

ПЕКУЛЯРНЫЕ ЗВЕЗДЫ В АССОЦИАЦИИ Per OB2

В. Г. Клочкова, И. М. Копылов

По собственным движениям, лучевым скоростям и положению на диаграмме $[V_0, (B-V)_0]$ отобраны 92 вероятных члена ассоциации Per OB2, среди которых 4 Bp-звезды. По диаграмме $[V_0, (B-V)_0]$ определены модуль расстояния $(V_0 - M_p) = 7^m62 \pm 0^m05$ и возраст ассоциации $T = (2 \div 3) \cdot 10^6$ лет. Для пекулярных звезд по спектрограммам с дисперсией 9 и 28 Å/мм количественно определены спектральный класс по линиям Fe II и Ti II, проекция скорости вращения $v \sin i$, степень пекулярности спектров, эффективная температура T_e и ускорение силы тяжести $\lg g$.

В результате изучения пекулярных звезд в ассоциациях Per OB2 и Sco-Cen [1] можно считать доказанным существование предельно молодых Bp- и Ap-звезд.

92 probable members of the association Per OB2, among which there are 4Bp-stars, are selected using the data for proper motions, radial velocities of stars and their position on the $V_0, (B-V)_0$ -diagram. The distance $(V_0 - M_p) = 7^m62 \pm 0^m05$ and the age of association $T = (2 \div 3) \cdot 10^6$ years are defined from the $V_0, (B-V)_0$ -diagram.

Using the spectrograms with dispersions 9 and 28 Å/mm for peculiar stars we have estimated the quantitative spectral types from Fe II and Ti II lines, the velocities of rotation $v \sin i$, the degree of peculiarity of the spectra, the effective temperature T_e and surface gravity $\lg g$.

The existence of the extremely young Bp- and Ap-stars is confirmed by the investigation results of peculiar stars in the associations Per OB2 and Sco-Cen [1].

Ассоциация горячих звезд в Персее Per OB2, входящая в Местную систему горячих звезд, включает ряд интересных объектов: сверхгигант V11b_cPer; две O-звезды, одна из которых — X Per — отождествлена с рентгеновским источником, другая — ξ Per, 06f — бегун; несколько звезд с аномальными спектрами. Звездная составляющая ассоциации сосуществует с обширным комплексом расширяющихся газово-пылевых облаков весьма сложной структуры. Ассоциация Per OB2 принадлежит к числу первых группировок горячих звезд (O-ассоциаций), для которых уверенно обнаружено расширение и сделаны оценки возраста по расширению $(1.3 \div 1.5) \cdot 10^6$ лет [2]. Все перечисленные факты указывают на чрезвычайную молодость ассоциации, в которой, возможно, и в настоящее время продолжают происходить процессы звездообразования. Поэтому мы включили ассоциацию Per OB2 в список группировок разного возраста для количественного спектроскопического исследования физических характеристик пекулярных звезд — членов этих группировок. Более подробно о постановке задачи см. [1].

Отбор членов ассоциации. Диаграмма $[V_0, (B-V)_0]$, возраст и расстояние до ассоциации. Для выполнения поставленной задачи необходима уверенность в принадлежности пекулярных звезд к данной группировке. Поэтому, используя общепринятые критерии (собственные движения звезд μ_α, μ_δ из [3], лучевые скорости v_r из [4–6] и положение звезд на диаграмме Герцшпрунга—Рессела), мы провели тщательный отбор членов ассоциации в несколько расширенной (по сравнению с обычно принимаемыми угловыми размерами ассоциации) области неба: $3^h20^m < \alpha < 4^h07^m, 30^\circ \leq \delta \leq 40^\circ$. Диапазоны значений $\mu_\alpha, \mu_\delta, v_r$ установлены по 17 наиболее надежным и хорошо изученным членам ассоциации из [2]. На рис. 1 приведены все имеющиеся в нашем распоряжении значения μ_α, μ_δ . Окружность ограничивает область значений μ_α, μ_δ членов ассоциации, установленную по достоверным членам. Залитыми кружками на рисунке выделены пекулярные звезды. Значками больших размеров отмечены наиболее вероятные члены ассоциации.

