

УДК: 524.382

О КОРИДОРАХ В ОБЛАСТИ МОЛОДЫХ ОТКРЫТЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ

Р.А.ВАРДАНЯН

Поступила 30 января 1998

Принята к печати 1 апреля 1998

Приводятся результаты анализа распределения ярчайших звезд в областях молодых звездных скоплений Плеяды и η и χ Персея вдоль галактической долготы. Указывается на существование коридоров в этих скоплениях. В статье приводится также список около 18 молодых звездных скоплений, которые с большой вероятностью также имеют коридоры. Согласно идее Амбарцумяна, эти скопления являются распадающимися звездными системами.

1. *Введение.* Как известно, еще в 1950 г. Амбарцумян [1] указал, что открытое звездное скопление M25 имеет коридор, который разделяет это скопление на две части.

Детально анализируя форму скопления M25, мы обнаружили, что распределение звезд в области M25 имеет форму биполярной туманности. Подобную форму имеет также скопление η и χ Персея. Кроме того, направление оси, соединяющей центральные части η и χ Персея, совпадает с направлением электрического вектора плоскости поляризации света звезд ($\theta_E = 116^\circ$) данной области, а последнее совпадает с направлением плоскости Галактики.

В 1995г. Субриманиам и др. [2] обнаружили, что ряд открытых звездных скоплений составляет пары. Одной из таких пар является скопление η и χ Персея. Согласно Амбарцумяну [1], такие звездные системы со временем распадаются.

Цель настоящей работы заключается в том, чтобы найти звездные скопления, имеющие коридоры. Было исследовано также распределение ярчайших звезд, расположенных в области скопления Плеяды.

2. *О биполярной форме распределения ярчайших звезд в области Плеяды.* Для рассмотрения формы распределения звезд в области Плеяд нами была использована карта распределения звезд, приведенная в книге Куликовского [3], где цифрами обозначены ярчайшие звезды до $V = 11^m.0$ величины (рис. 1). На этой карте по центру Плеяд ($\alpha_{1900} = 3^h40^m.5$, $\delta_{1900} = 23^\circ53'$) провели прямую линию, параллельно плоскости Галактики. Вокруг этого центра (O) провели кружок радиусом $R = 36'$ так, чтобы основная масса ярчайших звезд была

расположена внутри кружка. Данный кружок пересекается с прямой линией (параллельно плоскости Галактики) в точках O_1 и O_2 . Далее, принимая за центр двух новых кружков точки O_1 и O_2 , провели два полуокруга с радиусом $R = 36'$, окружности которых проходят через центр O . В конечном счете мы имеем картину (см. рис.1), состоящую из квадрата $ABCD$, который охватывает площадь двух полуокругов и

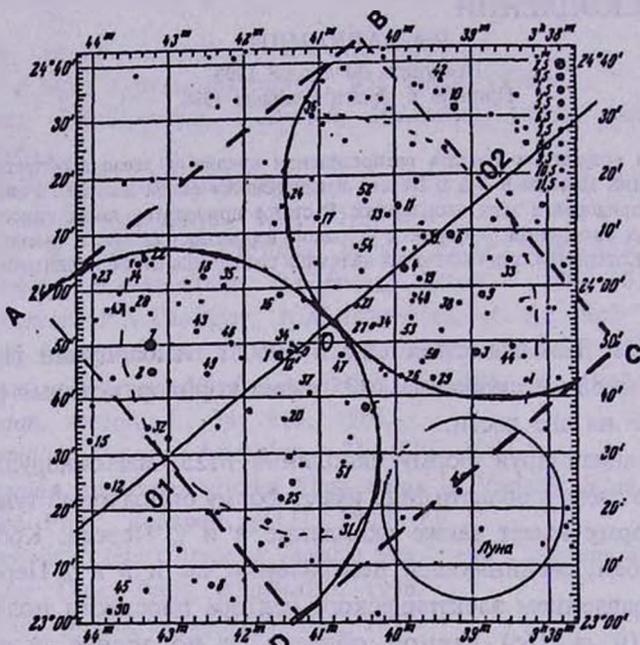


Рис.1. Карта ярчайших звезд - членов (пронумерованной) скопления Плеяды.

