

УДК: 524.4-76-626

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ОБЪЕКТЫ, СВЯЗАННЫЕ С ОБЛАСТЯМИ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ. СВЯЗЬ СО ЗВЕЗДНЫМИ АССОЦИАЦИЯМИ, ИК-ИСТОЧНИКАМИ И МАЗЕРАМИ ВОДЫ

А.Л.ГЮЛЬБУДАГЯН

Поступила 15 декабря 1997

Принята к печати 25 сентября 1998

Исследована связь двух видов объектов, в основном найденных в Бюракане, со звездными ассоциациями, точечными источниками IRAS и мазерами воды. Это кометарные туманности и объекты X-A. Показано, что почти все исследуемые объекты связаны с OB- или T-ассоциациями. Найденны две группировки, состоящие из нестационарных объектов. Возможно, они являются частью неизвестных T-ассоциаций. Выяснилось, что около половины кометарных туманностей и объектов X-A связаны с точечными источниками IRAS. С мазерами воды связаны 22% объектов X-A и 8% кометарных туманностей.

1. *Введение.* Мы выбрали два вида объектов, являющихся молодыми нестационарными объектами, в основном связанными с областями звездообразования нашей Галактики. Подавляющее большинство этих объектов найдено в БАО. Это кометарные туманности и объекты Хербига-Аро. В данной работе будет установлена связь этих объектов с OB- или T-ассоциациями, точечными источниками IRAS [1] и мазерами воды.

Для уточнения связи объектов с определенными ассоциациями использованы полученные нами, совместно с мексиканскими астрономами [2], лучевые скорости (по линиям ^{12}CO) ряда этих объектов. Как будет показано ниже, почти все исследованные нами объекты оказались связанными с теми или иными звездными ассоциациями.

2. *Объекты CLN - кометарные туманности и сходные с ними туманности.* Как известно, кометарные туманности являются маленькими туманностями определенной формы, физически связанными в основном с нестационарными звездами типа T Тельца, A_c/V, Хербига и др. Многие кометарные туманности связаны с объектами X-A и яркими струями.

Поскольку списки кометарных туманностей все время обновляются из-за обнаружения все новых объектов, мы сочли целесообразным привести новый список кометарных туманностей. Для каждого объекта из этого списка определена OB- или T-ассоциация, с которой связан этот

объект. Связь с ассоциацией подтверждена посредством сравнения радиальных скоростей. В [3] приведены средние радиальные скорости звезд ассоциаций, а в [2] найдены радиальные скорости кометарных туманностей (по линиям ^{12}CO). Предпочтение из ассоциаций, имеющих сходные координаты с кометарными туманностями, дано той ассоциации, средняя скорость которой близка к полученным нами радиальным скоростям кометарных туманностей.

В столбце 1 табл.1 приводится номер CLN, в 2 - оригинальные обозначения кометарных туманностей: PP - [4], GM1 - [5], GM2 - [6], G1 - [7], G2 - [8], G3 - [9], G4 - [10], GRV - [11]. В столбцах 3 и 4 приводятся координаты объектов CLN (соответственно α_{1950} и δ_{1950}), в 5 - вид туманности, причем использованы следующие обозначения: I - в виде конуса, Ia - в виде биконуса, II - в виде запятой (хвоста), IIa - в виде кольца (восьмерки), III - в виде дуги, в 6 - название OB- или T-ассоциации, с которой связан объект CLN, в 7- расстояние до ассоциации в пк [3], в 8 - средняя радиальная скорость звезд ассоциации [3], в 9 - лучевая скорость объектов CLN, полученная по линиям ^{12}CO [2], в 10 - наличие точечного источника IRAS, связанного с туманностью, в 11 - вид источника IRAS согласно [12].

Как видно из табл.1, почти все объекты CLN удалось отождествить с известными OB- или T-ассоциациями. На месте объектов CLN 26, 124, 132, 142 и 150 известных ассоциаций найти не удалось. Объекты CLN 108 - 116 расположены в темном облаке LDN 1664. Эта группа объектов проецируется на OB-ассоциацию Pup OB 1, которая расположена на расстоянии 2500 пк. Однако принадлежность этой группы вышеназванной ассоциации весьма сомнительна. Средние размеры гигантских молекулярных облаков 50 пк [2]. Взяв эту величину в качестве истинного размера облака LDN 1664 и имея его угловые размеры 5° , можно оценить расстояние до облака. Это составляет 570 пк. Далее будет показано, что с этой группой объектов CLN связаны несколько объектов X-A (HNL 50-53). Таким образом можно считать, что на расстоянии порядка 500-600 пк расположена группировка (14 объектов) молодых объектов, связанных с темным облаком LDN 1664.

Уточним некоторые данные из табл.1. Объект CLN 11 находится в ассоциации Apon, которая найдена нами [13], объект CLN 122 найден в [14]. Средняя радиальная скорость для Сер OB 2 приводится в [15], а для объектов CLN из этой ассоциации в [16]. Данные о T-ассоциациях взяты из [17], группировка звезд типа T Тельца N 26 (CLN 170 и 174) взята из табл.28 [17] (список заподозренных T-ассоциаций).

