

Р. Х. ОГАНЕСЯН

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГОЛУБЫХ ЗВЕЗД НИЗКОЙ СВЕТИМОСТИ

В последнее десятилетие много внимания уделяется поискам и исследованию голубых объектов на больших галактических широтах [1—10]. В их число входят очень разные по своей природе объекты. Согласно [3, 5, 11—14], значительная часть более ярких из них является звездами, причем они относятся к довольно широкому диапазону спектральных классов, в том числе O и B. Что касается слабых голубых объектов, то многие из них являются квазизвездными радиоисточниками и оптическими квазизвездными объектами [13, 15, 16].

Бергер [12], Грийстейн [14] и другие отмечают, что голубые звезды, находящиеся на больших галактических широтах, по своим свойствам отличаются от обычных горячих звезд населения типа I. Здесь имеются белые карлики, субкарлики, звезды с составными спектрами, голубые звезды главной последовательности и звезды, подобные звездам горизонтальной ветви в шаровых скоплениях, а также Новые звезды до и после вспышки и ядра планетарных туманностей. Эти объекты, кроме белых карликов, образуют на диаграмме спектр-светимость так называемую бело-голубую последовательность, описанную Воронцовым-Вельяминовым в 1946 году.

В связи с этим, а также исходя из сходства пространственных распределений этих объектов и планетарных туманностей, Г. А. Гурзадян [17—20] высказал мнение, что часть звезд ранних типов, не входящих в состав звездных ассоциаций, а также некоторые из объектов Хюмассона-Цвикки могут быть бывшими ядрами планетарных туманностей.

В настоящей работе произведена спектрофотометрия звезд, близких по своим светимостям и цветам к ядрам планетарных туманностей. Поскольку ядра планетарных туманностей на диаграмме спектр-светимость расположены в основном ниже главной последовательности, нами были выбраны из списка А. Клемола 30 звезд спектральных типов O—B5, удовлетворяющих этому условию. При этом мы были вынуждены ограничиться сравнительно яркими звездами, доступными спектрофотоме-

рическим наблюдениям на 8" телескопе системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории (дисперсия 430 Å/мм у H_γ). С другой стороны, чтобы исключить из рассмотрения белые карлики, мы ограничились звездами, абсолютно более яркими, чем +9^m. В настоящем сообщении приводятся результаты проведенных в 1963—1968 гг. наблюдений 27 из них.

Для указанных звезд были получены 164 годные для обработки спектрограммы на пластинках „Agfa spezial“, „ORWO Astroplatte“, „U-2 spezial“ и „Kodak OaO“. В качестве стандарта для каждой исследуемой звезды были использованы 2—3 звезды сравнения с известными спектральными классами. Микрофотограммы были получены с помощью саморегистрирующего микрофотометра МФ-4.

Данные об исследованных звездах и количестве обработанных спектрограмм приведены в табл. 1. В табл. 2 приведены спектральный класс и видимая величина звезд сравнения для каждой из исследованных звезд. Так как параметры непрерывного спектра звезд сравнения неизвестны, то для каждого спектрального класса были использованы средние значения по определению Шалонжа и Барбье [21]. При этом различным подклассам звезд сравнения приписывались приведенные ниже значения абсолютного спектрофотометрического градиента для области λ 4700—3900 Å и скачка D за пределом бальмеровской серии:

Спектр	φ_D	D	Спектр	φ_D	D
B9	0,94	0,36	A5	1,36	0,39
A0	1,00	0,47	F0	1,70	0,28
A2	1,19	0,44	F2	1,74	0,22
A3	1,31	0,42	F5	2,01	0,17

Результаты для одной и той же звезды, полученные по разным звездам сравнения, хорошо согласуются между собой. Тем не менее, использование стандартных значений для спектрофотометрических параметров звезд сравнения вносит, несомненно, в наши результаты значительные ошибки. Однако приближенная спектрофотометрия избранных нами для исследования объектов все же представляет значительный интерес.

В табл. 3 приведены результаты наших наблюдений для отдельных звезд. Здесь даны средние значения абсолютных спектрофотометрических градиентов и значения скачка интенсивности у предела бальмеровской серии с указанием их среднеквадратических ошибок. Из табл. 3 видно, что величины спектрофотометрических градиентов некоторых звезд значительно меньше, чем у нормальных звезд того же спектрального класса населения типа I. У некоторых звезд скачок

№ п/п	Звезда	α (1900)	δ (1900)	b^{II}	V	Sp	n
1	BD-15°115	0 ^h 33 ^m 4	-15°33'	-77°	10. ^m 9	B2	8
2	AC+9°612	0 42.3	+ 9 27	-53	10.3	Bp	8
3	BD-12°194	0 42.2	-12 25	-75	11.8	Op	2
4	BD-11°162	0 47.4	-11 12	-74	11.2	Op	7
5	BD+1°169	0 51.6	+ 1 25	-61	9.4	B5V	5
6	BD-2°524	2 52.7	- 2 24	-51	10.3	B4	7
7	BD+75°325	7 48.4	+75 16	+32	9.6	SdO	20
8	BD+50°1631	9 14.7	+50 31	+44	10.0	BO	6
9	BD+16°2114	10 16.5	+16 02	+53	10.0	B1	5
10	BD+10°2179	10 33.7	+10 34	+55	10.0	Bp	5
11	F 34	10 33.7	+43 37	+59	11.2	DO	3
12	BD+38°2182	10 43.6	+38 32	+62	11.3	B2	4
13	F 40	11 16.6	+11 52	+64	11.2	B4	2
14	BD+6°2461	11 27.7	+ 5 50	+61	10.2	BO	4
15	BD+19°2515	11 51.7	+18 53	+74	10.2	B5	3
16	BD+36°2268	12 20.4	+36 32	+79	10.4	B3V	2
17	BD+25°2534	12 32.5	+25 37	+86	10.5	Op	5
18	HD 113001	12 55.6	+36 17	+82	10.6	Op	5
19	HD 127493	14 26.6	-22 13	+36	10.0	SdO	2
20	HD 128220	14 30.6	+19 39	+65	8.5	Op	5
21	BD+20°3004	14 34.9	+19 52	+64	10.2	B5	3
22	BD+33°2642	15 48.0	+33 15	+51	10.8	Op	9
23	BD+28°4177	21 40.6	+29 06	-19	10.0	B1 IV	7
24	BD+28°4211	21 46.8	+28 22	-20	10.9	sdO7p	18
25	BD+25°4655	21 55.2	+25 58	-24	9.4	sdO	5
26	HD 216135	22 45.1	-13 50	-59	10.1	B3	6
27	HD 218970	23 07.3	-21 40	-67	9.8	B3	8