коридора. Причем площадь двух полуокругов равна $S = \pi R^2$, а коридора - $S_{\text{кор}} = 4R^2 - \pi R^2$. Отношение этих площадей

$$K = \frac{\pi R^2}{4R^2 - \pi R^2} = 3.65.$$

Теперь определим отношение количества ярчайших членов, расположенных в полуокругах, к количеству ярчайших звезд, находящихся в коридоре скопления Плеяды. Расчеты показывают, что это отношение превышает число 45. Фактически в коридор Плеяд не попадает ни одна яркая звезда. Для наглядности на рис.2 приводится распределение количества ярчайших звезд, в интервалах с шириной $\Delta l = 8'.3$ вдоль оси O_1O_2 . Как видно из рис.2, в центральной части (O) Плеяд в выделенную полосу попадает всего одна яркая звезда.

Из вышесказанного можно заключить, что распределение ярчайших

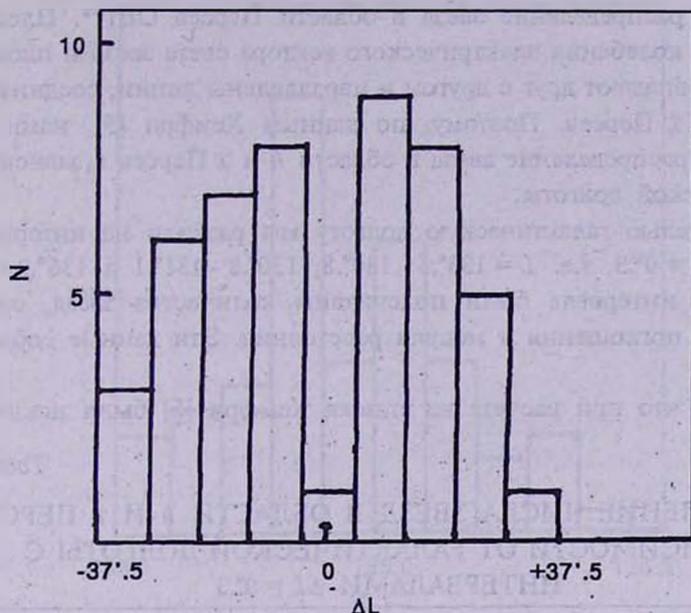


Рис.2. Распределение числа ярчайших звезд - членов (N) скопления Плеяды, рассчитанное в каждом интервале $\Delta L = 8'.3$ вдоль галактической долготы (от O_1 до O_2).

которой параллельно плоскости Галактики. С этой точки зрения интересно было бы рассмотреть распределение вспыхивающих звезд в областях полукругов и в коридоре.

Согласно частному сообщению О.Чавушяна и А.Осканяна, распределение вспыхивающих звезд по азимуту имеет два максимума и два минимума, причем минимальное количество вспыхивающих звезд наблюдается в направлении коридора, найденного по распределению ярчайших звезд в области Плеяды (см. рис.1).

Более детально рассмотрим распределение звезд в области открытого звездного скопления h и χ Персея.

3. *О существовании коридора в области скопления h и χ Персея.* Вопрос о распределении и движении O-B2 звезд в направлении h и χ Персея детально был изучен Мирзояном и др. [4] еще в 1991г. В этой работе подтверждено существование двух независимых OВ-ассоциаций - Персей OВ1* и Персей OВ1**, расстояния которых составляют соответственно 1160 и 2340 пк [4]. Кроме этого оказалось, что Персей OВ1*, в основном, содержит звезды V класса светимости (B0 - B1).

В работе Хемфри [5] приводится список членов звездной ассоциации h и χ Персея, модули расстояния которых больше $10^{2.4}$, т.е. фактически не содержатся звезды из Персея OВ1*. Учитывая последнее, мы

рассмотрели распределение звезд в области Персея OB1**. Плоскость поляризации колебания электрического вектора света звезд и плоскость Галактики совпадают друг с другом и параллельны линии, соединяющей центры h и χ Персея. Поэтому, по данным Хемфри [5], нами было рассмотрено распределение звезд в области h и χ Персея в зависимости от галактической долготы.

С этой целью галактическую долготу мы разбили на интервалы с шириной $\Delta L = 0^\circ.3$, т.е. $L = 133^\circ.5 - 130^\circ.8$, $130^\circ.8 - 131^\circ.1$ и $136^\circ.2 - 136^\circ.5$ и в каждом интервале были подсчитаны количества звезд, средние межзвездные поглощения и модули расстояния. Эти данные собраны в табл.1.

