

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՌ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏԴՍԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ՊՐԱԿ XI ВЫПУСК

ԵՐԵՎԱՆ

1953

ЕРЕВАН

Պատասխանատու խմբագիր Վ. Հ. ՀԱՄԲԱՐՉՈՒՄՅԱՆ,
Ответственный редактор В. А. АМБАРЦУМЯН

Звездная ассоциация Цефей II

§ 1. Сравнительно небольшая область созвездия Цефея, лежащая к северу от галактического экватора и заключенная между галактическими долготами 66° и 72° , заметно выделяется среди окружающих ее областей богатством относительно близко к нам расположенных звезд ранних спектральных типов. Это хорошо видно на рис. 1, представляющем собой карту в системе галактических координат распределения всех известных звезд ранних спектральных типов, вплоть до B2, попадающих в галактический пояс между долготами 58° и 78° .

На эту карту не нанесены лишь эмиссионные В-звезды, обнаруженные Бидельманом и Морганом, из-за неопределенности их подтипов. Но в данном случае они нас и не интересуют, так как эти звезды располагаются ниже галактического экватора и находятся на значительно больших расстояниях (их видимые величины больше 11).

Градация символов, фигурируемых на этой карте, произведена в зависимости от истинного модуля расстояния звезд, которые определялись с учетом межзвездного поглощения, определенного, главным образом из фотоэлектрических наблюдений Стеббинса, Хафера и Витфорда [1].

При выводе истинных модулей расстояния для значительной части имеющихся на карте звезд наряду с фотометрическими модулями расстояния учтывались и спектральные модули расстояния*, определенные Дюком [2], причем в обоих случаях при учете влияния поглощения в качестве нормальных показателей цвета были использованы значения, выведенные Н. Ф. Флоря [3]. При выводе фотомет-

* Под спектральными модулями расстояния подразумеваются здесь, как обычно, модули расстояния, определенные из сравнения абсолютной величины, определенной спектральными наблюдениями и видимой величины с последующим учетом космического поглощения.

Условн. обозн.

тип символ

0	○
WR	⊗
B0	●
B1	▲
B2	■

Масштаб

$m_v - M$	Вел. символа
7-8	2.0 мм
8-9	1.7
9-10	1.3
10-11	1.0
>11	0.7

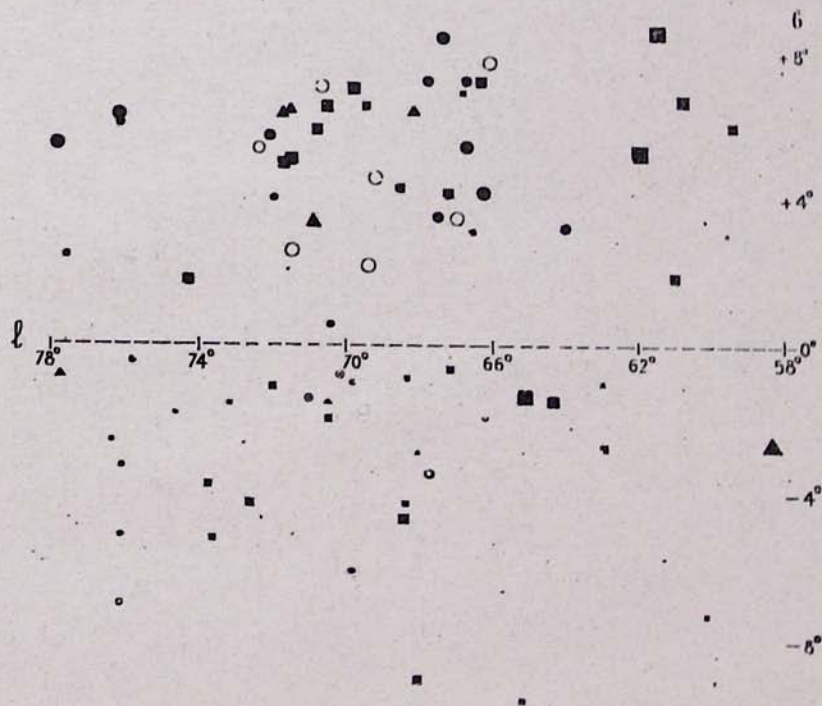


Рис. 1

рических модулей расстояний для абсолютных величин использовались значения, полученные П. П. Паренаго [4]. Для сравнительно небольшого количества звезд, которые не имели ни фотоэлектрических, ни фотографических показателей цвета, учет поглощения велся по известному методу Паренаго [5].

Анализ данных о межзвездном поглощении в области, представленной на рис. 1, показывает, что выделяющуюся на нем концентрацию близких звезд ни в коем случае нельзя считать обусловленной действием межзвездной темной материи на соседние области, так как величина поглощения за границами области концентрации заметно убывает. Достаточно сказать, что поглощение к югу от галактического экватора примерно в три раза слабее поглощения, имеющегося к северу от галактического экватора. Таким образом, область сгущения звезд среди окружающих ее областей выделяется заметно большим поглощением, которое обусловлено главным образом сравнительно небольшими темными туманностями, имеющимися в большом количестве в этой области.

Поэтому имеется полное основание считать отсутствие заметного количества сравнительно близко к нам расположенных ранних звезд в областях, окружающих рассматриваемое сгущение ранних звезд, вполне реальным.

С другой стороны, можно довольно уверенно утверждать, что в направлении этого сгущения нет заметного количества *далеких* звезд ранних спектральных типов. Это хорошо видно из данных таблицы 1, в которую включены все звезды рассматриваемых типов до 10-й видимой величины, попадающих в область, заключенную между $l=66^\circ$ и $72^\circ.5$ и $b=+2^\circ$ и $8^\circ.5$. Этот список можно считать полным для звезд до 10-й величины, во-первых, по той причине, что указанная область охватывается продолжением каталога HD, а во-вторых, потому, что из списка ранних звезд Моргана и Нассау, распространяющегося на звезды до 10-й величины, в табл. 1 не вошли лишь 3—4 звезды, принадлежащие к сравнительно поздним спектральным типам.