Диапазон значений v_r для членов ассоциации от -5 до $+27$ км/с. Для построения диаграммы Герцшпрунга—Рессела в координатах $V_0, (B-V)_0$ наблю.

даемые фотометрические величины V , $(B-V)$ из [7] были исправлены за межзвездное поглощение и покраснение. При этом в качестве диаграммы $(U-B)_0$, $(B-V)_0$ использована диаграмма, построенная Копыловым [8] для звезд нулевого возраста с солнечным химическим составом. Значение величины $R=A_v/[E(B-V)]=3.2$ для Рег OB2 определено в работе [9]. Принимая протяженность ассоциации вдоль луча зрения равной наблюдаемым угловым размерам ($\sim 8^\circ$), по простой формуле (см., например, [10]) мы определили допустимый разброс величины V на диаграмме $\Delta V = \pm 0.^m15$.

В результате приведенного отбора был составлен список вероятных членов ассоциации, представленный в табл. 1. В 1-м и 2-м столбцах таблицы указаны номера звезд по каталогам BD и HD, в 3-м столбце — видимая величина V . В 4-м столбце приводятся спектральные классы звезд в основном из работы

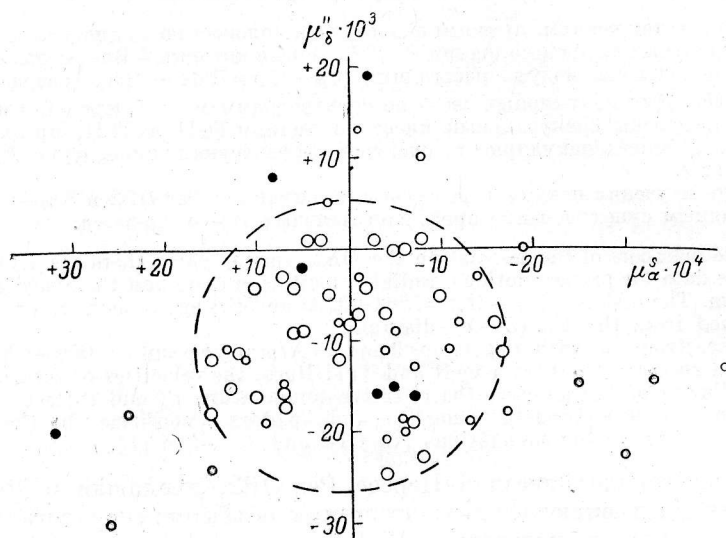


Рис. 1. Собственные движения μ_α , μ_δ звезд из Рег OB2.
Пояснения в тексте.

Гуэттера [9] по МК-классификации звезд из Рег OB2. Для нескольких звезд спектральные классы взяты из [11—13].

В 5-м столбце таблицы приводятся значения проекции скорости вращения $v \sin i$ из [14], в 6-м — значения $v \sin i$ для пекулярных и ряда нормальных звезд, определенных нами по полуширинам линии $\text{Mg II } 4481 \text{ \AA}$ по спектрограммам, полученным на ОЗСП БТА с дисперсией 9 и 28 $\text{\AA}/\text{мм}$. Спектральный материал для нормальных звезд в Рег OB2 получен по программе определения химического состава нормальных звезд в скоплениях разного возраста, выполняемой нами совместно с В. Е. Панчуком.

В 7-м столбце таблицы символом «а» обозначены наиболее вероятные члены ассоциации, символом «б» отмечены звезды, принадлежность которых к ассоциации установлена менее надежно, чаще всего из-за отсутствия данных по лучевым скоростям.

