

УДК: 524.312—325

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ДВИЖЕНИЯ ОВ-ЗВЕЗД
В НАПРАВЛЕНИИ h и χ ПЕРСЕЯ

Л. В. МИРЗОЯН, В. В. АМБАРЯН, А. Т. ГАРИБДЖАНИЯН

Поступила 10 мая 1991

Исследованы распределения и движения звезд спектральных классов O-B2 в направлении двойного скопления h и χ Персея. Подтверждено существование двух независимых ОВ-ассоциаций, Персей OB1* и Персей OB1**, проектирующихся друг на друга. Выделены 38 и 130 вероятных членов этих ассоциаций. Определены расстояния ассоциаций, 1160 и 2340 пк. В дальней ассоциации Персей OB1** наблюдается необычное обилие O-звезд. Среди вероятных членов обеих ассоциаций около 1/3 составляют B1-звезды, большей частью класса светимости V. С помощью лучевых скоростей 20 (Персей OB1*) и 37 (Персей OB1**) O-B2-звезд показано, что обе ассоциации расширяются со средней скоростью около 25 и 14 км/с, соответственно.

1. *Введение.* Звездная ассоциация Персей OB1 является одной из наиболее богатых ОВ-ассоциаций. Она выделяется не только высоким содержанием горячих гигантских и сверхгигантских звезд [1], но и холодных сверхгигантов [2]. Вместе с этим ассоциация Персей OB1, в отличие от других ОВ-ассоциаций, не связана с большими массами диффузной материей, хотя процесс формирования звезд в ней продолжается и в настоящее время [3].

В 1984 г. один из авторов [4] исследовал вопрос о связи между распределениями ОВ-звезд и межзвездной поглощающей материи в направлении двойного скопления h и χ Персея. Оказалось, что ОВ-звезды и поглощающая материя имеют тенденцию встречаться вместе.

В этой работе [4] было показано, что ассоциация Персей OB1 на самом деле представляет собой суперпозицию двух ОВ-ассоциаций, проектирующихся друг на друга. Они находятся на совершенно разных расстояниях. По богатству ОВ-звезд ближайшая из них значительно уступает далекой. Расстояние между двумя ОВ-ассоциациями около 1000 пк исключает физическую связь между ними. Этот неожиданный результат недавно был полностью подтвержден многомерным статисти-

ческим анализом наблюдательных данных относительно около 50 звезд спектральных классов О-В3 с известными лучевыми скоростями [5].

В настоящем исследовании вопросы о распределении и движениях ОВ-звезд в направлении h и χ Персея рассматриваются в свете этого результата, с привлечением более богатого наблюдательного материала.

2. Распределение ОВ-звезд в направлении двойного скопления h и χ Персея. Параметры новых ОВ-ассоциаций Персей ОВ1* (ближний) и Персей ОВ1**, полученные на основе применения многомерного статистического анализа к тем О-В3-звездам области вокруг h и χ Персея, которые имеют измерения лучевых скоростей в библиографии Абта и Биггса [6], приведены в табл. 1. В ней в последовательных столбцах приводятся: число О-В3-звезд с известными лучевыми скоростями, модуль расстояния (МР), расстояние r и средняя лучевая скорость V_r . Для величин МР и V_r приводятся также ошибки определения.

Вероятности принадлежности звезд, включенных в табл. 1, к соответствующим ассоциациям, согласно [5], близки к 1.0. Очевидно, что они составляют лишь часть членов этих систем.

С целью подробного исследования новых ассоциаций Персей ОВ1* и Персей ОВ1** мы сильно расширили исследуемую область вокруг двойного скопления h и χ Персея до пределов $\alpha = 1^h 25^m - 3^h 00^m$, $\delta = 45^\circ - 70^\circ$ (1900).

Таблица 1

ПАРАМЕТРЫ ОВ-АССОЦИАЦИЙ, НАБЛЮДАЕМЫХ В
НАПРАВЛЕНИИ h И χ ПЕРСЕЯ ПО [5]

Ассоциация	Общее число О-В3-звезд	МР	r (пк)	V_r (км/с)
Персей ОВ1*	20	10.29 ± 0.53	1150	-35.90 ± 12.63
Персей ОВ1**	28	11.59 ± 0.44	2100	-44.59 ± 8.35

В этой области, согласно фотоэлектрическому каталогу Бланко и др. [7], имеется 221 звезда спектральных классов О-В2, причем в полосах $\delta = 45-50$ и $65-70^\circ$ нет ни одной звезды указанных спектральных классов.

Распределение О-В2 звезд в оставшейся области представлено на рис. 1. Эти звезды расположены в рукаве Персея (направление рукава показано сплошной линией). На рис. 1 окружностью обведена область, исследованная в работе [5].

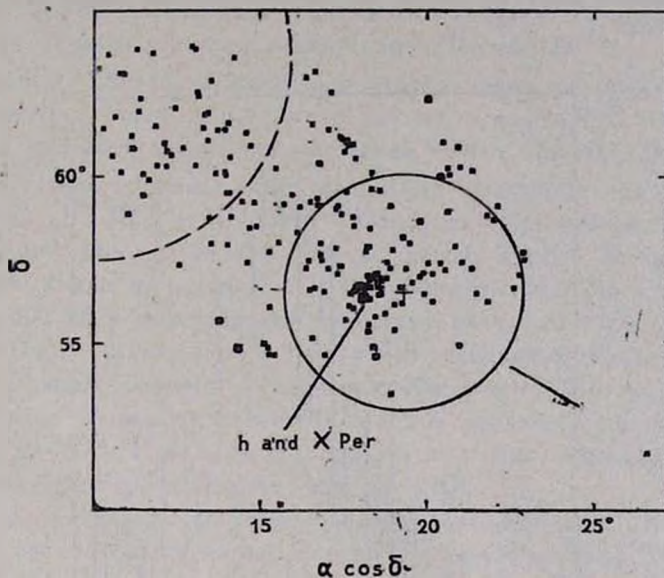


Рис. 1. Распределение звезд спектральных классов О-В2 в направлении η и χ Персея. Звезды, скученные в верхнем левом углу, по всей вероятности, относятся к ОВ-ассоциациям Кассеопеи [8]. Разграничение этих звезд (штриховая линия) проведено произвольно. Окружность соответствует области, исследованной в работе [5]. Крестиком обозначен её центр, а прямая линия справа указывает на направление рукава Персея.

Звезды, расположенные изолированно в верхнем левом углу рис. 1, вдали от двойного скопления η и χ Персея, в своем большинстве, по крайней мере, не имеют никакого отношения к ассоциациям табл. 1. Многие из них относятся к ОВ-ассоциациям Кассеопеи [8]. Звезды этой области, разграниченные линией, числом 50, были исключены из дальнейшего рассмотрения.

