

УДК: 524.54

ПОИСКИ НН-ОБЪЕКТОВ И ЭМИССИОННЫХ ЗВЕЗД В ОБЛАСТЯХ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ. III. PMS-ЗВЕЗДЫ В NGC 7129

Т.Ю.МАГАКЯН, Т.А.МОВСЕСЯН, Е.Г.НИКОГОСЯН

Поступила 23 апреля 2004

Принята к печати 7 июля 2004

С помощью метода бесщелевой спектроскопии в центральной и северо-восточной частях звездного скопления, расположенного в туманности NGC 7129, выявлено 22 эмиссионные звезды. У 16 из них эмиссия наблюдается впервые. Эта выборка практически полна до $V \leq 20.0$. Эмиссионные звезды распределены по полю скопления неравномерно и тяготеют к его центру. Выполнена также V , R и I фотометрия для более чем ста звезд скопления. С ее помощью был определен средний коэффициент поглощения в рассматриваемой области: $A_V = 1.7 \pm 0.27$. Исходя из расположения на цветовых диаграммах, построенных для оптического и ближнего ИК-диапазона, большинство эмиссионных звезд можно отнести к объектам типа Т Тау.

1. *Введение.* Отражательная туманность NGC 7129, находящаяся от нас на расстоянии 1.2 кпк [1], выделяется обилием расположенных вокруг нее объектов Хербига-Аро (НН) [2] и другими признаками активного звездообразования. Помимо PMS-звезд, обнаруженных в оптическом диапазоне [2], здесь были найдены глубоко погруженные в облако объекты в инфракрасном диапазоне и молекулярные потоки [3-5], H_2O мазеры [6]. По мере накопления наблюдательных данных и обнаружения все более слабых PMS-звезд в этом агрегате его богатство различными проявлениями звездной активности на ранней эволюционной стадии становится все более очевидным. Новым примером этому может служить открытие гигантского НН-потрка [7]. Уже полученные результаты складываются в довольно сложную и не очень ясную картину, которую дополнительно усложняют некоторые необычные структурные особенности самой туманности NGC 7129 [8]. В частности, для многих НН-объектов до сих пор не удалось надежно установить источники возбуждения. Для понимания всех особенностей взаимодействия звездных истечений с окружающей средой и процесса звездообразования в области NGC 7129 продолжение наблюдений представляется крайне важным. При этом необходимо сочетать детальное исследование структуры НН-объектов с дальнейшими поисками и изучением эмиссионных звезд.

Настоящая работа является частью проекта по поиску НН-объектов и эмиссионных звезд в туманностях и областях звездообразования [9].

Для данной области мы в первую очередь ставили перед собой задачу провести поиски новых звезд с эмиссией $H\alpha$ и выполнить фотометрию звезд, принадлежащих туманности, в том числе и эмиссионных, с целью обнаружить новые PMS-объекты и уточнить параметры звездного населения данного агрегата.

2. *Наблюдения и обработка.* Прямые изображения туманности NGC 7129 были получены в первичном фокусе 2.6-м телескопа Бюраканской обсерватории в течение двух ночей в 1999г. Наблюдения проводились с помощью камеры VуFOSC-2 и CCD с форматом 1060x514 пикселей, что соответствует $11' \times 5'.5$ на небе. При фотометрических наблюдениях были использованы стандартные *VRI*-фильтры. *FWHM* изображений в среднем составляла $\sim 2''$. Поиск эмиссионных звезд проводился с помощью метода бесцелевой спектроскопии, с использованием комбинации гризмы, работающей в диапазоне от $\lambda 5500 - 7500 \text{ \AA}$ и создающей дисперсию $2.1 \text{ \AA/пикс}$, и узкополосного $H\alpha$ -фильтра ($\lambda_c = 6670 \text{ \AA}$, $\Delta\lambda = 85 \text{ \AA}$). При суммарном времени накопления 1200с этот метод позволяет с большой точностью выявить наличие эмиссии у звезд с $m_V \leq 20.0$. Если эмиссия очень сильная, то предельная величина обнаружения еще возрастает.

В табл.1 приводится журнал наблюдений; где указаны: наблюдавшаяся область, дата, фильтр, суммарное время накопления в данном фильтре и координаты центра изображения. Индексы N и S означают, что зона наблюдений была смещена в соответствующем направлении относительно центра туманности NGC 7129.