На рис. 2 представлено распределение звезд в ассоциации в координатах α , δ . Условно в ассоциации можно выделить помимо основного объема две области, прилежащие к скоплениям IC 348 и NGC 1342.

На рис. 3 приведена диаграмма $[V_0, (B-V)_0]$. Сплошной линией здесь нанесена исходная главная последовательность (ИГП), построенная Копыловым [8] для звезд с солнечным химическим составом. Сдвигом построенной диаграммы к ИГП в координатах $M_v, (B-V)_0$ определен средний модуль расстояния до ассоциации $(V_0 - M_v) = 7.^m62 \pm 0.^m05$, что соответствует расстоянию до ассоциации $r = 340 \pm 10$ пк. Гуэттер [9], используя ИГП из [15], получил для Рег OB2 модуль расстояния $(V_0 - M_v) = 8.^m08 \pm 0.^m07$ или $r = 443 \pm 13$ пк. В работе [11] также сделана оценка расстояния до ассоциации: $m - M = 8.^m0$, $r = 400$ пк. Раз-

ТАБЛИЦА 1

BD	HD	V	Sp	v sin i, км/с			Примечания
				[14]	GAO		
1	2	3	4	5	6	7	8
29°566	21483	7 ^m 07	B3III		140	б	
30 549		10.47	B8—B9p			б	
37 776		10.88	A0			б	
36 705	275510	10.29	A2V			б	NGC 1342
36 708	275502	10.62	A2V			б	NGC 1342
36 710	21728	8.71	Ap (Si 4200)			б	NGC 1342
36 714	275508	10.66	A2V			б	NGC 1342
35 712		10.05	A2V			б	
34 674	21856	5.91	B1V	150	128	а	
37 785		10.70	A5 V			б	
36 722		11.06	B9:			б	
35 716		10.88	A2			б	
34 681		11.08	B8:			б	
33 681		10.22	A5V			б:	
35 717	22004	9.36	B9.5V			а	
37 794	22114	7.58	B9III		75	а	
37 796		9.89	A1V			а	
34 693	22327	7.44	B9III		75	б:	
34 700	22480	8.94	A2IV			б:	
35 728		10.33	A2V			б	
35 747		10.58	A1V			б	
36 735A		9.24	B9.5III			а	
33 698	22951A	4.97	B1IV	51	80	а	
33 698	22951B	10.07				а	
33 704	23060	7.47	B2IV—V	88	140	а	
33 706		10.18	B7V			б	
31 641		9.92	A0V			б	IC 348
31 642	23180	3.83	B1III	84		а	
37 825		10.56	A1V			б	
31 643AB		8.53	B5V			а	IC 348
31 645		9.14	B2			а	IC 348
37 827		11.37	A0			б	
31 647AB		9.59	A0V			а	
31 649	23478	6.67	B3IV	198	182	а	
33 714		10.38	A4V			б	
33 717	23625	6.56	B2.5V	170	200	а	
34 736		10.87	A2			б	
35 747		10.58	A1V			б	
35 749		10.23	A0V			б	
31 653		10.43	A3V			б	
31 655	23802	7.44	B5Vn		270	а	
34 739	23840	8.45	B8V		210	а	
35 751		9.49	Ap (Si, Cr)		57	б:	
33 725		10.65	A3V			б	
33 726		10.01	A1V			б	
34 748		9.73	A0V			а	
34 750		10.28	Am			б	
35 756		10.54	A1V			б	
33 728	24131A	5.77	B0.5V	140	100	а	
33 729		10.35	A1V			б	
33 730	24190	7.41	B2Vn	232	154	а	
35 757		10.13	Am			б	
34 755		9.58	A0p (Si)		84	а	
34 757		10.08	A1V			б	
36 769		9.78	A0V			а	
34 760		10.42	Am			б	
35 763	24300	8.68	B6V		153	а	
35 764		9.45	B9.5V			а	
34 761	24321	8.79	B8V		180	а	
31 666	24398	2.85	B1Ib	59		а	
33 739		10.21	A1V			б	
34 766		9.54	A1V			а	
30 591	24534	6.08	O9.5e4p	150		а	
33 741		9.94	A0V			а	
34 767	24583	8.97	B7V		187	а	
31 669	24601	8:65	B8V		62	а	