Таким образом, для дальнейшего рассмотрения осталась 171 звезда. Для них были определены абсолютные звездные величины M_v и межзвездное поглощение A_v с помощью фотоэлектрических наблюдений по методу, разработанному Балашом и одним из авторов [9].

Эти данные были использованы для вычисления модулей расстояния всех звезд. Оказалось, что для 168* звезд из 171 модули расстояния находятся в пределах $8.5 \leq -M_v \leq 13.5$.

Их распределение по модулю расстояния представлено на рис. 2. В согласии с работой [5], в этом распределении намечаются два максимума, удаленных друг от друга на около 1000 пк. вокруг которых сгущаются звезды.

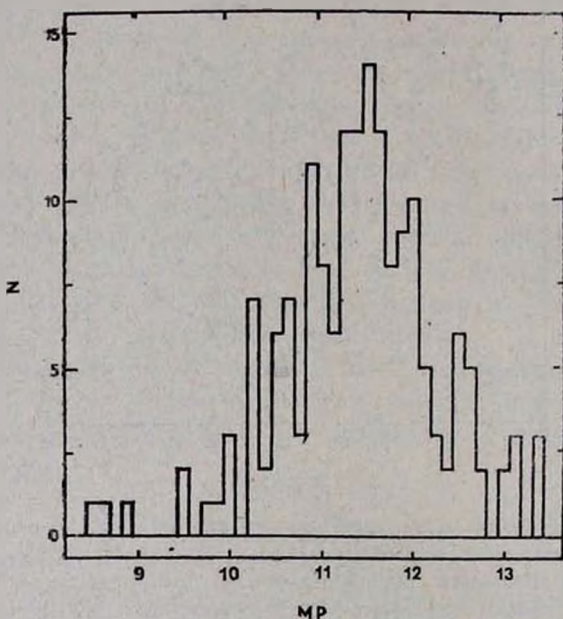


Рис. 2. Распределение O-B2 звезд в направлении h и χ Персея, по модулю расстояния (MP). На нем намечаются два сгущения, соответствующие ассоциациям Персей OB1* (ближнее) и Персей OB1**. N—число звезд.

Очевидно, что OB-звезды, образующие первое (ближнее) сгущение могут быть отнесены к ассоциации Персей OB1*. Как видно на гистограмме рис. 2, предел, который разделяет два сгущения, расположен около $MP = 10.8$. Мы за это предельное значение модуля расстояния приняли значение 10.85, при котором результаты приписания OB-звезд

* Из исключенных по модулю расстояния 3-х звезд HD 10516 (B1 III—Vpe) и HD 11241 (B2V) очень близкие. Третья звезда HD 12993 (O5, O9 III)—далекая быстролетающая звезда ($V_x = -107$ км/с). Не исключено, что она является «беглецом» из ассоциации Персей OB1**.

к новым ассоциациям, осуществленного в работе [5], не сильно меняются. Именно, минимальное значение модуля расстояния для звезд дальней ассоциации Персей OB1** по [5] наблюдается у звезд HD 12856 и HD 13621, соответственно 10.85 и 10.86.

После такого разделения оказалось, что 38 O-B2-звезд являются вероятными членами ближней ассоциации Персей OB1*.

Остальные 130 звезд довольно неравномерно распределены в области, диаметр которой равен около 350 пк, в картинной плоскости, на расстоянии двойного звездного скопления η и χ Персея—2300 пк [10].

В этой области, кроме этого скопления, находятся еще два скопления типа O: IC 1805 и IC 1848. Согласно пересмотренному списку ОВ-ассоциаций Маркаряна [11] они являются ядрами ассоциации Кассеопея OB6. Было принято, что эта ассоциация находится на расстоянии около 800 пк и имеет вытянутую форму, размерами 120×80 пк [11].

Позже, при составлении каталога ОВ-ассоциаций Рупрехт [10] несколько уменьшил размеры ассоциации Кассеопея OB6, за ядро которой он принял только скопление IC 1805 и исключил из рассмотрения скопление IC 1848. При этом для расстояния этой ассоциации он дает существенно большее значение—2420 пк [10].

На рис. 3 приводится распределение всех 130 звезд этой области и указаны границы ассоциаций Персей OB1 и Кассеопея OB6 по Рупрехту [10].

Рис. 3 показывает, что разделение ассоциаций Персей OB1 и Кассеопея OB6 довольно условное. Если в работе Маркаряна [11] такое разделение можно было оправдать, так как считалось, что указанные ассоциации находятся на существенно разных расстояниях, то это нельзя сказать в случае Рупрехта [10]. К этому времени уже было известно, что различие в расстояниях указанных ассоциаций практически отсутствует.

Имеющиеся в настоящее время данные свидетельствуют, что наблюдаемые в рассматриваемой области все три скопления типа O: η и χ Персея, IC 1805 и IC 1848, принятые в качестве ядер ассоциаций Персей OB1 и Кассеопея OB6 (у Рупрехта [10] скопление IC 1848 не отмечено), находятся на почти одинаковом расстоянии. Их модули расстояний, согласно Беккеру и Фенкарту [12], равны 11.66 (η Per), 11.97 (χ Per), 11.90 и 11.82, соответственно. Согласно Шильду [13], модули расстояния этих и других групп, наблюдаемых в области η и χ Персея, близки 11.8.

Поэтому тот факт, что ОВ-звезды наблюдаются в разных созвездиях, не может быть серьезным основанием для их приписания к разным ассоциациям.

С другой стороны, фотометрическое исследование ярких звезд двойного звездного скопления η и χ Персея, выполненное Вилкенсом и др. [14], показывает, что предположение о том, что оно состоит из двух отдельных скоплений, расположенных на разных расстояниях (см., например, [13]), не подтверждается.