Таблица 1 9

№	HD	α_{1900}	δ_{1900}	l	b	$m_{\text{виз}}$	Sp	$A_{\text{виз}}$	$m_0 - M$	Примечание
1	202214	$21^{\text{h}} 9^{\text{m}} 3$	$+59^{\circ} 35'$	66.0	$+7.7$	$5^{\text{m}} 65$	O9s	$1^{\text{m}} 5$	$8^{\text{m}} 7$	Трехкратная ADS 14749
2	E239618	12.2	59 21	66.1	7.3	8.5	B2c	2.6	9.3	
3*	E239626	15.0	59 41	66.6	7.3	9.7	B05	3.8	10.0	Трехкратная ADS 14868
4	203374	16.7	61 25	68.0	8.4	6.64	B0nc	2.0	8.4	
5*	SA18-390	17.1	59 34	66.7	7.0	10.85	B2	3.0	11.2	
6	204116	21.4	54 57	64.0	3.2	7.96	B0(n)	2.7	9.1	
7	204150	21.6	60 23	67.7	7.2	7.61	B0n	2.0	9.4	
8	204827	26.1	58 18	66.7	5.3	8.3	B0	3.2	8.8	
9	205139	28.3	60 1	68.1	6.4	5.52	B1s	1.3	8.2	
10	205196	28.6	57 4	66.2	4.1	7.36	B0	3.2	8.9	
11	E239712	34.0	57 41	67.1	4.1	8.6	B2c	2.8	9.2	
12	206165	35.2	61 38	69.8	7.0	4.87	cB2	2.0	8.6	
13*	206183	35.3	56 32	66.5	3.1	7.6	B0	1.3	10.3	Четырехкратная ADS 15184
14	206267	35.9	57 2	66.9	3.4	5.64	O6n	1.6	8.5	
15*	206327	36.3	61 6	69.5	6.6	8.5	B2	1.2	10.2	
16	206773	39.3	57 17	67.4	3.4	6.98	B0ne	1.6	9.2	

17	E239753	41.8	58 36	68.5	4.2	9.0	B0	3.2	9.6	Четырехкратная ADS 15434
18	207198	42.2	61 59	70.7	6.9	5.97	O9s	2.3	8.8	
19	207308	42.9	61 50	70.6	6.6	7.6	B2	1.7	8.8	
20	207538	44.6	59 14	69.2	4.5	7.03	O9ss	2.3	8.8	
21	207951	47.8	61 20	70.8	5.9	8.3	B2	1.5	9.7	
22	208218	49.7	62 13	71.5	6.4	6.76	B1(s)	2.0	8.2	
23	208392	50.9	62 8	71.6	6.3	7.10	B1	1.9	8.8	
24	208905	54.3	60 49	71.2	5.0	6.0	B2	1.3	8.5	
25	209339	57.6	62 0	72.1	5.7	6.48	B0	1.1	9.3	
26	209454	58.4	61 4	71.7	4.9	7.9	B2	1.4	9.0	
27	209481	58.7	57 31	69.6	2.0	5.50	O9n	1.2	9.0	Восьмикратная ADS 15601 Трехкратная ADS 15624
28	209744	22 0.6	59 19	70.9	3.3	6.74	B1	2.0	8.1	
29	209975	2.1	61 48	72.4	5.3	5.17	O9	1.2	9.1	
30*	210352	4.8	70 38	72.0	4.1	9.0	B2	1.2	10.7	
31	210839	8.1	58 56	71.5	2.5	5.19	O6nf	1.8	8.4	

Примечание: Для звезд №№ 2, 3, 5, 11 и 17 в таблице приведены фотографические величины и поглощения для фотографических лучей.

Почти исключается также возможность наличия в направлении рассматриваемой области заметного количества ранних звезд слабее 10-й величины. В самом деле, примерно четверть указанной области покрывает избранная площадка 18, в которой Бергедорфской обсерваторией определены спектральные типы звезд вплоть до 13.5 величины и, тем не менее, в ней слабее 10-й величины имеется всего одна звезда рассматриваемых типов.

Согласно исследованию Е. К. Харадзе [6], основанного на избытках цвета многочисленных звезд, межзвездное поглощение в направлении избранной площадки 18 доходит до довольно заметной величины, а именно $2^m.03$ в фотографических лучах при расстоянии 700 парсеков, а далее оно возрастает весьма незначительно. При расстоянии 1700 парсеков поглощение доходит до $2^m.30$, т. е. на протяжении 1000 парсеков оно увеличивается всего на $0^m.27$. Можно полагать, что и дальше 1700 парсеков поглощение заметно не возрастает, так как луч зрения проходит далее значительно выше галактической плоскости.

При таком поглощении ранние звезды, расположенные на расстоянии до 2000 парсеков, непременно должны были бы попасть в таблицу 1, так как их видимые величины не превосходили бы 10^m . Следовательно, дефицит сравнительно далеких звезд (с расстояниями более 1000 парсеков) рассматриваемых типов в направлении области, занимаемой группой звезд в табл. 1, следует признать реальным, так как его нельзя объяснить ни влиянием межзвездного поглощения и ни отсутствием спектров слабых звезд.

Все вышеизложенное говорит в пользу пространственной скуденности подавляющего большинства звезд, заключенных в табл. 1.

К такому же заключению приводит и анализ вероятных истинных модулей расстояний m_0-M этих звезд, приведенных в табл. 1, которые распределяются следующим образом:

m_0-M	$8^m0-8.3$	$8.4-8.7$	$8.8-9.1$	$9.2-9.5$	$9.6-9.9$	$10.0-11.0$
колич.	3	6	10	5	2	5

Максимум частоты m_0-M приходится между $8^m.8$ и $9^m.1$.