Использованные нами скорости рассчитаны для входящих в ассоциацию звезд. Однако радиальные скорости кометарных туманностей скорее относятся к скоростям молекулярных облаков, связанных с ассо-

Таблица 1

СВЯЗЬ КОМЕТАРНЫХ ТУМАННОСТЕЙ СО ЗВЕЗДНЫМИ
АССОЦИАЦИЯМИ И ИК-ИСТОЧНИКАМИ

N	Назв.	α_{1950}	δ_{1950}	Типе	Ассоц.	D(пк)	$V(stars)$	V_x	IR	Тип
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	PP1	0 ^h 04 ^m .9	65° 22'	II	CasOB1	1180	-8	-5.2	-	—
2	PP2	0 08 .7	58 32	II	"---	"---	"---	-0.8	+	2
3	PP3	0 09 .1	58 33	II	"---	"---	"---	-0.5	+	2
4	PP4	0 09 .7	65 16	II	"---	"---	"---	-18.2	+	3
5	GM1-58	0 14 .2	65 30	-	"---	"---	"---	---	-	---
6	PP5	0 17 .5	59 02	-	CasOB9	800	-25.9	---	+	3
7	GM1-59	0 17 .8	61 41	-	"---	"---	"---	---	-	---
8	GM1-1	0 31 .6	58 39	III	"---	"---	"---	---	-	---
9	GM1-33	0 34 .0	63 13	II	CasOB14	1180	-8	-18.2	+	1
10	G1-1	0 37 .4	62 35	-	"---	"---	"---	---	-	---
11	GM2-2	0 44 .1	52 18	-	Anon	1200	---	---	-	---
12	GM2-4	2 13 .2	55 09	-	CasOB6	1960	-47.0	---	+	---
13	PP7	2 53 .4	60 29	II	"---	"---	"---	-39.0	-	---
14	G1-2	2 53 .6	60 30	I	"---	"---	"---	-39.0	+	---
15	G1-3	2 57 .6	60 19	I	"---	"---	"---	-39.0	+	1
16	G1-4	3 13 .4	59 59	I	CamOB1	740	-5.73	---	+	3
17	GM1-2	3 21 .0	30 07	III	PerOB2	330	15	6.2	-	---
18	GM1-55	3 22 .1	30 36	Ia	"---	"---	"---	4.4	+	2
19	GM1-13	3 24 .8	30 02	I	"---	"---	"---	6.2	+	---
20	G1-5	3 25 .6	31 08	I	"---	"---	"---	---	-	---
21	PP10	3 25 .7	30 34	II	"---	"---	"---	6.5	-	---
22	G1-6	3 27 .7	30 23	IIa	"---	"---	"---	---	-	---
23	GM1-14	3 50 .8	38 02	I	"---	"---	"---	-2.6	+	2
24	GM1-34	3 56 .2	51 25	II	CamOB1	740	-5.73	---	+	3
25	G1-7	3 59 .1	35 51	I	PerOB2	330	15	---	-	---
26	G3-1	4 06 .8	85 43	Ia	---	---	---	---	-	---
27	GM1-60	4 07 .3	38 00	---	PerOB2	330	15	-3.0	+	2
28	G3-2	4 10 .9	24 42	II	TauT1	200	---	---	-	---
29	PP14	4 15 .6	28 09	---	"---	"---	"---	7.5	-	---
30	PP15	4 17 .8	14 33	I	OriOB1	460	18	---	-	---
31	PP16	4 18 .9	28 18	I	TauT1	200	---	7.5	+	2
32	NGC1555	4 19 .1	19 25	III	TauT2	170	---	---	+	2
33	PP18	4 23 .7	25 59	III	TauT1	200	---	---	-	---
34	G1-8	4 26 .6	35 16	IIa	PerOB2	330	15	-1.0	-	---
35	PP20	4 32 .9	22 47	III	TauT3	170	---	---	+	2
36	PP21	4 35 .4	26 05	II	"---	"---	"---	---	-	---
37	PP22	4 37 .4	07 16	---	OriOB1	460	18	---	-	---
38	PP23	4 52 .8	30 29	II	AurT1	170	---	6.2	-	---
40	GM1-36	5 12 .2	09 27	II	OriOB1	460	18	---	-	---
41	GM1-37	5 12 .4	09 21	II	"---	"---	"---	---	-	---
42	PP28	5 28 .1	34 09	I	AurOB1	1170	-3.25	---	+	---
43	PP29	5 28 .6	12 07	I	OriOB1	460	18	---	-	---
44	GM1-61	5 29 .7	12 30	---	"---	"---	"---	---	-	---
45	GM1-62	5 30 .6	30 29	---	AurOB2	2960	-13.0	---	+	1

