

УДК: 524.38—76

ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗБИТКИ У ЗВЕЗД ТИПА ВУ Dга  
ПО ДАННЫМ IRAS

П. Ф. ЧУГАЙНОВ, М. Н. ЛОВКАЯ

Поступила 3 августа 1988

Принята к печати 30 ноября 1988

Обсуждены данные IRAS PSC для 22 звезд типа ВУ Dга. Избытки излучения на 12 мкм обнаружены у 11 звезд, причем их можно считать реальными у 4 звезд (CC Eri, AB Dor, II Peg, V 1285 Aql), а у остальных возможными. Отмечены также избытки на 1,65 мкм и 25 мкм. Абсолютные светимости источника избыточного излучения в  $10^3$  раз меньше, чем у звезд типа Т Тау. Однако на основе этих результатов все же можно предположить, что звезды типа ВУ Dга, как и звезды типа Т Тау, окружены газово-пылевыми дисками.

Как показано Ручинским по данным IRAS, звезды типа Т Тау и одна звезда пост-Т Тау (FK Ser) являются точечными источниками излучения в области 12—100 мкм [1]. Это избыточное излучение в [1] рассматривается как свидетельство существования околозвездных газово-пылевых дисков. Звезды типа ВУ Dга, как показано в [2, 3], являются относительно молодыми объектами, родственными звездам типа Т Тау. Поэтому представляет интерес рассмотреть данные IRAS для звезд типа ВУ Dга и выяснить, каковы светимости этих звезд в области 12—100 мкм и можно ли считать, что эти звезды тоже обладают околозвездными дисками.

Нами произведен обзор данных IRAS PSC [4] для 22 звезд типа ВУ Dга, сведения о которых даны в табл. 1. Для 11 звезд, зарегистрированных как источники излучения на 12 мкм и 25 мкм, приведены их потоки  $f(12)$ ,  $f(25)$ . Приведенные в табл. 1 спектральный тип Sp, звездная величина V, сведения о двойственности и фотометрическом периоде взяты нами из работ [5—14]. Одиночные звезды отмечены как S, спектрально-двойные с одиночными линиями как SB1, спектрально-двойные с двойными линиями как SB2. Следует отметить, что некоторые из спектрально-двойных, вошедших в табл. 1, ранее классифицировались как системы RS CVn. Но в настоящее время предлагается [9] короткопериодические системы типа RS CVn считать системами типа ВУ Dга. Таким образом, вопрос о классификации звезд, вошедших в табл. 1, является дискуссионным.

только в отношении II Peg. Мы ранее уже предлагали [15] считать II Peg системой типа BY Dra. Все физические характеристики II Peg и BY Dra очень сходны.

Таблица 1

Звезда	Sp	V	Двойств.	Фотомет. период	f(12)	R(12)	f(25)	R(25)
HD 1835	G2	6.4	S	7.7	0.5	1.2		
HD 8358	G5V	8.1	SB2	0.5				
CC Eri	K7V	8.7	SB2	1.6	0.54	1.6	0.30	3.6
HD 22403	G2V	8.1	SB2	1.9				
EI Eri	G5IV	7.1	SB1	2.0	0.32	1.3		
BD+26° 730	K5E	8.4	SB1	1.8				
V 1005 Ori	M0	10.0	S	4.6				
AB Dor	G8V	6.8	S	0.5	0.80	2.0		
YZ CMi	M4.5	11.2	S	2.8	0.39	1.3		
HD 82558	dK0	7.5	S	1.7				
EQ Vir	K5V	9.4	S	4.0				
ξ Boo AB	G8V	4.7	S*	10.1	4.1	1.3	0.9	1.2
HD 166181	G5V	7.6	SB1	1.8				
BY Dra	K7V	8.3	SB2	3.8	0.61	1.4		
V 1285 Aql	M3E	10.1	S	12	0.80	2.3	0.31	3.5
PZ Tel	K0	10.0	SB2	0.9				
V 775 Her	dK1	8.0	SB1	2.9				
V 478 Lyr	G8V	7.7	SB1	2.2				
AU Mic	M1.5	8.8	S	4.9	0.77	1.2		
EV Lac	M4.5	10.2	S	4.4	0.51	1.3		
BD-16° 6218	M1.5	10.6	S	0.4				
II Peg	K2IV-V	7.3	SB1	6.7	0.97	3.6		

