

НОВЫЕ ЭМИССИОННЫЕ ЗВЕЗДЫ В Cyg OB7

Н.Д.МЕЛИКЯН¹, А.А.КАРАПЕТЯН¹, Х.ГОМЕС²

Поступила 25 мая 2016

Принята к печати 24 августа 2014

Продолжаются поиск и исследование эмиссионных объектов в известных темных облаках и очагов звездообразования. В настоящей работе приводятся новые результаты поиска эмиссионных звезд в области Cyg OB7, где ранее были обнаружены 36 новых эмиссионных звезд. Настоящие наблюдения проводились по соседству с ранее исследованными вблизи объекта HH 448 областями. В результате в трех небольших областях, с суммарной площадью 0.11 кв. градусов, обнаружены 26 новых эмиссионных звезд. На двухцветной диаграмме ($H - K$) - ($J - H$) эти звезды занимают место среди классических звезд типа Т Тау (CTTS) и звезд типа Т Тау со слабыми линиями (WITS). Зарегистрировано сильное изменение блеска у одной из эмиссионных звезд.

Ключевые слова: эмиссионные объекты; звездные ассоциации; кометарные туманности

1. *Введение.* Обнаружение и изучение эмиссионных объектов очень важны как в исследованиях звездных ассоциаций в целом, так и их отдельных членов. При поиске эмиссионных объектов в звездных ассоциациях обнаруживаются всевозможные нестационарные объекты, изучение которых всегда было одним из важных направлений исследования Бюраканской обсерватории. Обычно обнаруженные таким образом объекты в подавляющем большинстве являются звездами типов Т Тельца, UV Кита, Ae/Be Хербига, объектами Хербига-Аро и кометарными туманностями.

Настоящая работа посвящена результатам поиска эмиссионных звезд в ассоциации Cyg OB7. Наблюдения этой области оказались весьма плодотворными [1-8] и позволили в шести исследованных областях обнаружить 36 новых эмиссионных звезд, 3 группы компактных туманностей Хербига-Аро, 2 кометарные туманности. Зарегистрировано также образование нового туманного объекта в ближней инфракрасной области спектра. Обнаружены первые для этой области вспыхивающие звезды типа UV Кита. Спектральные исследования эмиссионных звезд показали, что многие из них являются звездами типа Т Тельца. Интенсивности эмиссионных линий отдельных сгущений объекта Хербига-Аро HH 448 указывают на низкую степень ионизации водорода (3-5%) с электронной плотностью $10^3 - 10^4 \text{ см}^{-3}$. Следует

отметить, что исследованные области частично перекрывают друг друга. Суммарная площадь ранее исследованных областей составляет 0.27 кв. градусов.

Ассоциация Суг OB7 является одной из самых молодых и, одновременно, одной из самых богатых нестационарными объектами областью. По богатству молодых нестационарных объектов область Суг OB7 можно сравнить с ассоциацией Ориона, хотя в этом направлении зарегистрирована только одна звезда спектрального класса O 7.5III и один супергигант спектрального класса BII (BD+48 3437). Но область богата многочисленными эмиссионными звездами [1-8], инфракрасными источниками излучения IRAS 21008+5235[9], IRAS 21003+5242, IRAS 20596+5214 и IRAS 20588+5221[10], источниками радиоизлучения BWE 2100+5238 [11], 28P57, 28P57B [12] и объектами с эмиссионными линиями молекулярного водорода (МНО) [13]. Отметим, что из обнаруженных 200 объектов с эмиссионными линиями молекулярного водорода в области Лебеда ($\alpha = 19^{\text{h}} - 22^{\text{h}}$; $\delta = 30^{\circ} - 55^{\circ}$), 35 попадают в исследованную нами небольшую область ($\alpha = 20^{\text{h}}58^{\text{m}}07^{\text{s}} - 21^{\text{h}}02^{\text{m}}22^{\text{s}}$; $\delta = 52^{\circ}06' - 52^{\circ}49'$) [13]. Такая высокая степень наличия нестационарных объектов сильно увеличивает интерес к этой области.

Настоящая работа является продолжением поиска эмиссионных звезд в области Суг OB7, непосредственно по соседству с ранее исследованной областью. Для наблюдений выбраны частично перекрывающиеся 3 области с суммарной площадью 0.11 кв. градусов.

