

ДВА ИНТЕРЕСНЫХ ЮЖНЫХ ОБЪЕКТА

А.Л.ГЮЛЬБУДАГЯН

Поступила 2 декабря 2015

Принята к печати 23 марта 2016

Исследованы два южных объекта. Первый (планетарная туманность РК 349-01.1) интересен наличием цепочки выбросов из центральной звезды. $^{12}\text{CO}(1-0)$ наблюдения окрестностей этого объекта показали наличие смещенных в красную и синюю области спектра молекулярных истечений. Второй объект - область звездообразования, состоящая из двух групп ИК звезд. Эти группы имеют конфигурацию типа трапеции. С двумя звездами из одной из этих групп связаны туманности в виде колец. Эта область звездообразования связана с новой радиальной системой темных глобул.

Ключевые слова: *планетарная туманность; молекулярное истечение; область звездообразования*

1. *Введение.* В [1,2] нами был предпринят поиск новых областей звездообразования, объектов Хербига-Аро, тесных систем типа трапеции на картах южного неба. Дальнейшие $^{12}\text{CO}(1-0)$ наблюдения этих объектов показали, что у некоторых из них имеются молекулярные истечения, в том числе биполярные (см., напр., [3,4]). В данной статье исследована планетарная туманность РК 349-01.1 [5], в которой нас заинтересовали необычные выбросы из центральной звезды, и область звездообразования (около объекта VdBN9b [6]), состоящая из двух групп ИК звезд, которые имеют конфигурации типа трапеции. Важность этих конфигураций для процесса эволюции звезд впервые отметил В.А.Амбарцумян [7].

2. *Планетарная туманность РК 349-01.1.* В [8] расстояние до этой туманности оценено в ~ 1.4 кпк. Как видно из рис.1, объект РК 349-01.1 (NGC 6337) представляет собой яркое кольцо, на диаметре которого по направлению NE-SW находятся: центральная звезда планетарной туманности, смещенная от центра туманности, и три ярких красных объекта, расположенных на одной прямой с центральной звездой. Можно предположить, что эти три объекта были выброшены из центральной звезды, в результате чего центральная звезда сместилась (вследствие закона сохранения импульса). Интересно, что размеры этих трех объектов растут при удалении от звезды, что можно объяснить разницей в возрасте - чем ближе к звезде, тем моложе и, тем самым, меньше в размерах (так как эти объекты предположительно расширяются, то чем больше время

расширения, т.е. возраст объекта, тем больше размеры объекта). В NW и SE направлениях от кольца присутствуют также яркие волокна, видимо также выброшенные из центральной звезды, причем на концах волокон в NW направлении имеются яркие конденсации (см. рис.1).



Рис.1. DSS2 R изображение планетарной туманности PK 349-01.1. 1 - центральная звезда, 2 - яркие конденсации, выброшенные из центральной звезды, 3 - яркие волокна, видимо также выброшенные из центральной звезды. Север наверху, восток слева. Размеры изображения 6' x 6'.

Таблица 1

ОБЪЕКТЫ В ПЛАНЕТАРНОЙ ТУМАННОСТИ PK 349-01.1

N	$\alpha(2000)$	$\delta(2000)$	V	$B - V$	R	J	$J - H$	$H - K$
1	17 ^h 22 ^m 16 ^s .043	-38°28'52".21	12 ^m .66	0.713	12.466	11.355	0.315	0.055
2	17 22 15.466	-38 29 05.67	13.46	---	---	13.632	0.597	-0.016
3	17 22 15.262	-38 29 09.26	---	---	---	14.093	0.391	0.283
4	17 22 14.083	-38 28 23.45	---	---	16.57	---	---	---
5	17 22 13.895	-38 28 26.41	---	---	16.52	---	---	---
6	17 22 14.483	-38 28 18.20	---	---	---	15.663	0.719	0.784

В табл.1 представлены данные о центральной звезде планетарной туманности и о сгущениях, по-видимому выброшенных из нее. В первом столбце таблицы дан номер объекта, во втором и третьем - координаты, в 4-9 - цвета объектов. Данные взяты из [9].

В табл.1: 1-я строка - центральная звезда планетарной туманности, 2 и 3 - сгущения внутри планетарной туманности, 4-6 - сгущения на концах ярких волокон, выброшенных из центральной звезды в NW направлении.

