

УДК: 524.3-62

НОВАЯ Т-АССОЦИАЦИЯ В ОБЛАСТИ CyG OB7

Н.Д.МЕЛИКЯН, А.А.КАРАПЕТЯН

Поступила 21 февраля 2003

Принята к печати 16 апреля 2003

Приводятся результаты наблюдений одной области с размерами 6×11 угл. мин, находящейся почти в центре звездной ассоциации CyG OB 7. Показано, что в изучаемой области находятся новая Т-ассоциация, группа новых объектов Хербига-Аро и одна звездная система типа трапеции.

1. *Введение.* Эмиссионная линия H_{α} является признаком хромосферной активности звезд, наличие которых служит отличным индикатором областей звездообразования. Это обстоятельство послужило стимулом проведения многочисленных H_{α} -обзоров неба.

Один из таких обзоров выполнен в Бюраканской обсерватории в избранных областях темных туманностей, на $40''$ телескопе системы Шмидта с применением 4° объективной призмы. В 6 областях обнаружено более 200 новых эмиссионных звезд [1-5]. H_{α} -обзор проводился в разные эпохи в течение 10 лет, что позволило не только обнаружить новые эмиссионные звезды, но и следить за ходом изменения блеска и интенсивности эмиссионной линии как новых, так и ранее известных эмиссионных звезд. Обычно обнаруженные таким образом объекты в подавляющем большинстве являются звездами типов Т Тау, UV Кита, Ae/Be Хербига, объектами Хербига-Аро (HN), планетарными туманностями и т.п.

Звезды типа Т Тельца являются самыми молодыми представителями звезд малых масс. Из-за низкой светимости они обнаруживаются только в близких областях звездообразования, находящихся на расстояниях до нескольких сотен парсеков. Исследование этих объектов представляет особый интерес как с точки зрения изучения физики звезд и динамики звездных систем, так и исследования вопросов космогонии вообще.

Объекты Хербига-Аро также являются очень молодыми образованиями. Это компактные туманные объекты с характерным эмиссионным спектром, без признаков континуума. В настоящее время известно около 500 объектов Хербига-Аро [6], но лишь некоторые из них показывают достоверную физическую связь с массивными молодыми звездами [7,8]. Они всегда обнаруживаются в ассоциациях и в большинстве случаев тесно связаны со звездами типа Т Тельца.

HN-объекты как отдельный класс впервые были обнаружены и

исследованы в области Ориона [9-11]. Было сделано предположение, что они являются крайне ранними стадиями развития звезд типа Т Тельца [12]. В настоящее время доминирует предположение, что эти компактные туманности являются продуктом воздействия ударной волны [13-15].

С целью более детального исследования небольшого участка неба с размерами $6' \times 11'$ вокруг двух известных эмиссионных звезд в области Суг OB7 [5], были проведены новые наблюдения с помощью 2.6-м телескопа БАО. Это позволило обнаружить новый объект Хербига-Аро, 7 H_{α} эмиссионных звезд, одну новую кометарную туманность и одну новую инфракрасную туманность в непосредственной близости от объекта Хербига-Аро [16]. Дальнейшее исследование этой области позволило обнаружить новый компактный HH-объект, который, как было показано, является членом тесной системы типа Трапеции [17]. По площади изученная область является крохотной частью области ассоциации Суг OB7 и проецируется на фоне темной туманности Хавтасси 141 [18], расстояние которой оценивается равным примерно 400 пк [19].

В настоящей работе приводятся результаты спектральных наблюдений 5 эмиссионных звезд этой области, а также новые детали, обнаруженные на основе обработки ранее полученного наблюдательного материала.

2. Наблюдения. Координаты центра изучаемой области следующие: $\alpha_{(2000)} = 21^{\text{h}}00^{\text{m}}32^{\text{s}}$, $\delta_{(2000)} = 52^{\circ}28'24''$. Предварительные результаты изучения этой области уже опубликованы [16,17]. Один из обнаруженных HH-объектов включен в каталог объектов Хербига-Аро [6] под номером 448 [20].

В настоящей работе использованы как ранние наблюдения, полученные с помощью 40" телескопа системы Шмидта (1979-1989гг.) и на 2.6-м телескопе в 2000г., так и новые спектральные наблюдения 5 звезд, выполненные на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории в 2001г.