2. *Наблюдения.* Наблюдения проводились 30 и 31 августа 2011г. на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории с помощью приемной аппаратуры SCORPIO. Был использован узкополосный интерференционный фильтр H α ($\lambda_c = 6550\text{\AA}$) с шириной 85\AA . Методика наблюдений и описание работы и возможностей приемной аппаратуры подробно даются в наших ранних работах [1-8]. Для наблюдения в Суг OB7 выбраны 3 области со следующими координатами центров: 1. $\alpha_{(2000)} = 21^{\text{h}}01^{\text{m}}36^{\text{s}}$, $\delta_{(2000)} = 52^{\circ}21'15''$; 2. $\alpha_{(2000)} = 21^{\text{h}}01^{\text{m}}44^{\text{s}}$, $\delta_{(2000)} = 52^{\circ}45'15''$; 3. $\alpha_{(2000)} = 21^{\text{h}}01^{\text{m}}50^{\text{s}}$, $\delta_{(2000)} = 52^{\circ}32'15''$. Отметим, что эти области находятся на 15-20 угл. мин западнее от HH 448 и частично перекрываются. Для каждой области получены по 6 изображений с экспозициями от 60 до 300с. Такая разница в экспозициях позволяет легко обнаружить эмиссию как у ярких, так и у относительно слабых звезд.

3. *Результаты наблюдений.* При обработке полученного наблюдательного материала обнаружены 26 новых эмиссионных звезд, данные о которых приводятся в табл.1. В соответствующих столбцах таблицы приводятся: порядковый номер обнаруженной эмиссионной звезды, номер звезды в каталоге NOMAD 1[14], координаты (2000.0), звездные величины

Таблица 1

ДАННЫЕ О ОБНАРУЖЕННЫХ ЭМИССИОННЫХ ЗВЕЗДАХ

	NOMAD-1	$\alpha_{(2000)}$	$\delta_{(2000)}$	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>	<i>I</i>	<i>I</i> _{Ha}
1	1423-0440016	21 ^h 01 ^m 05 ^s .093	52°23'50".21	14 ^m .72	14 ^m .41	14 ^m .38	12 ^m .93	m
2	1427-0454983	21 01 07.909	52 46 00.92	16.89	15.3	14.98	12.84	s
3	1423-0440034	21 01 11.381	52 18 07.69	15.94	15.26	15.06	13.95	m
4	1427-0455034	21 01 13.859	52 43 03.37	15.73	14.72	14.61	12.92	m
5	1425-0439126	21 01 25.663	52 31 15.86	17.31	16.58	16.3	14.77	w
6	1425-0439167	21 01 29.771	52 34 03.85	17.72	15.76	15.41	14.15	w
7	1425-0439210	21 01 34.669	52 32 00.31	18.09	17.86	17.4	15.47	m
8	1423-0440118	21 01 36.224	52 21 44.6	20.11	17.75	17.57	15.18	s
9	1425-0439245	21 01 38.637	52 35 46.38	19.5	17.07	15.98	13.46	m
10	1425-0439280	21 01 42.083	52 33 20.03	19.95	17.97	17.66	15.99	m
11	1426-0446616	21 01 41.981	52 41 22.63	17.64	16.72	16.54	14.99	m
12	1425-0439283	21 01 42.503	52 35 54.46	16.43	15.73	15.55	13.95	w
13	1423-0440156	21 01 54.376	52 20 28.8	20.48	17.97	18.61	16.83	m
14	1427-0455423	21 01 55.575	52 43 05.89	18.95	17.17	16.87	14.64	s
15	1425-0439438	21 02 03.888	52 30 45.3	17.82	17.02	16.05	14.26	m
16	1425-0439452	21 02 06.28	52 30 10.69	18.05	16.68	15.2	12.49	s
17	1424-0438674	21 02 07.208	52 24 20.59	18.35	17.95	17.31	15.55	m
18	1425-0439462	21 02 07.921	52 31 19.22	19.8	17.85	16.92	15.36	w
19	1427-0455523	21 02 08.197	52 44 14.57	17.53	16.28	16.18	14.72	m
20	1425-0439469	21 02 08.719	52 33 09.93	18.35	17.68	17.01	15.63	m
21	1427-0455530	21 02 09.015	52 46 34.19	19.3	-	13.43	11.17	w
22	1423-0440214	21 02 09.38	52 21 51.04	14.35	15.29	14.8	13.73	w
23	1425-0433631	21 02 12.354	52 30 12.834	16.21	-	13.83	13.12	s
24	1425-0439487	21 02 12.175	52 30 13.51	14.89	14.45	13.83	12.13	s
25	1426-0446886	21 02 13.19	52 40 30.04	17.59	-	18.03	-	s
26	1425-0439511	21 02 15.921	52 34 04.92	18.35	17.63	17.03	15.57	m

в *BVRI* лучах, взятые из каталогов USNO-B1.0 [15] и NOMAD 1 [14] и интенсивности эмиссионной линии Ha (*I*_{Ha}) согласно применяемой в Ликской обсерватории оценке (*s* - сильная, *m* - средняя, *w* - слабая).