\* ξ Boo B на расстоянии 4<sup>h</sup>.9 (Sp K4, V = 6.8)

Для того, чтобы выяснить, имеется ли у рассматриваемых звезд избыточное излучение на 12 и 25 мкм, мы вычислили величины  $R$ , приведенные в табл. 1, используя соотношения

$$R(12) = \frac{f(12) B(0.9)}{f(0.9) B(12)}$$

$$R(25) = \frac{f(25) B(0.9)}{f(0.9) B(25)}$$

в которых  $f(12)$ ,  $f(25)$  — потоки на 12 и 25 мкм по данным IRAS PSC,  $f(0.9)$  — потоки на 0.9 мкм по наблюдениям в полосе I Джонсона,  $B(0.9)/B(12)$ ,  $B(0.9)/B(25)$  — отношения потоков на 0.9, 12 и 25 мкм, вычисленные для абсолютно-черного тела с температурой, равной эффективной температуре звезды, найденной по ее спектральному типу.

Сравнение с потоком на 0.9 мкм было нами выбрано потому, что, начиная с этой длины волны, наблюдаемые инфракрасные потоки мало отклоняются от кривой абсолютно-черного тела. Это видно из рис 1, где показаны отклонения  $\Delta$  от кривой абсолютно-черного тела для звезд типов G0—M5, неизвестных как звезды типа BY Dra. Наблюдаемые потоки найдены по фотометрическим данным [16, 17] и абсолютной калибровке согласно [18, 19], а также по [4]. Нами принята шкала эффективных температур звезд G0—M0 главной последовательности по [16] и звезд M0—M5 по [20, 21] с учетом поправок по [22]. Наблюдаемые потоки и потоки абсолютно-черного тела совмещены на длине волны 0.9 мкм, т. е. для этой точки  $\Delta=0$  по нашему предположению. Отклонения для нормальных звезд в интервале от 0.9 до 25 мкм не превышают 0.06 в логарифмической шкале.

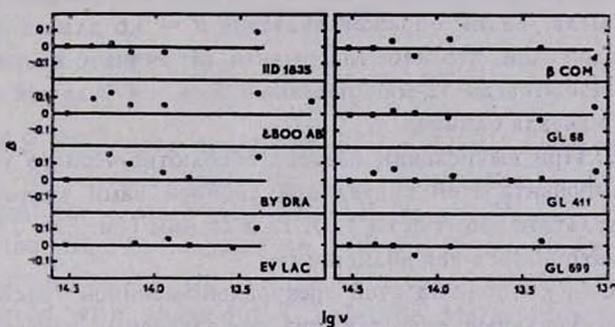


Рис. 1. Распределения энергии. Слева — для звезд HD 1835,  $\xi$  Boo AB, BY Dra, EV Lac типа BY Dra; справа — для звезд  $\beta$  Com, GL 68, 411, 699, не известных как звезды типа BY Dra;  $\Delta$  — отклонение от кривой абсолютно-черного тела, выраженное в логарифмической шкале,  $\nu$  — частота в Гц.

Фотометрические данные для звезд типа BY Dra в области от 0.9 до 12 мкм нами взяты из [16, 17, 20—25]. Для четырех из звезд типа BY Dra отклонения  $\Delta$ , найденные так же, как для нормальных звезд, показаны на рис. 1. Из рассмотрения этих данных можно заключить, что отклонения у звезд типа BY Dra несколько больше, чем у нормальных звезд, причем у  $\xi$  Boo AB и BY Dra они оказались преимущественно положительными. В общем, из рассмотрения рис. 1 следует, что при принятой нами методике избытки можно считать реальными, если  $\Delta$  больше или равно 0.15, т. е.  $R \geq 1.4$ . Как видно из табл. 1, значения  $R$  больше 1 у всех 11 звезд типа 2—155



BY Dra, для которых имеются данные IRAS, но лишь у 4 звезд обнаруженные избытки можно считать реальными. Поскольку часть из этих звезд являются спектрально-двойными и, следовательно, в некоторых случаях инфракрасный избыток может быть вызван вторичным компонентом, то представляет интерес подробнее обсудить результаты по каждой из звезд.