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

BD	HD	V	Sp	v sin i, км/с			Примечания
				[14]	CAO		
1	2	3	4	5	6	7	8
31°670	24600	8 ^m 92	B8V		215		а
34 768	24640	5.47	B1.5V	137	172		а
32 691	24736	8.53	A0IV		22		б
31 674		10.01	A1V				а
35 775	24912	4.04	O8III	216			а
35 781		9.92	A1V				а
33 753		10.17	B8V				б
32 703	25143	8.60	B9V		130		а
34 790		10.21	Am				б:
31 687	25239	9.27	B9.5V		180		а
31 689		9.85	A0III				б
33 764		10.81	A2Vn				б
32 708	25309	8.46	B6V		58		а
34 797		10.09	A2V				б
31 694		9.82	A0V				а
34 801		9.74	A0V				а
34 800		9.94	A0V				б
33 769		10.38	A3V				а
32 714	25539	6.83	B3V	120	100		а
34 805		10.55	A1V				б
32 718		10.14	A3V				а
34 811		11.28	A0				б:
33 778		10.21	A2V				б
34 813		10.91	A0				б
31 703	25799	7.02	B3V		270:		а
33 785	25833	6.70	B5p(V)	110	250		а
33 786		10.43	A3V				б

личие оценок расстояния объясняется прежде всего использованием разных ИГП.

По величине эволюционного уклонения верхней части главной последовательности для Per OB2 от исходной определен возраст ассоциации $T = (2 \div 3) \times 10^6$ лет. Оценка возраста сделана нами также с помощью введенных Блауу [2] коэффициентов расширения $d (\mu_\alpha \cos \delta) / d (\alpha \cos \delta)$, $d \nu_\delta / d \delta$ и $d v_r / d r$. Среднее значение полученного таким образом «кинематического» возраста ($T = 2.2 \cdot 10^6$ лет) представляет собой нижнюю границу возраста, поскольку нам неизвестен момент начала расширения ассоциации, кроме того, возможно, что расширение подобных комплексов может происходить с непостоянной скоростью.

Для звезды-бегуна ξ Per индивидуальный модуль расстояния равен 8^m6 (оценка модуля расстояния сделана на основании значения абсолютной светимости ξ Per как звезды O8III $M_p = -5^m6$ [16]). Таким образом, ξ Per находится на $r \approx 525$ пк, т. е. примерно на 200 пк дальше от нас, чем ассоциация Per OB2, из которой она, видимо, ушла. Именно на такое расстояние звезда могла уйти из области ассоциации, двигаясь со скоростью $v_r = +60$ км/с, на 40 км/с большей, чем средняя скорость для ассоциации ($\bar{v}_r = +20$ км/с), за время существования ассоциации ($\sim 2.5 \cdot 10^6$ лет).

Среди вероятных членов ассоциации из табл. 1 имеются 3 звезды типа Am. Их положение на диаграмме согласуется с их принадлежностью к ассоциации, однако необходимы измерения лучевых скоростей для более определенной оценки членства металлических звезд в Per OB2.