Таблица 1

ЖУРНАЛ НАБЛЮДЕНИЙ

Область	Дата	Фильтр	Эксп. (с)	RA(2000)	Dec(2000)
NGC7129	19.06.99	<i>I</i>	300	21 ^h 43 ^m 17 ^s	+66°05'48"
NGC7129	19.06.99	гризма+ $H\alpha$	1200	21 43 15	+66 08 30
NGC7129N	19.06.99	гризма+ $H\alpha$	1200	21 43 15	+66 10 12
NGC7129N	13.08.99	<i>R</i>	600	21 43 06	+66 08 59
NGC7129N	13.08.99	<i>V</i>	600	21 43 06	+66 08 59
NGC7129N	13.08.99	<i>I</i>	600	21 43 06	+66 08 59
NGC7129S	13.08.99	<i>I</i>	600	21 42 59	+66 05 28
NGC7129S	13.08.99	<i>V</i>	600	21 42 59	+66 05 28
NGC7129S	13.08.99	<i>R</i>	600	21 42 59	+66 05 28

Первичная обработка изображений была проведена по обычной процедуре. В качестве стандартных звезд были использованы объекты в поле шарового скопления NGC 7790 [10], которое снималось в фильтрах *V*, *R*, *I* с экспозицией 4^m. Интегральные звездные величины определялись методом апертурной фотометрии при помощи пакета APPHOT системы

IRAF. Локальный фон для каждого объекта измерялся в кольце, внутренний радиус которого превышал величину апертуры в 1.5-2 раза. Ошибки звездных величин определялись по формуле:

$$|dV| = -2.5 \log(E_V) + 2.5 \log(E_V + \sigma),$$

где E_V - поток излучения, а σ - дисперсия излучения неба, измеренного в тех областях данного изображения, где отсутствуют объекты. Эта формула позволяет учитывать ошибки, которые возникают как при измерении звездной величины, так и в процессе получения изображения [11].

3. Эмиссионные H α -звезды в области туманности NGC 7129.

Таблица 2

КООРДИНАТЫ И ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗВЕЗД С H α -ЭМИССИЕЙ В ОБЛАСТИ ТУМАННОСТИ NGC 7129

№	RA(2000)	Dec(2000)	Отождеств.	V*	R*	I*	EW(H α), Å**
1	21 ^h 42 ^m 23 ^s .3	66°06'04"	-	20.11	19.02	17.52	к.с.
2	21 42 39.0	66 06 35	HL 14S [2,12]	18.89	17.52	16.28	к.с.
3	21 42 42.1	66 09 24	-	21.39	19.22	17.30	к.с.
4	21 42 50.5	66 06 34	BD+65°1637 [1, 12]	-	-	-	перед.
5	21 42 51.6	66 05 55	-	20.35	18.77	17.28	к.с.
6	21 42 52.8	66 06 57	-	18.30	17.04	15.78	к.с.
7	21 42 53.3	66 07 14	-	20.58	19.66	18.24	к.с.
8	21 42 53.7	66 09 19	-	21.06	19.99	19.01	к.с.
9	21 42 53.7	66 08 04	-	17.66	16.22	14.97	10.0
10	21 42 55.0	66 06 12	-	17.78	17.51	16.19	к.с.
11	21 42 56.5	66 06 02	-	-	-	-	проец.
12	21 42 58.3	66 07 38	HL 19N [12]	19.08	17.57	16.29	к.с.
13	21 43 00.2	66 11 27	V350 Cep [1,13]	-	-	-	65.3
14	21 43 00.5	66 06 47	-	20.11	17.59	15.96	к.с.
15	21 43 02.3	66 07 02	-	-	-	-	к.с.
16	21 43 07.2	66 06 51	LkH α 234 [1,12]	-	-	-	60.7
17	21 43 11.8	66 09 11	-	16.31	15.23	14.14	08.0
18	21 43 12.4	66 12 38	-	-	-	-	94.0
19	21 43 17.0	66 05 48	-	18.42	17.12	16.00	09.8
20	21 43 32.0	66 08 50	HL 27N [2,12,13]	18.54	17.12	16.02	80.1
21	21 43 32.9	66 10 10	-	20.14	18.57	17.12	2.8
22	21 43 43.6	66 07 30	-	18.25	16.82	15.56	13.3

* Звездные величины для объектов 4, 11, 15 и 16 не определялись из-за передержки.

** к.с. - из-за слабости континуума в спектре звезды эквивалентная ширина не определялась.

перед. - передержанный спектр

проец. - проецирование соседней яркой звезды на спектр.

В итоге в области туманности NGC 7129 с помощью бесщелевой спектроскопии были выявлены 22 звезды с $H\alpha$ -эмиссией. У 16 из них ранее не были отмечены признаки подобной активности. В табл.2 приводятся координаты этих звезд, которые определялись по изображениям цифрового атласа неба DSS-2 с помощью программы FITSVIEW. В таблице приводятся также звездные величины в цветах VRI (подробно о фотометрии см. раздел 4) и эквивалентная ширина (EW) эмиссии $H\alpha$ для тех звезд, для которых возможно было ее определить. Для объектов, которые уже были ранее известны как эмиссионные, указаны литературные ссылки. Для удобства отождествления все эмиссионные звезды отмечены на рис.1a-1c и 2a-2b.