Карта отождествления обнаруженных эмиссионных звезд приводится на рис.1. Номера на рисунке соответствуют порядковым номерам обнаруженных звезд (см. табл.1).

Следует отметить, что для всех звезд табл.1 имеются звездные величины в *r*, *i* и Ha лучах в каталоге IPHAS [16], но ни одна из них не включена в каталог Ha эмиссионных объектов [17]. В исследуемой нами области (0.11 кв. град.) находятся 16 объектов с эмиссионными линиями молекулярного водорода (МНО 914, 917, 918, 920-922, 925, 926, 928-935) [13]. Недавно в результате наблюдений в ближней инфракрасной области (*JHK*) в области СугOB7 [18] обнаружены 149 новых переменных звезд, большинство из которых показали периодические изменения блеска. 60 из них показали неправильные изменения блеска. Из всех этих звезд 30 находятся

в изучаемой в настоящей работе области и только одна из них отождествлена со звездой №8 (см. табл.1). Совпадение с известными эмиссионными звездами [17] или же с объектами с эмиссионными линиями молекулярного водорода [13] не зарегистрировано.

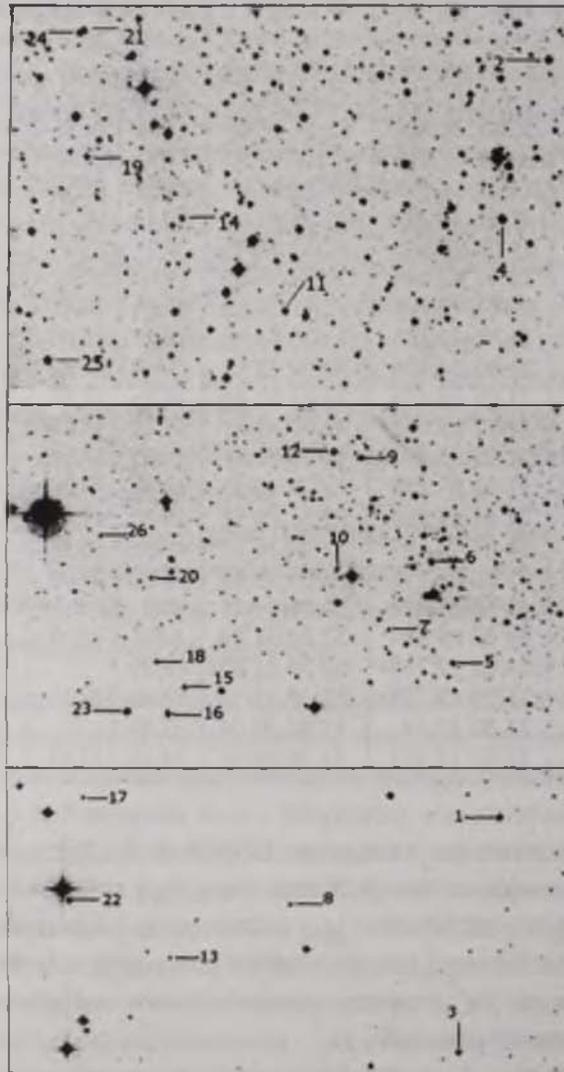


Рис.1. Карта отождествления обнаруженных эмиссионных звезд.

В табл.2 приводятся r , i , $H\alpha$, $r-H\alpha$, $r-i$ данные для обнаруженных эмиссионных звезд, взятые из каталога IPHAS [16]. В каталоге эмиссионных объектов [17] в области НН 448 отмечены 7 эмиссионных звезд с соответствующими данными ($r-H\alpha$) от $1^m.068 - 1^m.704$. В каталог эмиссионных объектов [17] включены все звезды с фотометрическими данными $r-H\alpha \geq 1^m.0$.