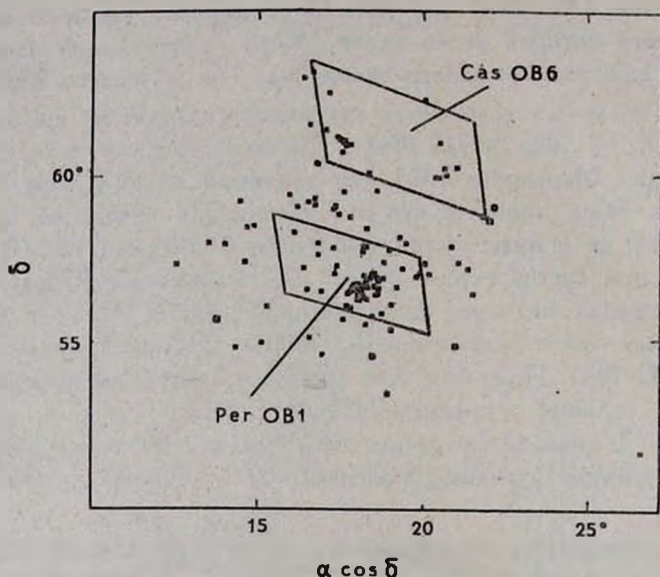


Рис. 3. Распределение O-B2 звезд в направлении η и χ Персея. Обозначены границы ассоциаций Персей OB1 и Кассеопея OB6 по Рупрехту [10].

Эти соображения, вместе с довольно неравномерным распределением 130 O-B2 звезд в рассматриваемой области, могут быть рассмотрены в пользу допущения, согласно которому здесь мы имеем обширную OB-ассоциацию, превышающую все известные OB-ассоциации по размерам и по богатству звезд, ядрами которой являются как двойное звездное скопление η и χ Персей, так и O-скопления IC 1805 и IC 1848 и, возможно, другие группировки O-звезд. Этому допущению не противоречит спектроскопическое исследование O-звезд этой области, выполненное Конти и Алшулером [15]. При этом следует думать, что не все эти физические системы образовались одновременно. Некоторые свидетельства в пользу этой точки зрения приведены в работе Шильда [13].

3. Списки вероятных членов ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1**. Списки O-B2 звезд, вероятных членов ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1**, были составлены в предположении, что все

звезды, которые находятся в исследуемой области, имеющие модули расстояния в пределах 8.5—10.85 и 10.85—13.5, вероятно входят в эти системы.

Конечно, такое разделение оправдано лишь в общем. В отдельных случаях возможно неправильное переписывание звезды к данной ассоциации. Например, у границы разделения, по модулю расстояния, вполне возможно вторжение звезды, родившейся в одной ассоциации, в объем другой.

Списки O-B2 звезд, вероятных членов ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1**, приводятся в табл. 2—4. Для каждой звезды представлены: номер звезды по каталогу Бланко и др. [7], спектр, визуальная звездная величина, абсолютная визуальная величина, величина межзвездного поглощения, модуль расстояния и лучевая скорость. В тех случаях, когда лучевая скорость звезды отсутствует у Абта и Биттса [6] приводится ее величина из каталога Вилсона [16].

Таблица 2

СПИСОК ОВ-ЗВЕЗД, ВЕРОЯТНЫХ ЧЛЕНОВ АССОЦИАЦИИ ПЕРСЕЙ OB1*

Номер звезды по Бланко и др. [7]	Спектр	V	M_v	A_v	Модуль расстояния	V_r
1	2	3	4	5	6	7
1856	B0pe	8.03	—3.89	2.37	9.55	—20 [16]
1862	B1III	7.77	—4.37	1.58	10.56	
1904	B2e	7.01	—2.87	1.27	8.61	13 "
2007*	B2 IV	8.64	—3.54	1.72	10.46	—58 [6]
2033*	B1 Vpe	8.06	—3.39	1.56	9.89	—4 "
2062	B1Vno	9.33	—3.39	2.17	10.55	
2120*	B0pe	8.55	—3.89	1.83	10.61	—27 "
2147*	B05.III	8.55	—4.86	2.66	10.75	—41 "
2168	B1Ia	8.61	—6.52	4.83	10.30	
2173*	B1V	9.03	—3.38	1.66	10.75	—42 "
2180	B1pe	9.69	—3.39	2.25	10.83	—24 [16]
2227**	B1V	8.08	—3.38	0.95	10.51	—53 [6]
2233*	B2e	7.90	—2.87	1.91	8.86	—30 "
2246*	B1 V	9.05	—3.39	1.97	10.47	—16 "
2289*	B2V	8.29	—2.88	0.58	10.59	—26 "

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
2341*	B2Ia	6.66	-6.60	2.41	10.85	-42 "
2391	B1V _{pe}	8.99	-3.39	2.84	9.54	
2425	B0	8.75	-3.89	2.15	10.49	
2446	B1 _{pe}	9.80	-3.38	2.90	10.28	
2469*	B2I	6.21	-5.78	1.78	10.21	-46 "
2485*	B2Ia	7.17	-6.60	3.07	10.70	-25 "
2509*	B1IV	8.51	-4.03	2.27	10.27	-31 "
2520	B2 _{pe}	8.84	-2.87	1.96	9.75	
2526	B0.5V	10.52	-3.90	4.39	10.03	
2528	B1V	9.27	-3.38	1.82	10.83	
2531	B1.5V	9.95	-3.39	3.08	10.26	
2562	B0.5V	9.85	-3.89	3.10	10.64	
2595*	B2II	8.26	-5.00	2.62	10.64	-36 "
2598	B1V	9.25	-3.38	2.32	10.31	
2601*	B1II	8.12	-5.18	2.89	10.41	-53 [6]
2612	O9.5III	7.67	-5.35	2.99	10.03	
2692	B0 _p	8.85	-3.89	2.31	10.43	
2722	B1V	9.17	-3.39	2.58	9.98	
2745	O7	7.06	-5.41	2.23	10.24	
2761	O7f	8.45	-5.41	3.12	10.74	
2833	B2III	10.25	-3.86	3.52	10.59	
2855	O8	7.82	-4.91	2.13	10.60	-37 [16]
2863	B1V	6.80	-3.38	1.67	8.51	-18 "

Звездочкой у номера отмечены звезды, которые имеются и в работе [5], двумя звездочками—звезды, имеющиеся в этой работе, но вследствие изменения модуля расстояния перешедшие из одной ассоциации в другую.

На рис. 4 графически представлены распределения звезд в ассоциациях Персей OB1* (сверху) и Персей OB1**. Центр ассоциации определен как геометрический ее центр. Радиус окружности вокруг центра системы равен 100 пк, на расстоянии соответствующей системы.

Из 38 звезд ассоциации Персей OB1* только 3 находятся вне окружности радиусом 100 пк, в картинной плоскости, вокруг центра этой ассоциации.