Таким образом, наши наблюдения позволили существенно увеличить количество известных эмиссионных звезд в данном агрегате (отметим при этом, что наблюдалась главным образом его центральная часть). Представляется интересным сопоставить результаты наших поисков с

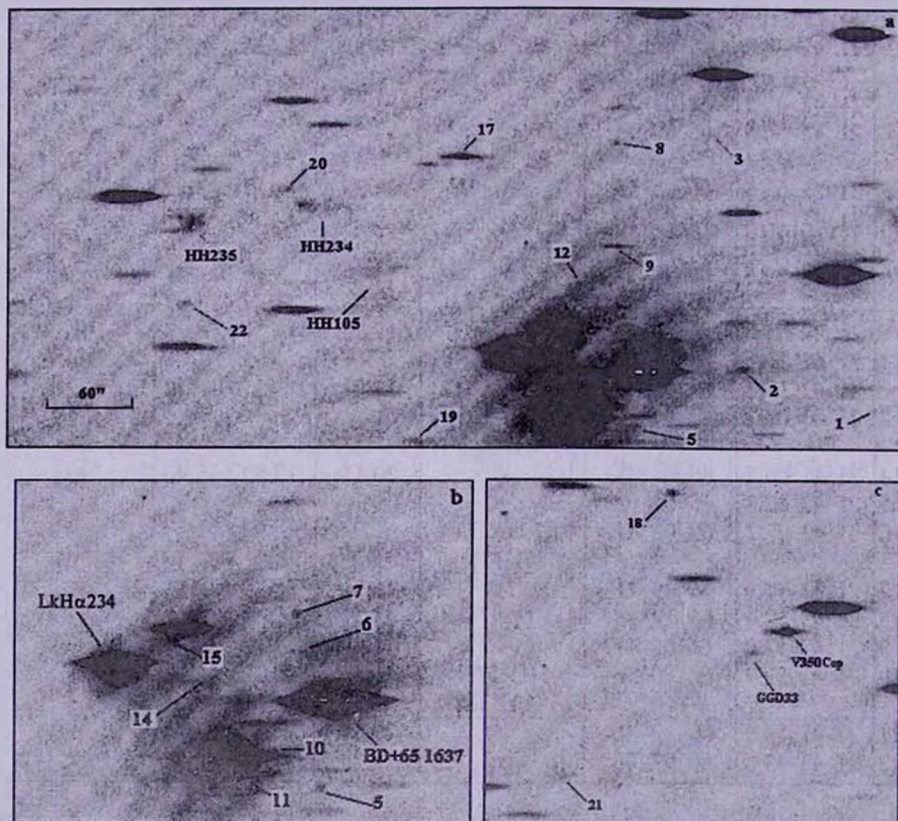


Рис.1. Эмиссионные звезды, обнаруженные в туманности NGC 7129 при помощи бесщелевого спектрографа: а - туманность в целом; б - центральная область; в - поле вокруг V350 Cep. Номера указаны согласно табл.2.

предыдущими исследованиями. При этом следует принимать во внимание, что наиболее объемные из более ранних поисков велись не спектральным, а фотометрическим методом.

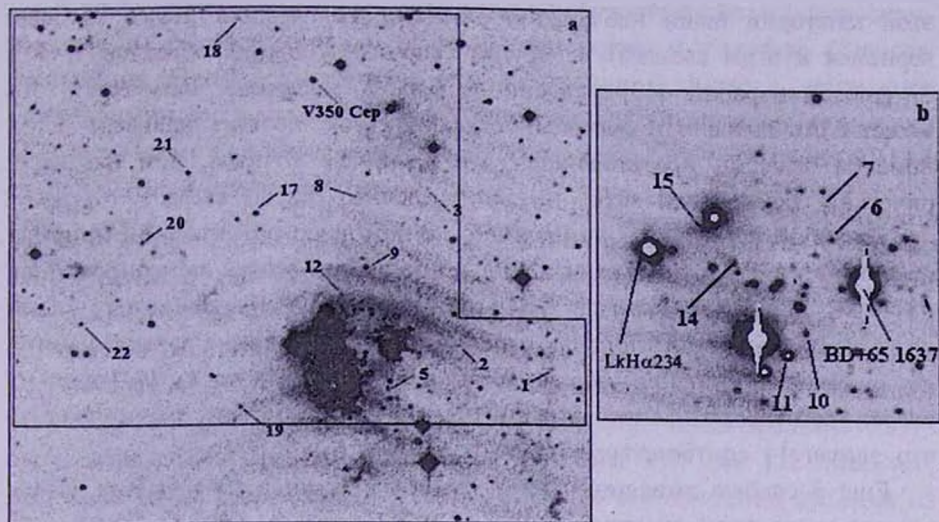


Рис.2. Карты отождествления эмиссионных звезд в туманности NGC 7129: а - область в целом (Паломарский атлас), б - центральная область туманности (снимок в фильтре I). Номера звезд указаны согласно табл.2.

В статье Хартигана и Лады [12] в целом были описаны 7 предположительно эмиссионных звезд; 6 из них найдены при нашем обзоре, а одна (HL 19N) оказалась вне наблюдавшейся области, но существование в ее спектре эмиссии $H\alpha$ было подтверждено в работе [2].