Отметим, что при расчете из списка Хемфри [5] были исключены

Таблица 1

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛА ЗВЕЗД В ОБЛАСТИ h И χ ПЕРСЕЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГАЛАКТИЧЕСКОЙ ДОЛГОТЫ С ИНТЕРВАЛАМИ $\Delta L = 0^\circ.3$

L	N	\bar{M}_V	\bar{A}_V	$(m - M_V)$
133.5 - 133.8	4	-6.18	1.76	11.87
133.8 - 134.1	5	-5.2	2.29	11.61
134.1 - 134.4	6	-4.87	2.35	12.01
134.4 - 134.7	18	-5.19	1.70	11.86
134.7 - 135.0	7	-5.13	2.08	11.61
134.7 - 134.9	3	-5.07	1.91	11.46
135.0 - 135.3	12	-5.30	1.76	11.95
135.3 - 135.6	7	-5.93	1.63	11.54
135.6 - 135.9	3	-6.20	2.06	11.73
135.9 - 136.2	4	-5.95	2.53	11.71
136.2 - 136.5	1	-5.80	3.53	11.62

звезды, галактические широты которых $b > -0^\circ.6$ и $b < -6^\circ.0$, а также по пять звезд, у которых модули расстояния были меньше $11^m.1$ и больше $12^m.65$.

Из приведенных в табл.1 данных следует, что количество звезд имеет два максимума вдоль галактической долготы. Эти два максимума соответствуют долготам $L = 134^\circ.5$ и $L = 135^\circ.1$, а на долготе $L = 134^\circ.8$ наблюдается минимум количества звезд (см. рис.3). Как нетрудно заметить, минимум находится точно по середине двух максимумов. Если

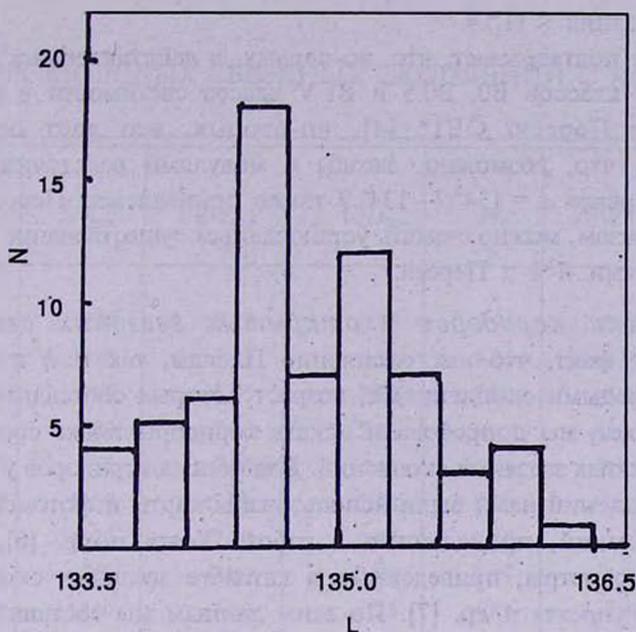


Рис.3. Распределение числа звезд (N) в области скопления h и χ Персея вдоль галактической долготы L .

бы звезды в областях h и χ Персея, отдельно взятых, были распределены сферически симметрично, то надо было бы ожидать в точке $L = 134^{\circ}.8$ вдвое больше звезд, чем в отдельно взятых скоплениях. Однако этого не наблюдается. Более того, расчеты показывают, что в интервал $L = 134^{\circ}.7 - 134^{\circ}.9$ вошли всего 3 звезды с модулями расстояния $11^m.41$, $11^m.42$ и $11^m.55$, которые, возможно, не принадлежат Персею $OB1^{**}$, а принадлежат скоплению Персей $OB1^*$ [4].

Действительно, расчеты показывают, что модулю расстояния $m - M$, $= 11^m.4$ соответствует расстояние, где могут быть звезды как из Персея $OB1^*$, так и из Персея $OB1^{**}$. Такое утверждение основывается на факте, что Персей $OB1^*$, в основном, содержит звезды типа $B0.5$, $B1$ (V класс светимости) [4].