Фактически модули расстояния 26 звезд из 31 заключены между значениями $8^m 1$ и $9^m 7$. Средний вероятный истинный модуль расстояния этих 26 звезд и его среднеквадратичное отклонение имеют следующие значения:

$$\begin{aligned} \overline{m_0 - M} &= 8^m 9, \\ \sigma &= \pm 0.42. \end{aligned}$$

Учитывая ту точность, которую обеспечивают современные методы определения звездных расстояний, можно почти не сомневаться в том, что расхождения в $m_0 - M$ упомянутых 26 звезд в основном вызваны теми погрешностями, которые мы неизбежно допускаем при их определении. Поэтому с достаточным основанием можно полагать, что упомянутые звезды практически располагаются на одинаковом от нас расстоянии, т. е. они сгущены в определенном ограниченном объеме пространства.

Что же касается оставшихся пяти звезд, обладающих сравнительно большими $m_0 - M$, то судя по их расстоянию, они располагаются заметно дальше этой группы, т. е. не связаны с ней. В табл. 1 порядковые номера этих звезд обозначены звездочками.

Таким образом, можно сказать, что анализ расстояний рассматриваемых звезд также говорит в пользу пространственной сгущенности подавляющего большинства голубых звезд, концентрированных в области неба, заключенной между $l=66^\circ$ и $72^\circ.5$ и $b=+2^\circ$ и $+8^\circ.5$.

Помимо всего сказанного, имеется еще два обстоятельства, которые могут рассеять всякое сомнение по этому поводу.

Из упомянутых выше 26 звезд, пространственную сгущенность которых мы считаем более чем вероятной, 7 принадлежат к спектральному типу O, причем 6 из них имеют видимые величины, заключенные между 5 и 6.

Эти звезды следующие:

HD	Sp	$m_{\text{виз}}$
202214	O9s	5.65
206267	O6n	5.64
207198	O9s	5.97

HD	Sp	$m_{\text{виз}}$
209481	O9n	5.50
209975	O9	5.17
210839	O6nf	5.19

Количество имеющихся на всем небе звезд спектрального типа O с видимыми величинами, заключенными в тех же пределах, что и перечисленные выше звезды, не превосходит 24. Оказывается, что 6 из этих 24 звезд, т. е. их четверть, сгущаются в области неба, имеющей площадь не более 40 квадратных градусов, что составляет всего $1/300$ часть галактического пояса, заключенного между галактическими широтами $\pm 20^\circ$, где располагаются упомянутые выше 24 звезды типа O. Вероятность случайного попадания одной из этих 24 звезд в нашу область менее трех тысячных, а для 6 звезд сразу она будет ничтожно мала. А если рассмотреть вообще возможность случайного образования из 24 звезд группы в 6 звезд в любой части неба, в области с поверхностью, равной той, которая имеется в нашем случае, то и вероятность такого события оказывается весьма малой, порядка одной миллионной.

Совершенно ясно, что о случайном сгущении приведенных выше O-звезд в рассматриваемой нами области не может быть и речи. Другое обстоятельство, не менее важное, заключается в том, что в области неба, где находится рассматриваемая здесь группа ранних звезд, сосредоточивается заметное количество газовой материи. Из недавно опубликованного списка газовых туманностей Г. А. Шайна и В. Ф. Газе [7] в эту область входят 4 объекта: № 18 (S 86), 19 (IC 1396), 20 (S7) и 21 (S 8), которые покрывают не менее $3/4$ ее поверхности.

Бесспорно, за свечение этой среды ответственна погруженная в нее та же группа ранних звезд, о которых здесь идет речь.

Все вышеизложенное неминуемо приводит нас к заключению, что подавляющее большинство звезд, приведенных в табл. 1, образует одну из ближайших звездных ассоциаций типа O. Расстояние ее порядка 600 парсек, а поперечник порядка 80 парсеков.

В область этой ассоциации попадают всего два открытых звездных скопления: Тг. 37 и NGC 7160. Первое из них, т. е. Тг. 37, является скоплением типа О, которое на фоне окружающих его звезд выделяется не особенно четко. Оно связано с большой, однако не особенно яркой газовой туманностью IC 1396 и имеет ядро, представляющее собой четырехкратную систему типа трапеции Ориона—ADS 15184. Главной звездой этой системы является HD 206267, которая принадлежит к спектральному типу О6.

Второе скопление NGC 7160 является скоплением типа В1. Это значит, что его ярчайшие звезды принадлежат к спектральным подтипам В1—В2. Оно представляет собою маленькое скопление с небольшим числом звезд, образующих почти одну широкую цепочку. В него входит четырехкратная система ADS 15434, главная звезда которой—HD 208392—принадлежит к спектральному типу В1, по классификации Иеркской обсерватории.

Судя по расстояниям этих скоплений, оба они, несомненно, входят в ассоциацию.

Помимо этих скоплений в ассоциацию входит довольно много как незарегистрированных, так и зарегистрированных в каталогах двойных звезд кратные звезды и звездные цепочки.

Из зарегистрированных в каталоге ADS кратных систем в ассоциацию входят следующие:

14749, 14868, 15184, 15434, 15601, 15624,
главные звезды которых принадлежат к спектральным типам О—В2.

§ 2. Общая структура и сравнительная близость этой ассоциации делают возможным изучение некоторых ее кинематических особенностей. Как известно, лучевые скорости звезд ранних спектральных типов вообще определяются с небольшой точностью; помимо этого они в значительной степени искажаются эффектом красного смещения, поэтому лишь специально определенные лучевые скорости, отличающиеся сравнительно большой точностью годятся для установления тонких кинематических особенностей звездных ассоциаций. Таких данных, к сожалению, для боль-

шей части звезд, входящих в рассматриваемую ассоциацию, нет. Поэтому мы нашли целесообразным произвести анализ собственных движений. С этой целью из общего каталога собственных движений Босса GC мы выписали собственные движения тех звезд нашего списка табл. 1, для которых эти данные нашлись. Таких звезд оказалось 17 из 26, признанных вероятными членами ассоциации.

Выписанные значения собственных движений с их вероятными ошибками приведены в столбцах 4 и 5 табл. 2.