Таблица 2

r , I , $H\alpha$, $r-H\alpha$, $r-I$ ДАННЫЕ ЭМИССИОННЫХ ЗВЕЗД, ВЗЯТЫЕ ИЗ КАТАЛОГА IPHAS [16]

N	R	i	$H\alpha$	$r-H\alpha$	$r-i$
1	13 ^m .84	13 ^m .24	13 ^m .47	0 ^m .37	0 ^m .6
2	14.63	13.3	14.08	0.55	1.33
3	14.89	14.2	14.47	0.42	0.69
4	14.28	13.33	13.81	0.47	0.95
5	16.07	15.07	15.48	0.59	1
6	15.4	14.38	14.99	0.41	1.02
7	17.39	15.66	16.42	0.97	1.73
8	17.44	15.56	16.51	0.93	1.88
9	16.18	14.33	15.57	0.61	1.85
10	18.32	17.2	17.87	0.45	1.12
11	16.26	15.25	15.91	0.35	1.01
12	15.14	14.16	14.73	0.41	0.98
13	18.57	16.79	17.63	0.94	1.78
14	17.16	15.56	16.3	0.86	1.6
15	16.08	14.81	15.71	0.37	1.27
16	15.77	13.86	15.22	0.55	1.91
17	17.24	15.79	16.48	0.76	1.45
18	17.09	15.69	16.59	0.5	1.4
19	16.09	15.11	15.7	0.39	0.98
20	17.23	16.04	16.76	0.47	1.19
21	16.13	13.1	15.3	0.83	3.03
22	14.81	14.13	14.4	0.41	0.68
23	14.08	13.54	13.75	0.33	0.54
24	15.64	14.57	15.19	0.45	1.07
25	14.54	13.03	13.99	0.55	1.51
26	17.24	15.87	16.73	0.51	1.37

Как видно из данных табл.2 значения ($r-H\alpha$) для обнаруженных нами эмиссионных звезд находятся в пределах от 0^m.35 до 0^m.97. Из них только 6 имеют значения $r-H\alpha$ от 0^m.76 до 0^m.97. Значения $r-H\alpha$ для всех остальных звезд меньше и находятся в пределах 0^m.35 - 0^m.61. Если иметь в виду, что большинство звезд, включенных в каталог эмиссионных объектов [17], имеют значения ($r-H\alpha$) ≥ 1 , то эмиссионная линия $H\alpha$ у обнаруженных в настоящей работе эмиссионных звезд (см. табл.1) должна была быть по крайней мере очень слабой. Но, как видно из данных табл.1, у 7 звезд зарегистрирована сильная эмиссия линии $H\alpha$.

Для иллюстрации на рис.2а, б, с приводятся спектры двух эмиссионных звезд № 7 (рис.2а) и №8 (рис.2б). Отметим, что интенсивность линии у звезды №7 оценена как средняя (m), а у звезды №8 - сильная (s). Область на рис.2а и 2б снималась 30-го августа. Значения ($r-H\alpha$) у этих звезд очень близки, но отличие в интенсивностях линии $H\alpha$ значительно. На рис.2с

показана область звезды №8, полученная 31-го августа. Следует отметить, что в каждую ночь область снималась трижды, с экспозициями 60с, 120с и 300с. Суммарная продолжительность получения трех снимков составляет порядка 10 мин - типичное время изменения блеска звезд типа UV Ceti. На всех изображениях интенсивность эмиссионной линии одинаково сильна. Хорошо видно, что на снимке, полученном 31-го августа, по крайней мере, интенсивность линии $H\alpha$ звезды №8 сильно отличается и ее можно оценить как слабую (w). Напомним, что эта звезда ранее была обнаружена как неправильная переменная во время *JHK* наблюдений области [18]. Отметим, что более слабые изменения интенсивности линии $H\alpha$ и непрерывного спектра зарегистрированы и у трех других звезд.



Рис.2. Эмиссионные звезды с почти одинаковыми значениями $r-H\alpha$ №7 (2a) и №8 (30.08.2011) (2b). Показано изменение интенсивности эмиссионной линии $H\alpha$ (31.08.2011) (2c).

