

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЕНИИ

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ

СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

LXIII В Ы П У С К

**Редакционная коллегия**

**Ю. К. МЕЛІК-АЛАВЕРДЯН, Л. В. МИРЗОЯН, М. А. МНАЦАКАНЯН,  
В. М. ПЕТРОСЯН (ответственный секретарь), Г. М. ТОВМАСЯН  
(главный редактор), Р. К. ШАХБАЗЯН**

С  $\frac{170501(000)}{703 (02)-90}$  44-88

© Издательство АН Армении, 1990

А. Л. ГЮЛЬБУДАГЯН, Р. ШВАРЦ\*, Ф. С. НАЗАРЕТЯН

О СВЯЗИ ИНФРАКРАСНЫХ ИСТОЧНИКОВ С ОБЪЕКТАМИ,  
НАХОДЯЩИМИСЯ В ОБЛАСТЯХ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ

Исследована связь источников из каталога точечных источников с четырьмя видами объектов (большинство которых найдены в Бюракане), расположенных в областях звездообразования. Найдено, что половина или более этих объектов пространственно связаны с ИК источниками:

1. Объекты, похожие на объекты Хербига-Аро (HNL),
2. Кометарные туманности и сходные объекты (CLN),
3. Тесные системы типа Трапедии,
4. Яркие компактные туманности.

Показано, что многие из этих связанных с ИК источниками объектов могут просто совпадать с ИК источниками, так как расстояния между этими объектами и связанными с ними ИК источниками находятся в пределах точности определения координат ИК источников.

Приведена также связь некоторых ИК источников, связанных с объектами HNL, с мазерами воды, а также переменность ИК источников, связанных с кометарными туманностями.

Опубликование каталога точечных источников IRAS [1] привело к появлению ряда работ по исследованию связи разного рода объектов с источниками из этого каталога. В данной работе нас заинтересовало нахождение подобной связи для объектов, расположенных в областях звездообразования. С этой целью мы выбрали четыре вида объектов. Это объекты, в основном найденные в Бюракане: объекты, внешне похожие на объекты Хербига-Аро (HNL), кометарные туманности, тесные системы типа Трапедии и яркие компактные туманности, расположенные в больших светлых или темных туманностях.

Для определения нижней границы светимости ИК источников мы выбрали контрольную площадку площадью в 10 кв. градусов с центром в  $\alpha_{1950} = 20^{\text{h}}55^{\text{m}}$ ,  $\delta_{1950} = 58^{\circ}$ , которая не содержала темных или светлых туманностей, а значит и областей звездообразования. Оказалось, что в этой площадке не оказалось источников, которые были бы ярче 10 Ян на 100  $\mu\text{m}$ . Эту величину мы и взяли в качестве одного из условий выбора источников из [1], вторым условием было обнаружение светимости еще на одной длине волны каталога, кроме 100  $\mu\text{m}$  (как известно, в [1] приводятся потоки для ИК источников на четырех длинах волн: на 12, 25, 60 и 100  $\mu\text{m}$ ). Инфракрасные источники искались в квадрате с центром на данном объекте, с площадью в 16 кв. мин дуги. Для определения средней плотности ИК источников для площадок, содержащих области звездообразования, можно было выбрать какую-нибудь ассоциацию. Мы выбрали ассоциацию Сер OB2, в которой вероятность попадания ИК источника (удовлетворяющего приведенным

\* Университет штата Миссури, Сент-Луис, США.

выше условиям) в квадрат с площадью в 16 кв. мин дуги равна 0,01. (Для определения этой вероятности мы взяли площадь в 100 кв. град. с центром в  $\alpha_{100} = 21^{\circ}35'$ ,  $\delta_{100} = 35^{\circ}$ ). Как увидим ниже, вероятность попадания в такой же квадрат с центром на наших объектах в 50—100 раз выше, то есть перечисленные выше четыре вида объектов тесно связаны с ИК источниками.