Пекулярные звезды в ассоциации. В программу наблюдений на ОЗСП БТА были включены 9 звезд из ассоциации Per OB2, для которых в работах по спектральной классификации [9, 11—13] мы нашли указания (впрочем, довольно разноречивые) на пекулярность их спектров. Эти звезды перечислены в 1-м столбце табл. 2. В течение 1979—1982 гг. для звезд программы на II камере ОЗСП БТА было получено по 3—4 спектрограммы частично с обратной дисперсией 9 А/мм (разрешение $\Delta \lambda \approx 0.25$ А) и в основном 28 А/мм ($\Delta \lambda \approx 0.8$ А) в об-

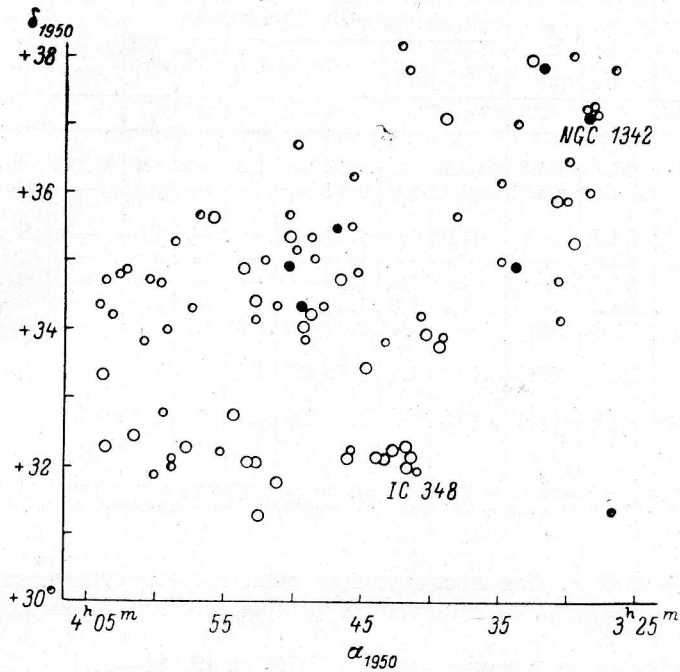


Рис. 2. Карта ассоциации.
Обозначения те же, что и на рис. 1.

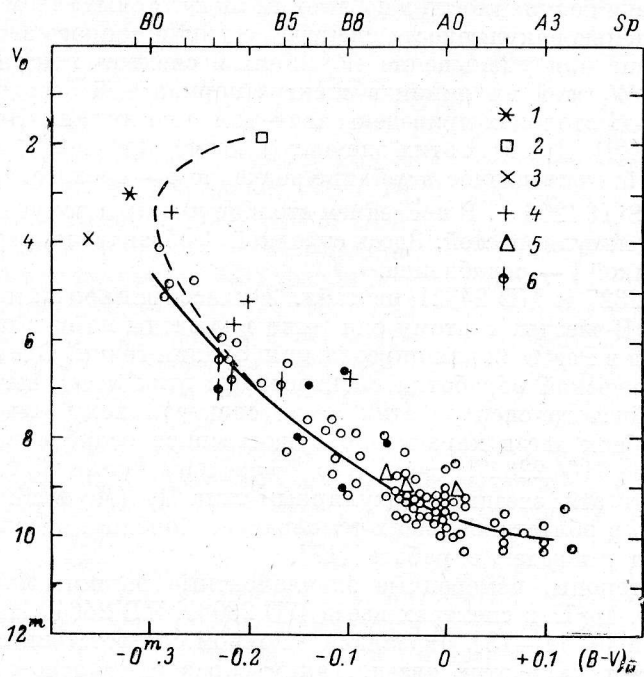


Рис. 3. Диаграмма $V_0 (B-V)_0$ для ассоциации Per OB2.

Обозначения те же, что и на рис. 1. 1 — звезда-бегун ξ Per; 2 — сверхгигант ζ Per B1Ib; 3 — XPer; 4 — звезды III класса светимости; 5 — Am; 6 — SB.