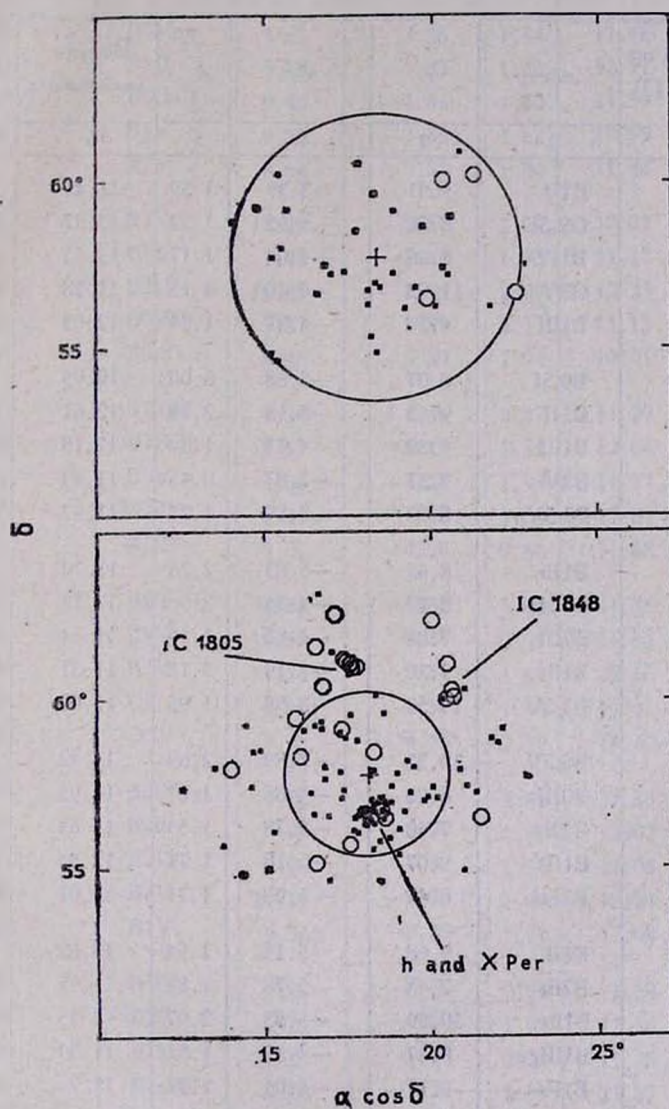


Рис. 4. Распределение звезд, вероятных членов ассоциаций: Персей OB1* (сверху) и Персей OB1**. Светлыми кружками обозначены O-звезды, точками—остальные. Радиусы окружностей равны 100 пк, на расстояниях ассоциаций.

СПИСОК ОВ-ЗВЕЗД, ВЕРОЯТНЫХ ЧЛЕНОВ АССОЦИАЦИИ
ПЕРСЕЙ ОВ1**, РАСПОЛОЖЕННЫХ ВНУТРИ ОКРУЖНОСТИ
100 ПК, ВОКРУГ ЕЕ ЦЕНТРА

Номер звезды по Бланко и др. [7]	Спектр	V	M_v	A_v	Модуль расстояния	V_r
1	2	3	4	5	6	7
2121*	B1V	9.41	-3.39	1.39	11.41	-38 [6]
2145*	O9.5I	8.76	-5.93	1.32	13.37	-56 ..
2152*	B1IV	8.66	-4.04	1.17	11.53	-53 ..
2174	O9V	11.03	-4.40	4.15	11.28	
2176	B1III	9.50	-4.37	1.84	12.03	
2182*	B0.5I	8.07	-5.88	3.00	10.95	-41 ..
2202	B1II	9.62	-5.18	2.19	12.61	
2203	B1III	9.30	-4.37	1.49	12.18	
2212	B2V	9.37	-2.87	0.45	11.79	
2213*	B0.5Vp	8.83	-3.89	1.25	11.47	-42 ..
2232*	B1Ib	8.65	-5.83	2.78	11.70	-51 ..
2238*	B0.5III	8.27	-4.85	2.00	11.13	-51 ..
2244**	B0III	7.88	-4.85	1.59	11.14	-30 ..
2245	B1II	9.30	-5.19	3.18	11.31	
2247	B1.5V	10.59	-3.38	1.95	12.02	
2256	B0.5V	10.22	-3.89	2.69	11.42	
2257*	B0IIIp	8.26	-4.86	1.17	11.95	-41 ..
2258**	B2Ib	7.40	-5.78	1.55	11.63	-38 ..
2259	B1II	9.07	-5.18	1.71	12.54	
2260**	B1Iab	6.49	-6.23	1.71	11.01	-40 ..
2262	B1II	9.08	-5.19	1.64	12.63	
2263*	B2Ib	7.48	-5.78	1.31	11.55	-45 ..
2267	B1Ib	10.59	-5.83	2.97	13.45	
2268	B1IIIpe	8.47	-4.37	1.51	11.33	
2271*	B1IV	9.17	-4.04	1.42	11.71	-61 ..
2279	B1IIIp	9.36	-4.36	1.92	11.80	
2282	B0Vne	9.62	-3.89	2.12	11.39	
2288*	B1IV	8.86	-4.03	1.87	11.02	-33 ..

Таблица 3 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7
2292	B0.5V	9.88	-3.89	2.74	11.03	
2297	B0.5V	8.75	-3.89	1.33	11.31	
2300	B1V _{po}	9.62	-3.38	1.54	11.46	
2302*	B1Ib	8.18	-5.83	1.90	12.11	-41 [6]
2303*	B0.5III	8.43	-4.86	1.70	11.59	-47 "
2313	B1V	9.23	-3.38	1.62	10.99	
2319	B1V	9.94	-3.38	1.84	11.48	
2324	B2V	11.29	-2.87	1.94	12.22	
2336	B1V	9.75	-3.38	1.96	11.17	
2342	B2IV	10.82	-3.54	2.07	12.29	
2348	B0.5V	9.37	-3.89	2.13	11.13	
2362*	B0.5V _n	8.96	-3.89	1.94	10.91	-48 "
2368	B1.5III	9.30	-4.36	2.37	11.29	
2369*	B1II-II	8.57	-5.18	1.71	12.04	-54 "
2370	B1V	9.82	-3.38	1.93	11.27	
2373	B0III	8.45	-4.86	1.50	11.81	
2377	B1III	10.07	-4.37	2.56	11.88	
2379	B2II	8.53	-5.00	1.69	11.84	-42 [16]
2390	B1V	10.53	-3.38	2.37	11.54	
2397	B2V	11.38	-2.88	1.68	12.58	
2402*	O6	8.50	-5.92	1.40	13.02	-20 [6]
2403	O5V	9.22	-6.43	2.25	13.40	
2404	B0IV _{po}	9.28	-4.53	2.45	11.36	
2406*	B2Ib	8.05	-5.78	1.81	12.02	-39 "
2411	B2III	9.90	-3.87	1.74	12.03	
2415	B2V	11.11	-2.88	1.65	12.34	
2432	B1V	9.34	-3.39	1.71	11.02	
2435	B1III	9.46	-4.36	2.24	11.58	
2436	B2II	9.25	-5.00	1.69	12.56	
2443	B1V	10.56	-3.39	2.20	11.75	
2445	B1.5III	9.91	-4.37	2.91	11.37	
2447	B1.5V _{ne}	11.18	-3.39	2.67	11.90	
2448	B2II _o	10.88	-3.87	3.27	11.48	
2450*	B0.5V _p e	9.34	-3.89	1.97	11.26	-40 "