интенсивности у предела бальмеровской серии отсутствует, а у звезд BD + 50° 1631 и BD + 16° 2114 величины скачка получаются гораздо больше, чем должно быть для соответствующего спектрального типа.

Результаты спектрофотометрических измерений для звезды BD-15° 115, у которой зарегистрированы изменения непрерывного спектра, приведены в табл. 4. Спектрофотометрические градиенты, приведенные в табл. 4, позволяют предполагать о возможной переменности спектрального распределения у этой звезды, но на основании имеющегося материала, однако, недостаточно утверждать реальность переменности этой звезды. Для этого нужны дополнительные исследования.

Таблица 2

№ п/п	Звезда	Звезды сравнения	Спектр	m_V
1	2	3	4	5
1	BD-15 115	HD 3793	F5	9. ^m 2
		HD 3594	F0	8.8
2	AC+9°6-12	BD-9 83	A0	8.9
		BD+10 78	A2	9.3
		BD-8 99	A0	8.7
3	BD-12 134	HD 5055	F0	8.7
		BD-11 162	Op	11.2
4	BD-11°162	HD 5055	F0	8.7
		BD+1 169	B5V	9.4
5	BD+1°169	BD+1 198	A5	9.1
		BD+0 174	F0	6.2
		BD+1°159	F5	9.2
		BD+1 172	F5	9.1
6	BD-2 524	HD 18633	B9	5.5
		HD 19512	A3	9.9
7	BD+75 325	HD 59641	A0	8.3
		HD 62508	A2	9.1
		HD 66633	F0	8.5
8	BD-50 1631	HD 80608	B9	6.9
		HD 78797	A0	9.3
		HD 79633	A3	9.3
		HD 80233	A0	6.6
9	BD+16 2114	BD+17 2218	A2	9.0
		BD+17 2211	A2	8.7
		BD+15 2192	B9	6.0
10	BD+10 2179	BD+10 2197	A3	9.1
11	AC+43 444-112	BD+43 2011	F0	7.7
		BD+44 1995	A5	7.3
12	BD+38 2182	BD+39 2382	F0	10.3
		BD+38 2181	F5	10.6
13	AC+11 1649-59	BD+12 2319	A0	6.8
		BD+12 2322	F0	10.1
14	BD+6 2461	BD+4 2463	F0	6.5
		BD+5 2521	F2	8.7
		BD+4 2498	F2	9.0

1	2	3	4	5
15	BD+19°2515	A 19°2492	B9	8 ^m .7
		A 20°2062	F0	9.0
16	BD+36°2268	BD+35°2337	A2	
		BD+37°2278	A2	6.8
17	BD+25°2534	BD+26°2352	A3	6.6
		BD+26°2353	A3	6.7
		BD+27°2138	A3	6.5
18	HD 113001	AG 1235	A0	8.7
		HD 112870	F0	9.5
19	HD 127493	HD 127322	A0	9.0
		HD 127208	B8	6.9
20	HD 118220	SAOSC 101667	A3	8.6
		BD+20°2998	F5	9.2
		BD+19°2841	F5	8.9
21	BD+20°3004	SAOSC 101667	A3	8.6
		BD+20°2998	F5	9.2
		BD+19°2841	F5	8.9
22	BD+33°2642	HD 141932	F0	9.1
		HD 141429	A5	8.9
		HD 141268	A0	7.6
		HD 142092	F5	8.7
23	BD+28°4177	SAOSC 089965	A2	8.7
		SAOSC 089985	F0	9.1
		SAOSC 090120	A0	9.2
24	BD+28°4211	BD+28°4177	B1 IV	10.0
		SAOSC 089965	A2	8.7
		HD 207900	F0	
		SAOSC 090073	F5	8.9
25	BD+25°4655	SAOSC 090156	A5	8.6
		SAOSC 090171	A3	7.6
		SAOSC 090179	A0	8.0
26	HD 216135	SAOSC 165274	A2	9.0
		SAOSC 165298	B9	5.7
		SAOSC 165310	F0	8.5
		SAOSC 165332	F5	8.9
27	HD 218970	HD 217640	A5	8.6
		HD 219406	A3	8.4
		HD 219545	A0	8.7