Таблица 2

№№	HD	GC	$\mu_{\alpha} \cos \delta$	в. о.	μ_{δ}	в. о.	V_T	в. о.
1	202214	29655	-0.003	± 0.0014	-0.003	± 0.0012	-16.1	± 0.6
4	203374	29861	-0.021	0.0067	-0.014	0.0063	-7.0	5.1
9	205139	30150	-0.004	0.0029	+0.001	0.0022	-15.7	1.3
10	205196	30162	-0.010	0.0040	-0.001	0.0035	-12.8	2.7
12	206165	30302	-0.004	0.0018	-0.001	0.0014	-14.3	1.0
14	206267	30322	-0.002	0.0014	-0.001	0.0012	-8.0	1.6
16	206773	30408	+0.012	0.0048	-0.002	0.0036	-21.6	3.1
18	207198	30473	-0.009	0.0047	+0.001	0.0045	-20.5	1.0
20	207538	30530	-0.008	0.0060	+0.014	0.0048	-14.6	1.0
22	208218	30645	0.000	0.0046	+0.020	0.0037	-21.1	0.6
23	208392	30671	-0.007	0.0037	+0.015	0.0027	-25.0	1.8
24	208905	30744	-0.014	0.0060	+0.001	0.0049	-22.3	6.0
25	209339	30812	-0.003	0.0048	+0.010	0.0040	-20.7	1.4
27	209481	30837	-0.005	0.0018	+0.001	0.0017	-17	
28	209744	30874	+0.002	0.0030	+0.001	0.0024	-17.4	1.6
29	209975	30907	+0.001	0.0029	+0.003	0.0018	-12.8	1.1
31	210839	31066	+0.001	0.0026	-0.009	0.0019	-74.3	2.5
6	204116	—					-22.6	
19	207008	—					-25.8	

В первых трех столбцах этой таблицы приведены порядковые номера звезд из табл. 1 и номера их из каталогов HD и GC. Собственные движения 17 вероятных членов ассоциации, которыми мы располагали, после введения в них соответствующих поправок за прецессионную постоянную Ньюкома и после вычета из них общего собственного движения системы, изображены на рис. 2.

Поправки собственных движений за исправление прецессии определялись по формулам:

$$\Delta \mu_{\alpha} \cos \delta = + 0''.0024 \cos \delta - 0''.0038 \sin \alpha \sin \delta,$$

$$\Delta \mu_{\delta} = - 0''.0038 \cos \alpha,$$

где числовые значения коэффициентов взяты по Вильсону и Раймонду, а за общее собственное движение системы были приняты следующие значения:

$$\mu_{\alpha} \cos \delta_0 = -0''.00017,$$

$$\mu_{\delta} = -0''.00269,$$

получаемые из решения, о котором речь будет идти дальше.

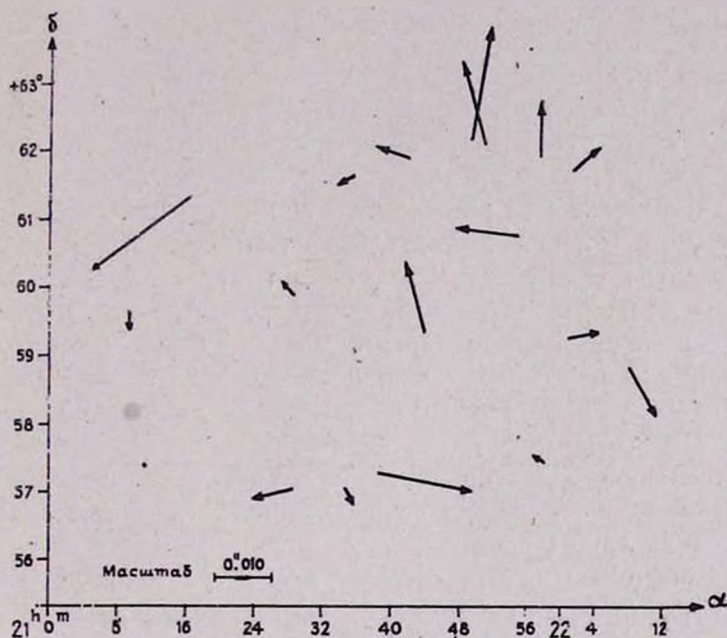


Рис. 2

Если бы в ассоциации отсутствовали значительные относительные движения, то мы должны были бы иметь почти одинаковые собственные движения для всех звезд ассоциации, обладающие незаметной дисперсией как это, например, в ряде случаев наблюдается в открытых звездных скоплениях типов В и А, по нашей классификации [8].

Но на рис. 2, во-первых, бросается в глаза значительно большая дисперсия собственных движений, а во-вторых, заметна определенная закономерность в ориентировке соб-

ственных движений: подавляющее большинство их обращено наружу по отношению к центру системы. Полученную картину нельзя объяснить ни систематическими и ни случайными ошибками собственных движений. Ее нельзя объяснить и дифференциальным эффектом галактического вращения, так как эта ассоциация не показывает почти никакой сплюснутости.

Полученная картина может получить естественное объяснение при допущении о радиальном расхождении звезд, составляющих ассоциацию, с почти одинаковой скоростью из небольшого первоначального объема. При справедливости этого допущения собственные движения звезд, составляющих ассоциацию, должны ориентироваться по радиусам-векторам звезд, проведенным из центра системы. Вместе с тем они должны быть тем больше, чем дальше от центра расположена звезда. Но строгого соблюдения этого нельзя ожидать при рассмотрении данных наблюдений, во-первых, из-за ошибок, присущих собственным движениям, а во-вторых, из-за возможных отклонений от нашего допущения, хотя бы по причине различия масс у звезд.

Поэтому при реальном расширении ассоциации как радиальную ориентировку, так и увеличение собственных движений по мере удаления от центра системы следует ожидать лишь в среднем.

Нетрудно видеть, что на рис. 2 собственные движения действительно в среднем ориентированы по радиусам-векторам, углы, заключенные между собственными движениями и соответствующими им радиусами-векторами, не превосходят 90° , за исключением двух случаев из 17. Помимо этого в среднем наблюдается увеличение собственных движений по мере удаления от центра системы. Поэтому следует признать, что рис. 2 качественно говорит в пользу расширения рассматриваемой ассоциации. Приводимый ниже количественный анализ собственных движений полностью подтверждает это заключение.