Таблица 3 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
2452	B0IVnn	9.44	-4.53	2.43	11.54	
2457	B0.5III	9.76	-4.86	2.44	12.18	
2459	B0.5III	9.89	-4.86	2.75	12.00	
2461	B1.5III	10.58	-4.36	2.87	12.07	
2473	B0IV	10.66	-4.52	3.47	11.71	
2481*	O6f	7.98	-5.92	2.45	11.45	-54 [6]
2484	B2IV	10.49	-3.54	2.24	11.79	
2486	B1.5III	9.65	-4.36	1.91	12.10	
2502	B1III	9.86	-4.36	2.48	11.56	
2511	B1V	10.09	-3.38	2.48	10.99	
2534**	B1II	8.33	-5.19	2.65	10.87	-43 "
2547	B1II	10.11	-5.18	2.89	12.40	
2548*	B1.5IIb	8.02	-5.83	2.97	10.88	-35 "
2554	B1III	10.28	-4.37	2.77	11.88	
2556	B0III	8.74	-4.86	2.62	10.98	
2568*	B1IV	9.55	-4.03	2.52	11.06	-51 "
2571	B1III	9.92	-4.36	2.87	11.41	

Иное положение имеет место в случае дальней ассоциации Персей OB1**. Внутри окружности радиусом 100 пк, проведенной вокруг центра этой ассоциации, для соответствующего расстояния, находятся только около 60% звезд—вероятных ее членов. Остальные расположены вне этой окружности.

Повтому звезды—вероятные члены этой дальней ассоциации условно были разделены на две группы, по расстоянию от центра ассоциации, внутри окружности радиусом 100 пк (табл. 3) и вне этой окружности (табл. 4).

Следует думать, что заметное число OB-звезд, входящих в ассоциацию Персей OB1** и находящихся далеко от ее центра, являются «беглецами» из нее.

Отметим также, что вся межзвездная поглощающая материя, наблюдаемая в этом направлении, подобно OB-звездам, сосредоточена в объемах ассоциаций [4]. По-видимому, это относится и к водороду, обнаруженному недавно в этом направлении с помощью Фабри-Перо-интерферометрических наблюдений в линии H_α [17].

Таблица 4

СПИСОК ОВ-ЗВЕЗД, ВЕРОЯТНЫХ ЧЛЕНОВ АССОЦИАЦИЙ ПЕРСЕЙ ОВ1**,
РАСПОЛОЖЕННЫХ ВНЕ ОКРУЖНОСТИ 100 пк, ВОКРУГ ЕЕ ЦЕНТРА

Номер звезды по Бланко и др. [7]	Спектр	V	M_v	A_v	Модуль расстояния	V_r
1	2	3	4	5	6	7
1683	B1V	9.91	-3.38	1.69	11.60	-33 [16]
1743	B1V	10.50	-3.39	0.93	12.96	
1771	B1II	8.67	-5.18	0.72	13.13	
1799	B2Ib	7.40	-5.78	1.81	11.37	
1818	B0IVp	9.91	-4.53	1.32	13.12	
1853	O8V	9.37	-4.91	1.49	12.79	-25 "
1895	B1Vpe	9.55	-3.39	1.78	11.16	
1911	B1Vpe	9.68	-3.39	1.43	11.64	
1963	B2III	9.64	-3.86	1.95	11.55	
1982	B1V	9.68	-3.39	2.17	10.90	
1996	B1III	10.00	-4.36	2.38	11.98	-51 [6]
2036	O9V	8.90	-4.40	0.83	12.47	
2058	B1.5III	8.63	-4.36	1.10	11.89	
2101*	B2III	9.03	-3.87	0.93	11.97	
2171	O8Vnn	8.18	-4.91	1.34	11.75	
2209	B0.5IV	8.88	-4.53	0.90	12.51	
2215	B1V	9.52	-3.38	1.22	11.68	
2434	O8V	9.87	-4.91	3.30	11.48	
2440	O8V	9.88	-4.91	3.30	11.49	
2477	O8	10.19	-4.91	4.19	10.91	
2504	B0V	10.47	-3.89	3.42	10.94	
2513	B0.5Ia	8.44	-6.43	3.60	11.27	
2518	B1Ib-II	8.46	-5.83	1.81	12.48	
2519	O7	8.80	-5.41	2.90	11.31	
2524	O9V	9.93	-4.39	2.75	11.57	
2527	O6.5	9.60	-5.92	2.40	13.12	
2530	O6	7.81	-5.92	2.64	11.09	
2533	O5f	8.10	-6.43	3.18	11.35	

Таблица 4 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
2540	O5	8.42	—6.43	2.34	12.51	
2543*	B0III	8.51	—4.86	1.08	12.29	—39 [6]
2550	O6	9.41	—5.92	2.67	12.66	
2560	B0V	9.72	—3.89	2.16	11.45	
2561	B1Iab	8.34	—6.23	2.92	11.65	
2569	O8	8.83	—4.91	2.51	11.23	
2651*	O5f	8.71	—6.43	2.44	12.70	—41 ..
2682*	B2Ib	8.85	—5.78	3.13	11.50	—49 ..
2688*	B0.5Ib	8.60	—5.88	2.85	11.63	—41 ..
2702	B1Ib	9.95	—5.82	3.01	12.76	—34 [16]
2743	B0V	9.45	—3.89	2.05	11.29	
2752	O8V	8.27	—4.91	1.94	11.24	—52 ..
2777	O8V	9.73	—4.91	2.55	12.09	
2781	O7	8.48	—5.42	2.01	11.89	
2792	O9.5Ib	9.96	—5.93	4.21	11.68	
2805	B1V	10.66	—3.38	2.74	11.30	
2811	O9V	9.30	—4.39	2.05	11.64	
2814	B0II-III	9.06	—5.37	2.87	11.56	—58 [16]
2816	B1Vn	9.64	—3.38	2.14	10.83	
2842	BIII-III	10.04	—5.19	3.54	11.69	
2857	B0III _{nn}	9.37	—4.86	2.25	11.98	
2870	B0	10.45	—3.89	2.93	11.41	
2873	O9Ib	8.36	—5.93	2.41	11.83	—40 ..