Исходя из этого, мы сопоставили количество звезд спектральных типов $B0V$, $B0.5V$ и $B1V$ с остальными спектральными типами звезд, которые чаще всего встречаются в области Персей $OB1^{**}$.

Оказалось (по данным табл.3 и табл.4 в работе Мирзояна и др. [4]), что еще на модуле расстояния $m - M \leq 11^m.4$ приблизительно в шесть раз чаще встречаются звезды спектральных классов $B0V$, $B0.5V$ и $B1V$, чем оставшихся других спектральных классов звезд. А вообще в списке Хемфри [5] содержатся всего лишь 7 звезд спектральных классов $B0V$, $B0.5V$ и $B1V$. У всех этих звезд модули расстояния меньше или равны $11^m.4$, а среди остальных 93 звезд всего лишь у десяти, т.е. у 10%

модули расстояния $< 11^m.4$.

Последнее подтверждает, что, во-первых, в действительности звезды спектральных классов В0, В0.5 и В1 V класса светимости в основном принадлежат Персею ОВ1* [4], во-вторых, это дает основание предполагать, что, возможно, звезды с модулями расстояния $11^m.41$, $11^m.42$ в интервале $L = 134^{\circ}.7 - 134^{\circ}.9$ также принадлежат Персею ОВ1*.

Таким образом, можно считать установленным существование коридора между областями h и χ Персея.

4. Поиски коридоров у открытых звездных скоплений.

Учитывая тот факт, что как скопление Плеяды, так и h и χ Персея являются молодыми скоплениями, возраст которых составляет приблизительно 10^7 лет, мы попробовали искать коридоры также среди других молодых открытых звездных скоплений. Для поиска коридоров у открытых звездных скоплений нами были использованы карты и фотометрические данные скоплений, приведенные в работе Хоага и др. [6], а также некоторые параметры, приведенные в каталоге звездных скоплений и ассоциаций Рупрехта и др. [7]. По этим данным мы составили список звездных скоплений по мере увеличения их расстояний r .

В этом списке были приведены также возрасты τ , звездные величины ярчайших членов m_1 , абсолютные звездные величины $M(5)$ пятого по яркости члена этих 69 скоплений.

С целью устранения наблюдательной селекции, обусловленной расстоянием, из этого списка в каждом узком интервале расстояний выбрали два скопления, одно из которых имеет минимальный возраст, а другое - максимальный. Данные об этих двух типах звездных скоплений, с максимальными и минимальными возрастaми, приводятся соответственно в табл. 2а и 2б.

В этих таблицах приводятся наименование скоплений, их расстояния (r), логарифм возраста ($\lg\tau$), поглощение, видимые звездные величины ярчайших членов (m_1), абсолютные звездные величины пятых по яркости членов ($M(5)$).

Отметим, что расстояние, возраст и поглощение, приведенные в табл. 2а, 2б являются медианными значениями этих величин, приведенных в каталоге Рупрехта и др. [7].

В конце обеих таблиц приводятся также усредненные значения возраста, поглощения, величин m_1 и $M(5)$. Как следует из этих данных, более молодые скопления по сравнению со старыми (как и следовало ожидать) показывают в среднем на $\Delta A_p = 0^m.35$ больше поглощения и на $\Delta M(5) = 2^m.61$ - больше светимости.

Теперь постараемся ответить на вопрос: имеют ли молодые звездные скопления коридоры и чем отличаются они от старых звездных скоплений.

Таблица 2а

СПИСОК МОЛОДЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ С КОРИДОРАМИ

NGC IC*	$(r)_{\text{med}}$	$(\lg \tau)_{\text{med}}$	$(A_V)_{\text{med}}$	m_s	$M(5)$	$\frac{N(2 \times 45^\circ)}{N(2 \times 135^\circ)}$
6475	230	7.26	0.18	5.96	-0.60	2/20
2422	480	7.40	0.24	5.70	-0.71	4/26
7160	700	<7.00	1.26	7.04	-0.48	2/10
1502	880	7.30	2.26	-	-2.35	
2169	965	7.40	0.46	6.94	-1.58	0/14
6913	1150	<7.00	2.98	8.89	-3.08	0/10
6531	1320	7.20	0.85	7.25	-0.97	1/16
6910	1650	7.00	3.02	7.19	-4.07	2/17
6871	1740	<7.00	1.28	6.83	-4.56	2/13
1805*	2100	6.45	2.50	-	-5.18	
663	2130	<7.00	2.49	8.29	-5.11	
6611	2500	<7.00	2.38	8.19	-4.83	
7510	3100	7.00	2.77	9.68	-4.53	
1893	3980	6.74	1.73	9.04	-4.42	
Средн. значение <7.05			1 ^m .74	7 ^m .50	-3 ^m .03	1/10