Таблица 3

Звезда	φ_n	D
AC+9°6—12	0.52±0.10	0.18±0.02
BD—12°134	0.63±0.01	0.00
BD—11°162	0.86±0.02	0.00
BD+1°169	0.97±0.04	0.23±0.03
BD—2°524	0.87±0.10	0.22±0.02
BD+75°325	0.64±0.10	0.00
BD+50°1631	0.73±0.02	0.15±0.03
BD+16°2114	0.62±0.14	0.15±0.01
BD+10°2179	0.73±0.08	0.12±0.03
AC+43°444—112	0.57±0.10	0.00
BD+38°2182	0.73±0.03	0.02±0.01
AC+11°1649—59	0.76±0.02	0.16±0.03
BD+6°2461	0.74±0.06	0.07±0.02
BD+19°2515	0.81±0.13	0.34±0.01
BD+36°2268	0.68±0.07	0.17±0.02
BD+25°2534	0.33±0.02	0.05±0.03
HD 113001	0.60±0.05	0.02±0.02
HD 127493	0.54±0.04	0.11±0.04
HD 128220	1.74±0.05	0.05±0.03
BD+20°3004	1.23±0.10	0.21±0.03
BD+33°2642	0.71±0.08	0.13±0.02
BD+28°4177	0.75±0.07	0.10±0.02
BD+28°4211	0.53±0.10	0.00
BD+27°4655	0.54±0.06	0.00
HD 216135	0.73±0.06	0.20±0.04
HD 218973	0.58±0.12	0.22±0.03

Таблица 4

BD—15°115		
Дата	φ_n	D
5.IX.1964	0.51	0.14
10.IX.1964	0.68	0.13
29.X.1964	1.01	0.12
1.XI.1964	1.03	0.13
2.XI.1964	0.80	0.13
13.VIII.1967	0.82	0.13
3.IX.1967	0.57	0.13
13.IX.1967	1.05	0.10

Ниже мы отметим характерные особенности для каждой из исследованных звезд.

AC + 9° 6 — 12. Спектральный тип этой звезды по [11] — V_p , но, как отмечает Клемола, по бальмеровским линиям эта звезда относится к типу $B5$. Линии водорода в спектре очень интенсивны и видны до H_{11} . Присутствует также линия $HeI \lambda 4026$. Цвета $B - V$ и $U - V$ соответствуют спектральному типу $B1$. Из табл. 3 следует, что по спектрофотометрическому градиенту эта звезда типа O , а по величине бальмеровского скачка спектр соответствует типу $B3$. Весьма возможно, что она является бывшим ядром планетарной туманности.

BD — 12° 134. Звезда является ядром известной планетарной туманности NGC 246. Как отмечает Клемола [11], эта звезда имеет почти чистый непрерывный спектр. В спектре видна лишь линия $HeII \lambda 4686$. Нет скачка интенсивности у предела бальмеровской серии.

Мияковский [22] отмечает, что ядро NGC 246 является двойной системой: горячий субкарлик + звезда типа G . По спектрофотометрической температуре, найденной нами, спектральный тип $O7$. По [11] $B - V = -0^m33$; $U - V = -1^m24$. Спектр O_p .

BD — 11° 162. Слабая голубая звезда, обнаруженная Высоцким [23], который определил ее собственное движение. Согласно [24], тригонометрический параллакс равен 0.021 ± 0.008 , которому соответствует $M_v \approx 7^m7$. Следовательно, эта звезда не может быть белым карликом. Спектральный тип этой звезды — $B2$ по [24] и O_p по Клемола; последний отмечает, что по бальмеровским линиям спектральный тип звезды $O8$. Линии водорода в спектре достигают значительной ширины, а последней разрешимой линией является H_7 . Бальмеровский скачок не обнаруживается. По спектру звезда похожа на $BD + 28° 4211$, хотя у последней линии водорода несколько сильнее и отчетливее. Клемола [11] отмечает также, что по спектру $BD - 11° 162$ сходна со звездой HD 14605 (типа Be). Звезда имеет ультрафиолетовый избыток $U - V = -1^m10$, что соответствует типу $O9.5$. $B - V = -0^m10$ по Клемола и -0^m13 по Высоцкому. Но показатель цвета $B - V$ и полученное нами значение спектрофотометрического градиента ($\varphi_n = 0.86$) соответствуют звезде спектрального типа $B7 - B8$. Однако Цвикки [25], а также Гринстейн [30] предполагают, что спектр этой звезды составной ($O_p + G$). Если это так, то спектрофотометрический градиент в фотографической области и $B - V$ должны, очевидно, представлять собой среднее взвешенное из соответствующих значений для обоих компонентов. Поэтому, естественно, что эти величины совпадают с таковыми для звезд типа $B8$. Что касается цвета $U - V$, то он практически не искажен влиянием

компонента G и, как видно из приведенного значения, является вполне нормальным для звезды типа O9.5—B0.

BD+1°169. Спектральный тип этой звезды B5V. Спектрофотометрический градиент в интервале λ 3900—4700 Å $\varphi_b=0.97$. Звезда принадлежит населению типа I.

BD-2°254 = F 29. Спектральный тип этой звезды B3 III по [7] и B4 по [11]. По сообщению Бергера [12], при дисперсии 18 Å/мм видны слабые линии O II и N I, а крылья бальмеровских линий более широкие, чем у стандартной звезды HD 21438 типа B3 III. Он считает вероятным спектральный тип B3—B5 IV. Спектрофотометрические данные, полученные нами, соответствуют типу B4.

BD+50°1631. Спектральный тип этой звезды в [11] определен как B0. Но величины B—V и U—B, полученные Клемола, а также полученные нами спектрофотометрический градиент и бальмеровский скачок соответствуют типу B2 V. По-видимому, BD+50°1631 является звездой типа B2 главной последовательности.

BD+16°2114. Согласно Клемола, тип этой звезды B1. По цвету (B—V = -0^m17 и U—B = -0^m66) она похожа на звезды типа B3—B4. По нашим наблюдениям, скачок интенсивности у предела бальмеровской серии также соответствует типу B3, а спектрофотометрический градиент ($\varphi_b = 0.62$) типу O7—O8. Здесь, таким образом, нет соответствия между цветом и спектрофотометрической температурой.