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
46	GM1-17	5 32 .6	13 31	I	OriOB1	460	18	—	-	—
47	PP32	5 33 .4	-5 30	II	"—"	"—"	"—"	11.7	-	—
48	PP33	5 33 .9	-6 28	II	"—"	"—"	"—"	8.6	-	—
49	NGC1999	5 34 .0	-6 44	II	"—"	"—"	"—"	9.1	-	—
50	GM1-39	5 34 .0	31 59	II	AurOB2	2960	-13.0	-19.5	+	—
51	GM1-40	5 35 .6	30 39	II	"—"	"—"	"—"	-16.9	+	1
52	PP37	5 35 .9	-7 03	II	OriOB1	460	18	6.0	+	2
53	PP38	5 36 .3	26 21	II	TauT4	200	—	—	+	3
54	PP39	5 36 .9	-7 27	—	OriOB1	460	18	6.5	+	1
55	GM1-63	5 36 .9	-0 39	—	"—"	"—"	"—"	—	+	3
56	GM1-64	5 37 .5	23 50	—	TauT4	200	—	—	+	1
57	GM1-65	5 37 .5	35 40	—	AurOB2	2960	-13.0	-18.2	+	1
58	GM1-66	5 37 .5	35 41	—	"—"	"—"	"—"	-18.2	+	1
59	PP41	5 39 .0	06 40	—	OriOB1	460	18	—	-	—
60	PP42	5 39 .4	-8 03	III	"—"	"—"	"—"	—	-	—
61	PP43	5 42 .6	05 03	II	"—"	"—"	"—"	12.4	-	—
62	PP44	5 43 .5	-0 13	Па	"—"	"—"	"—"	10.4	+	1
63	PP45	5 45 .0	00 38	II	"—"	"—"	"—"	—	+	1
64	PP46	5 51 .4	01 38	I	"—"	"—"	"—"	—	-	—
65	GM1-67	5 51 .6	01 43	—	"—"	"—"	"—"	—	-	—
66	GM1-18	5 53 .0	03 23	I	"—"	"—"	"—"	—	-	—
67	GM1-68	5 55 .5	16 30	—	GemOB1	1100	13.1	7.8	-	—
68	GM1-4	5 55 .7	16 31	III	"—"	"—"	"—"	"—"	-	—
69	PP48	5 55 .7	16 32	II	"—"	"—"	"—"	"—"	-	—
70	G4-1	5 56 .8	32 05	—	AurOB1	1170	-3.25	—	+	2
71	GM1-5	5 57 .3	31 57	III	"—"	"—"	"—"	—	+	1
72	GM1-6	5 58 .9	26 25	III	TauT4	200	—	—	+	2
73	PP49	5 59 .0	16 31	III	GemOB1	1100	13.1	2.6	+	2
74	PP50	6 00 .0	-9 07	II	OriOB1	460	18	—	+	1
75	PP51	6 01 .1	-9 44	—	"—"	"—"	"—"	13.5	+	1
76	PP52	6 01 .3	30 31	II	AurOB1	1170	-3.25	2.6	+	1
77	PP53	6 03 .6	-15 39	II	OriOB1	460	18	—	-	—
78	PP54	6 04 .9	18 42	Ia	MonOB1	550	21.8	—	-	—
79	GM1-41	6 05 .4	-5 15	II	OriOB1	460	18	—	-	—
80	GM1-69	6 05 .4	-6 16	—	"—"	"—"	"—"	—	-	—
81	GM1-70	6 06 .2	-6 54	—	"—"	"—"	"—"	—	-	—
82	PP55	6 09 .4	-6 08	—	"—"	"—"	"—"	—	+	—
83	GM1-19	6 10 .0	18 00	I	MonOB1	550	21.8	—	+	—
84	GM1-43	6 10 .1	-6 12	II	OriOB1	460	18	—	-	—
85	GM1-71	6 10 .3	-6 11	—	"—"	"—"	"—"	—	+	1
86	PP57	6 10 .6	17 56	Па	MonOB1	550	21.8	—	+	1
87	GM1-44	6 10 .8	-6 13	II	OriOB1	460	18	—	-	—
88	GM1-45	6 11 .5	17 45	II	MonOB1	550	21.8	—	+	1
89	PP59	6 11 .7	13 51	Ia	"—"	"—"	"—"	—	+	1
90	PP60	6 12 .0	-6 19	—	OriOB1	460	18	—	-	—
91	PP61	6 12 .4	-6 21	—	"—"	"—"	"—"	—	+	3
92	PP62	6 29 .9	10 21	I	MonOB1	550	21.8	—	+	—
93	GM1-20	6 34 .0	05 38	I	"—"	"—"	"—"	—	+	3

Таблица 1 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
94	GM1-72	6 34 .0	05 39	—	"—"	"—"	"—"	—	+	3
95	GM1-7	6 34 .0	05 39	III	"—"	"—"	"—"	—	+	3
96	GM1-73	6 34 .5	06 01	—	"—"	"—"	"—"	—	-	—
97	GRV1	6 34 .6	-30 23	—	PupOB1	2500	43	—	+	1
98	NGC2261	6 36 .4	08 46	I	MonOB1	550	21.8	—	+	2
99	GM1-65	6 42 .9	03 01	—	"—"	"—"	"—"	—	-	—
100	GM1-66	6 54 .9	-8 16	—	CMaOB1	350	26.6	—	-	—
101	PP67	6 55 .6	-7 53	I	"—"	"—"	"—"	—	+	2
102	G3-3	6 56 .5	-4 50	IIa	"—"	"—"	"—"	—	-	—
103	PP68	6 57 .3	-7 42	I	"—"	"—"	"—"	—	+	1
104	GM1-69	6 58 .4	-8 51	—	"—"	"—"	"—"	—	+	—
105	GM1-70	7 00 .2	-11 21	I	"—"	"—"	"—"	—	-	—
106	GM1-71	7 01 .5	-11 28	II	"—"	"—"	"—"	—	+	2
107	PP72	7 01 .8	-11 15	—	"—"	"—"	"—"	—	-	—
108	GM1-46	7 22 .2	-25 48	II	—	—	—	—	-	—
109	GM1-21	7 22 .3	-26 10	I	—	—	—	—	+	—
110	GM1-8	7 22 .5	-24 28	III	—	—	—	—	-	—
111	GM2-7	7 22 .6	-24 24	—	—	—	—	—	+	—
112	GM1-22	7 22 .8	-24 23	I	—	—	—	—	+	1
113	G1-9	7 18 .1	-18 29	II	—	—	—	—	-	—
114	PP75	7 30 .2	-16 55	—	—	—	—	—	-	—
115	PP76	7 30 .9	-16 49	—	—	—	—	—	-	—
116	PP77	7 33 .6	-18 41	II	—	—	—	—	-	—
117	GRV2	7 48 .7	-32 59	II	PupOB3	1700	—	—	+	3
118	PP78	8 19 .0	-36 05	I	"—"	"—"	"—"	—	+	1
119	GRV4	8 36 .7	-40 52	II	VelaOB1	1450	—	—	-	—
120	GM1-23	8 51 .4	-42 02	I	PupOB3	1700	—	—	+	1
121	GRV10	10 40 .6	-62 54	II	CarOB1	—	—	—	+	3
122	Anon	11 07 .3	-77 28	I	ChaT1	500	—	—	+	1
123	PP79	11 09 .3	-61 06	—	CarOB1	1500	—	—	-	—
124	GM2-9	11 46 .6	05 24	—	—	—	—	—	-	—
125	GRV11	12 03 .7	-59 54	I	CarOB1	1500	—	—	+	3
126	GRV12	13 28 .9	-60 10	II	CenOB1	1500	—	—	+	1
127	GRV13	13 54 .3	-63 36	I	"—"	"—"	—	—	-	—
128	GRV14	13 54 .3	-63 35	I	"—"	"—"	—	—	+	2
129	GRV17	14 59 .2	-63 09	II	"—"	"—"	—	—	-	—
130	GRV18	15 40 .6	-34 00	II	ScoOB2	180	—	4.2	-	—
131	PP81	15 42 .0	-34 08	—	"—"	"—"	—	4.2	+	2
132	G3-4	16 04 .4	00 34	I	—	—	—	—	-	—
133	PP82	16 23 .9	-24 39	II	ScoOB2	180	—	3.9	-	—
134	GM1-47	16 26 .6	-26 40	II	"—"	"—"	—	—	-	—
135	GM1-48	16 31 .5	-15 41	II	"—"	"—"	—	0.8	+	1
136	GRV19	16 44 .9	-48 00	I	AraOB1	1400	—	—	-	—
137	GRV20	17 03 .5	-45 25	I	"—"	"—"	—	—	-	—
138	GM1-24	17 13 .7	-36 18	I	ScoOB4	1180	—	-9.7	+	1
139	GM1-25	17 16 .8	-35 51	I	"—"	"—"	—	—	-	—
140	G1-10	17 18 .1	-44 05	I	"—"	"—"	—	—	+	-
141	G1-11	17 18 .1	-44 05	I	"—"	"—"	—	—	-	—