4. *Строение, состав и размеры ассоциаций области η и χ Персея.* Как известно [18], ОВ-ассоциации в своем составе, как правило, имеют одно или несколько ядер—центров звездообразования. Это звездные скопления типа О и кратные звезды типа Трапеции, в том числе звездные цепочки. В ассоциации Персей ОВ1* нам неизвестны данные, относящиеся к ядру (ядрам). Можно только отметить, что плотного ядра в виде скопления типа О, в этой ассоциации нет. Поэтому следует допустить, что ее ядрами являются неизвестные пока звезды типа Трапеции.

В ассоциации Персей OB1**, наоборот, известен ряд ядер. Кроме скоплений типа O: η и χ Персея, IC 1805 и IC 1848, по всей вероятности, имеются и несколько других ядер, в виде кратных звезд типа Трапеции. Например, таким ядром является система типа Трапеции HD 17520 [19], ярчайшая звезда, которая имеет спектральный класс O8 V. Если учесть, что относительное число реальных Трапеций резко возрастает для кратных систем, ярчайшие звезды которых принадлежат к наиболее ранним спектральным классам [20], то факт необычного обилия O-звезд в ассоциации Персей OB1** приобретает особое значение.

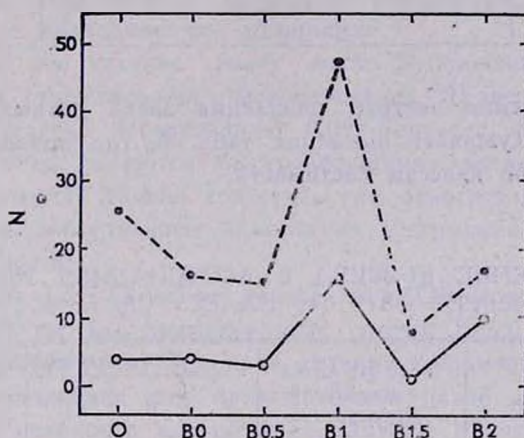


Рис. 5. Распределение звезд, вероятных членов ассоциаций: Персей OB1* (светлые кружки) и Персей OB1** (черные кружки), по спектральному классу.

Значительный интерес представляет спектральный состав, то есть распределение звезд—вероятных членов рассматриваемых ассоциаций по спектральному классу. Эти распределения для ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1** графически представлены на рис. 5.

Пржде всего бросается в глаза тот факт, что в обоих распределениях наиболее многочисленными являются звезды спектрального класса B1. Вместе с этим, эти распределения в основном сходны, за исключением того, что в ассоциации Персей OB1** наблюдается необычное обилие O-звезд.

Из табл. 5, в которой приведены распределения звезд для двух подгрупп ассоциации Персей OB1** (табл. 3 и 4), по спектральному классу, видно, что более 4/5 всех O-звезд в этой ассоциации находится на расстоянии более 100 пк от центра (табл. 4), несмотря на то, что

число вероятных членов ассоциации в этой подгруппе значительно меньше. В этом объеме число О-звезд даже больше, чем число наиболее многочисленных В1-звезд.

Таблица 5

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДВУХ ПОДГРУПП ЗВЕЗД АССОЦИАЦИИ
ПЕРСЕЙ ОВ1** ПО СПЕКТРАЛЬНОМУ КЛАССУ

Подгруппа	Общее число звезд	Спектральный класс					
		O	B0	B0.5	B1	B1.5	B2
Табл. 3	79	5	8	12	34	7	13
Табл. 4	51	21	8	3	14	1	4

С точки зрения частоты появления звезд разных светимостей в ассоциациях заслуживает внимания табл. 6, где приводится распределение В1-звезд по классам светимости.

Таблица 6

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ В1-ЗВЕЗД В АССОЦИАЦИЯХ ПЕРСЕЙ ОВ1*
И ПЕРСЕЙ ОВ1** ПО КЛАССУ СВИТИМОСТИ

Ассоциация	Число В1-звезд с известной светимостью	Класс светимости				
		I	II	III	IV	V
Персей ОВ1*	14	1	1	1	1	10
Персей ОВ1**	48	7	9	10	4	18

Приведенные данные показывают, что В1-звезды класса светимости V составляют около 70% всех звезд этого спектрального класса в ассоциации Персей ОВ1* и около 40% в ассоциации Персей ОВ1**. Если взять все О-В2 звезды, то среди них класс светимости V имеют около 60% в ближней и более 30% — в дальней ассоциациях.

Эти результаты находятся в согласии с тем, что среди рождающихся звезд преобладают объекты низкой светимости.

В связи с рассматриваемым вопросом следует добавить, что класс светимости известен не для всех звезд обеих ассоциаций. Многие из них лекулярные. Особенно неблагоприятно в этом отношении положение О-звезд.

Однако это обстоятельство, по всей вероятности, не может повлиять качественно на полученный результат.

Сравнение ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1** показывает, что первая значительно уступает второй по количеству O-B2-звезд — вероятных членов, а также по звездной плотности в центральном объеме. Однако по средней плотности в наблюдаемом объеме ближняя OB-ассоциация мало отличается от дальней. Это обусловлено большей протяженностью последней. Известно, что звездная плотность в ассоциациях сильно падает с удалением от центра [21].

По распределению OB-звезд вокруг центров систем можно только грубо оценить размеры ассоциаций. Дело в том, что само понятие размеров ассоциации довольно неопределенное. Звезды ассоциации, обладающие большими скоростями вылета из ядер, могут сильно удалиться от центральной части системы, вследствие чего они иногда наблюдаются очень далеко от «материнских» ассоциаций.

О том, что это явление имеет место в большинстве ассоциаций, свидетельствует существование быстролетающих OB-звезд — «беглецов» из ассоциаций. Согласно исследованию Круз-Гонзалес и др. [22], более 20% всех O-звезд являются быстролетающими «беглецами» из «материнских» ассоциаций. Можно допустить, что относительное число звезд-беглецов других спектральных классов из ассоциаций не сильно отличается от этой оценки.

Амбарцумян [23] в своем определении OB-ассоциаций указывает значение до 200 пк для диаметра этих систем. Если ассоциация Персей OB1* не противоречит этому, то дальняя ассоциация Персей OB1** значительно превышает этот предел. Более одной трети звезд этой OB-ассоциации находится вне объема радиусом 100 пк, вокруг предполагаемого центра системы (рис. 4). Тем не менее, нам кажется, что в случае ассоциации Персей OB1** мы имеем дело с единой системой, по размерам и богатству превышающей известные OB-ассоциации.

