АСТРОФИЗИКА

ТОМ 36 МАЙ, 1993 ВЫПУСК 2

УДК 524.318

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЛАБЫХ УГЛЕРОДНЫХ ЗВЕЗД НА ВЫСОКИХ ГАЛАКТИЧЕСКИХ ШИРОТАХ.

II. СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 21 УГЛЕРОДНОЙ ЗВЕЗДЫ

Г. В. АБРАМЯН, К. С. ГИГОЯН

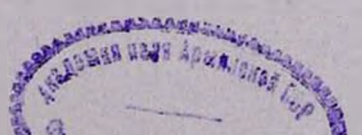
Поступила 1 февраля 1992

Принята к печати 6 октября 1992

Определены спектрофотометрические характеристики 21 углеродной звезды в спектральном диапазоне 4625—6800 А с разрешением 3 А. Три новые углеродные звезды отнесены к группе J-звезд.

1. *Введение.* Настоящая работа является продолжением исследования слабых углеродных звезд, выявленных на пластинках Первого Бюраканского спектрального обзора неба (FBS) [1—4]. Имеется лишь несколько работ, посвященных спектрофотометрическому исследованию углеродных звезд, однако все эти работы посвящены исследованию, в основном, ярких углеродных звезд. Подробности об этих работах изложены в первой части настоящего исследования [5].

Как уже указывалось в первой части [5], целью начатой нами работы является спектрофотометрическое изучение слабых углеродных звезд (звезды слабее $12^m - 13^m$ в визуальных лучах), выявленных на пластинках FBS—обзора, предельная звездная величина которого, для звезд классов C и M нами оценена до $14^m5 - 15^m$ в визуальных лучах. Исследование этих объектов, несомненно, представляет определенный интерес, особенно звезд на высоких галактических широтах. Список исследованных нами звезд приведен в табл. 1, где последовательно представлены: 1—FBS обозначение, 2—другие названия и соответствующая литература, 3—дата наблюдений, 4—количество использованных спектрограмм для каждой звезды, 5—наша предварительная классификация этих



объектов (R или N; критерием, используемым нами при этой классификации, является спад интенсивности излучения к коротковолновой области), б—галактическая широта звезд. Табл. 1 не включает в себя данных о двух новых углеродных звездах, FBS 1331+421 и FBS 1502+359, из наших списков [3, 4], для которых многократные попытки получить спектры с помощью 2.6-м телескопа Бюраканской обсерватории, начиная с 1989 г., не увенчались успехом, из-за слабости этих звезд.

Ниже приведены краткие замечания к отдельным объектам табл. 1.

а) Принадлежность звезд NSV 00437, NSV 00679, V 458 Per и IRAS 22193+3320 к группе углеродных отмечена в предыдущих наших работах [4, 5].

Таблица 1

СПИСОК ИССЛЕДОВАННЫХ ЗВЕЗД

Название FBS	Другое название и литература		Дата набл.	Колич. спектров	Предв. класс	Гал. широта B
0110+397	NSV 00437	[20]	04.09.87	5	N	−23°.0
0137+400		[2]	24.10.89	6	N	−22.0
0144+369		[2]	04.09.87	4	R—N	+24.0
0155+384	NSV 00679	[20]	04.09.87	6	N	−22.8
0155+403	Ste85	[7]	04.09.87	5	N	−20.0
0249+382	NSV 00966	[20]	04.09.87	3	R	−19.0
0259+444		[3]	05.12.89	3	R	−12.5
0309+386	V458 Per	[22]	04.09.87	5	R—N	−16.2
0324+389		[2]	04.09.87	4	R—N	−15.0
0328+390		[2]	23.09.89	5	R—N	−14.0
0337+386		[2]	23.09.89	3	N	−13.5
0608+434	Ste85	[7]	05.03.89	5	N	+12.0
0629+433	IRAS 06291+4319	[7]	05.03.89	3	N	+15.0
0645+375		[2]	09.02.91	2	N	+16.0
0656+351		[4]	26.02.90	5	R—N	+16.5
0702+402		[2]	09.02.88	3	N	+19.5
0800+368		[4]	24.02.90	5	R	+29.5
1056+399		[2]	25.02.89	3	N	+54.0
1713+527		[1]	27.07.87	5	R—N	+35.5
1934+545		[1]	07.09.89	3	N	+16.5
2219+333	IRAS 22193+3320	[4]	19.08.90	5	N	−20.0

Примечание. R—N—поздний R, ранний N.