BD+10°2179. Эта звезда очень богата гелием. Она подробно изучена Клемола [26], спектр—B3, а по [11]—Bp. Водородные линии чрезвычайно слабы, а линии He I очень сильны. Достаточно сильны межзвездные линии Ca II H и K. По этим линиям была определена абсолютная визуальная величина; она оказалась равной около -1^m6. Определены также значения параметров атмосферы звезды: $\lg N_e = 14.23$; $g_{2,eff} = +3.0$, температура оценена в 18600 °K и отношение He/H = 330. Спектр похож на спектр гелиевой звезды HD 124448. По оценке А. Кенон [27] в 1929 г. BD+10°2179 принадлежала спектральному типу F8. Пекулярность звезды отмечена также в [28] без указания спектрального типа. Высоцкий и Балз [29] определяют спектральный тип как O7, а Каули [6]—как B0. В [26] приведена величина скачка интенсивности у предела серии (2^3p-n^3D) нейтрального гелия. Среднее значение этой величины равно 0.08. Там же отмечается, что у предела серии (2^1p-n^1D) He I скачка не обнаружено. Радиальная скорость равна +155 км/сек, фотоэлектрические наблюдения дают $V = 9^m.95$. B—V = -0^m18 и U—B = -0^m90. По цвету спектр соответ-

стствует типу В3V. По нашим наблюдениям, спектральный тип соответствует В2.

$F 34 = AC + 43^{\circ} 444 - 112$. Эта звезда изучена в работах [6, 7, 12, 30]. Согласно [6], она относится к спектральному классу В2 и имеет $CI = -0^m 28$. Фейге [7] относит эту звезду к белым карликам; Бергер [12] считает, что по своим спектроскопическим характеристикам она принадлежит к населению типа II. Там же отмечается, что исходя из собственного движения этой звезды, Лейтен оценивает абсолютную визуальную величину $F 34$ около $+6^m$. В спектре этой звезды при дисперсии в $18^{\circ}/\text{мм}$ видны линии бальмеровской серии вплоть до H_{δ} , а также линия $He II \lambda 4686$. По своему спектру $F 34$ сходна со звездой $BD + 28^{\circ} 4211$. Эгген и Гринстейн [30] считают звезду $F 34$ белым карликом спектрального типа O. По их определению $B - V = -0^m 30$; $U - V = -1^m 35$, а абсолютная визуальная величина $M_V = +10^m 0$.

Из наших спектрофотометрических наблюдений следует, что у этой звезды отсутствует бальмеровский скачок, а спектрофотометрический градиент в области $\lambda \lambda 4700 - 3900 \text{ \AA}$ $\varphi_b = 0.57 \pm 0.10$, что соответствует очень высокой температуре $T = 52000 \text{ }^{\circ}\text{K}$. Очень вероятно, что и $F 34$ являлась в прошлом ядром планетарной туманности.

$BD + 38^{\circ} 2182$. По фотозлектрическим наблюдениям Клемола [11] и нашим спектрофотометрическим данным, звезда имеет спектральный тип В2. Во время наших наблюдений звезда не показала заметных изменений. Если принять, что среднее значение абсолютной визуальной величины для голубых звезд спектрального типа В2 на больших галактических широтах равно $+2^m 1$ [11], то расстояние до звезды получается равным 680 парсек. Если же использовать среднее значение абсолютной визуальной величины нормальной звезды В2V ($M_V = -2^m 5$), то расстояние равно 5600 парсек.

$BD + 6^{\circ} 2461$. Эта звезда в каталоге Клемола [11] отмечена как звезда спектрального типа В0, по Каули [6] — спектральный тип В5, $CI = -0^m 30$. Фотозлектрические измерения Клемола ($B - V = -0^m 24$ и $U - V = -0^m 94$) и наши спектрофотометрические наблюдения ($\varphi_b = 0.74$ и $D = 0.07$) согласуются между собой и указывают на принадлежность этой звезды типу ВIV. По Гринстейну, спектр звезды типа Впр, линии He сильные [31]. Вероятно, эта звезда принадлежит галактическому гало.

$F 40 = AC + 11^{\circ} 1649 - 59$. Звезда наблюдалась Фейге [7] в 1958 г., затем в 1962 г. ее наблюдал фотозлектрически Клемола [11], по дан-

ным которого F 40 имеет спектр B4 ($V=11^m19$, $B-V=-0^m15$, $U-B=-0^m60$). По [14], она является нормальной звездой типа B5. Там же приведены следующие результаты фотоэлектрических измерений: $V=11^m1$; $B-V=0^m12$; $U-B=-0^m64$. По нашим спектрофотометрическим наблюдениям ($\varphi_b=0.76 \pm 0.02$, $D=0.16 \pm 0.03$), спектр F 40 соответствует типу B3.

BD+19°2515. По Фейге [7], звезда типа B5. По интенсивности бальмеровской серии и линиям He I λ 4471 и λ 4026, а также по линиям Si II λ 4129, Mg II λ 4481 она выглядит нормальной звездой типа B8 V [12]. В списке Клемола [11] звезда отмечена как B8. Фотоэлектрические значения $B-V=-0^m14$ и $U-B=-0^m45$ [11] и спектрофотометрические данные, полученные нами, указывают на принадлежность звезды к спектральному типу B5—B6. Возможно, что она в фотографической и ультрафиолетовой области спектра имеет некоторый избыток энергии.

BD+36°2268=HZ 25. Согласно Хюмассону и Цвикки [2], эта звезда имеет спектр B5. Клемола [11] и Гринстейн [14] считают ее нормальной звездой типа B3 V. В [14] отмечается также, что она является вращающейся звездой и имеет сильные линии поглощения. Фотоэлектрические цвета по [11, 14] таковы: $V=10^m42$; $B-V=-0^m21$; $U-B=-0^m79$ (-0^m80). Близкие значения получены Бертилом [32]: $V=10^m48$, $B-V=-0^m30$. Полученное нами значение спектрофотометрического градиента, $\varphi_b=0.68 \pm 0.07$, слишком мало для звезды типа B3V; оно соответствует спектральному классу O8—O9.