ТАБЛИЦА 2

HD, BD	Sp (MK)	Sp (B-V)	Sp (Fe, Ti)	$p = W_\lambda / W_{\lambda_{норм}}$								$W_{\lambda_{4200}}, \text{Å}$	Тип пекулярности
				He I	C II	Si II	Sr II	Cr II	Eu II	Mg II			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
22144	B8Vp	B6.2	B8.8	<0.2	1.0	1.0	—	1.0	—	1.0	0.11	Vp (He ↓, λ 4200)	
22327	B9III	B7.8	B8.5	<0.4	1.0	0.3	—	—	—	0.5	—	Vp (He ↓, Si ↓, Mg ↓)	
23060	B2Vp	B2.7	—	1.0	1.0	1.0	—	—	—	1.0	—	B2.7V	
24321	B8V SB1	B6.0	—	0.4	—	1.0	—	—	—	0.8	—	Vp (He ↓, Mg ↓)	
24640	B2Vp	B1.7	—	1.0	1.0	1.0	—	—	—	1.0	—	B1.7V	
25833	B5p(V)	B4.0	—	1.1	1.0	1.0	—	—	—	1.0	—	B4.0V	
32°698	A8p (Sr)	F0.0	A9:	—	—	1.0	1.2	1.0	1.1	1.3	—	A9p (Sr ↑, Eu ↑, Mg ↑) ***	
34 755	A0p (Si)	B7.8	B9.4	<0.2	1.0	1.3	1.9	1.5	—	1.0	0.10	Vp (He ↓, Sr ↑, Cr ↑, λ 4200)	
35 751	Ap (Si,Cr)	B9.3	A2.4	<0.3	—	1.0	7.6	3.4	*	0.8	—	Ap (He ↓, Sr ↑, Cr ↑, Eu ↑) **	

Примечания: * — линии Eu II уверенно измерены в спектре пекулярной звезды, но в спектре нормальной звезды с таким же (B-V)₀ они отсутствуют. ** — маловероятный член ассоциации. *** — звезда фона.

ластик λ = 3900 ÷ 4900 Å. Вся последующая спектрофотометрическая обработка спектрограмм выполнена по записям на микрофотометре прямых интенсивностей.

Во 2-м столбце табл. 2 приведены Sp (MK) из [9, 11—13], в 3-м столбце — спектральные классы Sp (B-V), полученные по показателям цвета (B-V)₀, в 4-м столбце — спектральные классы, определенные нами по эквивалентным ширинам W_λ линий Fe II, Ti II с точностью ±0.3 подкласса. В работе [1] мы рассматривали вопросы нашей системы W_λ спектральных линий, их точности, а также подробно описали процедуру определения Sp по W_λ линий различных элементов и степени пекулярности p по линиям «пекулярных» элементов. Напомним, что под степенью пекулярности спектра по линии данного элемента мы понимаем увеличение или уменьшение W_λ линии в спектре пекулярной звезды по сравнению с W_λ этой же линии в спектре нормальной звезды с таким же Sp (B-V). В 5—11 столбцах приведены значения p по линиям He I, C II, Si II, Sr II, Cr II, Eu II, Mg II. Для всех этих элементов, кроме Mg II и C II, измерялись W_λ нескольких линий; приведенное в таблице значение p — среднее. В 12-м столбце даны W_λ полосы Si II 4200 Å. В последнем столбце указаны полученные по совокупности p типы пекулярностей. Здесь стрелкой ↑ обозначено усиление линий элементов, стрелкой ↓ — ослабление.

Звезды HD 22327 и HD 24321 из табл. 2 классифицированы в работе [9] как нормальные B-звезды, поэтому они были включены нами в программу наблюдений B-звезд в Per OB2 для определения обилия гелия. Однако в процессе спектрофотометрической обработки спектрограмм этих звезд выявилось несоответствие линейчатого спектра этих звезд спектральному классу по UVV. Для спектров обеих звезд характерно существенное ослабление линий He I, Mg II, а в спектре HD 22327, кроме того, ослаблены линии Si II. Это дает нам основание отнести эти звезды к пекулярным типа Vp (He weak). Vp-звезды — аналоги Ap-звезд в области больших температур. Хороший обзор наблюдаемых свойств Vp-звезд приведен в работе [17].