*HD 1835, AU Mic, EV Lac, YZ CMi.* Звезды показывают небольшой избыток на 12 мкм, но известно, что эти звезды одиночные и, следовательно, избыточное излучение не может быть объяснено влиянием вторичного компонента.

*V 1285 Aql.* Звезда с большим, несомненно реальным избытком на 12 и 25 мкм, она не известна как двойная.

*CC Eri.* Избыток довольно большой, причем на 25 мкм он больше, чем на 12 мкм. Не исключено, что избыток вызван влиянием вторичного компонента этой двойной системы, но против этого можно выдвинуть два возражения. Во-первых, в области 12—25 мкм у обоих компонентов поток, вероятно, приближенно представляется формулой Рэлея—Джинса  $B_{\lambda} \sim \nu^2$ , и, следовательно, избыток, вызванный вторичным компонентом, не должен увеличиваться с длиной волны. Во-вторых, светимость вторичного компонента, вероятно, намного меньше, чем главного, т. к. функция масс CC Eri по [26] очень мала. Таким образом, значение  $R = 3.6$  для 25 мкм необъяснимо в предположении, что избыток вызван вторичным компонентом.

*AB Dor.* Избыток на 12 мкм реальный, т. к. он большой по величине и известно, что звезда одиночная.

§ *Воо AB.* При вычислении потоков абсолютно-черного тела влияние вторичного компонента этой визуальной двойной нами учитывалось. Полученные в результате избытки на 1.65, 12 и 25 мкм (см. рис. 1) небольшие, но могут рассматриваться как возможные.

*BY Dra.* Оба компонента этой спектрально-двойной системы имеют одинаковый спектральный тип, так что инфракрасные избытки не могут быть объяснены влиянием вторичного компонента. Учитывая, что избытки на 1.65 и 12 мкм небольшие, их следует рассматривать как возможные.

*II Peg.* Избыток на 12 мкм большой, но не исключено, что он частично вызван вторичным компонентом этой двойной системы. Так же, как у CC Eri, у II Peg функция масс мала [27], что является доводом против того, что избыток на 12 мкм у II Peg полностью объясняется влиянием вторичного компонента.

Итак, избытки излучения по данным IRAS можно считать у CC Eri, AB Dor, V 1285 Aql и II Peg реальными, а у остальных 7 звезд типа BY Dra — возможными. Объяснение избытков влиянием вторичного компонента представляется неправдоподобным. В общем, избытки у звезд типа BY Dra значительно меньше, чем у звезд типа Т Тау, абсолютные светимости на 12 мкм меньше примерно в  $10^3$  раз. Однако мы все же считаем

возможным, что вследствие родственности звезд типов BY Dra и T Tau их инфракрасные избытки имеют одинаковое происхождение и объясняются, как для тех, так и для других, наличием газово-пылевых дисков. Малая светимость дисков может быть вызвана меньшей плотностью вещества в них.

Опубликованное недавно исследование ИК-избытков по данным IRAS для вспыхивающих звезд [28] выполнено по иной методике, и оно попало в наше распоряжение, когда данная статья готовилась к печати. Звезда V 1285 Aql, для которой в [28] отмечен ИК-избыток, возможно, принадлежит к типу BY Dra [29], и поэтому мы включили ее в табл. 1. Как уже было отмечено, по нашей методике у V 1285 Aql обнаруживается реальный избыток на 12 и 25 мкм, что согласуется с выводом [28].

Авторы благодарны Л. С. Лууду за полезные замечания.