В работе Стром и др. [13] был опубликован список звезд, расположенных в двух областях туманности NGC 7129, вокруг HH234/235 и HH103 соответственно. Каждая из них покрывала площадь $\sim 4'.6 \times 7'.2$. В эту выборку вошли все звезды, у которых звездная величина V меньше 22.0. Наличие эмиссии у объектов из данного списка выявлялось с помощью сопоставления оценок блеска, полученных в фильтрах R и $H\alpha$. Хотя области, наблюдавшиеся в [13], и наши совпадают не вполне, некоторое сравнение возможно. Авторы [13] разделили предполагаемые $H\alpha$ -звезды на объекты с очень сильной, сильной и умеренной эмиссией. Из первой категории все объекты, кроме двух, оказались НН-сгустками, а оставшиеся две звезды (12E, 38E) были слишком слабыми, чтобы по нашим спектрам можно было судить о наличии или отсутствии $H\alpha$ -эмиссии. Из второй категории в наблюдавшуюся нами зону попали 5 звезд; из двух ярких одна - это V350 Cep, ярко выраженная звезда типа Т Тау, вторая (66E) подсвечивает малую отражательную туманность NGC 7133 и явно не является эмиссионной. У трех звезд (5E, 20E, 46E) из вышеупомянутой категории

нам не удалось выявить $H\alpha$ -эмиссии опять же по причине их крайней слабости. Наконец, звезда 20 ($EW(H\alpha) = 80.1\text{\AA}$) в [10] была классифицирована как объект с умеренной эмиссией (37E), а у остальных звезд этой категории наши наблюдения эмиссии не выявили (далее мы еще вернемся к этим звездам). С другой стороны, у наших объектов 1, 9 и 17 (табл.2) в работе [13] эмиссии не было обнаружено. Разумеется, это может быть вызвано и переменностью объектов, но спектральный метод поисков эмиссии представляется все же более точным, чем фотометрический, по крайней мере, не для предельно слабых звезд.

Из работ, где поиски проводились с помощью объективной призмы, отметим [14], где наблюдалась довольно большая область, центрированная на NGC 7129. В результате были обнаружены 20 эмиссионных звезд, из которых только две попадают в зону, исследованную в данной работе. Из-за недостаточно точных координат и отсутствия в статье [14] карт их уверенное отождествление затруднительно, однако можно предположить, что звезда 14 соответствует нашему объекту 5.

Еще 3 слабые эмиссионные звезды были выявлены в работе [15] с помощью щелевой спектроскопии. При попытке их отождествления на наших изображениях выяснилось, что объект S2 (обозначения согласно [15]) теряется в передержанном спектре BD+65°1637, а спектр звезды S3 перекрывается со спектром соседней звезды, и, таким образом, судить о наличии в нем эмиссии $H\alpha$ (невысокой интенсивности, судя по данным в [15]) затруднительно. Что же касается объекта S1, то его спектр оказался слишком слабым для уверенного анализа; однако отметим, что соседняя с ним звезда 6 также является эмиссионной.

При сопоставлении нашего списка эмиссионных звезд в центральной части NGC 7129 с аналогичным списком, полученным сходным методом и любезно предоставленным нам для сравнения проф. Хербигом [16], обнаружились интересные расхождения. А именно, из 19 звезд данного списка в наблюдавшуюся нами область попали 17, а из них спектры еще 4 не поддаются изучению ввиду слабости или попадания в яркий ореол вокруг LkH α 234. Из оставшихся 13 звезд 5 объектов, согласно нашим данным, не показывают эмиссии, и, наоборот, наша звезда 11 не отмечена как эмиссионная в списке [16]. Учитывая сходство методик, эти расхождения следует отнести на счет реальной спектральной переменности звезд.

Из перечисленных в табл.2 объектов наиболее хорошо изученными являются две PMS-звезды высокой светимости, относящиеся к классу HАеВе: LkH α 234 и BD+65°1637 [1], а также звезда типа Т Тау V350 Сер, обладающая очень богатым эмиссионным спектром [17]. Другие звезды, для которых были получены щелевые спектры (например,

HL27-N, HL14-S [2,15]), также, по-видимому, являются Т Тау - звездами. Вероятно, практически все остальные эмиссионные звезды в данной области также принадлежат к этому типу.

В пользу такого заключения говорит и то обстоятельство, что эмиссионные звезды распределены по полю неравномерно и тяготеют к центру скопления. Непосредственно в его центральной области, площадью ~7 кв. угл. мин расположено 10 из 22 эмиссионных объектов, что составляет 48%, в то время как эта область по площади составляет всего лишь 10-12% от всего рассматриваемого региона.

4. *VRI-фотометрия звезд в области NGC 7129.* С целью дальнейшего анализа эволюционного положения звезд в исследуемой области нами была построена диаграмма Герцшпрунга-Рессела (ГР) и определено расположение звезд с эмиссией $H\alpha$ относительно объектов Главной последовательности - как в оптическом, так и в ближнем инфракрасном (см. раздел 5) диапазонах. Для этого нами предварительно были определены звездные величины в цветах *VRI* для 112 объектов, расположенных в области скопления, включая эмиссионные объекты из табл.2.