1. Объекты ННЛ. Полное число этих объектов—79, но так как некоторые объекты по два, по три попадают в квадрат с площадью в 16 мин<sup>2</sup>, то мы такие системы должны считать за один объект и в результате полное число таких объектов оказалось меньше—70. В работе [2] не были включены в список ННЛ объекты некоторые объекты, найденные позже: ННЛ17а ( $\alpha_{1,10} = 5^{\circ}15' \cdot 9$ ,  $\delta_{1,10} = -5^{\circ}30'$ ), ННЛ35а ( $\alpha_{1,10} = 6^{\circ}05' \cdot 9$ ,  $\delta_{1,10} = -9^{\circ}35'$ ), ННЛ43а ( $\alpha_{1,10} = 6^{\circ}29' \cdot 2$ ,  $\delta_{1,10} = 10^{\circ}30'$ ), ННЛ67а ( $\alpha_{1,10} = 21^{\circ}38' \cdot 7$ ,  $\delta_{1,10} = 56^{\circ}20'$ ). В [2] была найдена тесная связь между источниками из [1] с  $F_{100} > 100$  Ян и объектами ННЛ, мы здесь нижнюю границу на 100 Ян довели до 10 Ян. Ниже приводится табл. 1, в которой показана связь между ИК источниками и объектами ННЛ. В первом столбце таблицы приводится номер ННЛ, во втором столбце — названия ИК источников из [1], удовлетворяющих перечисленным выше двум условиям. В работе [3] сделана удачная попытка классификации ИК источников на основе определения их ИК разностей цвета: вводятся три величины —  $R_{12} = \lg \frac{F_{12} \cdot 12}{F_{11} \cdot 25}$ ,

$$R_{23} = \lg \frac{F_{23} \cdot 25}{F_{21} \cdot 60} \text{ и } R_{34} = \lg \frac{F_{34} \cdot 60}{F_{30} \cdot 100}.$$

Затем для разного рода ИК источников рассчитываются эти величины и оказывается, что для трех видов объектов эти величины попадают во вполне определенные интервалы: вид 1—объекты, связанные с мазерами воды,  $R_{12} = (0,2 \div 0,8)$ ,  $R_{23} = (0 \div 1,3)$ ,  $R_{34} = (-0,3 \div 0,3)$ ; вид 2—звезды типа Т Тельца,  $R_{12} = (-0,25 \div 0,15)$ ;  $R_{23} = (-0,5 \div 0,1)$ ;  $R_{34} = (-0,25 \div 0,2)$ ; вид 3—холодные источники, погруженные в темные облака (предположительно звезды на ранней стадии эволюции),  $R_{12} > 0,3$ . Мы также определили эти три величины для ИК источников из табл. 1 и отсюда определили вид для каждого источника согласно [3]. Вид ИК источников приводится в столбце 3. Как известно, около некоторых объектов ННЛ были обнаружены мазеры воды [2], в табл. 1 в столбце 4 указывается наличие этих мазеров.

Из табл. 1 можно сделать следующие выводы. Из 70 объектов ННЛ с ИК источниками связаны 32 объекта, то есть примерно 50%. Из двенадцати объектов ННЛ, связанных с мазерами воды, с ИК источниками связаны 10, то есть более 80%. Отсюда можно сделать вывод о том, что мазеры воды (расположенные около ННЛ объектов) связаны с ИК источниками намного сильнее, чем ННЛ объекты. Из десяти ИК источников, связанных с мазерами воды, 6—вида 1, у одного вид нельзя определить (у ИК источника, связанного с ННЛ 62), так как у него приведены не все ИК потоки; у ИК источников, связанных с ННЛ 37 и 77, несколько отличны от вида 1 только величины  $R_{12}$ , а у ИК источника, связанного с ННЛ 52— $R_{34}$ , так что, если не-