Наблюдения на метровом телескопе системы Шмидта выполнены с применением 4° объективной призмы, с использованием светофильтров RG-1 и RG-2. Такое сочетание светофильтров с фотоэмульсиями Kodak 103a-F, IIa-F и IIIa-F позволяет регистрировать спектральную область 6100-7000 Å и легко обнаружить линию H_{α} в эмиссии. Используются также прямые изображения области, полученные на 40" телескопе в фотографических лучах.

Наблюдения, проведенные в 2000г., а также в 2001г. на 2.6-м телескопе, были выполнены с помощью приемной аппаратуры "VuFOOSC", разработанной в Бюракане [21]. В качестве светоприемника при наблюдениях была использована CCD-камера, со светочувствительным элементом фирмы "Thomson" размерами 1060 x 1028 pix. При наблюдениях были использованы красная и зеленая призмы. Первая из них охватывает

спектральную область 5500-7500 Å, а вторая - 4350-6700 Å. Во время наблюдений, выполненных в 2000г., были использованы узкополосные светофильтры H_{α} , [SII] и ближний инфракрасный фильтр *I*. Фильтры H_{α} и [SII] имеют полуширину 75 Å, а фильтр *I* охватывает спектральную область 7000-9000 Å. Красная и зеленая призмы имеют спектральные разрешения соответственно 2.7 и 1.7 Å/pix. Все указанные светофильтры были использованы при получении прямых изображений области с размерами 6' x 11', а светофильтры H_{α} и [SII] - только при спектральных наблюдениях, полученных с помощью красной призмы. Зеленая призма была использована только при спектральных наблюдениях, выполненных в 2001г. Получены спектры 5 звезд. Используются также цифровые данные Паломарских обзоров DSS1 и DSS2.

3. *Результаты наблюдений.* На рис.1 приводится карта отождествления объектов Хербига-Аро и H_{α} звезд, обнаруженных в Бюраканской обсерватории. Рисунок является копией DSS2(R). Непосредственно по соседству с изучаемой областью находятся три известных объекта Хербига-Аро, №380, 381 и 382 [6]. На рис.1 стрелками отмечены обнаруженные в этой области эмиссионные звезды, объекты Хербига-Аро и одна переменная звезда (№8), которая по своим фотометрическим характеристикам является звездой типа Т Тау. Отметим, что номера эмиссионных звезд (№1-7) соответствуют номерам, приведенным в работе [16], а эмиссионная звезда №4а, как таковая, обнаружена во время последних спектральных наблюдений. В табл.1 приводятся экваториальные координаты (2000г.), оценки звездных величин, полученные на основе DSS2(R),

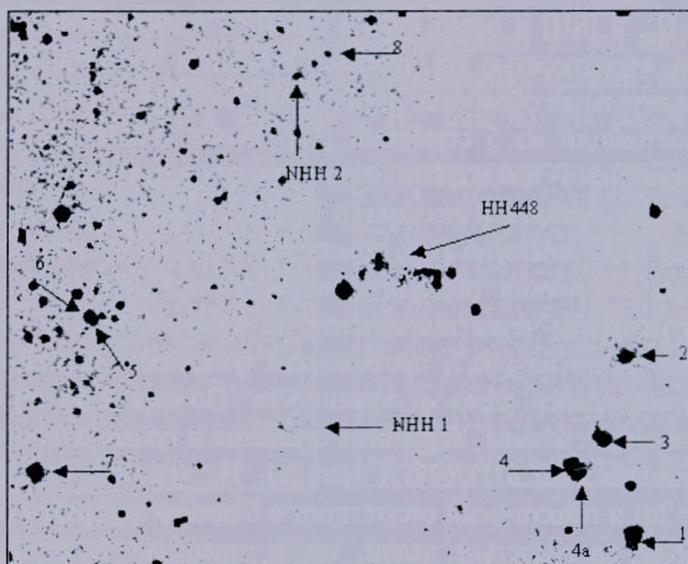


Рис.1. Карта отождествления обнаруженных объектов (DSS2).

амплитуды зарегистрированных изменений блеска звезд и результаты отождествления с уже известными объектами. Звезда №4 отождествлена также с инфракрасным источником IRAS PSC 20590+5215[22].