Звезды для фотометрии отбирались следующим образом. Как уже упоминалось в разделе 3, в работе [13] была пронумерована большая часть доступных фотометрии звезд в рассматриваемой области, и на основе соотношения их блеска в фильтрах *R* и $H\alpha$ авторы подразделили их на объекты с сильной и очень сильной эмиссией, со слабой эмиссией и без эмиссии. Последние с большой вероятностью должны быть звездами Главной последовательности. Ряд слабых объектов (по данным нашей фотометрии для них $V > 19.5$) в работе [13] был пронумерован, но не измерен. Нами были определены *V*, *R* и *I* звездные величины для всех эмиссионных звезд, для всех звезд из вышеозначенного списка, которые попадали в область, наблюдавшуюся в соответствующих фильтрах на 2.6-м телескопе, а также еще для 22 объектов, расположенных непосредственно в центральной области туманности NGC 7129, у которых наши бесщелевые наблюдения эмиссии не выявили. Ошибки при фотометрических измерениях в целом не превышали $0^m.03$, но в центральной области из-за больших флуктуаций фона ошибки оказались больше, не превосходя, однако, $0^m.07$. Вся зона, внутри которой были проведены как спектральные, так и фотометрические наблюдения, показана на рис.2а сплошной линией.

Чтобы не загромождать статью, мы сочли целесообразным не приводить в ней полные результаты фотометрии и, помимо данных для эмиссионных звезд (приведенных в табл.2), ограничиться списком фотометрических параметров только для объектов в центральной части туманности. Результаты

фотометрии приводятся в табл.3, а расположение звезд показано на рис.3. Здесь необходимо указать, что звезды 1, 12, 20 и 21 из табл.3 были отмечены как эмиссионные в списке [16]. Отметим также, что звездные величины трех ярких звезд BD+65°1637, LkH α 234 и V350 Сер были заимствованы из работы [1].

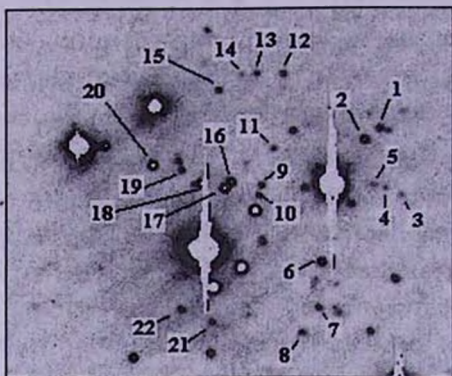


Рис.3. Звезды, исследованные фотометрически, в центральной области туманности NGC 7129. Номера согласно табл.3.

Таблица 3

ЗВЕЗДНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ ЗВЕЗД ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ТУМАННОСТИ NGC 7129

№	V	R	I	№	V	R	I
1	17.88	16.64	15.65	12	18.58	17.39	16.27
2	17.45	16.26	15.36	13	20.92	18.43	16.60
3	18.62	17.59	17.15	14	19.61	18.05	16.93
4	17.93	17.12	16.76	15	18.76	17.37	16.25
5	17.99	17.35	16.75	16	16.41	15.69	14.76
6	17.74	16.51	15.47	17	16.30	15.61	14.76
7	17.50	16.86	16.40	18	17.20	17.11	15.37
8	18.19	17.17	16.33	19	18.66	18.31	16.20
9	18.66	17.67	16.31	20	17.07	15.85	15.03
10	17.66	16.63	15.80	21	17.56	16.65	16.13
11	19.03	17.79	16.69	22	16.85	16.60	16.04

Величина межзвездного поглощения в туманности уже определялась некоторыми авторами. С этой целью использовались как относительная звездная плотность в области скопления, определенная по Паломарскому атласу [18], так и спектральные характеристики отдельных звезд скопления [1,19]. Полученные оценки A_v заметно расходятся: от 4^m до 1^m.8, что подтверждает неоднородность поглощения, заметную и по изображениям. Нами была предпринята попытка оценить величину поглощения в рассмат-

риваемой области туманности с помощью Q -метода [20], определяя линию покраснения объектов Главной последовательности. Для этой цели были использованы звездные величины VRI тех звезд, у которых как по нашим данным, так и по результатам других авторов не было выявлено эмиссии. Число таких объектов, вероятность нахождения которых на Главной последовательности достаточно велика, составило 54 звезды. При построении диаграммы ГР в качестве модуля расстояния была принята величина $10^m.5$, соответствующая расстоянию 1.2 кпк [1].