3. ¹²CO(1-0) наблюдения окрестностей объекта PK 349-01.1.

$^{12}\text{CO}(1-0)$ наблюдения молекулярного облака, связанного с этой планетарной туманностью, были проведены 30 августа 2003г. на 15-м SEST (Швеция - ESO субмиллиметровый телескоп) телескопе в Ла Силья, Чили. Диаграмма направленности антенны на 115 ГГц $\sim 45''$, эффективность пучка 0.70. Положения в направлении источника были пронаблюдены с интервалом в $40''$ в режиме частотной модуляции с разбросом частот в 10 МГц. Телескоп во время наблюдений был снабжен SIS детектором и акусто-оптическим спектрометром с высоким разрешением (с 1000 каналами и с разрешением скорости в 0.112 км/с). Эти наблюдения проведены с проф. Хорхе Майем (Национальная обсерватория Чили, Сантьяго, Чили).

Ниже приводится рис.2, на котором даны спектры $^{12}\text{CO}(1-0)$ наблюдений объекта и его окрестностей. Как видно из рисунка, имеются излучение самого облака, примерно на -26.9 км/с, два потока, смещенных в красную область соответственно примерно на -22 км/с и -12 км/с (или на 4.9 км/с и 14.9 км/с по отношению к скорости основного облака). Имеется также незначительный поток, смещенный в синюю область (примерно на -31.2 км/с, или на -4.3 км/с по отношению к скорости основного облака).

На основании рис.2 можно найти распределение скоростей в исследованной области. Ниже приводится табл.2, в которой ячейки соответствуют ячейкам на рис.2. В ячейках табл.2 помещены радиальные скорости в км/с. В первой строке ячейки дана основная скорость облака, во второй строке - скорости двух красных потоков. Присутствие у основной скорости синего излучения отмечено знаком + (в первой строке).

Как видно из табл.2, нет градиента скорости, что свидетельствовало бы о наличии вращения облака. Ниже приводится табл.3, в которой представлены антенные температуры пиков, представленных в табл.2.

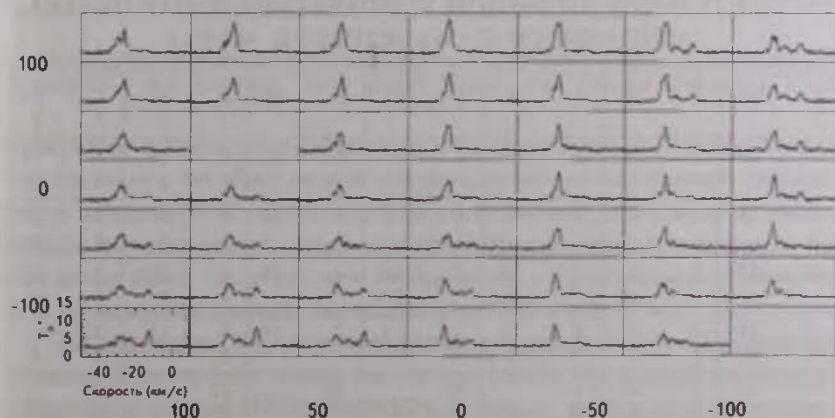


Рис.2. $^{12}\text{CO}(1-0)$ спектры планетарной туманности PK 349-01.1 и ее окрестностей. Координаты центра: $\alpha(2000) = 17^{\text{h}}22^{\text{m}}16^{\text{s}}.0$, $\delta(2000) = -38^{\circ}28'52''.7$.