На рис.3 приводится диаграмма $(H-K) - (J-H)$ для 79 звезд типа Т Тельца [19] и для обнаруженных в настоящей работе эмиссионных звезд. Звезды типа Т Тельца взяты из списка Хербига и Белла [20] и разделены на три группы: классические звезды типа Т Тау (CTTS), звезды типа Т Тау со слабыми линиями (WTTS) и Т Тау звезды ранних спектральных классов (ETTS). Больше половины этих звезд являются классическими звездами типа Т Тау. Остальные являются Т Тау звездами со слабыми линиями (18 звезд) и Т Тау звездами ранних спектральных классов (18 звезд). Отметим, что в группу WTTS входят звезды со спектральными классами позднее K0 и с эквивалентными ширинами $EW_{H\alpha} < 10\text{\AA}$, а звезды со спектральными классами позднее K0, но с значительно большими эквивалентными ширинами ($EW_{H\alpha} > 10\text{\AA}$), являются классическими звездами типа Т Тау [21,22]. Звезды последней группы (ETTS) имеют более ранние спектральные классы от B9 (AB Aur) до K0 (Т Тау). На рисунке разные группы звезд типа Т Тельца обозначены разными символами (см. рис.3). Обнаруженные эмиссионные звезды обозначены черными кружками.

Из рисунка видно, что большинство обнаруженных эмиссионных звезд занимают место среди CTTS и WTTS. Только звезда №21 на диаграмме сильно отклонена, что может быть как результатом переменности

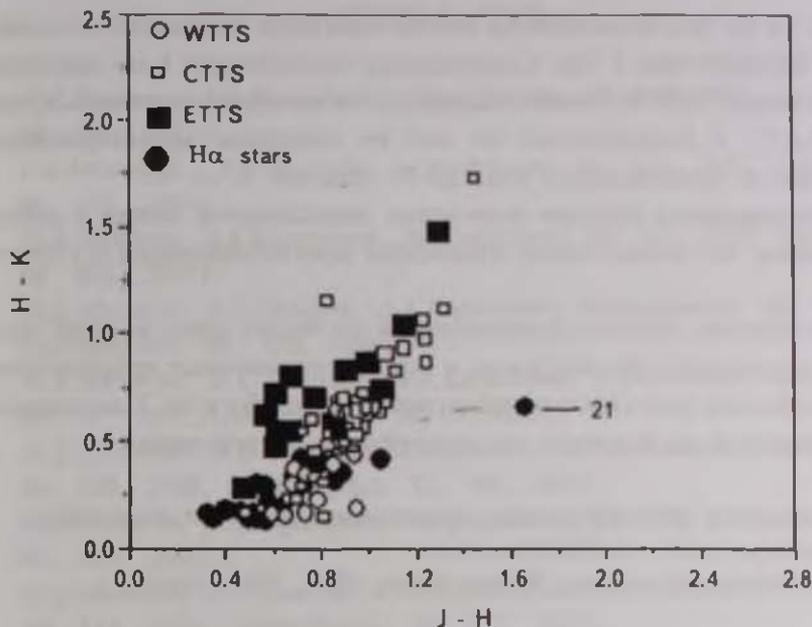


Рис.3. Обнаруженные эмиссионные звезды (черные кружки) на диаграмме ($H - K$) - ($J - H$). На диаграмме разными символами обозначены положения классических звезд типа T Tauri (CTTS), звезд типа T Tauri со слабыми линиями (WTTS) и T Tauri звезд ранних спектральных классов (ETTS) [19].

звезды, так и результатом других особенностей.

4. *Заключение.* Первые наблюдения в этой области с целью обнаружения эмиссионных звезд начаты еще в восьмидесятые годы XX в. Эти наблюдения проводились на 40" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории с использованием 4° объективной призмы (~1100 Å /мм вблизи $H\alpha$) и позволили в поле с размерами 4° x 4° обнаружить 37 новых эмиссионных звезд с поверхностной плотностью ~2.3 звезд/кв. град. [23]. Отметим, что предельная звездная величина при наблюдениях с помощью объективной призмы не превышает 16^m.5 в красных лучах.

Настоящие наблюдения в области Cyg OB7 позволили обнаружить 26 новых эмиссионных звезд. Ранее в этой области уже были известны 36 эмиссионных звезд [1,4,7,8]. Предельная звездная величина настоящих наблюдений порядка 18^m.5. Таким образом, 62 эмиссионные звезды обнаружены в поле с размерами 0.38 кв. град. с поверхностной плотностью >160 звезд/кв. град. Резкое повышение поверхностной плотности эмиссионных звезд с увеличением наблюдательной предельной звездной величины, по-видимому, свидетельствует о том, что ассоциация простирается глубоко по лучу зрения.

Рассмотрение положения эмиссионных звезд на двухцветной диаграмме

указывает на то, что большинство из них являются молодыми нестационарными звездами типа Т Тау. Спектральные исследования 8-ми эмиссионных звезд вокруг HH 448 также указывают на их принадлежность к типу Т Тау [3,4,7], и большинство из них по цветовым характеристикам принадлежат к спектральным классам от поздних К до М5.