На диаграмме ГР для звезд без эмиссии, которая представлена на рис.4, хорошо видно, что подавляющее большинство звезд (за исключением лишь 8 объектов) образуют единую группу, которая сконцентрирована вдоль Главной последовательности. Упомянутые выше особо слабые звезды ($V > 19.5$), не изучавшиеся на присутствие эмиссии, все расположены ниже Главной последовательности. Вполне вероятно, что среди них большой процент составляют объекты фона, и поэтому для определения линии покраснения звездные величины этих объектов не использовались.

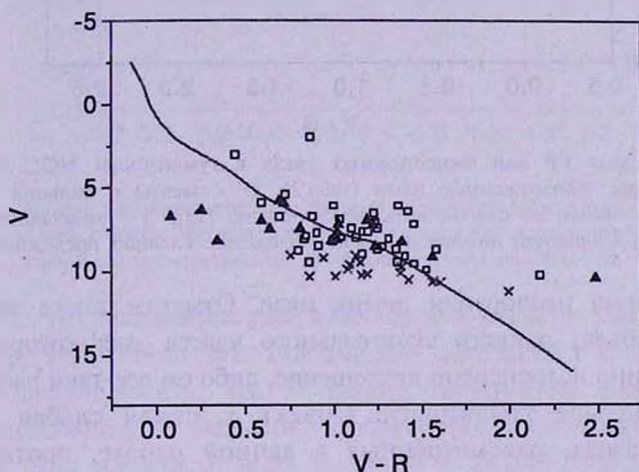


Рис.4. Диаграмма ГР для звезд без эмиссии в туманности NGC 7129: $\square$ - звезды без эмиссии из работы [13]; $\blacktriangle$ - звезды без эмиссии в центральной области (табл.3); $\times$ - слабые звезды ($V > 19.5$), не классифицированные в работе [13]. Сплошной линией отмечено положение Главной последовательности.

Вычисления показали, что при $R_V = 3.1$ [21] наиболее вероятная величина поглощения $A_V = 1^m.7 \pm 0^m.27$, что хорошо согласуется с результатами, полученными в работе [19]. Судя по данным фотометрии, спектральные классы рассматривавшихся звезд находятся в диапазоне B8 - M1.

На рис.5 представлена построенная с учетом данного уровня поглощения диаграмма ГР для всех звезд в NGC 7129, у которых так или иначе отмечалось наличие $H\alpha$ -эмиссии. Хорошо видно, что подавляющее большинство объектов сконцентрировано в небольшой области, соответст-

вующей спектральному диапазону G0-K7, и при этом расположено выше Главной последовательности. Ниже Главной последовательности находятся три звезды из нашего списка - 1, 7 и 8, а также две звезды, отмечавшиеся в других списках. Их пониженный видимый блеск может являться прежде всего следствием большого поглощения в плотной околозвездной оболочке, поскольку вероятность того, что они находятся за скоплением, т.е. их

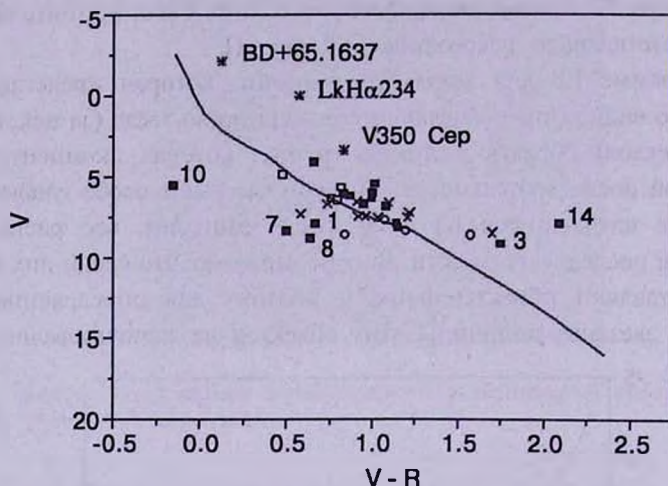


Рис.5. Диаграмма ГР для эмиссионных звезд в туманности NGC 7129: ■ - эмиссионные звезды, обнаруженные нами (табл.2); ○ - звезды с сильной эмиссией, согласно [13]; × - звезды со слабой эмиссией, согласно [13]; □ - эмиссионные звезды из списка Хербига. Сплошной линией отмечено положение Главной последовательности.

модуль расстояния недооценен, очень мала. Отметим также звезду 10, по-видимому объект раннего спектрального класса, для которого либо также существенно недооценено поглощение, либо он все-таки расположен значительно дальше туманности. Объект 3, самая слабая из всех эмиссионных звезд, рассмотренных в данной работе, соответствует спектральному классу M1, а звезда 14 - классу M3, но она, как видно по данным [16], представляет собой двойную, причем оба компонента имеют H α -эмиссию. Поэтому ее положение на диаграмме ГР пока в точности определить невозможно.

Из рис.5 также хорошо видно, что те звезды, у которых наличие эмиссии было выявлено в других работах, по спектральному диапазону практически не отличаются от наших H α -эмиссионных объектов, хотя, возможно, в целом они ближе расположены к Главной последовательности.