скопления коридоры и чем отличаются они от старых звездных скоплений. Для этой цели рассмотрим отношение ярчайших членов, расположенных в коридорах [$N(2 \times 45^\circ)$] этих скоплений (на площадке, охватывающей два по 45° противоположных сектора относительно центра коридора), к числу ярчайших членов [$N(2 \times 135^\circ)$], расположенных в двух оставшихся (вне зоны коридора) 135° секторах.

Как следует из табл.2а, значения отношения $\frac{N(2 \times 45^\circ)}{N(2 \times 135^\circ)}$ находятся в интервале от $\frac{1}{5}$ до $\frac{0}{14}$ вместо ожидаемого $\frac{1}{3}$, т.е. для скоплений, расположенных от нас на расстояниях до 2000 пк, среднее значение величины равно $\frac{N(2 \times 45^\circ)}{N(2 \times 135^\circ)} = \frac{1}{10}$, что более чем в три раза меньше ожидаемого. Это означает, что у молодых скоплений существуют коридоры. Что касается скоплений, расположенных на больших

СПИСОК СТАРЫХ ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИЙ БЕЗ КОРИДОРОВ

NGC	$(r)_{\text{mod}}$	$(lgt)_{\text{mod}}$	$(A_{\nu})_{\text{mod}}$	m_g	$M(5)$
1662	415	8.34	1.02	8.98	-0.10
1342	550	8.51	0.84	8.44	+0.06
6940	850	8.75	0.76	10.95	+1.52
7031	910	8.45	2.62	11.31	+0.35
6802	960	9.23	2.42	13.77	-0.18
7142	1000	9.40	0.55	-	+2.16
6866	1200	9.00	0.42	10.00	+0.82
2099	1280	8.47	1.02	10.64	-0.45
1907	1380	8.65	1.30	11.32	-0.90
6694	1500	7.96	1.98	9.17	-0.55
7654	1720	7.63	1.95	10.95	-2.55
Tr35	2000	7.62	3.57	-	-2.41
1245	2300	8.91	0.84	12.95	-2.08
2324	2900	8.80	0.25	12.78	-1.69
Средн. значение		8.59	1 ^а .39	10 ^а .94	-0 ^а .42

расстояниях (см. табл.2а), то для них, из-за больших межзвездных поглощений и расстояний, трудно было бы обнаружить коридоры.

Вместе с этим, для скоплений с большими возрастaми нами не были обнаружены коридоры, т.е. для этих скоплений по нашим расчетам

$$\frac{N(2 \times 45^\circ)}{N(2 \times 135^\circ)} > \frac{1}{5}.$$

Кроме звездных скоплений, приведенных в табл.2а, при поисках скоплений с коридорами на карте Паломарского атласа нами были обнаружены также несколько молодых открытых скоплений с коридорами. Такими скоплениями являются NGC 1980, 6231, IC 2602, RU 97.

Итак, большинство молодых звездных скоплений имеет коридоры.

5. *Обсуждение.* Коридоры, обнаруженные в областях молодых звездных скоплений, могут быть обусловлены тремя причинами.

а) Звездные скопления с коридорами являются двойными системами.

б) В молодых звездных скоплениях звезды рождаются в центральной области коридора и, удаляясь от центра в противоположных направлениях в плоскости галактики, образуют двойные системы.

в) Молодые звездные системы имеют биполярную форму с коридором вследствие того, что в центральной области находится поглощающее облако.

Ясно, что в указанных трех случаях направление линий, которые соединяют центры двойных звездных систем, обусловлено вращением

Галактики, магнитным полем Галактики или локальными магнитными полями в области звездных скоплений. Следовательно, это направление будет параллельным направлению галактической плоскости. Такое заключение подтверждается также данными, которые относятся к скоплениям h и χ Персея и Плеяд. Некоторые сильные отклонения от галактической плоскости могут быть обусловлены сильными отклонениями локальных магнитных полей от плоскости Галактики в областях отдельных скоплений.