Вообще, наблюдаемое собственное движение звезды, входящей в ассоциацию, можно представить в виде суммы двух слагаемых, одно из которых представляет общее дви-

жение системы (ассоциации), а другое—относительное движение звезды в ней.

Поэтому при справедливости сделанного выше допущения о радиальном расхождении звезд ассоциации с постоянной скоростью, можно написать:

$$\begin{aligned}\mu_{\alpha} \cos \delta &= \mu_{\alpha_0} \cos \delta_0 + \omega_{\alpha} (\alpha - \alpha_0) \cos \delta, \\ \mu_{\delta} &= \mu_{\delta_0} + \omega_{\delta} (\delta - \delta_0),\end{aligned}$$

где α и δ —обычные экваториальные координаты звезды, α_0 и δ_0 —экваториальные координаты центра системы, для которых у нас были приняты следующие значения: $21^{\text{h}} 39^{\text{m}}$ и $59^{\circ} 30'$, $\mu_{\alpha} \cos \delta$ и μ_{δ} , исправленные за прецессию компоненты собственного движения звезды, выраженные оба в секундах дуги, ω_{α} и ω_{δ} в этих уравнениях представляют собой скорости расширения в секундах дуги на градус в год по α и δ . Понятно, что в этом случае коэффициенты при ω_{α} и ω_{δ} должны быть выражены в градусах.

Решение по способу наименьших квадратов систем условных уравнений, составленных по примеру написанных выше уравнений, позволяет определить величину скорости расширения ассоциации и величину ее общего собственного движения.

При решении систем условных уравнений, составленных для всех звезд табл. 2*, нами принималось во внимание различие их весов, определяемых по вероятным ошибкам используемых собственных движений. Но вследствие того, что веса собственных движений четырех звезд (№№ 1, 12, 14 и 27) в среднем в 10 раз больше, чем веса остальных, веса уравнений, составленных для этих четырех звезд, при решении были убавлены в 2,5 раза, чтобы частично ослабить их влияние на результаты решения.

Решение для искомым величин дало следующие результаты:

* Упомянутые выше две звезды, общие собственные движения которых направлены во внутрь системы, мы тем не менее не исключили, не смотря на то, что включение этих звезд в решение отрицательно сказывается на получаемом результате.

$$\begin{aligned}\mu_{\alpha} \cos \delta_0 &= -0''.00017 \pm 0''.00075 \quad (\text{в. о.}), \\ \mu_{\delta} &= -0''.00263 \pm 0''.00038 \quad (\text{в. о.}).\end{aligned}$$

и

$$\begin{aligned}\omega_1 &= 0''.00064 \pm 0''.00031 \quad (\text{в. о.}), \\ \omega_2 &= 0''.00156 \pm 0''.00051 \quad (\text{в. о.}).\end{aligned}$$

Их средняя взвешенная будет:

$$\bar{\omega} = 0''.00089 \pm 0''.00026 \quad (\text{в. о.}),$$

которая дает величину наблюдаемого расширения на один градус в год рассматриваемой ассоциации.

Легко сообразить, что наблюдаемое расширение следует исправить за движение данной системы по лучу зрения. Поправка эта на градус в год определяется довольно просто. Если обозначить ее через $\Delta\omega$, то она будет иметь следующее выражение:

$$\Delta\omega = 3600'' \times \frac{3.16 \cdot 10^4 V_r}{3.08 \cdot 10^{13} R},$$

где R представляет собой расстояние ассоциации, которое равняется у нас 600 парсекам, а V_r представляет собой наблюдаемую линейную скорость системы по лучу зрения, которая определяется как средняя наблюденных лучевых скоростей звезд, приведенных в последнем столбце табл. 2, согласно каталогу Пласскетта и Пирса [9]. Средняя из этих величин равна -17.5 км/сек без учета звезды № 31, имеющей аномально большую отрицательную лучевую скорость. Для V_r окончательно можно принять значение -18.8 км/сек с учетом эффекта красного смещения.

Определенное по этим величинам значение $\Delta\omega$ оказывается равным $-0''.00011$.

Таким образом, для наблюдаемого расширения на градус в год, обусловленного радиальным расхождением звезд, получается

$$0.00078 \frac{\text{секунд}}{\text{градус в год}}.$$

Принимая видимый диаметр ассоциации равным $7''$, для линейной скорости удаления звезд наружу, получаем 8 км/сек . Если возраст ассоциации определить как время, необходимое для того, чтобы расширяющаяся ассоциация

достигла нынешних размеров при обнаруженной скорости, то он оказывается равным $4.5 \cdot 10^6$ лет.

Полученные результаты из анализа собственных движений, наряду с результатами, полученными Блау [10] для ассоциации Персей II, доказывают реальность явления расширения, предсказанного В. А. Амбарцумяном [11] еще в 1948 г., как основного кинематического свойства всех звездных ассоциаций.

ՅԵՅԵՅ II ԱՍՏՂԱՍՓՅՈՒՌ

Ա մ փ ո փ ու մ

Երկնքի 58° և 78° գալակտիկ երկայնությունների ու $\pm 10^\circ$ գալակտիկ լայնությունների միջև ընկած հատվածում ջերմ աստղերի, գազային մեգամածությունների ու կլանող նյութի բաշխման հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ 66° և 72° գալակտիկ երկայնությունների ու $+2^\circ$ և $+8^\circ$ գալակտիկ լայնությունների միջև ընկած տիրույթում գոյություն ունի մի չափազանց հետաքրքիր 0 տիպի աստղասփյուռ:

Այս աստղասփյուռը (որն ստացել է Ցեֆեյ II անունը) ջերմ հսկաների, ու գերհսկաների թիվը հասնում է 26-ի, որոնցից 7-ը պատկանում են չափազանց հազվադեպ $\odot$ սպեկտրալ տիպի աստղերի թվին. Աստղասփյուռի գծային տրամագիծը հավասար է մոտ 80 պարսեկի, իսկ հեռավորությունը 600 պարսեկի:

