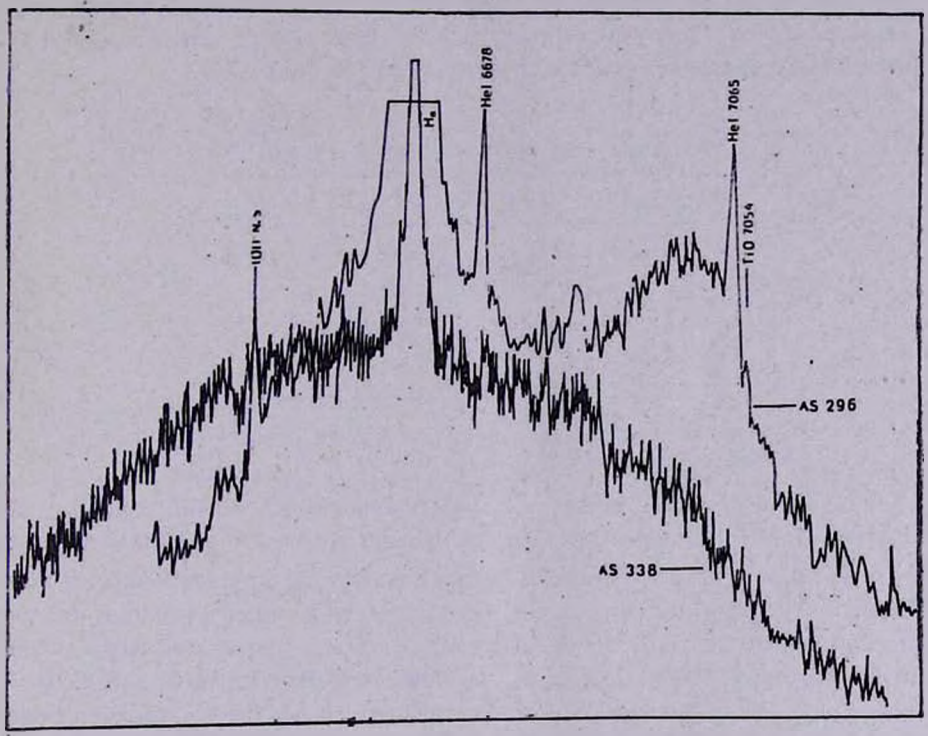

Рис. 3. Спектр AS 338 9 октября 1985 г. и спектр AS 296 13 августа 1985 г.

Фотометрические наблюдения AS 338 13 августа 1985 г. показали, что $U = 12^m.65$, $B = 12^m.91$ и $V = 12^m.01$. В табл. 2 приведены JHKLM-величины AS 338 и AS 360, усредненные вследствие отсутствия существенных изменений за 1984—1985 гг. Там же приведены результаты фотометрических наблюдений Аллена [10], выполненных в 70-х гг. Из табл. 2 видно, что существенных изменений в блеске холодных компонентов этих симбиотических звезд не наблюдается и на более длительной шкале времени. Для AS 338 это означает, что даже при вспышке ее горячего компонента вклад последнего в излучение системы в фильтре J не превышает 20%. Чтобы это имело место, величина избытка цвета $E(B—V)$ не должна превышать $0^m.5$.

При $E(B-V) = 0^m.75$ болометрические потоки от горячего и холодного компонентов AS 338 при ее вспышке оказались примерно одинаковыми. В этом же случае по показателю цвета $\overline{(H-K)} = 0^m.32$ холодный компонент классифицируется как M 5. Однако по показателю цвета $\overline{(J-K)} = 1^m.01$ его спектральный класс соответствует M 1. Такой разброс в оценках спектральных классов холодной звезды AS 338 возможно вызван неучетом доли излучения горячего компонента в фильтре J. Отметим, что подобная ситуация встречается и в случае объекта AS 360, который по своим показателям цвета в ИК-диапазоне сходен с объектом AS 338 (табл. 2).

Таблица 2

ФОТОМЕТРИЯ AS 338 И AS 360

Объект	J	H	K	L	M
AS 338[а]	8.98	8.11	7.67	7.28	6.71
AS 338[б]	8.84	7.89	7.54	7.44	
AS 360[а]	8.27	7.46	6.99	6.53	
AS 360[б]	8.48	7.45	7.06		

а — Наблюдения авторов, усредненные за период 1984—1985 гг.
б — Наблюдения Аллена [10] в конце 70-х гг.