Поэтому изучение распределения вышеуказанных направлений необходимо, однако недостаточно для ответа на вопрос, какая из трех (а, б, в) версий образования коридоров в звездных скоплениях имеет место.

Вопрос исследования межзвездного поглощения в областях звездных скоплений нам кажется более важным. Тот факт, что у подавляющего большинства (75%) молодых звездных скоплений, приведенных в табл.2а, направление коридоров (согласно нашему расчету) почти перпендикулярно галактической плоскости, говорит в пользу того, что эти коридоры не являются следствием присутствия вытянутых поглощающих облаков, поскольку поглощающие облака обычно вытянуты в плоскости Галактики.

В конце настоящей работы нам хотелось бы остановиться на приведенных в работе Мирзояна и Мнацаканяна [8] данных, касающихся скоплений h и χ Персея и Плеяды [9].

Согласно Мирзояну и Мнацаканяну [8], с удалением от центра h и χ Персея скорость удаления звезд от центра увеличивается, т.е. эта система распадается. Вместе с этим, согласно Амбарцумяну [1], звездные системы, которые имеют коридор, должны распадаться. В настоящей работе было показано существование коридора h и χ Персея. Нетрудно видеть, что эти заключения дополняют друг друга и подтверждают идею распада молодых звездных систем, в частности систем h и χ Персея.

Что касается скопления Плеяды, то Мирзоян и Мнацаканян [9], изучая вопрос распределения вспыхивающих звезд в Плеядах, впервые заметили, что вспыхивающие звезды, которые имеют большую частоту, показывают существование полости в центральной части скопления.

Так как подавляющее большинство звезд ($\approx 90\%$) с большой частотой вспышек принадлежит скоплению Плеяды, то нет сомнения, что при существовании коридора в Плеядах мы в действительности наблюдали бы полость в скоплении, что является результатом методики, использованной в [9] для обнаружения полости.

6. Заключение. 1. Скопления h и χ Персея имеют коридор и, согласно идее Амбарцумяна [1] и данным Мирзояна, Мнацаканяна [8],

являются распадающейся звездной системой.

2. Яркие звезды в области Плеяд имеют коридор. С другой стороны, вспыхивающие звезды с большой частотой вспышек показывают существование полости в центральной части Плеяд. По всей вероятности, это также обусловлено существованием коридора в пространственном распределении вспыхивающих звезд, принадлежащих скоплению Плеяды.

В заключение выражаю глубокую благодарность Г.А.Арутюняну за ценные советы.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения

ON THE CORRIDORS IN THE YOUNG OPEN STAR CLUSTERS

R.A.VARDANYAN

The analysis of the distribution of the bright stars in young star clusters of Pleiades as well as in h and χ Persei along the galactic longitude is carried out. We notify on an existence of the corridors in these clusters. 18 young star clusters are presented which, with a great probability, also have corridors. According to Ambartsumian's idea, these clusters are disintegrating stellar systems.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А.Амбарцумян, Научные труды, т.2, ред. В.В.Соболев, Изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1960, с. 123.
2. A.Subramaniam, U.Gorti, Bangalor, H.C.Bhatt, Astron. Astrophys, 302, 86, 1995.
3. П.Г.Куликовский, Справочник любителя астрономии, Наука, М., 1975, с. 507.
4. Л.В.Мирзоян, В.В.Амбарян, А.Т.Гарибджанян, Астрофизика, 34, 357, 1991.
5. R.M.Humphreys, Astrophys. J. Suppl. Ser., 38, 309, 1978.
6. A.A.Noag, H.L.Johnson, B.Iriarte, R.I.Mitchell, K.L.Hallam, S.Sharpless, Publ. U.S.Naval observ., 17, part 7, 347, 1961.
7. J.Ruprecht, B.Balazs, R.E.White, Catalogue of star clusters and Associations, Part B1, ed. B.Balazs, Akademiai Kiado, Budapest, 1981.
8. Л.В.Мирзоян, М.А.Мнацаканян, Астрофизика, 6, 337, 1970.
9. Л.В.Мирзоян, Нестационарность и эволюция звезд, под редакцией В.А.Амбарцумяна, изд. АН Арм.ССР, Ереван, 1981, с. 217.