5. *О расширении новых OB-ассоциаций.* Списки O-B2 звезд, вероятных членов ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1** (табл. 2—4), показывают, что для нескольких десятков из них известны лучевые скорости: 20 в ближней и 37 — в дальней ассоциациях. Эти скорости можно использовать для выявления общей тенденции движений звезд относительно центров соответствующих ассоциаций.

Ранее было показано [24], что считавшаяся единой системой ассоциация Персей OB1 расширяется. Это дает основание считать, что ассоциации Персей OB1* и Персей OB1**, суперпозицией которых является эта «система», также расширяются.

Действительно, в этом случае мы имеем аналогию с так называемой синтетической ассоциацией, составленной как суперпозиция известных OB-ассоциаций и рассмотренной в связи с проблемой расширения звездных ассоциаций [25].

Этот вопрос мы рассмотрели на основе лучевых скоростей O-B2-звезд—вероятных членов соответствующих ассоциаций, используя метод, разработанный в работах [25, 26].

Идея метода основывается на том факте, что при расширении ассоциации, в любое время ее жизни, должно наблюдаться систематическое возрастание пространственных скоростей молодых OB-звезд с расстоянием от центра системы—ядра ассоциации. Поэтому, если искомая зависимость средней скорости звезд от среднего расстояния до центра системы возрастающая, то система расширяется.

При сферической симметрии системы, что в первом приближении справедливо в нашем случае, пространственные скорости можно заменить их составляющими—лучевыми скоростями, согласно теореме Клайбера.

Здесь мы не рассматриваем детали этого метода (определения этой независимости), которые изложены в работе [26]. Нас интересуют только окончательные результаты применения этого метода к нашим ассоциациям.

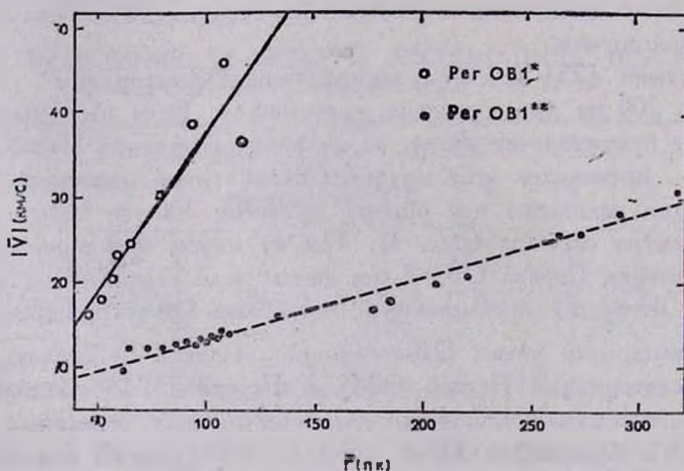


Рис. 6. Возрастающие зависимости средней скорости расширения OB-звезд $|\bar{V}|$ от их среднего расстояния $\bar{r}$ до центров ассоциаций Персей OB1* (светлые кружки и штриховая линия) и Персей OB1** (черные кружки и сплошная линия), свидетельствующие о расширении этих систем.

Они представлены в виде зависимостей средней абсолютной лучевой скорости OB-звезд от их среднего расстояния до центров ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1** (рис. 6). Зависимости между этими величинами являются возрастающими для обеих ассоциаций. Это однозначно указывает на расширение рассматриваемых OB-ассоциаций.

Средняя скорость расширения составляет около 25 км/с для ближней и 14 км/с для дальней ассоциаций. Это различие, по-видимому, является следствием того, что в ассоциации Персей OB1** имеются много ядер центров расширения, что должно привести к уменьшению средней скорости ее расширения.

Судя по средней скорости расширения ассоциация Персей OB1* должна быть моложе ассоциации Персей OB1** по кинематическому возрасту.

6. *Обсуждение.* Новые данные значительно обогатили ассоциации Персей OB1* и Персей OB1**, в особенности последнюю. В табл. 7 представлены соответствующие данные. В ней приводится также общее число звезд, вероятных членов этих систем.

Таблица 7

НОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОВ-АССОЦИАЦИЙ, НАБЛЮДАЕМЫХ
В НАПРАВЛЕНИИ η И γ ПЕРСЕЯ

Ассоциация	Число О-В2 звезд	Из них с извест- ными V_r	MP	r (пк)	V_r (км/с)
Персей OB1*	38	20	10.25 ± 0.58	1160	-36.80 ± 17.22
Персей OB1**	130	37	11.75 ± 0.60	2340	-43.09 ± 8.96

Сравнение табл. 7 с аналогичной табл. 1, заимствованной из работы [5], показывает довольно хорошее согласие между ними. Несмотря на значительное расширение наблюдательного материала, существенных изменений в параметрах ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1** практически не произошло.

Несмотря на то, что число звезд-вероятных членов этих ОВ-ассоциаций возросло почти в два раза в первом случае и почти в 5 раз во втором, эти параметры остались почти неизменными. Лишь в некоторых случаях для отдельных звезд заново определенные модули расстояния привели к переходу из одной ассоциации в другую.

Близость параметров, определенных нами (табл. 7) и в работе [5], дает основание считать реальным существование в направлении η и γ Персея двух ОВ-ассоциаций: Персей OB1* и Персей OB1**, проектирующихся друг на друга.

Табл. 7 свидетельствует, что расстояние дальней ассоциации Персей OB1** совпадает с расстоянием считавшейся единой ассоциации

Персей OB1 [25]. Это позволяет допустить, что ближняя ассоциация Персей OB1* не обращала на себя внимания до последнего времени, из-за сравнительно низкой поверхностной плотности OB-звезд и отсутствия плотного ядра.

Анализ лучевых скоростей OB-звезд, вероятных членов ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1**, показал, что обе ассоциации расширяются, то есть являются динамически неустойчивыми и распадаются.

Распределения звезд обеих ассоциаций по спектральному классу показало, что наиболее многочисленными в них являются звезды спектрального класса B1. Они составляют чуть больше $1/3$ всех звезд—вероятных членов этих ассоциаций.

Рассмотрение распределения B1-звезд по классу светимости показывает, что в ближней ассоциации Персей OB1* почти $3/4$ звезд являются звездами главной последовательности, а в дальней ассоциации чуть больше $1/3$. Остальные звезды в обеих ассоциациях не столь резко отклоняются от равномерного распределения по классам светимости I—IV.

Преобладание звезд низких светимостей можно понять, если учесть большую частоту карликовых звезд в Галактике. Непонятно, однако, необычное обилие звезд спектрального класса B1 в обеих ассоциациях.