Таблица 1

ДАННЫЕ ОБ ОБНАРУЖЕННЫХ ОБЪЕКТАХ

| Объект | $\alpha_{(2000)}$ | $\delta_{(2000)}$ | m_r | Δm | Примечание |
|--------|--|-------------------|--------------------|-------------------------|------------|
| НН 448 | 21 ^h 00 ^m 34 ^s .0 | 52°29'27" | - | - | |
| НН 1 | 00 44.0 | 27 35 | - | - | |
| НН 2 | 00 42.7 | 31 42 | - | - | |
| 1 | 00 17.0 | 26 22 | 16 ^m .0 | 0 ^m .7(SII)* | |
| 2 | 00 17.4 | 28 24 | 15.8 | 0.8(R, I)* | |
| 3 | 00 19.2 | 27 28 | 16.0 | V(H α)* | No 20[5] |
| 4 | 00 21.7 | 27 10 | 15.6 | - | No 21[5] |
| 4a | 00 21.4 | 27 06 | 15.5 | V(H α)* | |
| 5 | 00 58.3 | 28 54 | 17.5 | - | |
| 6 | 00 58.6 | 28 56 | 17.5 | - | |
| 7 | 01 02.8 | 27 08 | 16.2 | V(H α)* | |
| 8 | 00 40.1 | 31 59 | 18.5 | 1.0(I)* | |

* Переменность звезды зарегистрирована в спектральной области, указанной в скобках.

3.1. *Новые объекты Хербига-Аро.* Обнаружение объектов Хербига-Аро связано с определенными трудностями. Общепринято, что спектральные наблюдения являются наиболее надежным способом обнаружения этих объектов. В красной области спектра объектов Хербига-Аро характерно наличие эмиссионных линий H α и [SII]. Известно также, что если объект показывает сильное излучение в фильтрах H α и [SII] и очень слаб в ближней инфракрасной области, то с большой вероятностью он является объектом Хербига-Аро.

Предварительная обработка наблюдений позволила обнаружить объект НН448, состоящий из 5 сгущений [16]. Более детальное исследование ранее полученного наблюдательного материала позволило обнаружить еще два новых объекта и несколько новых сгущений у объекта НН448.

Как уже было показано [16], объект НН448 простирается между двумя звездами на расстоянии порядка одной угл.мин. На фоне протяженной красной туманности четко выделяются, по крайней мере, 9 сгущений, и, как хорошо видно на рис.2, протяженная туманность соединена с яркой звездой, находящейся слева от туманности. По-видимому, туманность и звезда физически связаны. Указанные сгущения и туманность очень хорошо видны в линиях [SII] 6717/6731 Å (рис.2a), H α (рис.2b), на картах атласа DSS2 (рис.2d) и практически отсутствуют в ближней инфракрасной области (рис.2c). Как туманность в целом, так и отдельные сгущения в линиях [SII] 6717/6731 Å ярче, чем в H α . Отметим, что эти сгущения четко

видны также на бесщелевых спектрах, полученных с помощью красной призмы в сочетании со светофильтрами [SII] и H_{α} . На DSS1 на месте объекта видна очень слабая красная звезда, совпадающая по координатам с одним из сгущений и известная как объект RNO 127[23]. Сравнение DSS1 и DSS2 позволяет предположить, что яркость HH448 претерпела сильное изменение за время порядка 40 лет.

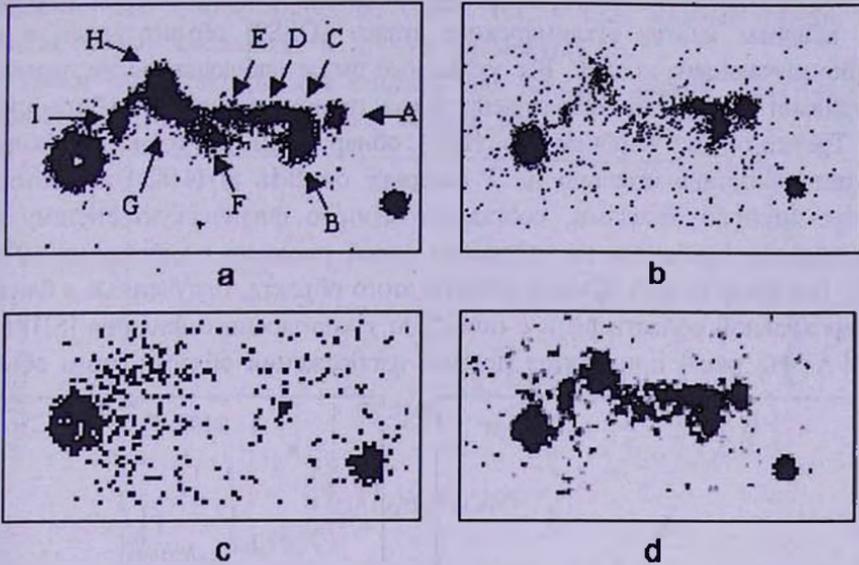


Рис.2. Объект HH448 в спектральных областях [SII] (a), H_{α} (b), I (c) и R (d) (DSS).