5. Результаты NIR-фотометрии эмиссионных звезд скопления NGC 7129. Звездные величины ближнего инфракрасного диапазона (J, H, K) для рассмотренных выше эмиссионных звезд были взяты нами из базы данных обзора 2MASS [22]. Используя соотношения, связывающие

звездные величины 2MASS-обзора с другими системами [23], в частности с системой CIT, нами была построена цветовая диаграмма ($J-H$, $H-K$) (см. рис.6) для эмиссионных звезд в NGC 7129, с учетом определенного нами коэффициента поглощения A_I . На рис.6 показана также Главная последовательность и положение локуса классических Т Тау-звезд (CTTs), которое построено с использованием соотношения между соответствующими величинами ($J-H$) и ($H-K$), приведенного в работе [24].

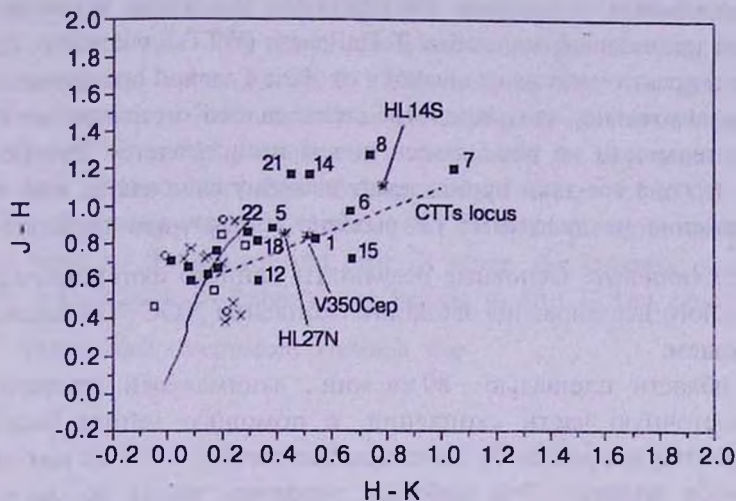


Рис.6. Цветовая диаграмма для эмиссионных звезд в туманности NGC 7129, построенная по данным обзора 2MASS. Обозначения те же, что и на рис.5. Сплошной линией отмечено положение Главной последовательности, пунктирной — локус классических Т Тау-звезд (CTTs).

Видно, что положение уже известных в области звезд типа Т Тау: V350 Cep, HL 27N и HL 14S хорошо согласуется с локусом CTTs. Логично предположить, что те звезды, которые на диаграмме имеют схожее положение, с большой вероятностью также являются Т Тау-звездами. Это объекты 1, 5, 6, 7, 12, 15 и 18 (по табл.2). Любопытно, что звезда 18 имеет очень сильную эмиссию, а, с другой стороны, хотя эквивалентную ширину эмиссии $H\alpha$ для прочих звезд из этого списка нельзя было определить из-за слабости непрерывного спектра, сам факт их обнаружения в качестве эмиссионных объектов является косвенным указанием на большую интенсивность линии $H\alpha$. Примечательно также, что звезда 22, у которой $EW(H\alpha)$ лишь незначительно превышает величину, принимаемую как предельную для CTTs, находится ближе всего к Главной последовательности.

У трех объектов (8, 14 и 21) показатель цвета $J-H$ несколько больше, чем у остальных звезд. Как уже упоминалось выше, звезда 14 является двойным объектом, что, вероятно, сказывается на ее цветах. У звезд 8 и 21 может наличествовать некоторое избыточное поглощение, например,

в плотной околозвездной оболочке. Напомним, что звезда 8 на диаграмме ГР для оптического диапазона оказалась под Главной последовательностью.

Прочие звезды из табл.2 (3, 9, 10, 11, 17 и 19), эмиссионные звезды, отмеченные Хербигом [16], и объекты из работы [13] находятся на диаграмме ($J-H$, $H-K$) непосредственно на Главной последовательности. Таким образом, по ИК-цветам они не являются кандидатами в СТТs. Стоит обратить внимание, что в эту группу входят, по крайней мере, три объекта, у которых $EW(H\alpha) < 10$. Подобные значения характерны для так называемых слабых Т Тау-звезд (WTTs), у которых цветовые показатели практически не отличаются от звезд Главной последовательности [23]. Примечательно, что звезда 10, столь далеко отстоящая от Главной последовательности на рис.5, здесь ничем не выделяется. Это позволяет считать, что она все-таки принадлежит данному скоплению, а ее необычное положение на диаграмме ГР вызвано избыточным поглощением.

7. Заключение. Основные результаты данного фотометрического и спектрального исследования звездного скопления NGC 7129 заключаются в следующем:

- В области площадью ~ 80 кв. мин., занимающей центральную и северо-восточную части скопления, с помощью метода бесщелевой спектроскопии выявлены 22 эмиссионные звезды. У 16 из них эмиссия наблюдается впервые. Эта выборка, вероятно, полна до $m_V \leq 20.0$.