Հիշյալ աստղասփյուռը անդամների հարաբերական շարժումների հանգամանորեն կատարած հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ աստղասփյուռն ընդարձակվում է 8 կմ/վրկ արագությամբ: Այս արագության միջոցով որոշված աստղասփյուռի հասակն ստացվում է հավասար $4.5 \cdot 10^6$ տարվա:



Л И Т Е Р А Т У Р А

1. J. Stebbins, C. Huffer and A. Whitford, Ap. J., 91, 20, 1940
2. D. Duke, Ap. J., 113, 100, 1951.
3. Н. Ф. Флюря, Труды ГАИШ, XVI, 4, 1949.
4. П. П. Паренаго, Курс зв. астрономии, М.—Л., 1946.
5. П. П. Паренаго, Астр. журнал, XXII, 3, 1947.
6. Е. К. Харадзе, Бюлл. Абаст. обсерв., 12, 331, 1952.
7. Г. А. Шайн и В. Ф. Газе, Изв. Крым. обсерв., VI, 3, 1951.
8. Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюр. обсерв., IX, 1951.
9. J. Plaskett and J. Pearce, Publ. Dom. Obs. Victoria, 5, 2, 1931.
10. A. Blaauw, В. А. Н., 433, 1952.
11. В. А. Амбарцумян, Астр. журнал, XXVI, 3, 1949.

О расширении открытого звездного скопления IC 2602

Сложившееся представление о стационарности открытых звездных скоплений базируется на результатах исследований движений звезд ряда ближайших звездных скоплений: Плеяд, Гиад, Яслей, скопления Волос Вероники и т. д.

Все эти скопления, по предложенной нами классификации [1], принадлежат к типам В и А. К сожалению, не имеется примеров скоплений типа О, подвергнутых исследованию такого рода.

По некоторым соображениям, высказанным нами в связи с новой классификацией открытых скоплений [1], следует для скоплений типа О ожидать резкого отклонения от устойчивого состояния.

Изучение движения звезд в О-скоплениях может дать исключительно ценные данные для окончательного выяснения этого вопроса.

Лучевые скорости наиболее ранних звезд из которых состоят О-скопления определяются в настоящее время с недостаточной для этой цели точностью, во-первых, из-за неимения достаточного количества резких линий в спектрах этих звезд, а во-вторых, из-за все еще не точного знания величины эффекта красного смещения для различных подтипов ранних звезд. Поэтому для решения намеченной задачи в настоящее время собственные движения следует предпочесть лучевым скоростям.

К сожалению специальных определений собственных движений звезд скоплений типа О не имеется, поэтому приходится пока пользоваться данными общих каталогов собственных движений звезд.

В этом отношении наиболее подходящим объектом для исследования является скопление IC 2602, находящееся в созвездии Киля. Для него даются следующие координаты:

$$\alpha_{1900} = 10^h 39^m.4, \delta_{1900} = -63^\circ 52';$$

$$l = 257.2, \quad b = -4.9,$$

являющиеся координатами наиболее яркой звезды скопления η Carinae, расположенной почти в центре скопления. Это скопление является вообще одним из ближайших к нам, но тем не менее, оно мало изучено из-за его недоступности подавляющему большинству обсерваторий мира.

Несмотря на его близость оно на фотографиях выглядит довольно компактным. Структурная особенность этого скопления выражается его расщепленностью на две части, что является вообще одной из основных структурно-морфологических особенностей О-скоплений. Помимо этого оно, повидимому, связано с небольшой туманностью; об этом имеется указание у Коллиндера [2], хотя достоверных данных об этом в литературе мы не нашли.

Это скопление может служить представителем тех весьма часто встречающихся скоплений типа О, которые состоят из двух-трех десятков звезд, причем одна или две звезды, принадлежащие обычно к спектральным типам О или В0, заметно выделяются среди остальных своей яркостью.

Ниже приводятся данные различных исследователей о количестве звезд, видимом диаметре и расстоянии этого скопления.

Таблица 1

		Количество звезд	Видимый диаметр	Расстояние в парсеках
Шапли [3]		32	70'	200
Тремплер [4]		< 50	65	210
Коллидер [2]		24	60×50	} 210
Лундмарк [2]		30	80×50	
Бархатова [5]		—	83	220
		28	67	220

Хотя эти данные показывают хорошее согласие между собой, тем не менее мы произвели проверку видимого диаметра и количества звезд с помощью фотографической карты FA и определили расстояние с почти точным учетом

поглощения, пользуясь недавно опубликованными фотоэлектрическими цветами звезд Схилта и Джексона [6]. В списке упомянутых авторов мы нашли фотоэлектрические цвета для семи звезд, входящих в рассматриваемое скопление, и по этим звездам, являющимся наиболее яркими звездами скопления, определили его расстояние. При этом фотоэлектрические цвета Схилта и Джексона были приведены к системе C_1 Стеббинса, Хафера и Витфорда [7], для нормальных показателей цвета были использованы значения, выведенные Н. Ф. Флоря [8], а для коэффициента, переводящего избытки цвета в общее поглощение (в визуальных лучах), согласно П. П. Паренаго [9], было употреблено значение 7.9.

Для абсолютных величин были приняты значения Стеббинса, Хафера и Витфорда.

Ниже, в табл. 2, приводятся данные для упомянутых семи звезд.

Таблица 2

HD	S_p	$m_{\text{виз}}$	$A_{\text{виз}}$	$m_0 - M$
92938	B3	5.20	0. ^m 47	6.9
93030	B0	3.03	0.00	6.9
93163	B3	6.14	0.95	7.4
93194	B3	5.09	0.55	6.9
93540	B5	5.54	0.55	6.6
93549	B8	5.43	0.32	5.9
93607	B5	5.10	0.24	6.5
Среднее				6.7

Окончательно принятые значения для количества звезд видимого диаметра и расстояния скопления приведены в последней строчке табл. 1.