С другой стороны, измеренные эквивалентные ширины линий H I, He I, C II, Si II, Si III, Mg II в спектрах звезд HD 23060, HD 24640, HD 25833, отмеченных как Vp в [9, 11—13], оказались в полном соответствии с фотометрическими характеристиками этих звезд. Таким образом, на основании изучения участка спектра λ = 3900 ÷ 4900 Å можно считать спектры этих звезд нормальными.

Для пекулярной звезды BD 32°698 мы получили и обработали спектральный материал, несмотря на то что по v_r и μ она, скорее всего, не принадлежит к ассоциации. В литературе имеются противоречивые сведения о спектре этой звезды. Наше количественное определение спектрального класса этой звезды

(A9V с слегка усиленными линиями Sr II, Cr II) подтверждает классификацию Гуеттера [9] и окончательно опровергает принадлежность этой звезды позднего типа пекулярности к ассоциации, поскольку индивидуальный модуль расстояния для BD 32°698 $V_0 - M_v = 6^m.6$ (абсолютная светимость звезды A9V $M_v = 2^m.5$ [16]) не согласуется с $V_0 - M_v$ для ассоциации. Измеренная нами для BD 32°698 скорость вращения $v \sin i = 75$ км/с.

На рис. 4 представлена зависимость $v \sin i$ от показателя цвета $(B-V)_0$ для нормальных и пекулярных звезд в Пер OB2, при этом использованы зна-

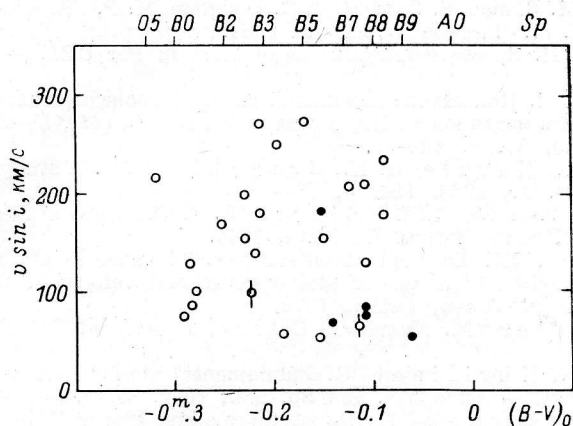


Рис. 4. Скорости вращения звезд в Пер OB2.

Обозначения те же, что и на рис. 1.

чения $v \sin i$, измеренные нами и из [14]. Из рисунка следует, что пекулярным звездам в Пер OB2 свойственны существенно меньшие значения $v \sin i$, чем у нормальных звезд с теми же $(B-V)_0$, что является общеизвестным свойством пекулярных звезд, но в среднем значения $v \sin i$ у пекулярных звезд в Пер OB2 выше наблюдаемых у пекулярных звезд поля. Для кремниевых звезд поля $v \sin i = 36$ км/с [18], для звезд со слабыми линиями гелия Вр (He weak) $v \sin i = 55$ км/с [17].

В табл. 3 приведены эффективные температуры T_e и логарифмы ускорения силы тяжести $\lg g$ для пекулярных звезд из Пер OB2, полученные путем сравнения наблюдаемых характеристик водородного спектра [эквивалентная ширина и контур H_γ , $(B-V)_0$] с их теоретическими аналогами в сетке моделей Куруча [19]. Подробно о методике и ошибках определения T_e и $\lg g$ мы писали в [20, 21].

Заключение. Тщательно выполненный отбор членов ассоциации дает основание считать с большой вероятностью членами ассоциации Пер OB2, имеющей возраст $2 \div 3$ млн. лет, по крайней мере 4 пекулярные звезды с высокой степенью пекулярности спектров.

Следует отметить низкий процент содержания пекулярных звезд в ассоциации — не более 5 %. Для сравнения укажем, что в ассоциации Sco—Cen [возраст $(4 \div 12) \cdot 10^6$ лет] число пекулярных звезд составляет от 9 до 31 % для разных зон ассоциации, в среднем 20 % членов ассоциации Sco—Cen имеют аномалии в спектрах [1].