Кроме объекта HH448 обнаружены еще 2 объекта Хербига-Аро (HH1, HH2). Первый из них состоит из 4 сгущений и находится южнее уже известного объекта на расстоянии приблизительно 2.5 угл. мин. На рис.3 приводятся крупномасштабные прямые изображения области, полученные в фильтрах [SII] 6717/6731 Å (рис.3a) и H_{α} (рис.3b). На рис.3a стрелками

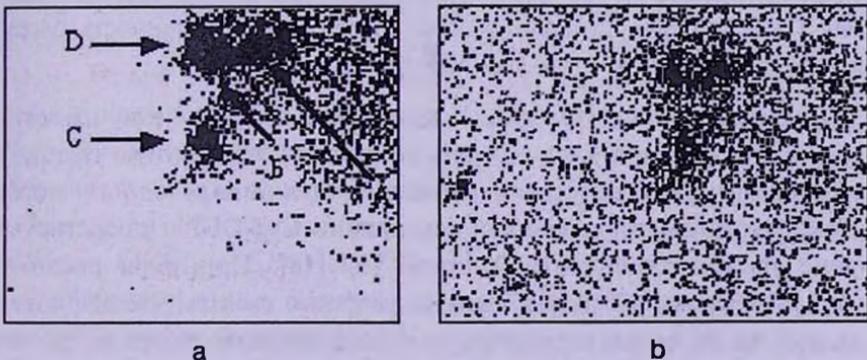


Рис.3. Прямые изображения объекта HH1 в областях [SII] (a) и H_{α} (b). Стрелки показывают отдельные сгущения.

указаны отдельные сгущения. Как и в случае НН448, отдельные сгущения в фильтре [SII] 6717/6731 Å ярче, чем в H_{α} . Как в [SII] 6717/6731 Å, так и в H_{α} сгущения проектируются на фоне слабой красной туманности. Отметим, что на изображениях, полученных в ближней инфракрасной области спектра, нет никаких следов как туманности, так и сгущений. Следует отметить также, что на бесщелевых спектрах отдельные сгущения еще видны в [SII] 6717/6731 Å, тогда как в H_{α} не видно никаких следов излучения. На красных картах Паломарского атласа (DSS2) объект виден в виде слабоизлучающего кольца. Все указанные выше наблюдательные параметры указывают на то, что обнаружена новая группа объектов Хербига-Аро.

Третий объект Хербига-Аро (НН2), обнаруженный в изучаемой области, находится приблизительно на 2' севернее объекта НН448. Этот объект, с двумя другими звездами, составляет единую физическую систему типа Трапеции и находится на ничтожно малой площади с размерами 10" x 20" [17]. Имеются только прямые снимки этого объекта, полученные в ближней инфракрасной области (I) и с помощью узкополосного фильтра [SII] 6717/6731 Å. На рис.4 приводятся прямые изображения области этого объекта,

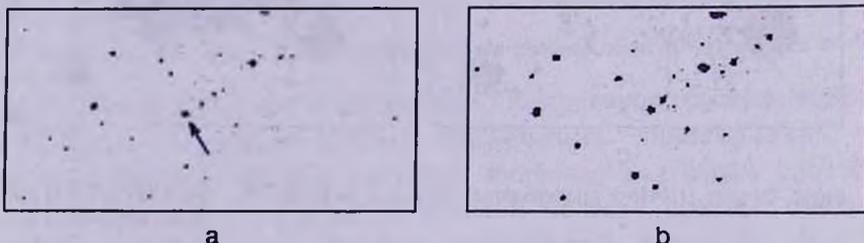


Рис.4. Объект НН2 в [SII] 6717/6731 Å (а) и в ближней инфракрасной области I (б).