В пределах, соответствующих принятому нами значению, для видимого диаметра скопления, имеются всего 14 звезд ярче $7^m 0$, принадлежность которых к скоплению можно считать в высшей степени вероятной. Для более слабых звезд данные о движениях не полны и не достоверны, поэтому их можно оставить пока без внимания. Помимо этих

14 звезд на южном краю скопления (на расстоянии $43'$ от центра скопления) располагается звезда HD 92664, которая принадлежит к типу A0p по Гарвардской классификации. Видимая визуальная величина этой звезды 5.82, а наблюдаемый фотоэлектрический цвет в системе C_1 , по Схилту и Джексону, — $0^m 18$ [6], поэтому ее вероятный истинный модуль расстояния получается равным 6.1. Помимо этого, в каталоге HD имеется примечание для этой звезды, на основании которого можно полагать, что светимость ее больше нормальной. Таким образом, вероятность принадлежности этой звезды к скоплению становится довольно большой. Поэтому включив эту звезду в качестве вероятного члена в число физических членов скопления, мы рассмотрели собственные движения 15 звезд, данные о которых приводятся в табл. 3.

Значения компонентов собственных движений, с их вероятными ошибками, взятые из каталога Босса—ГС приведены в 8 и 9 столбцах этой таблицы.

После введения в собственные движения соответствующих поправок за процессию (по формулам, приведенным на странице 12 предыдущей работы) и после вычета из них общего собственного движения скопления (определение которого производится дальше):

$$\mu_{\alpha} \cos \delta_0 = -0.0145,$$

$$\mu_{\delta} = +0.0025,$$

мы нанесли полученные относительные собственные движения рассматриваемых 15 звезд на график (рис. 1).

Считаем не лишним отметить здесь, что использование собственных движений каталога Босса без внесения в них соответствующих систематических поправок для приведения их к системе FK3 в данном случае вполне допустимо, так как эти поправки одинаковы для всех звезд скопления и поэтому не вносят ни малейшего изменения в относительные движения звезд, изображенных на рис. 1.

В этих поправках нуждаются лишь выводимые ниже значения для компонентов общего, собственного движения скопления.

Таблица 3

№	GC	HD	α_{1900}	δ_{1900}	m_{B113}	Sp	$\mu_{\alpha} \cos \delta$	B.O.	μ_{δ}	B.O.	V_r	B.O.
1	14656	92467	$10^h 35^m 4$	$-63^{\circ} 59'$	$6^m 7$	B9	-0.0118 ± 0.0067		-0.008 ± 0.0071			
2	14669	92536	35.9	63 36	6.6	B9	-0.0194	71	-0.010	61		
3	14685	92664	36.8	64 5	5.82	A0 _p	-0.0207	55	-0.006	46	+30	
4	14697	92715	37.2	64 8	6.7	B9	-0.0183	73	-0.019	64		
5	14705	92783	37.6	63 57	6.5	B5	-0.0151	67	-0.007	71		
6	14733	92938	38.7	63 57	5.20	B3	-0.0211	34	+0.008	28	+24.2	± 1.4
7	14738	92966	38.9	63 53	6.9	B9	-0.0231	73	+0.007	71		
8	14755	93030	39.4	63 52	3.03	B0	-0.0172	19	+0.007	19	+23.6	7.0
9	14769	93163	40.3	63 44	6.14	B3	-0.0086	71	-0.003	64	+8	
10	14778	93194	40.5	63 26	5.09	B3	-0.0134	43	+0.003	40	+25.5	1.7
11	14837	93540	42.7	63 59	5.54	B5	-0.0191	56	-0.015	51	+30.8	0.5
12	14844	93549	42.8	63 44	5.43	B8	-0.0027	47	+0.002	44	+21	
13	14850	93607	43.2	63 52	5.10	B5	-0.0178	59	+0.002	43	+15.7	2.9
14	14871	93714	44.0	64 2	6.6	B3	-0.0276	75	-0.004	64		
15	14874	93738	44.2	63 44	6.4	A0	+0.0027	64	+0.012	52		

Из рис. 1 видно, что собственные движения звезд скопления обладают сравнительно большой дисперсией, во много раз превышающей дисперсии, которые наблюдаются в скоплениях поздних типов—В и А. Помимо этого, собственные движения, отнесенные к „центру тяжести“, ориентиро-

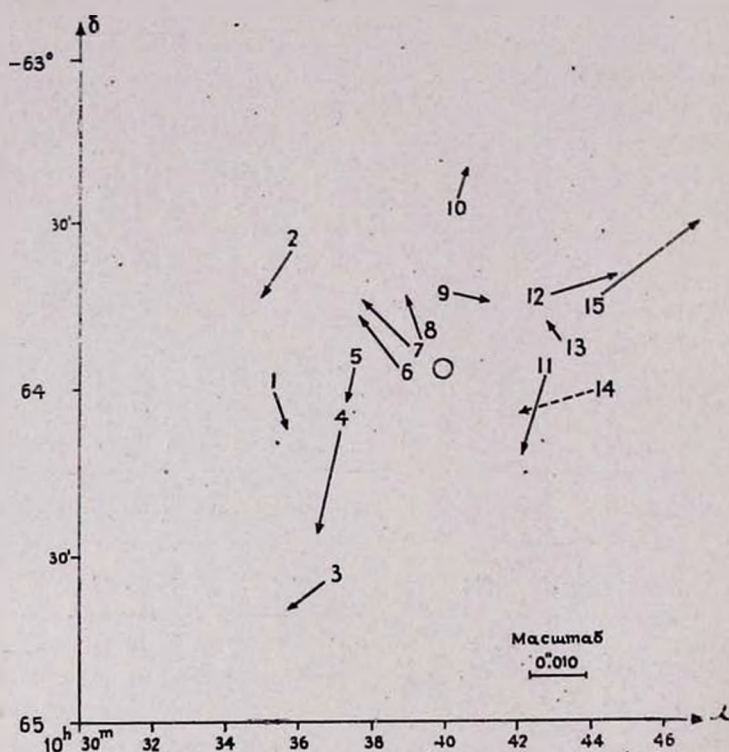


Рис. 1.