BD+25°2534. Как очень голубая звезда она была выявлена впервые Мальмквистом [1] в 20-х годах во время исследования им показателей цвета и спектров звезд в области вокруг северного галактического полксса. Согласно Бааде [33], это нормальная звезда типа B8. В последние годы на эту звезду было снова обращено внимание при поисках голубых звезд с 48" камерой Шмидта Паломарской обсерватории. Позднее Шток и Слеттебак [8] заметили эту звезду на пластинках, полученных с камерой Шмидта и объективной призмой. Оказалось, что это одна из самых голубых звезд на небе. Мюнч получил спектр этой звезды с большой дисперсией. Он обнаружил сильные линии водорода, а также линии He II λ 4686 A и некоторые слабые линии He I. Согласно Мюнчу, звезда обладает очень большим температурным градиентом, или же атмосфера звезды окружена оболочкой, в которой возникают бальмеровские линии и бальмеровский скачок. Грин-

стейн [14] оценивал спектр этой звезды как sdOr, в списке Каули [6] она отмечена как B2, а в работе Клемола [11] — Or. Результаты фотоэлектрических наблюдений ряда авторов выглядят так:

	V	B-V	U-B	CI
Слеттебах, Бахлер. Шток [34]	10. ^m 51	-0. ^m 30	-1. ^m 08	—
Эгген и Савдейдж [35]	10.51	-0.26	-1.19	—
Клемола [11]	10.54	-0.28	-1.11	—
Фейге [7]	10.3	—	—	-0. ^m 30
Каули [6]	10.6	—	—	-0.28
Гринстейн и Эгген [31]	10.54	-0.31	-1.15	—

HD 113001. По Клемола, спектр звезды по бальмеровским линиям соответствует O8, а по линиям HeI — B2. Бальмеровский скачок не обнаружен. По спектру, полученному с дисперсией 420 Å/мм около H_{γ} , звезда сходна с BD +28°4211. Валлерштейн и Спиррад в 1964 г. [36] нашли, что HD113001 — двойная (O9 + F2). Синий компонент имеет $M_V = +3.^m6$. Расстояние этой звезды порядка 250 парсек. Система находится очень близко к северному галактическому полюсу. Общая масса системы $3M_{\odot}$. Из наших наблюдений следует, что звезда очень горячая — для нее $T_c = 37000^{\circ}$ К. Скачка интенсивности у предела бальмеровской серии практически нет ($D = 0.02 \pm 0.02$). Во время наших наблюдений (23.II — 13.VII.66 г.) спектрофотометрических изменений не обнаружено.

Так как эта звезда имеет низкую светимость, очень высокую температуру и сходна со звездой BD +28°4211, то она может быть бывшим ядром планетарной туманности.

HD 127493. По Гринстейну, это очень горячая звезда. Линии HeII сильнее линий водорода, а линии NeIII — сильнее линий NeII. Кроме того, в спектре видно много линий Si IV и Si III. Звезда классифицирована как sdO8p [37]. Среди многочисленных голубых и белых карликов и горячих субкарликов с сильными линиями гелия есть и такие, которые имеют необычный спектр, указывающий на наличие протяженной оболочки или мощного выброса [38]. Присутствие протяженной оболочки заподозрено также у HD 127493. Гринстейн отмечает также, что большинство резких линий Ne III и Si IV соответствует метастабильным уровням высокого возбуждения. Эта звезда, наряду со звездами HZ 1,3, BD +75°325, BD +25°2534, HZ44 и BD +25°4655, отнесена Гринстейном [30, 35] к группе горячих субкарликов.

Г. А. Гурзаян [17] в 1958 году высказал предположение, что HD 127493 может быть бывшим ядром планетарной туманности. Мы не располагаем данными, указывающими на переменность этой звезды. По-

лученные нами параметры непрерывного спектра ($\tau_n = 0.54$, $D = 0.11$) указывают на очень высокую температуру звезды — 70000 К. Не исключена возможность, что эта звезда действительно является бывшим ядром планетарной туманности.

HD 128220. По бальмеровским линиям эта звезда типа O9. Однако в спектре видны полоса G и линия K. По Каули [6], спектр этой звезды типа B2, а показатель цвета $C_I = +0^m.28$, что не соответствует этому спектральному классу. Он предполагает, что звезда двойная и вероятно имеет красный спутник. Гринштейн [31] также считает ее двойной. В [39] отмечается, что полученная Хербигом спектрограмма этой звезды (дисперсия 16 Å/мм) имеет составной характер. Наиболее сильными линиями спектра являются линии гелия и O III. Звезда находится на расстоянии 500 парсеков от плоскости Галактики.

По Валлерштейну и Корне [40], абсолютные величины обоих компонентов равны нулю. По их мнению, эта звезда находится в стадии, за которой может последовать образование планетарной туманности, или может иметь место вспышка новой или даже сверхновой. С точки зрения Валлерштейна [41], эта звезда может быть затменной двойной системой.

Фотоэлектрические наблюдения ряда авторов [42, 43, 44, 45] показывают, что до и после предсказанного момента затмения (6 июня 1966 г.) изменения блеска HD 128220 не обнаружено. Согласно [41], система состоит из звезд sdO9 + G0 III.

Спектрофотометрические данные, полученные нами в разные годы, также не показывают заметных изменений. Спектрофотометрический градиент в фотографической области соответствует звезде типа F0; а бальмеровский скачок (с учетом интенсивного ультрафиолетового континуума) — звезде типа O9—B0.