Таблица 2

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТЕЙ $^{12}\text{CO}(1-0)$ ВОКРУГ
ОБЪЕКТА РК 349-01.1

+ -26.9 -15	+ -26.9	+ -26.9	+ -26.9	+ -27.5 -12.0	+ -26.9 -20.7; -11.4	+ -26.9 -20.1; -11.4
+ -26.9 -15	+ -26.9	+ -26.9	+ -26.9	+ -26.9 -12.0	+ -26.0 -21.3; -11.4	+ -25.6 -20.1; -10.8
+ -26.9	---	+ -26.0	+ -26.9	+ -26.9 -12.0	+ -26.0 -21.3; -11.4	+ -25.6 -20.7; -10.8
+ -26.9 -13.2	+ -28.2 -12.6	+ -27.5 -12.6	+ -26.9 -13.2	+ -26.9 -12.6	+ -26.9 -21.9; -12.6	+ -25.6 -21.9; -10.8
+ -26.9 -12.6	+ -27.5 -23.7; -12.6	+ -27.5 -23.1; -13.8	+ -26.9 -18.9; -12.6	+ -26.9 -12.6	+ -26.0 -21.9;	-26.0 -21.9; -10.8
-29.4 -23.1; -13.2	-29.4 -23.1; -13.8	-28.8 -23.1; -13.8	-28.8 -19.5; -14.4	-28.8 -12.6	-27.5 -21.9;	-26.0 -21.9; -10.8
-29.4 -22.5; -12.6	-29.4 -23.1; -13.2	-29.4 -22.5; -13.2	-28.8 -21.9; -14.4	-28.8 -13.8	-26.9 -21.9; -13.2	---

Ячейки в табл.3 соответствуют ячейкам в табл.2. Антенные температуры приведены в единицах 0.39 K.

Как видно из табл.3, первый красный поток в основном сконцентрирован в SE части облака (со средней скоростью -23.1 км/с), и в W части облака (со средней скоростью -21.3 км/с). Второй красный поток сконцентрирован в SE части облака со средней скоростью -13.2 км/с и в NW части

Таблица 3

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АНТЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВДОЛЬ ОБЛАКА,
СВЯЗАННОГО С ОБЪЕКТОМ РК 349-01.1

6 20 5	7 26	4 26	2 29	2 24	3 24 7 8	4 16 7 8
2 19 5	5 21	4 22	2 25	2 23	3 23 6 6	2 15 7 8
2 15 2	---	3 17	2 21	2 22	3 20 5 4	2 20 4 8
2 12 4	3 12 4	2 13 2	2 16 2	2 24	2 21 7 5	2 22 6 6
2 14 2 6	3 11 5 5	2 12 4 2	2 11 5 5	2 17	2 16 7	22 5 5
3 12 5 7	3 13 4 9	13 9 4 9	15 6 4 6	20	12 7	16 6 2
3 7 9 13	3 9 7 18	10 6 6 15	18 6 6 6	18	10 6 6 6	---

облака со средней скоростью -11.4 км/с . Как видно из рис.1, имеются яркие волокна в SE и NW направлениях от объекта, что может быть тем же истечением, что и в радиодиапазоне, но видимым уже в оптическом диапазоне.

4. *Область звездообразования около объекта VdBH9b.* Вторым является объект, состоящий из двух групп ИК звезд. Это видимо область звездообразования. Как известно, области звездообразования бывают двух видов [10]: 1. Области, погруженные в гигантские молекулярные облака (ГМО), в которых образуются звезды больших масс. 2. Области звездообразования, в которых образуются звезды малых и средних масс. Исследованная далее область звездообразования относится ко второму виду. В оптическом диапазоне (DSS2R, см. рис.3) рядом находится звезда VdBH9b [6] с отражательной туманностью в виде яркого полукруга, а на 2MASSK

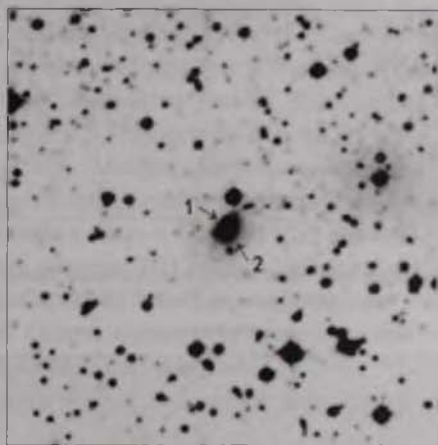


Рис.3. DSS2 R изображение объекта VdBH9b. 1 - центральная звезда, 2 - отражательная туманность в виде полукруга. Север наверху, восток слева. Размеры изображения $6' \times 6'$.