Крымская астрофизическая  
обсерватория

## INFRARED EXCESSES FOR BY DRA-TYPE STARS FROM THE IRAS DATA

P. F. CHUGAINOV, M. N. LOVKAYA

The IRAS PSC data are discussed for 22 BY Dra-type stars. Excesses of the 12-microns radiation are discovered for 11 stars which seem to be real for 4 stars (CC Eri, AB Dor, II Peg, V 1285 Aql) and possible for the others. Excesses on 1.65 and 25 microns are also found. Absolute luminosities of the source of excess radiation are  $10^3$  times less as compared with those for T Tau-type stars. However, these results permit us to suppose that BY Dra-type stars like T Tau-type stars are surrounded by circumstellar gaseous-dusty discs.

### ЛИТЕРАТУРА

1. S. M. Rucinski, *Astron. J.*, 90, 2321, 1985.
2. П. Ф. Чузайнов, *Изв. Крым. астрофиз. обсерв.*, 55, 85, 1976.
3. S. S. Vogt, F. Fekel, *Astrophys. J.*, 234, 958, 1979.
4. IRAS Point Source Catalog, Joint IRAS Working Group, Washington D. C. USGPO, 1985.
5. Общий каталог переменных звезд, IV изд., (отв. ред. П. Н. Холопов), Наука, М., 1985—87.
6. П. Ф. Чузайнов, *Изв. Крым. астрофиз. обсерв.*, 61, 124, 1980.
7. B. W. Vopp, T. B. Ake, B. D. Goodrich, J. L. Africano, P. V. Noah, R. J. Meredith, L. H. Palmer, R. Quigley, *Astrophys. J.*, 297, 691, 1985.

8. *A. V. Ravendran, S. Mohin, M. V. Mekkaden*, Inform. Bull. Var. Stars, N 2694, 1985.
9. *F. Fekel, T. J. Moffett, G. V. Henry*, Astrophys. J. Suppl. Ser., 60, 551, 1986.
10. *F. Fekel, D. S. Hall, G. W. Henry, H. J. Landis, T. R. Renner*, Inform. Bull. Var. Stars, N 2110, 1982.
11. *L. Hartmann, B. W. Vopp, M. Dussault, P. V. Noah, A. Klimke*, Astrophys. J., 249, 662, 1981.
12. *S. M. Rucinski*, Inform. Bull. Var. Stars, N 2203, 1982.
13. *M. V. Mekkaden, A. V. Ravendran, S. Mohin*, Inform. Bull. Var. Stars, N 1791, 1980.
14. *B. R. Petterson, D. L. Lambert, J. Tomkin, W. H. Sandmann, H. Lin*, Astron. and Astrophys., 183, 66, 1987.
15. *П. Ф. Чугайнов*, Изв. Крым. астрофиз. обсерв., 54, 89, 1976.
16. *H. L. Johnson*, Bull. Observ. Tonantzintla 3, 305, 1964.
17. *H. L. Johnson*, Astrophys. J., 141, 170, 1965.
18. *H. L. Johnson*, Ann. Rev. Astron. and Astrophys., 4, 193, 1966.
19. *R. D. Gehrz, J. A. Hackwell, T. W. Jones*, Astrophys. J., 191, 675, 1974.
20. *G. J. Veeder*, Astron. J., 79, 1056, 1974.
21. *B. W. Vopp, R. D. Gehrz, J. A. Hackwell*, Publ. Astron. Soc. Pacif., 86, 989, 1974.
22. *T. J. Barnes, D. S. Evans, T. J. Moffett*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 183, 285, 1978.
23. *G. E. Kron, S. C. B. Gascoigne, H. S. White*, Astron. J., 62, 205, 1957.
24. *H. L. Johnson, J. W. Mac Arthur, R. I. Mitchell*, Astrophys. J., 152, 465, 1968.
25. *П. Ф. Чугайнов*, Изв. Крым. астрофиз. обсерв., 78, 54, 1987.
26. *D. S. Evans*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 119, 526, 1959.
27. *I. Halliday*, J. Roy. Astron. Soc. Can., 46, 103, 1952.
28. *V. Tsikoudi*, Astron. J., 95, 1797, 1988.
29. *P. B. Byrne, J. G. Doyle, C. J. Butler, A. D. Andrews*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 211, 607, 1984.