BD + 33° 2642. Эта звезда изучена рядом авторов [11, 46, 47]. Клемола [11] отмечает, что по линиям водорода спектр соответствует типу O7. Бальмеровские линии слабы, но очень резки. Спектр этой звезды в системе МК близок к B0 III или B0 Ib. По слабым линиям Гринштейн определил ее спектральный тип как B2p.

По наблюдениям Ириарте [46], спектр этой звезды подобен спектру γ Peg (B2 IV), но у BD + 33° 2642 линии водорода и He I 3926 несколько более резкие, чем у γ Peg. Полагая спектральный тип B2 IV, он оценивает расстояние BD + 33° 2642 в 5500 пс, а расстояние ее от плоскости Галактики в 4200 пс.

Спектр звезды очень подробно исследован Травингом [47], определившим некоторые физические параметры ее атмосферы. Он отмечает, что относительное содержание гелия приблизительно такое же, как у звезды главной последовательности τ Sco. Цвет звезды соот-

ветствует спектральному типу В2. Имея в виду ее высокую галактическую широту ($b=51^\circ$), звезду можно отнести к населению гало. Найденные вышеупомянутыми авторами [11, 46] цвета этой звезды хорошо согласуются между собой и соответствуют спектральному классу В2.

По нашим измерениям спектрофотометрический градиент этой звезды соответствует спектральному типу В0, а бальмеровский скачок—В2. По-видимому, это действительно нормальная звезда галактического гало.

BD+20°3004. Спектральный тип этой звезды, по Каули [6]—В8, в работе Клемола [11] она отмечена как звезда типа В5, по Фейге—В5r, по Гринштейну [31]—Врк.

Бергер [12] отмечает, что линии He I кажутся нормальными для звезды типа В5. Он считает вероятным спектральный тип В5 III. Цвета, полученные этими авторами, хорошо согласуются между собой. Спектрофотометрический градиент, полученный нами, соответствует звезде типа А2, а бальмеровский скачок—типа В5.

BD+28°4177. В каталоге Моргана и Уитфорда [48] эта звезда классифицирована как В1 III. В ее спектре были обнаружены линии He II, а также сильные линии Si III и OII [49]. По линиям NII светимость звезды оценивалась как В1 IV. По линиям гелия спектральный тип определен как В0, а по линиям Mg II—как В2. Спектр *BD+28°4177* похож на спектры звезд τ Скорпиона, γ Пегаса, τ Геркулеса. Она является звездой населения I типа. Абсолютная визуальная величина ее равна -4^m1 . Ее считают бегущей звездой—как μ Голубя и АЕ Возничего. Фотоэлектрические цвета, определенные Тиффтом [50], соответствуют спектральному типу В05—В1. Расстояние до *BD+28°4177* оценивается этими авторами в 4600 пс, а радиальная скорость равна $+112$ км/сек. По Моргану, $M_V = -4^m7$, расстояние—5000 пс. По полученным нами спектрофотометрическим данным, спектр этой звезды соответствует типу В2.

BD+25°4655. По Гринштейну [31, 37], звезда является субкарликом типа Об. Он подчеркивает, что звезда бедна водородом: линии HeII сильнее линий водорода, линии NII сильнее NIII. В спектре видны линии Si III, C III и сильные линии Ne IV.

Эту звезду исследовал Мюнч. Она подробно описывается в [33]. По Бааде, отношение He/H для *BD+25°4655* равно 4. Он отмечает, что это очень старая звезда, ее абсолютная визуальная величина $M_V > +3$. Она очень горячая и является одной из самых голубых звезд галактического гало.

Электрофотометрические данные для этой звезды, полученные по нашей просьбе Т. А. Поляковой (ЛГУ) в 1967 г., следующие: $V=9^m.71 \pm 0^m.16$; $B-V=-0^m.32 \pm 0^m.01$. Наблюдения В. А. Гаген-Торна 1968 г. таковы: $V=9^m.66$; $B-V=-0^m.27$; $U-B=-1^m.14$. По нашим наблюдениям, спектрофотометрический градиент звезды $\varphi_v=0.54$, чему соответствует очень высокая температура—70000 °К. Скачка интенсивности у предела бальмеровской серии нет. Весьма возможно, что звезда является ядром бывшей планетарной туманности.

HD 216135. По работе Клемола [11], спектр этой звезды типа В3. В каталоге HD она отмечена как А0. Гринштейн [31] определяет ее тип как sdBk(sdB5). Цвет звезды соответствует В3—В4. Полученные нами спектрофотометрические данные хорошо согласуются с типом В3V. Данных о расстоянии этой звезды не имеется.

HD 218970. По Каули [6], тип этой звезды—А0р. $CI=-0^m.27$. В каталоге HD указан спектральный тип В8, а в [11]—В3.

Значения спектрофотометрического градиента, полученные нами для этой звезды, соответствуют спектральному типу О7—О8, а бальмеровский скачок—спектральному типу В3—В4.

BD—15° 115. Согласно Каули [6], эта звезда относится к спектральному типу В5 и имеет $CI = -0^m.24$. Клемола [11] исследовал ее фотоэлектрически и получил следующие данные: $V=10^m.88$; $B-V=-0^m.23$; $U-B=-0^m.79$. Спектральный тип, согласно [11],—В2. По нашей просьбе эту звезду в 1968 г. наблюдал В. А. Гаген-Торн на электрофотометре обсерватории Ленинградского университета. Результаты его наблюдений таковы: $V=11^m.20$; $B-V=-0^m.17$ и $U-B=-0^m.98$. Звезда сравнивалась с ω^2 Aqr В8 V ($V=4^m.51$, $B-V=-0^m.04$; $U-B=-0^m.13$). Звезда BD—15° 115, возможно, является бывшим ядром планетарной туманности.