изображении туманность видна в виде полного круга (см. рис.4). Можно предположить, что перед звездой находится темное облако с резкой границей вдоль линии NW-SE, проходящей рядом со звездой, причем звезда расположена непосредственно у прямолинейной границы темной туманности, так как звезда видна на оптическом изображении, а отражательная туманность уже не видна за линией, проходящей от NW к SE.

Эти две группы ИК звезд располагаются в яркой области III, входящей в радиальную систему темных глобул (см. рис.5). Эта радиальная система образована звездой HD 68980(MX Pup). Объект расположен на границе области III, связанной с радиальной системой. Кроме темных глобул, составляющих саму радиальную систему, есть много глобул, проецирую-

шихся на яркую область (они не имеют ярких римов); не исключено, что эти темные глобулы принадлежат другой радиальной системе (второго типа, об этом типе см. в [11]). Сама радиальная система, связанная со звездой HD 68980, не входит в списки радиальных систем южного полушария [11], т.е. это новая радиальная система.

Попытаемся определить расстояние до радиальной системы, которое

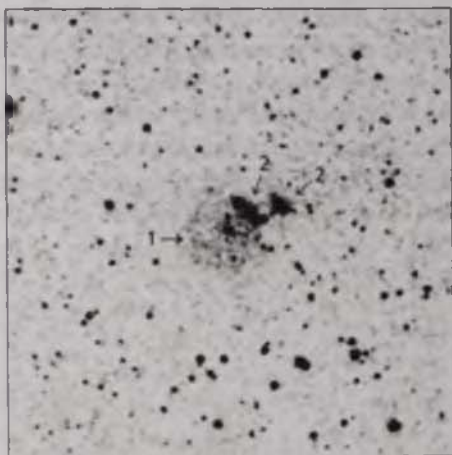


Рис.4. 2MASS *K* изображение области звездообразования около VdBH9b. 1 - объект VdBH9b, 2 - группы ИК звезд. Север наверху, восток слева. Размеры изображения 6' x 6'.

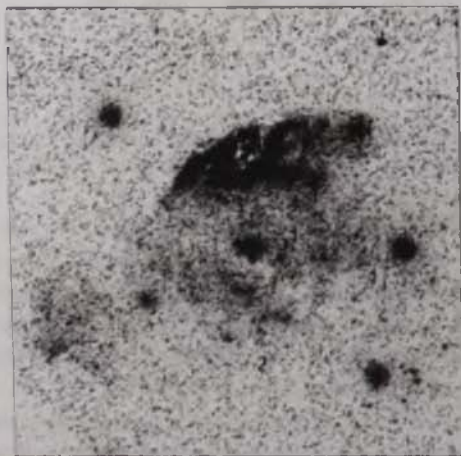


Рис.5. DSS2 *R* изображение радиальной системы. 1 - темные глобулы радиальной системы, 2 - область звездообразования, 3 - звезда, ответственная за создание радиальной системы. Север наверху, восток слева. Размеры изображения 1°30' x 1°30'.

совпадает с расстоянием до центральной звезды HD 68980. В [9] приводятся данные для этой звезды: $V = 4.767$, $B - V = -0.121$, $J - H = 0.013$, $H - K = 0.295$, спектр B2пе. Инфракрасные цвета близки к нулю, что указывает на отсутствие молекулярной оболочки вокруг звезды. Ниже будет показано, что мы можем принять класс светимости звезды V (т.е. принадлежащей Главной последовательности). Определим расстояние до звезды. Из [12] имеем для B2V: $M_V = -3^m$, $(B - V)_0 = -0.25$, отсюда $E(B - V) = (B - V) - (B - V)_0 = 0.129$ и $A_V = 3.1 \cdot E(B - V) = 0.40$. Для модуля расстояния будем иметь $V - M_V - A_V = 7.367$, что соответствует расстоянию 300 пк. Для этой звезды в [13] приводится также параллакс, который равен 3.33 mas, что тоже соответствует расстоянию ~300 пк. Значит допущение о классе светимости V для звезды было правильным. Можно использовать еще один метод проверки расстояния до звезды. Подберем радиальную систему из [11], центральная звезда которой имеет такой же спектр B2V. Такой системой в [9] является система N2 из табл.2, центральная звезда которой Cг 197-22. Можно предположить, что размеры НII областей для обеих радиальных систем должны быть примерно равны. Для звезды Cг 197-22 из [9] имеем $B - V = 0.20$, $V = 9.85$, отсюда $E(B - V) = (B - V) - (B - V)_0 = 0.45$, $A_V = 3.1 \cdot E(B - V) = 1.395$. Модуль расстояния будет $V - M_V - A_V = 11.455$, отсюда расстояние до звезды будет 1950 пк. Размеры НII области для звезды Cг 197-22 должны быть в $1950/300 = 6.5$ раз меньше, чем для звезды HD 68980, а так как размеры НII области для звезды HD 68980 примерно 45', то для звезды Cг 197-22 они будут примерно 7', что и наблюдается в действительности. Отсюда следует, что предположение о классе светимости V для звезды HD 68980 было верным.