Зарегистрировано сильное изменение эмиссионной линии у звезды №8. Отметим, что более слабые изменения зарегистрированы и у других звезд.

Таким образом, высокая поверхностная плотность эмиссионных звезд, их место на двухцветной диаграмме и зарегистрированные неправильные изменения блеска указывают на присутствие очень богатой Т ассоциации в этой области и на важность ее дальнейшего исследования.

¹ Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения, e-mail: nmelikia@bao.sci.am

² Observatorio Astronomico "Ramon Maria Aller", USC, Spain

NEW EMISSION STARS IN CYG OB 7

N.D.MELIKIAN¹, A.A.KARAPETIAN¹, J.GOMEZ²

The search and the study of emission objects in the known dark clouds and in the star formation regions are continued. In the present paper we present new results of the search of emission stars in CYG OB7 region, where earlier 36 new emission stars were detected. These observations were carried out in an area next to the earlier studied regions around the HH 448 object. As a result, in three tiny fields with total area of 0.11 sq. deg. 26 new emission objects were found. On the two-color diagram ($H - K$) - ($J - H$) these stars are among the classical T Tau type stars (CTTS) and among the T Tau stars with weak lines (WTTS). A strong brightness variation of one of emission stars is detected.

Key words: *emission objects: stellar associations: cometary nebula*

ЛИТЕРАТУРА

1. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, **44**, 265, 2001, (*Astrophysics*, **44**, 216, 2001).
2. Г.А.Арутюнян, Н.Д.Меликян, *Астрофизика*, **44**, 431, 2001, (*Astrophysics*, **44**, 352, 2001).
3. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, **46**, 353, 2003, (*Astrophysics*, **46**, 282, 2003).
4. Н.Д.Меликян, В.С.Тамазян, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, **49**, 375, 2006, (*Astrophysics*, **49**, 320, 2006).
5. Н.Д.Меликян, В.С.Тамазян, А.А.Карапетян, С.К.Балаян, *Астрофизика*, **50**, 17, 2007, (*Astrophysics*, **50**, 10, 2007).
6. Н.Д.Меликян, В.С.Тамазян, Х.А.Докобо, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, **51**, 229, 2008, (*Astrophysics*, **51**, 189, 2008).
7. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, **53**, 549, 2010, (*Astrophysics*, **53**, 490, 2010).
8. Н.Д.Меликян, В.С.Тамазян, А.А.Карапетян, А.Л.Самсоян, *Астрофизика*, **54**, 423, 2011, (*Astrophysics*, **54**, 377, 2011).
9. D.Ishihara, T.Onaka, H.Katazaeta, *Astron. Astrophys.*, **514**, 1, 2010.
10. С.А.Beichman, G.Neugebauer, H.J.Habing et al., *NASA Ref. Publ.*, **1190**, 1, 1988.
11. R.H.Becker, R.L.White, A.L.Edwards, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **75**, 1, 1991.
12. L.A.Higgs, P.P.VanDerWerf, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, **89**, 599, 1991.
13. С. J.Davis, R.Gell, T.Khanzadyan et al., *Astron. Astrophys.*, **511**, 24, 2010.
14. N.Zacharias, D.G.Monet, S.E.Levine et al., *Bulleten of the American Astron. Soc.*, **36**, 1418, 2004.
15. D.Monet, S.E.Levine, B.Canzian et al., *Astron. J.*, **125**, 984, 2003. (<http://cdweb.u-strasbg.fr/viz-bin/vizier?-source=I/284>).
16. J.E.Drew, R.Greimel, M.J.Irwin, *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **362**, 753, 2005.
17. A.R.Witham et al., *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, **384**, 1277, 2008.
18. S.J.Wolk, T.S.Riceand, C.A.Aspin, *Astron. J.*, **145**, 113, 2013.
19. W.Herbst, D.K.Herbst et al., *Astrophys. J.*, **108**, 1906, 1994.
20. G.H.Herbig, K.R.Bell, *Lick Obs. Bull.*, No.1111, 1988.
21. F.M.Walter, *Astrophys. J.*, **306**, 573, 1986.
22. K.M.Strom, S.E.Strom, S.Edwards et al., *Astron. J.*, **97**, 1451, 1989.
23. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, Л.Г.Ахвердян, А.Ц.Карапетян, *Астрофизика*, **39**, 217, 1996, (*Astrophysics*, **39**, 115, 1996).