Литература

1. Ключкова В. Г., Копылов И. М., Кумайгородская Р. Н. Пекулярные звезды в движущемся скоплении Скорпиона—Центавра. — Письма в АЖ, 1981, 7, с. 366—371.

ТАБЛИЦА 3

HD, BD	T_e , К	$\lg g$
22114	14300	4.04
22327	10870	3.50
24321	13600	4.45
34°755	12300	4.35
35 751	10600	4.59

2. Blaauw A. The age and evolution of the Persei Group of O- and B-type stars. — Bull. Astron. Inst. Neth., 1952, 11, p. 405—419.
3. Star Catalog Smithsonian Astrophysical Observatory. — Washington, 1966.
4. Abt H. A., Biggs E. S. Bibliography of stellar radial velocities. Tucson, KPNO, 1972.
5. Abt H. A. Catalog of individual radial velocities, 0^h—12^h measured by astronomers of the Mount Wilson Observatory. — Astrophys. J. Suppl. Ser., 1970, 19, p. 387—506.
6. К и л а д з е Р. И. Опыт определения лучевых скоростей звезд с помощью объективной призмы, установленной перед 70-см менниковым телескопом. — Бюл. Абастуман. астрофиз. обсерв., 1959, № 24, с. 35—84.
7. Photoelectric Catalogue, Magnitudes and Colors of Stars in the *U*, *B*, *V* and *Uc*, *B*, *V* system/V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglass, M. P. Fitzgerald. Washington, 1968.
8. К о п ы л о в И. М. Частное сообщение. 1981.
9. Guetter H. H. Spectroscopic studies of stars in Per OB2. — Astron. J., 1977, 82, p. 598—605.
10. Х о л о п о в П. Н. Положение начальной главной последовательности для звезд с высоким содержанием металлов на диаграммах (*M_v*, *B-V*), (*M_v*, *U-B*) и (*U-B*, *B-V*). — Астрон. ж., 1980, 57, с. 12—21.
11. Seyfert C. K., Hardie R. H., Grenchik R. T. A study of the II Per association. — Astrophys. J., 1960, 132, p. 58—65.
12. Jaschek C., Conde H., de Sierra A. C. Catalogue of Stellar Spectra Classified in the Morgan—Keenan System. La Plata, 1964.
13. Buscombe W. MK Spectral Classifications. 3d general catalogue. Evanston, 1977.
14. Uesugi A. Revised catalogue of stellar rotational velocities. Department of Astronomy, University of Tokyo, Japan, 1979.
15. Schmidt-Kaler Th. Numerical Data and Functional Relations. Berlin, Springer-Verlag, 1965.
16. Strayžys V., Kuriliene G. Fundamental stellar parameters derived from the evolutionary tracks. — Astrophys. and Sp. Sci., 1981, 80, p. 353—368.
17. Jaschek C., Jaschek M. Hot peculiar stars. Upper Main Sequence CP stars. — In: 23rd Liege Astrophys. Coll. Université de Liège, June 1981, p. 417—428.
18. Wolff S. C. The rotational velocities of magnetic Ap stars. — Astrophys. J., 1981, 244, p. 221—229.
19. Kurucz R. L. Model atmospheres for G, F, A, B and O stars. — Astrophys. J. Suppl. Ser., 1979, 40.
20. К л о ч к о в а В. Г., К о п ы л о в И. М., П а н ч у к В. Е. К вопросу о применении моделей атмосфер для определения параметров горячих звезд. — Астрон. ж., 1983, 60, с. 1114—1119.
21. К л о ч к о в а В. Г., К о п ы л о в И. М. Пекулярные звезды в потоке Большой Медведицы. — Астрон. ж., 1984, 61, с. 136—142.

Поступила в редакцию 5 марта 1983 г.