BD+75° 325. Эта звезда подробно исследована рядом авторов [51—56]. Она обсуждалась также в [20]. Согласно [57], для BD+75° 325 $V=9^m.54$; $B-V=-0^m.37$, а результаты фотоэлектрических наблюдений В. А. Гаген-Торна в 1968 г. таковы: $V=9^m.60$; $B-V=-0^m.33$ и $U-B=-1^m.11$. Она сравнивалась со звездой γ Cam ($V=4^m.66$, $B-V=+0^m.03$; $U-B=+0^m.05$, Sp—A3 IV). Данные наблюдений BD+75° 325 позволяют предположить, что эта звезда, возможно, является бывшим ядром планетарной туманности.

BD+28° 4211. Подробности об этой звезде можно найти в работе [20], где приведена также и библиография. Здесь следует лишь

добавить, что фотозлектрические данные ($B-V=-0^m39$; $U-B=-1^m26$), полученные по нашей просьбе в 1965 г. Т. А. Поляковой (обсерватория АГУ), хорошо согласуются с данными Хилтнера и Джонсона ($V=10^m54$; $B-V=-0^m34$; $U-B=-1^m26$).

Приведенные данные можно резюмировать следующим образом:

1. Звезды $BD+28^{\circ}4211$, $BD+75^{\circ}325$, $BD-15^{\circ}115$, $AC+9^{\circ}6-12$, $BD-11^{\circ}162$, $BD+25^{\circ}2534$, $HD113001$, $HD127493$, $BD+25^{\circ}4655$, $HD218970$ обладают низкой светимостью, принадлежат к галактическому гало, имеют высокие спектрофотометрические температуры и очень голубой цвет. Таким же свойством обладает и большинство ядер планетарных туманностей. В качестве примера может служить изученное нами ядро NGC 246 ($BD-12^{\circ}134$). Хотя близость значений спектрофотометрических градиентов и цветов сама по себе не может рассматриваться как доказательство высказанной точки зрения, однако многочисленность таких сходных объектов, близость абсолютных величин, а также сходство пространственного распределения позволяет полагать, что, по крайней мере, относительно части этих объектов такое заключение является правильным,

2. Звезды $BD+1^{\circ}169$, $BD-2^{\circ}524$, $BD+19^{\circ}2515$, $BD+20^{\circ}3004$ и $BD+28^{\circ}2177$ являются звездами I типа населения.

3. Звезды $BD+50^{\circ}1631$, $BD+16^{\circ}2114$, $BD+38^{\circ}2182$, $BD+33^{\circ}2642$, $BD+10^{\circ}2179$ и $HD 128220$ по своим характеристам очень похожи на звезды типа В-А горизонтальной ветви в диаграмме Рессела для шаровых скоплений.

Май 1969 г.

Ռ. Խ. ՕԳԱՆԵՍՅԱՆ

ՅԱՄԻ ԼՈՒՍԱՏՎՈՒԹՅԱՆ ԿԱՊՈՒՅՑ ԱՍՏՂԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐՈՖՈՏՈՏՈՆՆԵՐԻԿ
ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Կատարված է մոլորակաձև միգամածութիւնների միջուկներին լուսա-
տվութիւմը և գույներով մոտիկ 27 աստղերի սպեկտրոֆոտոմետրիկ
ուսումնասիրութիւնը:

Ցույց է տրված, որ՝

1. $BD+28^{\circ}4211$, $BD+75^{\circ}325$, $BD-15^{\circ}115$, $AC+9^{\circ}6-12$, $BD-11^{\circ}162$, $BD+25^{\circ}2534$, $HD 113001$, $HD 127493$, $BD+25^{\circ}4655$ և $HD 218970$ աստղերը կարող են լինել մոլորակաձև միգամածութիւնների հավանական նախկին միջուկներ:

2. $BD+1^{\circ}169$, $BD-2^{\circ}524$, $BD+19^{\circ}2515$, $BD+20^{\circ}3004$ և $BD+28^{\circ}2177$

աստղերը պատկանում են Գալակտիկայի I տիպի բնակչությանը:

3. $BD+50^{\circ}1631$, $BD+16^{\circ}2114$, $BD+38^{\circ}2182$, $BD+33^{\circ}2642$,

$BD+10^{\circ}2179$ և $HD 128220$ աստղերը իրենց հասկռվություններով նման են Լեևսիի դիագրամում գնդաձև աստղակույտների հորիզոնական ճյուղի A-B տիպի աստղերին:

R. H. HOVHANESYAN

A SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF LOW LUMINOSITY BLUE STARS

S u m m a r y

The spectrophotometric investigation of 27 stars of low luminosity has been made. By their luminosities and colors the investigated stars are similar to the nuclei of planetary nebulae.

It is shown that:

1. The stars $BD+28^{\circ}4211$, $BD+75^{\circ}325$, $BD-15^{\circ}115$, $AC+96^{\circ}-12$, $BD-11^{\circ}162$, $BD+25^{\circ}2534$, $HD113001$, 127493 , $BD+25^{\circ}4655$, and $HD 218970$ may be a probable former nuclei of a planetary nebulae.

2. The stars $BD+1^{\circ}169$, $BD-2^{\circ}524$, $BD+19^{\circ}2515$, $BD+20^{\circ}3004$ and $BD+28^{\circ}2177$ belong to the population I of the Galaxy.