рованы наружу по отношению к центру скопления, для координат которого нами были приняты следующие значения:

$$\alpha_0 = 10^h 40^m, \quad \delta_0 = -63^\circ 57'.$$

Большинство собственных движений составляет с соответствующими радиусами-векторами (проведенными из центра скопления) углы не более 30° , а все остальные—не

более 90° , за исключением одной звезды № 14 (собственное движение этой звезды на рис. 1 представлено пунктиром), собственное движение которой направлено внутрь системы. Если это не является результатом случайной ошибки, то следует полагать, что эта звезда не является физическим членом скопления.

Большая дисперсия и характер ориентировки собственных движений звезд, отнесенных к центру тяжести на рис. 1, свидетельствуют о явном расширении рассматриваемого скопления. Поэтому обсуждение и количественный анализ собственных движений можно провести аналогично тому, как это было сделано в предыдущей работе для ассоциации Цефея II.

Написав для всех звезд, включенных в табл. 3 (за исключением звезды № 14), условные уравнения типа:

$$\begin{aligned}\mu_\alpha \cos \delta &= \mu_{\alpha_0} \cos \delta_0 + \omega_\alpha (\alpha - \alpha_0), \\ \mu_\delta &= \mu_{\delta_0} + \omega_\delta (\delta - \delta_0)\end{aligned}$$

и решив систему этих уравнений способом наименьших квадратов мы нашли значения компонентов общего собственного движения скопления и значения скоростей расширения скопления по α и по δ .

При этом множители при ω_α и ω_δ были взяты в минутах дуги, ввиду чего ω_α и ω_δ представляют собой скорости в секундах дуги на минуту в год.

Решение производилось с учетом весов составленных уравнений, определяемых соответствующими вероятными ошибками наблюдаемых собственных движений. Но так как собственные движения звезд №№ 6 и 8 имеют вес в 5—6 раз превосходящий вес остальных, для частичного ослабления их влияния на получаемые результаты веса уравнений, составленных для этих двух звезд, были приравнены к наибольшему из остальных.

Из решения получились следующие результаты:

$$\begin{aligned}\mu_{\alpha_0} \cos \delta_0 &= -0.01449 \pm 0.00107 \quad (\text{в. о.}), \\ \mu_{\delta_0} &= +0.00218 \pm 0.00151 \quad (\text{в. о.}),\end{aligned}$$

$$\omega_1 = 0.00023 \pm 0.00006 \quad (\text{в. о.}),$$

$$\omega_2 = 0.00018 \pm 0.00008 \quad (\text{в. о.}),$$

Средняя взвешенная из последних будет

$$\bar{\omega} = 0.00021 \pm 0.00005 \quad (\text{в. о.}).$$

Таким образом, для скопления с принятым для него угловым радиусом $33'$ наблюдается весьма заметное расширение, достигающее 0.0069 в год. Но полученную величину необходимо еще исправить за движение скопления по лучу зрения.

Чтобы определить эту поправку необходимо знание наблюдаемой скорости скопления по лучу зрения, которую мы определим как среднюю из известных лучевых скоростей 8 звезд скопления, приведенных в последнем столбце табл. 3, по Пласкету и Пирсу [10]. Эта средняя лучевая скорость скопления с поправкой на эффект красного смещения равняется $+20.9$ км/сек.

Соответствующая ей поправка к $\bar{\omega}$, определяемая выражением:

$$\Delta\omega = 33 \cdot 60 \cdot \frac{3.16 \cdot 10^5 V_r}{3.08 \cdot 10^{13} R},$$

будет $+0.00019$.

Поэтому реальное расширение скопления дойдет до 0.0071 в год, а соответствующая ему линейная скорость удаления звезд наружу будет 7.4 км/сек.

Соответствующий этой скорости возраст скопления получается порядка $3 \cdot 10^5$ лет. В возрасте порядка 10^6 лет поперечник этого скопления, состоящего всего из трех десятков звезд, достигнет $15-20$ парсек, и оно потеряет признаки обычного открытого скопления. Оно скорее будет напоминать ассоциацию, окружающую звезду ζ Персея Парсей II [11].

IC 2602 ԲԱՅ ԱՍՏՂԱԿՈՒՅՏԻ ԱՆՆԱՅՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Ւ Վ

Նախախելի համաստեղություն մեջ գտնվող IC 2602 բազ
աստղակույտի (որը պատկանում է Օ տիպին համաձայն մեր

գասակարգման) աստղերի հարաբերական շարժումների հետազոտությունը ցույց է տալիս, որ նա ընդարձակվում է 7,4 կմ/վրկ արագությամբ:

Աստղակույտի հասակը, որն ստացվել է այս արագության միջոցով, համասար է $3 \cdot 10^5$ տարվա:

$2 \cdot 10^5$ տարիքում այս աստղակույտը կզրկվի բաց աստղակույտերին բնորոշ առանձնահատկություններից և կնմանվի փոքր աստղասփյուռի, ինչպիսին օրինակ հանդիսանում է Պերսեյ II աստղասփյուռը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Б. Е. Маркарян, Сообщ. Бюро. обсерв. V, 1950 и IX, 1951.
2. P. Collinder, Lund Ann., 2, 1931.
3. H. Shapley, Star Clusters, 1930.
4. R. Trumpler, L. O. B., 14, 420, 1930.
5. К. А. Бархатова, Астр. журн., XXVII, 3, 1950.
6. J. Schilt and C. Jackson, A. J., 56, 209, 1952.
7. J. Stebbins, C. Huffer and A. Whitford, Ap. J., 91, 20, 1940.
8. Н. Ф. Флоря, Труды ГАИШ, XVI, 4, 1949.
9. П. П. Пареназо, Астр. журн., XXII, 3, 1945.
10. J. Plascett and J. Pearce, Publ. Dom. Obs. Victoria, 5, 2, 1931.
11. Б. Е. Маркарян, ДАН Арм. ССР, XV, 1, 1952.



ОПЕЧАТКИ

Страница	Строка	Напечатано	Должно быть
12 25	11 сверху 1 снизу	мз мз.	мз мз.