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
142	GRV21	17 35 .4	-76 34	I	---	---	---	---	-	---
143	GM1-74	18 07 .4	-23 50	I	SgrOB1	1520	-4.0	---	+	3
144	GM1-9	18 08 .7	-15 31	III	SctOB2	730	1.5	---	-	---
145	G3-5	18 15 .4	-16 52	I	---	---	---	---	+	1
146	GM1-75	18 16 .1	-20 49	--	---	---	---	---	+	1
147	G1-12	18 17 .9	-15 39	I	---	---	---	---	-	---
148	GM1-49	18 21 .6	-1 05	II	---	---	---	---	-	---
149	GM1-50	18 26 .5	00 27	II	---	---	---	---	+	---
150	GM1-56	18 39 .2	08 05	Ia	---	---	---	16.9	+	3
151	NGC6729	18 58 .4	-37 02	I	CmT1	115	---	6.8	+	1
152	G3-6	19 04 .7	05 08	I	AqlOB1	2750	---	---	-	---
153	GM1-76	19 18 .0	11 18	--	VulOB4	1020	4.0	---	-	---
154	G2-3	19 24 .7	22 29	I	---	---	---	---	-	---
155	PP88	19 26 .6	09 32	I	---	---	---	---	+	1
156	GM1-26	19 40 .3	22 58	I	VulOB2	4000	15.0	27.3	+	1
157	GM2-10	19 43 .4	27 43	--	VulOB4	1020	4.0	---	+	1
158	GM1-77	20 10 .6	35 46	--	CygOB9	1000	-19.7	10.1	+	1
159	GM1-27	20 18 .4	37 01	I	---	---	---	2.3	+	1
160	GM1-28	20 21 .8	35 56	I	---	---	---	---	-	---
161	PP92	20 22 .0	42 03	IIa	---	---	---	6.5	+	---
162	GM1-10	20 22 .2	35 41	III	---	---	---	10.1	+	---
163	GM1-11	20 22 .5	33 51	III	---	---	---	---	-	---
164	PP95	20 22 .7	42 04	Ia	---	---	---	5.2	-	---
165	G4-2	20 35 .9	67 45	IIa	CepT1	280	---	2.6	-	---
166	GM1-29	20 45 .4	67 46	I	---	---	---	2.6	+	1
167	GM1-30	20 47 .4	47 54	I	CygOB7	740	-10.1	---	-	---
168	PP98	20 57 .1	44 04	III	---	---	---	3.9	-	---
169	PP99	20 59 .6	50 10	III	---	---	---	0.0	-	---
170	GM1-54	21 01 .6	59 19	II	CepOB2	710	-8	---	+	---
171	G2-5	21 02 .3	50 02	I	CygOB7	740	-10.1	---	+	2
172	PP100	21 02 .3	67 55	--	CepT1	280	---	3.6	-	---
173	G3-7	21 04 .3	66 34	III	CepT1	280	---	---	-	---
174	GM1-51	21 21 .1	46 38	II	CygOB7	740	-10.1	---	+	3
175	GM1-31	21 35 .2	57 18	I	CepOB2	710	-8	-7.8	-	---
176	GM2-14	21 39 .3	58 45	I	---	---	---	---	-	---
177	GM1-12	21 40 .7	54 41	III	---	---	---	0.8	-	---
178	GM1-52	21 41 .0	55 43	II	---	---	---	---	-	---
179	GM1-53	21 41 .6	65 57	II	N26	---	---	---	-	---
180	GM1-57	21 41 .7	65 51	IIa	---	---	---	---	+	1
181	GM1-32	22 05 .1	58 48	I	CepOB2	710	-8	-1.65	+	1
182	PP103	22 33 .2	40 18	IIa	LacT1	---	---	---	-	---
183	GM1-76	22 33 .8	68 55	--	N26	---	---	---	+	---
184	GM2-14	22 55 .1	61 40	--	CepOB3	720	-12	---	+	1
185	G1-13	22 57 .0	59 14	--	---	---	---	---	+	1
186	GM1-79	23 03 .7	59 59	--	CepOB1	3000	-50.6	-50.7	-	---
187	G3-8	23 43 .6	63 03	I	CepOB3	720	-12	---	-	---
188	GM2-15	23 43 .8	63 06	--	---	---	---	---	-	---
189	PP106	23 56 .2	66 09	--	---	---	---	-6.5	+	---

циациями. Посмотрим, как соотносятся эти скорости для реальных ассоциаций.

а) Сер OB 2. В [15] нами подсчитана средняя V_A звезд ассоциации: -8 км/с. В [16] мы получили для облаков, связанных с ассоциацией, $V_A = -2.8$ км/с и 6.4 км/с. Как видно из этих данных, скорости звезд и облаков разнятся на 14 км/с.