б) Звезда NSV 00966 в новом каталоге углеродных звезд Стивенсона [7] приведена под названием Kurt 80 и имеет очередной номер 417 в каталоге. Координаты этой звезды в указанном каталоге приведены с небольшой точностью.

в) В работе [6] впервые нами сообщается об обнаружении эмиссионной линии H_α в спектрах следующих звезд: NSV 00437, FBS 0137+400, NSV 00679, FBS 0608+434=Ste 85, FBS 1934+545 и IRAS 22193+3320.

г) IRAS 06291+4319=RAFGL 954. Данные исследования этой звезды в линиях CO приведены в работах [8—13]. Спектр в оптическом диапазоне приводится впервые в настоящей работе.

2. *Наблюдения.* Все спектры получены с помощью спектрографа UAGS, установленного в фокусе Кассегрена 2.6-м телескопа Бюраканской астрофизической обсерватории. Спектрограммы получены в виде «длина волны—поток» в относительных единицах (относительно потока на длине волны λ_0=5555 А). Подробности о наблюдениях, калибровке и стандартизации даются в первой части настоящей работы [5]. Распределения энергии в спектрах звезд табл. 1 приведены в работах [1—6].

3. *Спектрофотометрические характеристики звезд.* Полученные результаты спектральных наблюдений объектов табл. 1, позволили нам определить спектрофотометрические характеристики этих звезд. Определены цветовые температуры, индексы полос (1,0) λ 4737 А, (0,0) λ 5165 А и (0,1) λ 5635 А молекулы C_2 системы Свана, полос (6,1) λ 5730 А красной системы молекулы CN, (6,1) λ 5730 А красной системы молекулы CN, (6,1) λ 5790 А молекулы $C^{13}N^{14}$ (изотоп циана), дублета натрия λ 5890 А и индексы градиентов квазинепрерывного спектра [57]—[67] в красной и [57]—[48] синей частях спектра этих звезд. Следуя работам [14—16], идексы молекулярных полос поглощения мы определили как

$$-2.5\lg\frac{F(\lambda_1)}{F(\lambda_2)}, \qquad (1)$$

где $F(\lambda_1)$ и $F(\lambda_2)$—соответственно значения потоков у головы полос и квазиконтинуума в спектрах звезд. Участки квазиконтинуума для полос системы Свана молекулы C_2 4737, 5165 и 5635 А, расположены в районе длин волн 4810, 5245 и 5700 А, а для полос (6,1) красных систем молекулы циана и его изотопа, а также для дублета NaD—в районе 5700 А. Спектрофотометрические градиенты определены по соотношениям

$$[57]-[67]=-2.5\lg\frac{F(5700)}{F(6685)}, \tag{2}$$

$$[57]-[48]=-2.5\lg\frac{F(5700)}{F(4810)}. \tag{3}$$

Градиент [57]—[67] отражает цветовую температуру углеродных звезд.

4. *Цветовые температуры.* Весьма важной характеристикой углеродных звезд является их цветовая температура. Достаточно точное определение цветовой температуры углеродных звезд связано с большими трудностями, потому что в спектрах этих объектов не удается выделить полностью свободные от поглощения участки [17]. Принимая, что точки квазиконтинуума соответствуют длинам волн 5700 А и 6685 А, аналогично работам [14—16], мы определили индекс

$$m_{5700}-m_{6685}=-2.5\lg\frac{F(5700)}{F(6685)}. \tag{4}$$

Цветовые температуры звезд табл. 1 нами определены по известной формуле:

$$m(\lambda_1)-m(\lambda_2)=12.5(\lg\lambda_1-\lg\lambda_2)+1.56\times10^8\times\frac{1}{T_ц}\times\left(\frac{1}{\lambda_1}-\frac{1}{\lambda_2}\right) \tag{5}$$

(принимая $\lambda_1=5700$ А и $\lambda_2=6685$ А).

Перечисленные выше спектрофотометрические индексы полос поглощения, выраженные в звездных величинах, и цветовые температуры приведены в табл. 2.

С целью оценки возможных систематических ошибок при определении цветовых температур углеродных звезд нами были также получены спектрограммы 22 сравнительно ярких углеродных звезд, спектрофотометрические характеристики которых определены другими исследователями. Большая часть этих объектов имеется в списках Эглитиса [18] и Гоу [19]. При сопоставлении цветовых температур этих звезд, определенных нами и авторами работ [18, 19], наблюдается, как это видно из рис. 1, довольно хорошее соответствие, исключение составляют лишь звезды RX Peg и ST And.