снятые соответственно в фильтре [SII] 6717/6731 Å (рис.4а) и в ближней инфракрасной области I (рис.4б). На рис.4а стрелкой обозначен объект Хербига-Аро, который отсутствует на снимке, полученном в фильтре (I). Дальнейшие исследования этого и соседних объектов с использованием данных DSS1 и DSS2, позволили зарегистрировать переменность блеска у объекта Хербига-Аро и у звезды №8 (рис.1, табл.1).

3.2. *Эмиссионные звезды.* В изучаемой области было известно 7 H_{α} эмиссионных звезд, 4 из которых составляют компактную группу, все 6 расстояний между которыми являются величинами одного порядка [16]. Все они находятся в области ассоциации Суг OB7 и проектируются на фоне темной туманности Хавтаси 141 [18]. Принимая расстояние Хавтаси 141 равным 400 пк [19], можно уверенно сказать, что эти объекты составляют динамически неустойчивую физическую систему типа Трапеции. Пятый член этой системы (№4а) является визуальным компаньоном эмиссионной звезды №4 (см. рис.1). Эмиссия у звезды №4а обнаружена

во время последних спектральных наблюдений. Спектры этих 5 звезд получены на 2.6-м телескопе Бюраканской обсерватории с помощью зеленой призмы.

Известно, что звезды типа Т Тау имеют низкую светимость, принадлежат спектральным классам от поздних А до ранних М и почти всегда связаны с туманностями. В спектрах звезд типа Т Тау присутствуют эмиссионные линии водорода, CaII, HeI, иногда слабые линии HeII, железа, серы, кислорода и других элементов.

Нами получены по два спектра для каждой звезды. На рис.5 для иллюстрации приведен спектр звезды №4.

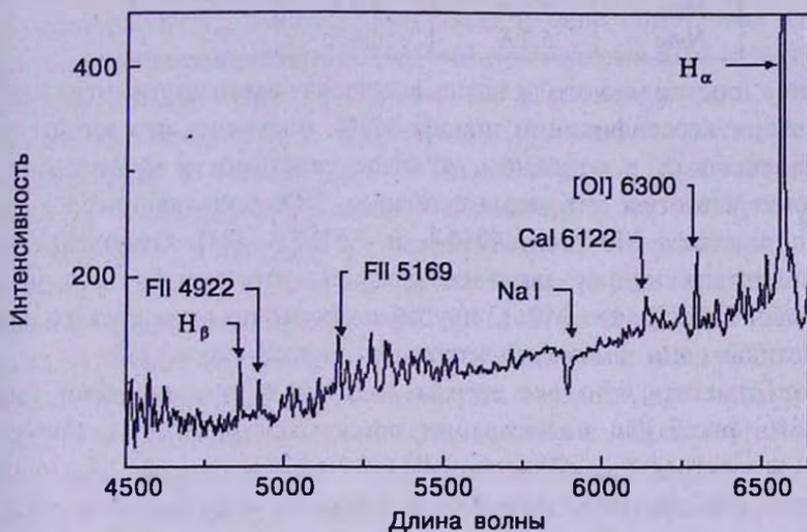


Рис.5. Спектр звезды №4.

Наличие эмиссии в H_α еще не доказывает принадлежность звезды к типу Т Тау. Этой линией обладают также и вспыхивающие звезды, однако принято считать, что эквивалентная ширина линии у звезд типа Т Тау, в отличие от вспыхивающих звезд, больше 5 Å [24]. В табл.2 приводятся эквивалентные ширины трех, очень характерных для звезд типа Т Тельца эмиссионных линий. Как видно из данных таблицы, только у двух звезд была измерена эквивалентная ширина линии HeI 5876 Å. Интенсивности этих линий у звезд типа Т Тау строго коррелируют между собой, и при изменениях блеска одновременно усиливаются или ослабевают, и при этом всегда имеет место следующее неравенство; $EW(H_{\alpha}) > EW(H_{\beta}) > EW(HeI)$ [25].

Запрещенная линия нейтрального кислорода [OI] 6300 Å в эмиссии отождествлена у звезд №1, 3 и 4. Зарегистрировано также много эмиссионных линий ионизованного железа, из числа которых для звезд типа Т Тау особенно характерны FeII 4924, 5018, 5169 Å.