б) Сер OB 3. Средние скорости двух подгрупп звезд -9 и -15 км/с [18]. Скорости в облаках -8 - -15 км/с [18], т.е. разница может достигать 7 км/с.

в) Пер OB 2. Средняя скорость звезд 15 км/с, скорости облаков 3 - 11 км/с [18], т.е. разница может достигать 12 км/с.

д) Ори OB 1. Средняя скорость звезд ассоциации 18 км/с, средняя скорость в молекулярном облаке, связанном с ассоциацией, 9.6 км/с (± 2.1 км/с) [19]. Разница этих скоростей может достигать 10 км/с.

Из вышеприведенных данных можно сделать вывод о том, что разница между величинами радиальных скоростей в столбцах 8 и 9 в табл.1 может достигать 10 км/с, что вполне реально будет отражать наличие физической связи между объектами CLN и ассоциациями.

Из этой схемы выпадают объекты CLN 23, 27 и 34. Как сказано у Сарджент [18], некоторые авторы причисляют молекулярное облако, примыкающее к светлой туманности NGC 1499, к Пер OB 2. Сарджент предпочитает не причислять, т.к. скорость этого молекулярного облака (-4 км/с) существенно отличается от скорости Пер OB 2 (см. выше). Наши объекты CLN 23, 27 и 34, по-видимому, принадлежат этому облаку, о чем кроме радиальных скоростей свидетельствует и их расположение. Ввиду того, что NGC 1499 освещается звездой ξ Пер, которая входит в ассоциацию Пер OB 2, можно считать, что и NGC 1499 вместе с молекулярным облаком находится на расстоянии Пер OB 2 - 330 пк (следовательно на этом расстоянии расположены и CLN 23, 27 и 34).

Еще об одной группе объектов следует сказать особо. Это объекты CLN 158 - 164. В табл.1 эти объекты отнесены к Суг OB 9, однако большая разница между радиальными скоростями (-19.7 км/с для ассоциации и 2.3 - 10.1 км/с для объектов CLN) исключает возможность физической связи. Можно предположить, что эта группировка объектов CLN просецируется на Суг OB 9, а сама группировка составляет часть неизвестной пока Т-ассоциации.

Из табл.1 на основе найденных нами радиальных скоростей объектов можно сделать вывод и о скоростях некоторых Т-ассоциаций, для которых нет подобных данных. Так, для Тау T1 имеем 7.1 км/с, для Тау T4 - 3.1 км/с, для Ауг T1 - 5.1 км/с, для Сга T1 - 6.8 км/с, для Сер T1 - 3.1 км/с (здесь использованы также данные для радиальных скоростей некоторых объектов NHL, приведенные далее в табл.2).

О связи объектов из табл.1 с ИК-источниками и мазерами воды будет сказано ниже в разделе 4.

3. *Объекты Херbiga-Аро (объекты ННЛ).* Это найденные в Бюракане объекты, внешне похожие на объекты Х-А. Они обнаружены при просмотре карт Паломарского атласа и карт южного неба ESO [20-24,11]. Спектральные наблюдения многих из этих объектов подтвердили бытность этих объектов объектами Х-А [21,25].

В табл.2, в которой выявлена связь объектов ННЛ со звездными ассоциациями, в столбце 1 дается номер объекта ННЛ, в 2 - оригинальное название объекта [20-24,11], в 3 и 4 - координаты (соответственно α_{1950} и δ_{1950}), в 5 - название ОВ или Т-ассоциации, с которой связан объект ННЛ, в 6 - расстояние до ассоциации в пк [3], в 7 - средняя V_R звезд ассоциации в км/с [3], в 8 - V_2 , найденная для объектов ННЛ по линиям ^{12}CO [2,16], в 9 - наличие точечного источника IRAS, связанного с ННЛ, в 10 - вид этого точечного источника согласно [12].

Как видно из табл.2, почти все объекты ННЛ удалось отождествить с известными ОВ- или Т-ассоциациями, кроме ННЛ 4, 54 и 55. Как сказано выше, намечается группировка нестационарных объектов, связанных с темным облаком LDN 1664. В табл.2 таковыми являются ННЛ 50 - 53а. В табл.2, кроме каталога ОВ-ассоциаций [3] и Т-ассоциаций [17] использован также список заподозренных Т-ассоциаций (табл.28 из [17], из которой взяты N8 и N26).

С молекулярным облаком, расположенным около Рег ОВ 2 (об этом облаке сказано выше), связаны ННЛ 9, 11 и 13. Как отмечено выше, допустимым отличием радиальных скоростей звезд ассоциации от радиальных скоростей связанных с ними молекулярных облаков является примерно 10 км/с, так что соответствие объектов ННЛ звездным ассоциациям в основном удовлетворяет этому критерию.

4. *Связь объектов CLN и ННЛ с точечными источниками IRAS и мазерами воды.* В работе [12] сделана удачная попытка классификация ИК-источников на основе определения их разностей цвета. Вводятся три величины: $R_{12} = \lg ((F_{25} \cdot 12)/(F_{12} \cdot 25))$, $R_{23} = \lg ((F_{60} \cdot 25)/(F_{25} \cdot 60))$ и $R_{34} = \lg ((F_{100} \cdot 60)/(F_{60} \cdot 100))$. Затем для разного рода ИК-источников рассчитываются эти величины. Оказывается, что для трех видов объектов, связанных с областями звездообразования, эти величины попадают в достаточно определенные интервалы. Вид 1 - объекты, связанные с мазерами воды. Для них $R_{12} = 0.2 - 0.8$, $R_{23} = 0 - 1.3$, $R_{34} = -0.3 - 0.3$. Вид 2 - звезды типа Т Тельца. Для них $R_{12} = -0.25 - 0.15$, $R_{23} = -0.5 - 0.1$, $R_{34} = -0.25 - 0.2$. Вид 3 - холодные источники, погруженные в темные облака (предположительно звезды на ранней стадии эволюции). Для них $R_{34} > 0.3$. В нашей статье мы будем использовать эту клас-