Таблица 1

1	—	—	—	39	—	—	—
2	—	—	—	40	—	—	—
3	00339+6312	1	—	41	06103-0612	1	H <sub>2</sub> O
4	—	—	—	42	—	—	—
5	03035+5819	1	H <sub>2</sub> O	43	06249-1007	1	—
6	04134+5958	3	—	43 <sub>1</sub>	—	—	—
7	03254+050	1	—	44	06319+0415	1	—
8	—	—	—	45	—	—	—
9	—	—	—	46	06567-0355	1	—
10	—	—	—	47	—	—	—
11	—	—	—	48	06572-0447	—	—
12	—	—	—	49	07059-1045	1	—
13	04073+3500	2	—	50	07225-2428	—	H <sub>2</sub> O
14	—	—	—	51	07225-2422	—	—
15	—	—	—	52	07227-2423	3	—
16	—	—	—	53	07232-2422	—	—
17	04591-0856	3	—	54	—	—	—
17a	—	—	—	55	—	—	—
18	—	—	—	56	—	—	—
19	—	—	—	57	—	—	H <sub>2</sub> O
20	—	—	—	58	—	—	—
21	—	—	—	59	17551-2606	2	—
22	—	—	—	60	18162-2048	1	H <sub>2</sub> O
23	05295+1247	3	—	61	—	—	—
24	—	—	—	62	18274+0112	—	H <sub>2</sub> O
25	—	—	—	64	—	—	—
26	05373+2319	1	H <sub>2</sub> O	65	—	—	—
27	05375+3536	1	H <sub>2</sub> O	66	21004+7811	2	—
28	05375+3540	1	—	67	—	—	—
29	05 84-0808	1	—	67a	—	—	—
30	—	—	—	68	—	—	H <sub>2</sub> O
31	05439+3035	1	—	69	—	—	—
32	—	—	—	70	—	—	—
33	—	—	—	71	—	—	—
34	05598-0506	1	—	72	—	—	—
35	—	—	—	73	21432+4719	1	H <sub>2</sub> O
35a	06059-0935	—	—	75	22051+5843	—	—
36	—	—	—	76	—	—	—
37	06084-0611	—	H <sub>2</sub> O	7	22543+6145	—	H <sub>2</sub> O
38	—	—	—	7	—	—	—

сколько расширить допустимые границы для величин  $R_{12}$  и  $R_{34}$  для вида 1, то можно считать, что ИК источники, связанные с мазерами воды, на самом деле полностью попадают в класс 1.

2. Объекты CLN-кометарные туманности и сходные с ними туманности. Поскольку списки кометарных туманностей все время обновляются из-за нахождения все новых объектов, то мы сочли целесообразным привести новый список кометарных туманностей и сходных с ними объектов, назвав объекты из этого списка объектами CLN. В списке 176 объектов, но с учетом попадания соседних объектов в тот же квадрат с площадью в 16 мин<sup>2</sup>, общее число объектов получается 165. Ниже приводится табл. 2, в которую включены следующие величины. В первом столбце таблицы приводится номер CLN, во втором столбце приводятся оригинальные обозначения объектов CLN, использованы следующие обозначения: PP—[4], GM1—[5], GM2—[6], G1—[7], G2—[8], G3—[9]. Два объекта были найдены позже и поэтому не вошли в эти списки. Это CLN74a ( $\alpha_{1950} = 5^h 56^m \cdot 8$ ,  $\delta_{1950} = 32^\circ 05'$ ) и CLN156a ( $\alpha_{1950} = 20^h 35^m \cdot 9$ ,  $\delta_{1950} = 67^\circ 45'$ ). В третьем столбце приводится вид туманности, употреблены следующие обозначения: I—в виде конуса, Ia—в виде биконуса, II—в виде запятой (хвоста), IIa—в виде кольца