Отметим также, что среди звезд табл. 1 три новые углеродные звезды FBS 0259+444, FBS 0656+351 и IRAS 22193+3320, нами отнесены к группе J-звезд, на основе присутствия в спектрах этих объек-

Таблица 2

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 21 УГЛЕРОДНОЙ ЗВЕЗДЫ

Звезда	$I(4737)$	$I(5165)$	$I(5635)$	$I(CN)$	$I(C^{13}N^{14})$	$I(NaD)$	[57]—[48]	[57]—[67]	$T_{\text{э}}$ K
NSV 00437	2^m10	2^m00	1^m50	0^m44	0^m22	0^m65	1^m15	0^m52	2700
FBS 0137+400	—	—	2.25	0.50	0.10	1.06	—	0.70	2400
FBS 0144+359	2.80	2.50	1.60	0.40	0.23	0.85	—0.83	0.35	3200
NSV 00579	1.30	1.20	0.82	0.30	—0.10	2.01	—1.30	0.67	2500
FBS 0153+403=Ste85	2.80	2.91	1.55	0.62	0.20	0.65	—1.20	0.57	2800
NSV 00966	2.60	2.68	1.60	0.50	0.25	0.81	—0.62	0.13	4000
FBS 0259+444	2.90	2.50	1.50	0.55	0.45	0.70	—0,60	—0.12*	5000*
V 458 Per	2.70	2.40	1.57	0.52	0.19	0.83	—0.83	0.50	3000
FBS 0324+389	2.70	2.50	1.70	0.60	0.25	0.85	—1.10	0.38	3200
FBS 0328+3 0	—	2.80	2.20	0.75	0.31	0.50	—	0.50	2900
FBS 0337+386	—	2.60	1.90	0.75	0.20	0.63	—	0.55	2750
FBS 0408+434=Ste35	—	—	2.20	0.44	0.27	0.90	—	0.65	2580
IRAS 06291+4319	—	1.80	1.50	0.60	—0.10	0.45	—	0.70	2530
FBS 0545+375	—	—	1.15	0.30	—0.15	0.80	—	0.55	2780
FBS 0656+351	—	2.50	1.94	0.75	0.55	0.92	—	0.37	3100
FBS 0702+402	2.80	2.30	1.50	0.50	0.22	0.55	—2.00	0.60	2750
FBS 0809+368	—	2.11	0.80	0.55	0.20	0.60	—1.45	0.43	3200
FBS 1059+399	2.00	1.70	1.50	0.38	0.10	0.65	—1.40	0.60	2890
FBS 1713+527	2.65	1.94	1.20	0.32	0.15	0.45	—0.65	0.45	3100
FBS 1934+545	—	—	1.80	0.50	0.07	0.65	—	0.65	2750
IRAS 22193+3320	—	2.00	1.80	0.45	0.40	0.85	—	0.40	2650

Примечания.—Этот знак в столбцах обозначает, что данный участок спектра звезды находится под сильной депрессией. *—Градиент [57]—[67] звезды FBS 0259+444 приводится неточно из-за дополнительной депрессии в районе 6500—6800 Å в спектре этой звезды, следовательно и $T_{\text{э}}$ приводится неуверенно.

тов интенсивной полосы $C^{13}N^{14}$—изотопической полосы циана. Как известно, в спектрах J—звезд присутствуют необычно интенсивные изотопные полосы углерода и циана [17]. Вероятно, к этой группе принадлежит и звезда FBS 0800+368.