Таблица 2

СВЯЗЬ ОБЪЕКТОВ ХЕРБИГА-АРО СО ЗВЕЗДНЫМИ АССОЦИАЦИЯМИ И ИНФРАКРАСНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ

N	Назв.	α_{1950}	δ_{1950}	Ассоц.	D(пк)	ρ (звезд)	V_R	IR	Тип
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	G1-1	0 ^h 17 ^m . 8	61°41'	CasOB9	800	-25.9	-29.9	-	---
2	GGD1	0 18. 0	61 40	"---	"--	"--	"--	-	---
3	G1-2	0 33. 9	63 12	"---	"--	"--	-18.2	+	1
4	G1-3	2 55. 9	17 04	N8	---	---	-5.2	-	---
5	G1-4	3 03. 5	58 20	CasOB6	1960	-47.0	-40.3	+	1
6	G4-1	3 13. 4	59 59	CamOB1	740	-5.73	-14.7	+	3
7	GGD2	3 25. 7	30 51	PerOB2	330	15	---	+	1
8	GGD3	3 25. 8	30 54	"---	"--	"--	---	-	---
9	G1-5	3 33. 3	37 05	"---	"--	"--	0.6	-	---
10	G1-6	3 44. 5	32 50	"---	"--	"--	10.0	-	---
11	G1-7	3 48. 5	38 44	"---	"--	"--	-2.1	-	---
12	G1-8	3 57. 2	36 03	"---	"--	"--	---	-	---
13	G1-9	4 07. 3	38 00	"---	"--	"--	-3.0	+	2
14	G2-1	4 19. 0	26 50	TauT1	200	---	---	-	---
15	G1-10	4 23. 9	25 55	"---	"--	---	7.1	-	---
16	G1-11	4 24. 0	25 59	"---	"--	---	---	-	---
17	G1-12	4 59. 1	-8 57	OriOB1	460	18	5.2	+	3
17a	G4-2	5 15. 9	-5 39	"---	"--	"--	---	-	---
18	G1-13	5 17. 3	-5 56	"---	"--	"--	8.3	-	---
19	G2-2	5 25. 1	11 29	"---	"--	"--	---	-	---
20	G2-3	5 26. 0	11 51	"---	"--	"--	---	-	---
21	G2-4	5 26. 5	11 26	"---	"--	"--	---	-	---
22	G2-5	5 29. 1	12 25	"---	"--	"--	---	-	---
23	G1-14	5 29. 6	12 49	"---	"--	"--	---	+	3
24	G2-6	5 32. 8	03 55	"---	"--	"--	---	-	---
25	G1-15	5 35. 6	30 34	AurOB2	2960	-13.0	-16.9	-	---
26	GGD4	5 37. 4	23 51	TauT4	200	---	3.1	+	1
27	GGD5	5 37. 5	35 37	AurOB1	1170	-3.25	---	+	1
28	GGD6	5 37. 6	35 42	"---	"--	"--	---	+	1
29	GGD7	5 38. 4	-8 09	OriOB1	460	18	---	+	1
30	G1-16	5 38. 7	-8 06	"---	"--	"--	5.8	-	---
31	G1-17	5 44. 0	30 34	AurOB2	2960	-13.0	-18.2	+	1
32	GGD8	5 48. 2	03 07	OriOB1	460	18	---	-	---
33	GGD9	5 53. 0	03 23	"---	"--	"--	---	-	---
34	GGD10	5 59. 8	-9 07	"---	"--	"--	---	+	1
35	G1-18	6 05. 6	-6 25	"---	"--	"--	10.4	-	---
35a	G4-3	6 05. 9	-9 35	"---	"--	"--	---	+	---
36	GGD11	6 06. 2	-6 18	"---	"--	"--	---	-	---
37	GGD12	6 08. 3	-6 12	"---	"--	"--	11.6	+	---
38	GGD13	6 08. 4	-6 12	"---	"--	"--	11.6	+	---
39	GGD14	6 08. 4	-6 11	"---	"--	"--	11.6	+	---