3. The stars $BD+50^{\circ}1631$, $BD+16^{\circ}2114$, $BD+38^{\circ}2182$, $BD+33^{\circ}2642$, $BD+10^{\circ}2179$ and $HD 128220$ are similar to the A-B stars of the horizontal branch of the Russel diagram of the globular clusters.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. K. G. Malmquist, Lund Obs. Medd., Ser. 2, No. 37, 1927.
2. K. G. Malmquist, Stockholm Obs. Ann., 12, No. 6, 1936.
3. M. L. Humason and F. Zwicky, Ap. J., 105, 85, 1947.
4. W. J. Luyten, 1953—67 A Search for Faint Blue Stars (Minneapolis: The Observatory University of Minnesota).
5. B. Irlarte and E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 2, No. 16, 3, 1957.
6. E. Chavira, Bol. Obs. Tonantzintla, 2, No. 18, 3, 1959.
7. C. R. Cowley, Ap. J., 63, 484, 1958.
8. J. Feige, A. J., 128, 267, 1958.
9. A. Slettebak and J. Stock, Astr. Abh. Hamburg, 5, No. 5, 1959.
10. G. Haro and W. J. Luyten, Bol. Obs. Tonantzintla, 3, No. 22, 1962.
11. N. Richter and K. Sahakjan, Mitt. Karl Schwarzschild Obs., Tautenburg. No. 24, 1965.
12. A. L. Klemola, A. J., 67, 740, 1962.
13. J. Berger, Publ. A. S. P., 75, 393, 1963.
14. A. Sandage, Ap. J., 141, 1560, 1965.
15. J. L. Greenstein, Ap. J., 144, 496, 1966.

15. *C. R. Lynds and G. Villore*, *Ap. J.*, 142, 1296, 1965.
16. *P. A. G. Scheuer and D. Wills*, *Ap. J.*, 143, 274, 1966.
17. *Г. А. Гурздян*, *Сообщения Бюраканской обсерватории*, 25, 101, 1958.
18. *Г. А. Гурздян*, *Вопросы космогонии*, VI, 157, 1958.
19. *Г. А. Гурздян*, *Планетарные туманности*. М., 1962.
20. *Г. А. Гурздян, Р. Х. Оганесян*, *Сообщения Бюраканской обсерватории*, 43, 1964.
21. *D. Chalonge, D. Barbier*, *Ann. d'Ap.*, 4, 31, 1941.
22. *R. Minkowski*, *Gas Dynamics of Cosmic Clouds*, IAU Symposium, No. 2, 109, 1964.
23. *A. N. Vyssotsky*, *Publ. A. S. P.*, 65, 48, 1953.
24. *Z. Osvalds and L. Osvalds*, *A. J.*, 64, 265, 1959.
25. *F. Zwicky*, *Morphological Astronomy*, Berlin, 239, 1957.
26. *A. R. Klemola*, *Ap. J.*, 134, 130, 1961.
27. *A. J. Cannon*, *Harv. Bull.*, No. 871, 1929.
28. *S. J. Hill and J. Schilt*, *Contrib. Rutherford Obs., Columbia Univ.*, No. 32, 1957.
29. *A. N. Vyssotsky and A. G. Balz*, *Publ. McCormick Obs.*, vol. 13, Part I, 1958.
30. *O. J. Eggen and J. L. Greenstein*, *Ap. J.*, 141, 83, 1965.
31. *J. L. Greenstein, O. J. Eggen*, *Vistas in Astr.*, 8, 71, 1966.
32. *B. Ljunggren*, *Arkiv for Astron.*, 3, 535, 1966.
33. *В. Бааде*, *Эволюция звезд и галактик*, 171, М., 1966.
34. *A. Slettebak, K. Bahner and J. Stock*, *Ap. J.*, 134, 195, 1961.
35. *O. J. Eggen and A. R. Sandage*, *Ap. J.*, 141, 821, 1965.
36. *G. Wallerstein and H. Spinrad*, *Publ. A. S. P.*, 72, 486, 1960.
37. *Дж. Л. Гринштейн*, *Звездные атмосферы*, 698, М., 1963.
38. *J. L. Greenstein*, *Non-Stable Stars*, Cambridge Univ. Press, 11—45, dis. 87, 1957.
39. *G. Wallerstein, C. Sturch and A. R. Klemola*, *Publ. A. S. P.*, 75, 61, 1962.
40. *G. Wallerstein and W. Carne*, *Publ. A. S. P.*, 78, 390, 1966.
41. *G. Wallerstein*, *IAU Circ. No. 1954*, 1966.
42. *B. Cester*, *Mem. Soc. Astr. Italiana*, 38, 181, 1967.
43. *J. D. Ferns*, *J. Roy. Astr. Soc. Canada*, 60, 260, 1966.
44. *S. M. Rucinski*, *Acta Astr.*, 17, 285, 1967.
45. *W. Wenzel*, *Mitt. Verand. Sterne*, 3, No. 7, 222, 1966.
46. *B. Iriarte*, *Ap. J.*, 127, 507, 1958.
47. *G. Traving*, *Ap. J.*, 135, 439, 1962.
48. *W. W. Morgan, A. D. Code and A. E. Whitford*, *Ap. J. Suppl. Ser.*, 2, No. 1, 1955.
49. *D. A. MacRae, R. Fleischer, B. E. Weston*, *Ap. J.*, 113, 432, 1951.
50. *J. L. Greenstein, D. A. MacRae, R. Fleischer*, *Publ. A. S. P.*, 68, 242, 1956.
51. *T. Elvius*, *Stockholm Obs. Ann.*, 18, 27, 1955.
52. *N. Gould, G. Herbig, W. Morgan*, *Publ. A. S. P.*, 69, 242, 1959.
53. *T. Elvius, U. Sinnerstad*, *Arkiv for Astron.*, 2, 189, 1958.
54. *C. H. Hins*, *Ann. Leiden Obs.*, 15, No. 4, 1934.
55. *P. Rudnick*, *Ap. J.*, 83, 439, 1936.
56. *A. Fringant*, *Des Observateurs*, 41, 98, 1958.
57. *B. Ljunggren, T. Oja*, *Arkiv for Astron.*, 3, 439, 1965.
58. *W. A. Hiltner and H. L. Johnson*, *Ap. J.*, 124, 373, 1965.