У звезд типа Т Тау неправильные изменения блеска сопровождаются непрерывными изменениями спектра. Такие явления сильно затрудняют

Таблица 2

ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ ШИРИНЫ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ H_{α} , H_{β} и HeI 5876 Å

| Звезда | $EW(H_{\alpha})$ | $EW(H_{\beta})$ | $EW(HeI)$ |
|--------|------------------|-----------------|-----------|
| №1 | 7.5 Å | 3.2 Å | 1.1 Å |
| №2 | 5.5 Å | 3.6 Å | - |
| №3 | 18.5 Å | 10.2 Å | 3.0 Å |
| №4 | 7.9 Å | 3.7 Å | - |
| №4a | 5.2 Å | 0.6 Å | - |

определение спектрального класса и класса светимости этих звезд. Используя при классификации полосу MgH , получено, что звезды типа Т Тау принадлежат, в основном, к классу светимости субгигантов IV [25]. Хорошо известно, что первые полосы TiO , появляющиеся у звезд спектрального класса M_0 это $\lambda 4954 \text{ Å}$ и $\lambda 5167 \text{ Å}$ [24]. Отсутствие этих полос в спектрах наших звезд показывает, что все 5 звезд имеют спектральный класс ранее M_0 . С другой стороны по всем спектральным характеристикам они имеют спектральный класс позже G_8 .

Следует отметить, что все звезды связаны с туманностями малых размеров. На рис.6 для иллюстрации приводятся прямые изображения звезды №1 в спектральных областях $[SII]$ 6717/6731 Å (рис.6a), H_{α} (рис.6b) и в красной области $DSS2$ (рис.6c). В ближней инфракрасной области туманность отсутствует. Хорошо видно, что если на рис.6a и 6b туманность имеет одинаковую форму, то на рис 6c она сильно отличается. Если в

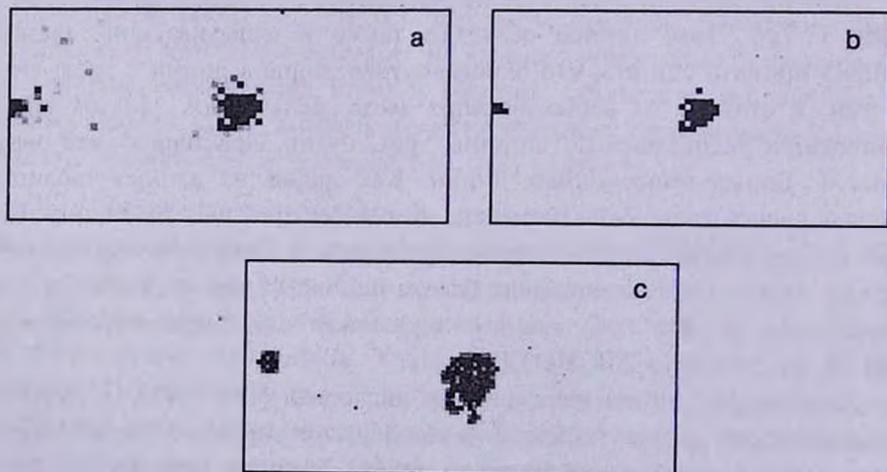


Рис.6. Увеличенные изображения области эмиссионной звезды №1 в $[SII]$ 6717/6731 Å (a), H_{α} (b) и в красной области спектра (c) ($DSS2$).

первом случае маленькая туманность протягивается в юго-западную сторону от звезды, то на рис.6с она состоит из двух компонентов, ни один из которых не повторяет форму и направление, показанные на рис.6а, б. Разность во времени между нашими наблюдениями и DSS2 составляет 10 лет. По всей вероятности, в данном случае мы имеем дело с переменной туманностью.

Результаты спектральных наблюдений всех 5 звезд показывают, что все они являются звездами типа Т Тау.