Таблица 2 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40	GGD15	6 08. 4	-6 10	"--"	"--"	"--"	11.6	+	---
41	GGD16	6 10. 3	-6 14	"--"	"--"	"--"	---	+	1
42	GGD17	6 10. 4	-6 12	"--"	"--"	"--"	---	+	1
43	G3-1	6 24. 9	-10 08	"--"	"--"	"--"	---	+	1
43a	G4-4	6 29. 2	10 30	MonOB1	550	21.8	---	-	---
44	GGD18	6 31. 9	04 15	"--"	"--"	"--"	---	+	1
45	GGD19	6 36. 9	01 35	"--"	"--"	"--"	---	-	---
46	G3-2	6 56. 9	-3 56	CMaOB1	950	26.6	---	+	1
47	G3-3	6 57. 1	-4 42	"--"	"--"	"--"	---	-	---
48	G3-4	6 57. 2	-4 46	"--"	"--"	"--"	---	+	---
49	G2-7	7 07. 0	-10 45	"--"	"--"	"--"	---	+	1
50	GGD20	7 22. 6	-24 28	Pup-CMa	540	28	---	+	---
51	GGD21	7 22. 7	-24 23	"--"	"--"	"--"	---	+	---
52	GGD22	7 22. 8	-24 24	"--"	"--"	"--"	---	+	3
53	GGD23	7 23. 2	-24 22	"--"	"--"	"--"	---	+	---
53a	GRV3	7 48. 9	-33 36	---	---	---	---	+	2
53b	GRV6	9 04. 0	-47 42	VelaOB1	1450	---	---	+	3
53c	GRV7	9 04. 0	-47 41	"--"	"--"	---	---	+	3
53d	GRV8	9 16. 8	-46 06	"--"	"--"	---	---	-	---
53e	GRV15	14 56. 6	-62 59	CenOB1	1500	---	---	-	---
53f	GRV16	14 56. 9	-63 05	"--"	"--"	---	---	+	---
54	G2-8	16 22. 2	-9 30	---	---	---	---	-	---
55	G2-9	16 22. 5	-9 38	---	---	---	---	-	---
56	GGD24	16 31. 4	-15 41	ScoOB2	180	---	---	-	---
57	GGD25	17 17. 0	-35 51	ScoOB4	1180	---	---	-	---
58	GGD26	17 27. 8	-20 08	ScoOB2	180	---	---	-	---
58a	GRV22	17 48. 6	-31 21	ScoOB4	1180	---	---	-	---
59	G1-19	17 55. 5	-26 07	"--"	"--"	---	---	+	2
60	GGD27	18 16. 2	-20 49	SctOB2	730	1.5	12.3	+	1
61	GGD28	18 16. 3	-20 48	"--"	"--"	"--"	12.3	+	1
62	GGD29	18 27. 5	01 14	"--"	"--"	"--"	---	+	---
63	GRV23	18 59. 5	-37 28	ScoOB4	1180	---	---	+	2
64	GGD31	20 23. 2	39 01	CygOB9	1000	-19.7	---	-	---
65	G2-10	20 52. 5	66 59	CepOB2	710	-8	---	-	---
66	G1-20	21 00. 4	78 11	CepT1	280	---	---	+	2
67	G3-5	21 04. 2	66 35	CepOB2	710	-8	---	-	---
67a	G4-5	21 38. 7	56 20	"--"	"--"	"--"	0.39	-	---
68	GGD32	21 41. 2	65 51	N26	---	---	---	-	---
69	GGD33	21 41. 9	65 58	"--"	---	---	---	-	---
70	GGD34	21 42. 3	65 55	"--"	---	---	---	-	---
71	G4-6	21 42. 4	58 00	CepOB2	710	-8	-3.1	-	---
72	GGD35	21 42. 5	65 55	N26	---	---	---	-	---
73	G2-11	21 43. 3	47 19	CygOB7	740	-10.1	---	+	1
75	G1-21	22 05. 1	58 48	CepOB2	710	-8	-1.6	+	---
76	G2-12	22 26. 1	63 04	CepOB3	720	-12	---	-	---
77	GGD37	22 54. 3	61 46	"--"	"--"	"--"	-12	+	---

сификацию.

Как можно видеть из табл.1, с точечными источниками IRAS связано довольно много объектов CLN. Если учитывать не отдельные объекты, а группы объектов (за группу считаются объекты, попадающие в квадрат площадью 16 кв.мин), то таких групп будет 178. Из 178 групп с точечными источниками связаны 88, т.е. 50%. С мазерами воды связаны 14 групп, т.е. 8% (с мазерами воды связаны объекты CLN 18, 19, 27, 32, 57, 58, 84, 85, 88, 89, 110, 145, 166 и 180 [26,27]). Из них 8 (больше половины) связаны с источниками типа 1, а 3 - с источниками типа 2. Этого и следовало ожидать, т.к. тип 1 соответствует точечным источникам, связанным с мазерами воды. Из 14 кометарных туманностей, связанных с мазерами воды, 12 связаны с точечными источниками, т.е. 86%. Этот процент намного выше, чем приведенный выше процент (50%) связи кометарных туманностей с точечными источниками. Отсюда можно сделать вывод, что эти мазеры воды связаны с точечными источниками намного сильнее, чем кометарные туманности.

Как видно из табл.2, многие объекты NHL связаны с точечными источниками IRAS. Так же, как и для кометарных туманностей, объекты, попадающие в квадрат площадью в 16 кв.мин, будем считать отдельной группой объектов. Таким образом, у нас будет не 87 отдельных объектов, а 77 отдельных групп объектов. Из этих 77 групп 36, т.е. 47%, связаны с точечными источниками. С мазерами воды связаны 17 групп, т.е. 22% (с мазерами воды связаны объекты NHL 3, 5, 13, 26, 27, 28, 37-42, 50-52, 57, 60-62, 68, 70, 72, 73, 77 [26,27]). Как и для случая с кометарными туманностями, для объектов NHL, связанных с мазерами воды, доля связанных с точечными источниками, 71%, намного выше, чем доля связанных с ИК-источниками всех NHL объектов - 47%. Отсюда напрашивается вывод о том, что мазеры воды связаны с ИК-источниками сильнее, чем объекты NHL.

Доля групп объектов X-A, связанных с мазерами воды, среди известных объектов X-A [26] (объектов Н-Н) - 16%. Полученные для объектов NHL 22% слабо отличаются от этой величины (объекты NHL более тщательно изучались на предмет связи с мазерами воды, что, видимо, и привело к несколько большему проценту).

Сравним полученные нами результаты относительно кометарных туманностей и объектов NHL. В табл.3 приведены данные об этих трех видах объектов. В первом столбце приводится вид объектов, во втором - доля объектов (в процентах), связанных с точечными источниками IRAS. Как видно из табл.3, этот процент довольно высокий для всех видов объектов, причем для кометарных туманностей и объектов NHL доля объектов, связанных с ИК-источниками, примерно одинакова. Это и следовало ожидать, т.к. очень часто и кометарные туманности,

и объекты X-A бывают выброшены из одной и той же звезды (которая часто и является ИК-источником).