7. Заключение. Рассмотрение распределения и движений O-B2-звезд в направлении ассоциации двойного скопления η и χ Персея, в свете работы [5], подтверждает существование в этой области двух OB-ассоциаций, проектирующихся друг на друга. Разность расстояний этих двух OB-ассоциаций—Персей OB1* и Персей OB1** порядка 1000 пк, что исключает физическую связь между ними. Выделение OB-звезд, вероятных членов отдельных ассоциаций, свидетельствует о том, что дальняя ассоциация Персей OB1** значительно богаче и протяженнее ближней (Персей OB1*).

Расстояния и средние лучевые скорости ассоциации Персей OB1* и Персей OB1**, по нашим определениям, соответственно равны 1160 ± 250 и 2340 ± 730 пк, -31 ± 17 и -43 ± 9 км/с. Они мало отличаются от значений этих параметров, определенных ранее в работе [5] (см. табл. 1). При этом статистические расчеты показывают, что вывод о реальном существовании двух OB-ассоциаций, расположенных на расстояниях, отличающихся на более чем 1000 пк, вполне обоснован. Гипотеза о том, что эти две ассоциации совпадают, имеет незначительную вероятность (уровень значимости = 0.01 [28]).

Распределение звезд—вероятных членов по спектральному классу для обеих ассоциаций почти одинаковое, за исключением необычного обилия O-звезд в ассоциации Персей OB1**. Максимум этого распре-

деления, исключая О-звезды дальней ассоциации, в обоих случаях приходится на спектральный класс В1. Причем для всех подклассов наблюдается существенное преобладание звезд низких светимостей (класса светимости V). Причем, если распределение звезд по классу светимости естественно объяснить тем, что звезды низких светимостей рождаются гораздо чаще, чем звезды высоких светимостей, то для распределения звезд по спектральному классу трудно предположить правдоподобное объяснение. Возможно, это связано с возрастом соответствующих систем. Известные лучевые скорости ОБ-звезд свидетельствуют о расширении обеих ассоциаций относительно их центров.

Следует добавить, что списки О-В2 звезд—вероятных членов ассоциаций Персей OB1* и Персей OB1**, представленные (табл. 2—4), не являются полными. В эти списки вошли лишь звезды каталога Бланко и др. [7], которым мы пользовались. Эта звезда не входила в наши планы. Мы задались целью лишь выяснения реальности существования двух ассоциаций в направлении η и χ Персея и исследования некоторых особенностей этих ассоциаций.

В заключение отметим, что обе ассоциации, судя по средним лучевым скоростям ОБ-звезд, вероятных членов этих систем, приближаются к нам и, вероятно, удаляются друг от друга.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

DISTRIBUTION AND MOTIONS OF OB-STARS IN THE DIRECTION OF THE η AND χ PERSEI

L. V. MIRZOYAN, V. V. HAMBARIAN, A. T. GARIBJANIAN

The distribution and motions of O-B2 stars in the direction of the η and χ Persei double cluster are studied. The existence of two independent OB-associations: Per OB1* and Per OB1** is confirmed. 38 and 130 probable members of these OB-associations are picked out. The distances of the associations, 1160 and 2340 pc, are determined. The unusual abundance of the O-stars in the Per OB1** association is observed. The B1-stars, mostly of the luminosity class V, consist about 1/3 of all probable members in both associations. Using the radial velocities of 20 (Per OB1*) and 37 (Per OB1**) stars it is shown that these associations are expanding, with the mean velocities of about 25 and 14 km/s, respectively.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Мирзоян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 35, 75, 1964.
2. W. Bidelman, *Astrophys. J.*, 105, 492, 1947.
3. V. A. Ambartsyan, *Max Planck Vestschrift*, Berlin, 1958, p. 97.
4. А. Т. Гарибджанян, *Астрофизика*, 20, 437, 1984.
5. L. G. Balazs, A. T. Garibjantian, *Astrofizika*, 27, 245, 1987.
6. H. A. Abt, E. S. Biggs, *Bibliography of stellar Radial Velocities*, New-York, 1972.
7. V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglass, M. P. Fitzgerald, *Publ. US Nav. Observ.*, Second Ser., v. 21, Washington, 1968.
8. G. Alter, J. Ruprecht, V. Vanysek, *Catalogue of Star Clusters and Associations*, Akademiai Kiado, Budapest, 1970.
9. Л. Г. Балаш, А. Т. Гарибджанян (не опубликовано).
10. J. Ruprecht, *Trans. IAU*, 12B, 347, 1966.
11. Б. Е. Маркарян, *ДАН АрмССР*, 15, 11, 1952.
12. W. Becker, R. Fienkart, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 4, 241, 1971.
13. R. Schild, *Astrophys. J.*, 148, 449, 1967.
14. C. Waelkens, P. Lamons, D. Heynderickx, J. Cuypers, K. Degryse, S. Poedts, R. Polflicht, J. Denogelle, K. Van Den Abele, P. Rafener, P. Smeyers, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 83, 11, 1990.
15. P. S. Conti, W. R. Alschuler, *Astrophys. J.*, 170, 325, 1971.
16. R. E. Wilson, *General Catalogue of Stellar Radial Velocities*, Washington, 1953.
17. L. V. Mirzoyan, M. Marsellin, A. T. Garibjantian, G. Boulestex, A. L. Mirzogan Y. P. Georgelln, *Astrofizika*, 34, 67, 1991.
18. В. А. Амбарцумян, *Астрон. ж.*, 28, 3, 1949.
19. Г. Н. Салуквадзе, *Бюл. Абастум. астрофиз. обсерв.*, 49, 39, 1978.
20. В. А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 15, 3, 1954.
21. Л. В. Мирзоян, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 33, 41, 1963.
22. O. Cruz-Gonzalez, E. Kucillas-Cruz, R. Costero, M. Peimbert, S. Torres-Palm- bert, *Rev. Mex. Astron. Astrophys.*, 1, 211, 1974.
23. В. А. Амбарцумян, Доклад на VIII съезде МАС АН СССР, М., 1952.
24. Л. В. Мирзоян, М. А. Мнацаканян, *Астрофизика*, 6, 337, 1970.
25. Л. В. Мирзоян, *Сообщ. Бюракан. обсерв.*, 29, 81, 1961.
26. Л. В. Мирзоян, М. А. Мнацаканян, *Астрофизика*, 6, 411, 1970.
27. R. M. Humphreys, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 38, 309, 1978.
28. Г. Крамер, *Математические методы статистики*, Мир, М., 1975, стр. 453.