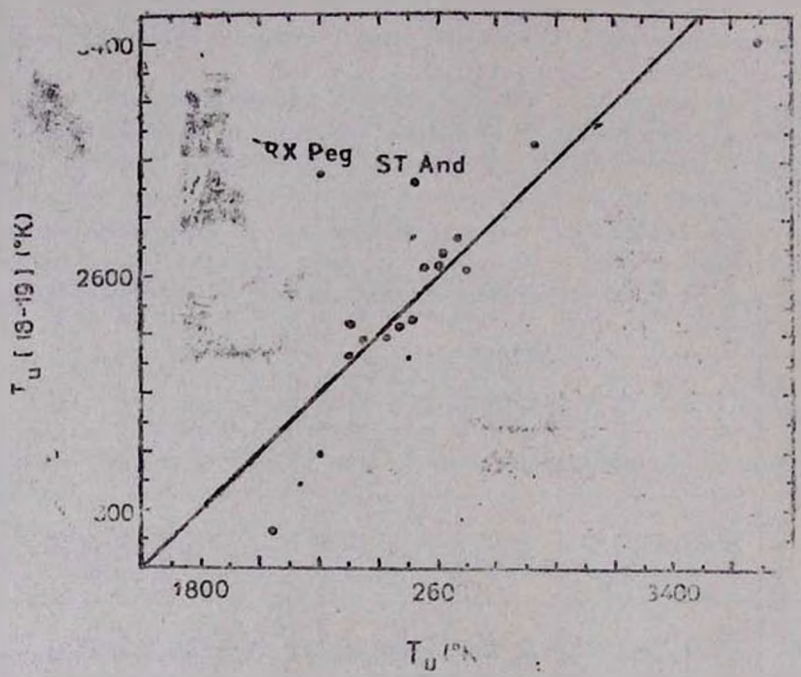


Рис. 1. Сопоставление цветовых температур (T_u), определенных нами (горизонтальная ось) и (T_u [18, 19]) авторами работ [18, 19] (вертикальная ось). Сплошная линия проведена под углом 45°.

5. *Основные результаты.* 1. Определены спектрофотометрические характеристики 21 слабой углеродной звезды в диапазоне 4625—6800 А.

2. Три новые углеродные звезды выделены нами в группу J-звезд.

3. Замечено, что разница цветовых температур звезд табл. 1, показывающих H_α-эмиссию, невелико (цветовые температуры этих звезд находятся в интервале 2450—2750°К).

Авторы выражают благодарность научному сотруднику В. Амбаряну за помощь при обработке полученных спектрограмм.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF FAINT CARBON STARS AT HIGH GALACTIC LATITUDES

II. SPECTROPHOTOMETRIC DATA FOR 21 CARBON STARS

H. V. ABRAHAMIAN, K. S. GIGOYAN

Spectrophotometric characteristics for 21 carbon stars are determined in the range of 4625—6800 A with a 3 A resolution. Three new carbon stars are atributed to the group of J—type stars.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Г. В. Абрамян, К. С. Гигоян*, Астрофизика, 31, 223, 1989.
2. *Г. В. Абрамян, К. С. Гигоян*, Астрофизика, 31, 601, 1989.
3. *Г. В. Абрамян, К. С. Гигоян*, Астрофизика, 32, 501, 1990.
4. *Г. В. Абрамян, К. С. Гигоян*, Астрофизика, 33, 317, 1990.
5. *Г. В. Абрамян, К. С. Гигоян*, Сообщ. Бюраканск. обсерв., 68 (в печати).
6. *Г. В. Абрамян, К. С. Гигоян*, Сообщ. Бюраканск. обсерв., 66, (в печати).
7. *C. B. Stephenson*, Publ. Warner and Swasey Observ., 3, No 2, 1989.
8. *B. Zuckerman, H. M. Dyck*, Astrophys. J., 304, 401, 1986.
9. *B. Zuckerman, H. M. Dyck*, Astrophys. J., 311, 345, 1986.
10. *B. Zuckerman, H. M. Dyck*, Astron. Astrophys., 209, 119, 1989.
11. *S. J. Chan, S. Kwok*, Astron. Astrophys., 207, 351, 1988.
12. *Nguyen—Q—Rieu, N. Epchtein, Troung-Buch, M. Cohen*, Astron. Astrophys., 180, 117, 1987.
13. *S. J. Chan, S. Kwok*, Asprophys. J., 334, 362, 1988.
14. *T. D. Fay, Jr., W. H. Warren, Jr., H. R Johnson, R. K. Honeycutt*, Astron. J., 79, 634 1974.
15. *Б. И. Бурнашев*. Изв. Крымской обсерв., 60, 32, 1979.
16. *И. Эглитис*, Исслед. Солнца и красн. звезд, 20, 26, 1984.
17. *Э. Алксне, А. Алкснис, У. Дзервитис*. Характеристики углеродных звезд Галактики, Зинатне, Рига, 1983.
18. *И. Эглитис*, Научн. информ. Астрон. Совета АН СССР, 67, 54, 1989.
19. *C. E Gow*, Publ Astron Soc. Pacif., 89. 510, 1977.
20. *Б. В. Кукаркин* и др., Новый каталог звезд, заподозренных в переменности блеска, Наука, М., 1982.
21. *П. Н. Холопов* и др., Общий каталог переменных звезд, т. I—II, Наука, М., 1985.
22. *П. Н. Холопов* и др., Общий каталог переменных звезд, т. I—III, Наука, М., 1987.