Ниже приводится табл.4, в которой даны цвета звезд, входящих в

Таблица 4

ДАННЫЕ О ИК-ЗВЕЗДАХ, ВХОДЯЩИХ В ДВЕ ГРУППЫ
ВОКРУГ ОБЪЕКТА VdBH9b

N	$\alpha(2000)$	$\delta(2000)$	B	$B - R$	J	$J - H$	$H - K$
1	8 ^h 15 ^m 56 ^s .598	-36°08'10".22	---	---	14.696	0.689	0.908
2	8 15 56.792	-36 08 13.81	---	---	14.997	0.119	0.833
3	8 15 57.127	-36 08 06.87	---	---	14.880	2.117	1.512
4	8 15 57.176	-36 08 02.71	---	---	14.872	-0.147	1.376
5	8 15 57.404	-36 07 58.77	---	---	17.082	1.230	1.266
6	8 15 57.535	-36 08 13.25	18.86	0.81	16.109	0.814	0.635
7	8 15 58.011	-36 08 19.81	21.95	---	14.577	1.411	0.721
8	8 15 58.751	-36 08 09.04	---	---	16.609	1.718	0.702
9	8 15 58.921	-36 08 20.48	---	---	16.722	1.418	0.900
10	8 15 58.975	-36 08 13.74	17.36	2.20	14.837	1.219	0.641
11	8 15 59.439	-36 08 16.03	---	---	15.986	1.176	0.653
12	8 16 00.408	-36 08 30.23	11.06	0.50	12.090	0.379	0.251

вышеназванные две группы. В первом столбце таблицы дан номер звезды, во втором и третьем - координаты звезды, в столбцах 4-8 - цвета звезд.

В первую группу входят звезды NN 1-6, а во вторую - звезды NN7-12. Как видно из табл.4, у звезд NN1, 3, 4, 5, 9 довольно большие цвета $H-K$. В [14] была введена величина $Q=(J-H)-1.7(H-K)$ (свободная величина покраснения). Согласно [14], соотношение $Q < -0.10$ указывает на наличие пылевого диска вокруг звезды. В первой группе все звезды удовлетворяют этому критерию, т.е. все эти звезды имеют вокруг себя пылевые диски: для звезды N1, $Q=-0.855$, для звезды N2, $Q=-1.297$, для звезды N3, $Q=-0.453$, для звезды N4, $Q=-2.486$, для звезды N5, $Q=-0.922$, для звезды N6, $Q=-0.265$. У звезд из второй группы этому критерию удовлетворяет только звезда N9, $Q=-0.112$, это значение очень близко к граничному значению - 0.10, что ставит под сомнение наличие пылевой оболочки у этой звезды. Как видно из рис.4, у звезд 1 и 3 имеются туманности в виде колец, причем эти обе звезды имеют плотные оболочки и входят в первую группу. Эти обе группы ИК звезд составляют системы типа трапеции, причем в первую группу в основном входят более ранние звезды с пылевой оболочкой, а во вторую - более поздние, к тому же обе звезды с туманностями в виде колец входят в первую группу (звезды 1 и 3). Это свидетельствует о том, что первая группа образовалась раньше второй группы. Звезда с отражательной туманностью VdBH9b (звезда 12 из табл.4) вряд ли принадлежит к какой-либо из этих двух групп, так как она фактически находится перед темным облаком (так как хорошо видна на DSS2 R изображении), а обе вышеназванные группы находятся внутри облака. Эта звезда не имеет оболочки, так как ее ИК цвета довольно маленькие (см. табл.4).