4. *Обсуждение.* Обобщая результаты наблюдений, следует подчеркнуть следующее. В крохотной области обнаружены 3 объекта Хербига-Аро, 8 H_{α} эмиссионных звезд и одна кометарная туманность. 5 звезд из числа эмиссионных (№1-4а) по спектральным характеристикам являются звездами типа Т Тельца. По всей вероятности, звезды №5-8 и звезда, связанная с кометарной туманностью, также являются звездами типа Т Тельца [16,17]. Таким образом, в изучаемой области находятся 10 звезд типа Т Тельца. У большинства из них зарегистрирована переменность яркости или же интенсивности эмиссионной линии H_{α} . Сравнение DSS1 и DSS2 позволяет зарегистрировать переменность блеска также у объектов Хербига-Аро HH448 и HH1. Все эти объекты проецируются на фоне темной туманности Хавтасси 141 [18], находящейся почти в центре известной звездной ассоциации Суг OB7. Принимая расстояние темного облака равным 400 пк [19], получим для размеров изучаемой области значения 0.7х1.3пк. Если даже предполагать, что область находится на расстоянии 740 пк (расстояние ассоциации Суг OB7 [19]), то линейные размеры области увеличатся всего лишь вдвое. Следовательно, учитывая, что диаметры Т-ассоциаций не превышают нескольких десятков парсек [26], естественно допустить, что в этой области находится одна из самых молодых Т-ассоциаций. Наличие динамически неустойчивой системы типа Трапеции еще больше увеличивает интерес к изучаемой области: 4 звезды типа Т Тельца, одна из которых является двойной, находятся в площади с размерами 0.1х0.2 пк. Отметим, что взаимные расстояния составляющих большинства звездных систем типа Трапеции заключены в пределах 0.02 - 0.2 пк[27].

Таким образом, результаты наших наблюдений позволили обнаружить большое количество нестационарных объектов. В дальнейшем требуются более детальные и многосторонние исследования всех пекулярных объектов, обнаруженных в изучаемой области.

A NEW T-ASSOCIATION IN CYG OB7 REGION

N.D.MELIKIAN, A.A.KARAPETIAN

The results of observations of a region with sizes equal to 6×11 arcmin., situated almost in the center of the stellar association Cyg OB7 are presented. The existence of a new T association, 3 new Herbig-Haro objects and at least one trapezium type stellar system in the investigated region has been shown.

Key words: (Galaxy):associations - stars:T Tau type

ЛИТЕРАТУРА

1. N.D.Melikian, V.S.Shevchenko, S.Yu.Melnikov, IBVS, №3037, 1987.
2. Н.Д.Меликян, В.С.Шевченко, Астрофизика, 32, 169, 1990.
3. Н.Д.Меликян, Астрофизика, 37, 219, 1994.
4. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, Астрофизика, 39, 57, 1996.
5. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, Л.Г.Ахвердян, А.Ц.Карапетян, Астрофизика, 39, 217, 1996.
6. B.Reipurth, A General Catalog of HH Objects, Elec. Published, 1999.
7. D.Devine, J.Bally, B.Reipurth, D.Shepherd, A.Watson, Astron. J., 117, 2919, 1999.
8. D.Devine, B.Reipurth, J.Bally, T.J.Balonek, Astron. J., 117, 2931, 1999.
9. G.H.Herbig, Astrophys. J., 111, 11, 1950.
10. H.Herbig, Astrophys. J., 113, 697, 1951.
11. G.Haro, Astrophys. J., 115, 572, 1952.
12. В.А.Амбарцумян, Сообщ. Бюракан. обсерв., 13, 1954.
13. B.Reipurth, J.Bally, D.Devine, Astron. J., 114, 2708, 1997.
14. J.Bally, D.Devine, Astrophys. J., 428, L65, 1994.
15. D.Devine, J.Bally, B.Reipurth, S.Meathcote, Astron. J., 114, 2095, 1997.
16. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, Астрофизика, 44, 265, 2001.
17. Г.А.Арутюнян, Н.Д.Меликян, Астрофизика, 44, 431, 2001.
18. Д.С.Хавтасси, Атлас Галактических Темных Туманностей, Абастуманская астрофиз. обсерв. Грузия, 1960.
19. P.T. de Zeeuw, R.Hoogerwerf, J.H.J. de Bruijne, A.G.A.Brown, A.Blaauw, Astron. J., 117, 354, 1999.
20. B.Reipurth, Частное сообщение.
21. Т.А.Мовсисян, J.-L.Gach, F.Zhamkochian, J.Boulestex, "JENAM-2000" May 29 - June 3, Abstracts, Moscow, 2000, p.179.
22. IRAS Point Source Catalogue, Joint IRAS Science Working Group, Washington D.C., 1986.

23. *M.Cohen*, *Astron. J.*, **85**, 29, 1980.
24. *C.Jaschek, M.Jaschek*, *The Classification of Stars*, Cambridge Univ. Press, 1987.
25. *M.Cohen, L.V.Kuhi*, *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, **41**, 743, 1979.
26. *Л.В.Мирзоян*, *Нестационарность и эволюция звезд*, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1981.
27. *В.А.Амбарцумян*, *Научные труды*, т.2, Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1960, стр.61.