Таблица 3

СРАВНЕНИЕ ОБЪЕКТОВ CLN и NHL

Тип	IRAS	IRAS(1)	IRAS(2)	IRAS(3)	IRAS(2')	H ₂ O
CLN	50%	56%	25%	19%	69%	8%
NHL	47	62	19	19	70	22

В третьем, четвертом и пятом столбцах приводится соответственно доля (в процентах) ИК-источников, относящихся соответственно к видам 1, 2 и 3 согласно классификации [12]. В шестом столбце указана доля (в процентах) ИК-источников, которые попадают в квадрат со стороной 2' и с центром на данном объекте. Как видим, большинство ИК-источников попадают в этот квадрат, что свидетельствует в пользу наличия физической связи между объектами и ИК-источниками (не исключены также идентичность некоторых объектов и ИК-источников, т.к. точность определения координат ИК-источников 0'.5 - 1'.0). В седьмом столбце таблицы приводится доля (в процентах) объектов, связанных с мазерами воды. Сравнительно низкий процент наличия мазеров воды у кометарных туманностей можно объяснить отсутствием систематических поисков мазеров воды около них.

5. Заключение. В данной статье исследована связь объектов, в основном найденных в Бюракане, со звездными ассоциациями, точечными источниками IRAS и мазерами воды. Это кометарные туманности и объекты X-A. Для подтверждения связи с ассоциациями использованы данные о радиальных скоростях вышеупомянутых объектов.

Почти все объекты CLN и NHL оказались связанными с уже известными OB- или T-ассоциациями. Выявлено наличие двух группировок нестационарных объектов, которые могут быть частью неизвестных ранее T-ассоциаций. Установление связи объектов с ассоциациями дало нам возможность оценить расстояния до этих объектов (принимая за расстояния до них расстояния до ассоциаций, с которыми эти объекты связаны).

Выяснилось, что около половины кометарных туманностей и объектов X-A связаны с точечными источниками IRAS. С мазерами воды связаны 22% объектов X-A, а кометарные туманности связаны слабее - 8%. Слабую связь последних можно объяснить отсутствием специальных поисковых работ вокруг них.

NON STABLE OBJECTS, CONNECTED WITH THE
REGIONS OF STAR FORMATION. CONNECTION
WITH STELLAR ASSOCIATIONS, IRAS POINT
SOURCES AND WATER MASERS

A.L.GYULBUDAGHIAN

The connection of cometary nebulae and Herbig-Haro objects (mainly found in Byurakan) with stellar associations, IRAS point sources and water masers is investigated. It is shown that almost all of these objects are connected with OB- or T-associations. Two groups of non stable objects are found. Apparently these groups are parts of two unknown T-associations. It is found that about half of cometary nebulae and Herbig-Haro objects are connected with IRAS point sources. About 32% of Herbig-Haro objects and 8% cometary nebulae are connected with water masers.

ЛИТЕРАТУРА

1. IRAS Point Source Catalog, Joint IRAS Science Working Group, Washington, D.C., 1985.
2. *A.L.Gyulbudaghian, J.M.Torrelles, L.F.Rodriguez, J.Canto, J.Marcaide*, Rev. Mex. Astron. Astrofis., 8, 147, 1983.
3. *B.Balazs* (ed.), Catalogue of Star Clusters and Associations, Supplement 1, Budapest, 1981.
4. *Э.С.Парсамян, В.М.Петросян*, Сообщ. Бюракан. обсерв., 51, 3, 1979.
5. *А.Л.Гюльбудагян, Т.Ю.Магакян*, Письма в Астрон. ж., 3, 113, 1979.
6. *А.Л.Гюльбудагян, Т.Ю.Магакян*, Астрон. циркуляр, № 653, 1977.
7. *А.Л.Гюльбудагян*, Письма в Астрон. ж., 8, 222, 1982.
8. *А.Л.Гюльбудагян*, Астрон. циркуляр, № 1224, 1982.
9. *А.Л.Гюльбудагян*, Астрофизика, 21, 185, 1984.
10. *А.Л.Гюльбудагян, Р.Д.Шварц, Ф.С.Назаретян*, Сообщ. Бюракан. обсерв., 63, 3, 1990.
11. *A.L.Gyulbudaghian, L.F.Rodriguez, V.M.Villanueva*, Rev. Mex. Astron. Astrofis., 25, 19, 1993.
12. *J.Wouterloot, C.Walmsley*, Astron. Astrophys., 168, 237, 1986.
13. *А.Л.Гюльбудагян, Г.Б.Оганян, Л.Г.Ахвердян*, Астрофизика, 37, 1, 1994.
14. *R.D.Schwartz, K.G.Henize*, Astron. J., 88, 1165, 1985.
15. *А.Л.Гюльбудагян*, Астрофизика, 24, 201, 1986.
16. *А.Л.Гюльбудагян, Л.Ф.Родригес, Х.Канто*, Астрофизика, 24, 201, 1986.
17. *П.Н.Холопов*, в сб.: Эруптивные звезды, Наука, М., 1970, с.271.

18. *A.Sargent*, *Astrophys. J.*, **233**, 163, 1979.
19. *K.D.Tucker*, *M.L.Kutner*, *P.Thaddeus*, *Astrophys.J.*, **186**, L13, 1973.
20. *А.Л.Гюльбудагян*, *Т.Ю.Магакян*, *Докл. АН Арм.ССР*, **64**, 104, 1977.
21. *A.L.Gyulbudaghian*, *Yu.I.Glushkov*, *E.K.Denisyuk*, *Astrophys. J.*, **224**, L137, 1978.
22. *А.Л.Гюльбудагян*, *Письма в Астрон. ж.*, **8**, 232, 1982.
23. *А.Л.Гюльбудагян*, *Астрофизика*, **20**, 631, 1984.
24. *А.Л.Гюльбудагян*, *Астрон. циркуляр*, № 1342, 1984.
25. *А.Л.Гюльбудагян*, *Астрофизика*, **33**, 31, 1990.
26. *A.L.Gyulbudaghian*, *L.F.Rodriguez*, *E.Mendoza-Torres*, *Rev. Mex. Astron. Astrofis.*, **15**, 53, 1987.
27. *A.L.Gyulbudaghian*, *L.F.Rodriguez*, *J.M.Moran*, *D.F.Dickinson*, *Astrophys. J.*, **226**, 115, 1978.