5. Заключение. В данной статье исследованы два южных объекта. Первый - это планетарная туманность PS 349-01.1. ¹²CO(1-0) наблюдения окрестности этого объекта показали, что имеют место молекулярные истечения. Наблюдается излучение самого облака примерно на -26.9 км/с, имеются два потока, смещенных в красную область соответственно на 4.9 км/с и 14.9 км/с по отношению к скорости основного облака, а также слабый поток, смещенный в синюю область примерно на -4.3 км/с по отношению к скорости основного облака. Исследована также область звездообразования, которая связана с новой радиальной системой темных глобул. Эта область звездообразования состоит из двух групп ИК звезд. Эти группы имеют конфигурации типа трапеции. Одна из этих групп содержит две туманности в виде колец. Звезды этой группы (согласно их ИК цветам) более молодые, чем звезды другой группы.

TWO INTERESTING SOUTHERN OBJECTS

A.L.GYULBUDAGHIAN

Two southern objects are investigated. The first, planetary nebula PK 349-01.1, is interesting by existence of a chain of bright condensations, ejected from the central star. $^{12}\text{CO}(1-0)$ observations of environment of that object show that both red shifted and blue shifted molecular outflows take place. The second object is a star forming region consisting of two groups of IR stars. The stars in these groups have trapezium-like configuration. Two stars of one of these groups are connected with ring-like nebulae. This star formation region is connected with a new radial system of dark globules.

Key words: *planetary nebula: molecular outflow: star formation region*

ЛИТЕРАТУРА

1. A.L. Gyulbudaghian, L.F. Rodriguez, V.M. Villanueva, Rev. Mex. Astron. Astrophys., **25**, 19, 1993.
2. A.L. Gyulbudaghian, J. May, L. Gonzalez, R.A. Mendez, Rev. Mex. Astron. Astrophys., **40**, 137, 2004.
3. A.L. Gyulbudaghian, J. May, *Астрофизика*, **51**, 29, 2008, (*Astrophysics*, **51**, 18, 2008).
4. A.L. Gyulbudaghian, J. May, *Астрофизика*, **50**, 5, 2007, (*Astrophysics*, **50**, 1, 2007).
5. L. Kohoutek, D. Kuehl, Catalogue of galactic planetary nebulae, Hamburg. Hamburger Sternwarte, 2001.
6. S. van den Bergh, W. Herbst, *Astron. J.*, **80**, 208, 1075.
7. В.А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, **15**, 3, 1954.
8. L. Stanghellini, L. Magrini *et al.*, *Astron. Astrophys.*, **521**, 3, 2010.
9. N. Zacharias, D.G. Monet *et al.*, The Naval Observatory Merged Astrometric Dataset, 2005.
10. Н.Д. Эванс, "Протозвезды и планеты", М., Мир, 1982, с.171.
11. A.L. Gyulbudaghian, R.A. Mendez, Rev. Mex. Astron. Astrophys., **51**, 183, 2015.
12. К.У. Аллен, *Астрофизические величины*, М., Мир, 1977.
13. The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA, 1997.
14. F. Comeron, N. Schneider, D. Russel, *Astron. Astrophys.*, **433**, 955, 2005.

The first of these is the fact that the United States is a young nation, and its history is therefore a history of growth and development. The second is the fact that the United States is a large nation, and its history is therefore a history of expansion and conquest. The third is the fact that the United States is a diverse nation, and its history is therefore a history of conflict and compromise.

The fourth is the fact that the United States is a nation of immigrants, and its history is therefore a history of assimilation and integration. The fifth is the fact that the United States is a nation of pioneers, and its history is therefore a history of exploration and discovery. The sixth is the fact that the United States is a nation of entrepreneurs, and its history is therefore a history of innovation and invention.

The seventh is the fact that the United States is a nation of reformers, and its history is therefore a history of social and political change. The eighth is the fact that the United States is a nation of idealists, and its history is therefore a history of high aspirations and noble goals. The ninth is the fact that the United States is a nation of dreamers, and its history is therefore a history of hope and optimism.

The tenth is the fact that the United States is a nation of achievers, and its history is therefore a history of success and accomplishment.