На рис. 4 приведен спектр AS 360, полученный в сентябре 1982 г. при спектрофотометрических наблюдениях с разрешением 50 А. Из него видно, что в это время в спектре кроме сильной линии H_α других заметных эмиссий не наблюдается. Это позволяет сказать, что в момент наблюдений симбиотическая звезда AS 360 была зарегистрирована во время своей вспышки. По потоку в районе длины волны 4500 А можно оценить звездную величину AS 360 в фильтре B. Она составляет $\sim 12^m.8$. В соответствии с глубиной полосы TiO 7250 холодный компонент AS 360 не может быть более ранним, чем M 4.

Авторы благодарны Ю. В. Ворошилову за помощь при наблюдениях.

Государственный астрономический
институт им. П. К. Штернберга
Московский государственный
университет
Астросовет АН СССР

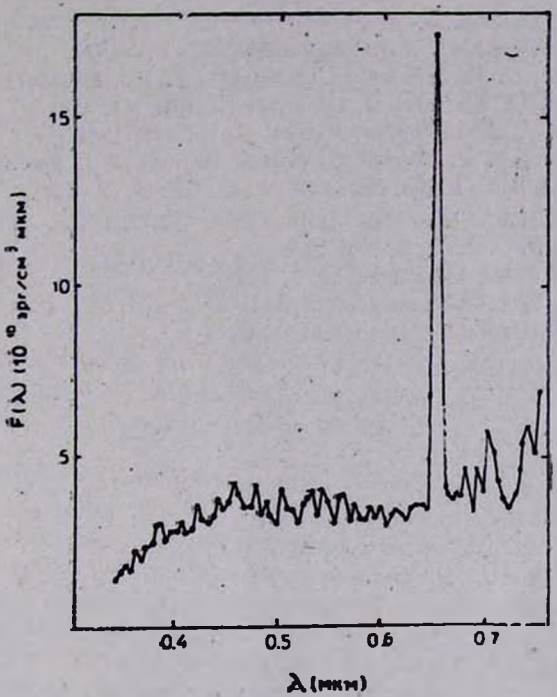

Рис. 4. Распределение энергии в спектре AS 360 14 сентября 1982 г.

OBSERVATIONS OF SYMBIOTIC STARS AS 296, AS 360 AND AS 338 DURING THEIR OUTBURSTS

V. F. YESIPOV, A. P. IPATOV, B. F. YUDIN

Outburst of symbiotic star AS 296 with amplitude $\Delta U > 1^m.4$ was detected in 1985. During the outburst brightness of it's cool component it did not change sufficiently. Emission lines of HI, HeI, HeII, FeII, NIII and CIII were detected in AS 296 spectrum in the absence of some visible emissions in forbidden lines. During the outburst the temperature of the hot component was about $8.6 \cdot 10^4$ K. Bolometric luminosities of hot and cool components were approximately equal to each other. Observations of AS 338 in 1985 demonstrated the continuous character of it's outburst detected in 1983—1984. Features of AS 360 spectrum observed in September 1982 leads to the conclusion on the existance of it's outburst at this time.

ЛИТЕРАТУРА

1. *L. R. Wackerling*, Mem. Roy. Astron. Soc., 73, 153, 1970.
2. *N. Sanduleak, C. B. Stephenson*, Astrophys. J., 185, 899, 1973.
3. *E. W. Brugel, G. Wallerstein*, Observatory, 101, 164, 1981.
4. *S. J. Kenton, J. S. Gallagher*, Astron. J., 88, 666, 1983.
5. *F. R. Seaquist, A. R. Taylor, S. Batton*, Astrophys. J., 284, 202, 1984.
6. *О. Г. Таранова, Б. Ф. Юдин*, Письма в Астрон. ж., 11, 55, 1985.
7. *D. A. Allen*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 190, 75, 1980.
8. *D. A. Allen*, Proc. ASA, 5, 369, 1984.
9. *R. Schulte-Ladbeck*, Messenger, 39, 3, 1985.
10. *D. A. Allen*, in "The Nature of Symbiotic Stars", IAU Coll. 70, eds. M. Friedjung, R. Viotti, Reidel, Dordrecht, 1982.