- Около половины всех эмиссионных звезд сконцентрированы непосредственно в центральной области туманности.

- Используя звездные величины V , R и I , для более чем ста звезд скопления с помощью метода наименьших квадратов нами был определен средний коэффициент поглощения в рассматриваемой области: $A_V = 1.7 \pm 0.27$.

- 10 эмиссионных звезд, включая V350 Cep, HL 27N и HL 14S, с большой вероятностью можно отнести к СТТs объектам.

- 7 эмиссионных звезд по их цветовым показателям в ближнем инфракрасном диапазоне являются кандидатами в WTTs.

Авторы признательны проф. Дж.Хербигу (США) за разрешение использовать в работе составленный им список эмиссионных звезд в NGC 7129, и за полезные обсуждения. Часть данной работы была выполнена в ходе визита в США, поддержанного грантом NFSAT AS 062-02/CRDF 12009. Обзор 2MASS является совместным проектом Университета Массачусетса и Центра обработки и анализа инфракрасных данных (IPAC) Калифорнийского технологического института.

SEARCH OF HH OBJECTS AND EMISSION-LINE STARS IN THE STAR FORMING REGIONS. III. PMS-STARS IN NGC 7129

T.Yu.MAGAKIAN, T.A.MOVSESSIAN, E.H.NIKOGOSSIAN

By the method of slitless field spectroscopy 22 emission-line stars are discovered in the central and northeast parts of the star cluster, located inside the NGC 7129 nebula. The 16 of them are found for the first time. This sample is complete up to $V \leq 20.0$. The emission-line stars are non-uniformly distributed in a field, mainly concentrating in the central part of the cluster. The V , R and I photometry is performed for the more than one hundred stars of the cluster. The average extinction $A_V = 1.7 \pm 0.27$ is determined for the studied area. On the base of their position on the color diagrams, built for the optical and near-IR range, the majority of emission-line stars with a high probability can belong to the T Tau objects.

Key words: *stars: spectroscopy: emission line*

ЛИТЕРАТУРА

1. В.С.Шевченко, С.Д.Якубов, Астрон. ж., 66, 718, 1989.
2. Т.Ю.Магакян, Т.А.Мовсесян, Астрон. ж., 74, 549, 1997.
3. D.A.Weintraub, J.H.Kastner, A.Mahesh, Astrophys. J., 420, L87, 1994
4. C.Eiroa, J.Palacios, M.M.Casali, Astron. Astrophys., 335, 243, 1998.
5. A.S.Font, G.F.Mitchell, G.Sandell, Astrophys. J., 555, 950, 2001.
6. R.Valdettaro, F.Palla, J.Brand et al., Astron. Astrophys., 383, 244, 2002.
7. F.McGroarty, T.P.Ray, J.Bally, Astron. Astrophys., 415, 189, 2004.
8. C.Eiroa, A.I.Gomez de Castro, L.F.Miranda, Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 92, 721, 1992.
9. Т.Ю.Магакян, Т.А.Мовсесян, Е.Г.Никогосян, Астрофизика, 46, 5, 2003.
10. http://ing.iac.es/~manuals/html_manuals/wht_instr/pfip/node227.html.
11. C.Lobo, A.Biviano, F.Durret et al., Astron. Astrophys. Suppl. Ser., 122, 409, 1997.
12. P.Hartigan, C.Lada, Astrophys. J. Suppl. Ser., 59, 383, 1985.
13. K.M.Strom, S.E.Strom, S.C.Wolff, J.Morgan, M.Wenz, Astrophys. J. Suppl. Ser., 62, 39, 1986.
14. E.H.Semkov, M.K.Tsvetkov, Star Clusters and Associations, Publ. Astr. Dep. Eotvos Univ., Budapest, 8, 141, 1986.
15. L.F.Miranda, C.Eiroa, A.I.Gomez de Castro, Astron. Astrophys., 271, 564, 1993.

16. *G.H.Herbig*, частное сообщение, 2004.
17. *Т.Ю.Магакян, Т.А.Мовсисян, Е.Р.Оганесян*, *Астрофизика*, **42**, 166, 1999.
18. *К.Р.Bechis, Р.М.Harvey, М.Ф.Campbell, W.F.Hoffman*, *Astrophys. J.*, **226**, 439, 1978.
19. *Т.Ю.Магакян*, "Исследование кометарных туманностей и их ядер", кандидатская диссертация, Ереван, 1979.
20. *Н.Л.Johnson, W.W.Morgan*, *Astrophys. J.*, **117**, 313, 1953.
21. *J.A.Cardelli, G.C.Clayton, J.S.Mathis*, *Astrophys. J.*, **345**, 245, 1989.
22. <http://www.ipac.caltech.edu/2mass/>
23. *J.M.Carpenter*, *Astron. J.*, **121**, 2851, 2001.
24. *M.R.Meyer, N.Calvet, L.A.Hillenbrand*, *Astron. J.*, **114**, 288, 1997.