1	PP1	II			74a		05508	3208	1
2	PP2	II	00087-5833		75	GM1-5	III	05573	3156
3	PP3	II			76	GM1-6	III	05588	3025
4	PP4	II	00098-6616		77	PP49	III	05591	1820
5	GM1-58	II			78	PP50	II	05558	0906
6	PP5	II	00173-5902		79	PP51	II	06010	0943
7	GM1-59	II			80	PP52	II	06013	3000
8	GM1-1	III			81	PP53	II		
9	GM1-33	II	00338-6312	1	82	PP54	IIa		
10	GI-1	II			83	GM1-41	II		
11	GM2-2	II			84	GM1-69	II		
12	G-2-4	II	02130-5501		85	GM1-70	II		
13	P-7	II			86	PP55	II	06021	0606
14	GI-2	I	02511-6026	1	88	GM1-19	I	06099	1800
15	GI-3	I	02575-6017		89	GM1-43	II		
16	GI-4	I	03131-5165	3	90	GM1-71	II	06103	0612
17	GM1-2	III			91	PP57	IIIa	06105	1756
18	GM1-55	IIa	01221-3035	2	92	GM1-44	II		
19	GM1-13	I			93	GM1-45	IIa	06114	1745
20	GI-5	I			94	PP59	I	06117	1350
21	PP10	II			95	PP60	II		
22	GI-6	IIIa			96	PP61	II	06124	0671
23	GM1-14	I	03077-3801	2	97	PP62	I	06291	1011
24	GM1-34	II	03561-5123	3	98	GM1-20	I	06340	0538
27	GI-7	I			99	GM1-72	II		
28	G3-1	IIa			100	GM1-7	III		
29	GM1-60	II	04073-1800	2	101	GM1-73	II		
30	G3-2	II			102	NGC 2261	I	06364	0846
31	PP14	II			103	GM1-65	II		
32	PP15	I			104	GM1-66	II		
33	PP16	I	04188-2419	2	105	PP67	I	06550	0752
34	NGC1555	III	04190-1924	2	106	G3-3	IIIa		
35	PP18	III			107	PP68	I	05572	0742
36	GI-8	IIIa			108	GM1-69	II	06584	0852
37	PP20	III	04328-2245	2	109	GM1-70	I		
38	PP21	I			110	GM1-1	I	07013	1128
39	PP22	II			111	PP72	II		
40	PP23	II			112	GM1-46	II		
41	GM1-3	II	01330-5128	1	113	GM1-21	I	07222	2610
42	GM1-36	II			114	GM1-8	III		
43	GM1-37	II			115	GM2-7	II	07245	2422
45	PP28	I	05204-3108		116	GM-22	I	07227	2423
46	PP29	I			117	GI-9	II		
47	GM1-61	II			118	PP75	II		
49	GM1-62	II	05305-3129	1	119	PP76	II		
51	GM1-17	I			120	PP77	II		
51	PP32	I			121	PP78	I	08189	3602
52	PP33	II			122	GM1-23	I	08513	4201
53	NGC1999	II			123	[10]	I	11072	7727
54	GM1-39	II	05345-3157		124	PP79	II		
55	GM1-40	II	05355-3030	1	125	GM2-9	II		
56	PP37	II	05358-0704	2	126	PP81	II	15420	3408
57	PP38	II	05363-2620	3	127	G3-4	I		
58	PP39	II	05369-0728	1	128	PP82	II		
59	GM1-63	II	05369-0037	3	129	GM1-47	II		
60	GM1-64	II	05373-2349	1	130	GM1-48	II	16316	1540
61	GM1-65	II	05375-340	1	131	GM1-24	I	17136	3617
62	GM1-66	II			132	GM1-25	I		
63	PP41	II			133	GI-10	I	17181	4105
64	PP42	III			134	GI-11	I		
65	PP43	II			135	GM1-74	I	18074	2350
66	PP44	IIIa	05435-0015	1	136	GM1-9	III		
68	PP45	II	05451-0037	1	137	G3-5	I	18154	1651
69	PP46	I			138	GM1-75	II	18162	2008
70	GM1-67	II			139	GI-12	I		
71	GM1-18	I			140	GM1-49	II		
72	GM1-68	II			141	GM1-50	II	18265	0028
73	GM1-1	III			142	GM1-56	IIa	18391	0805
74	PP48	II			143	NGC6729	I	18385	3701

Продолжение таблицы 2

144	G3-6	I	—	—	162	G2-5	I	21023+5002	2
145	GM1-76	—	—	—	163	PP100	—	—	—
146	G2-3	I	—	—	164	G3-7	III	—	—
147	PP88	I	19266+0932	1	165	GM1-51	II	21209+4639	3
148	GM1-26	I	19403+2258	1	166	GM1-31	I	—	—
149	GM2-10	—	19433+2743	1	167	GM2-14	I	—	—
150	GM1-77	—	20106+3545	1	168	GM1-12	III	—	—
151	GM1-27	I	20183+3700	1	169	GM1-52	II	—	—
152	GM1-28	I	—	—	170	GM1-53	II	—	—
153	PP92	IIa	20220+4202	—	171	GM1-57	IIa	21418+6552	1
154	GM1-10	III	20222+3541	—	172	GM1-32	I	22051+5848	1
155	GM1-11	III	—	—	173	PP103	IIa	—	—
156	PP95	Ia	—	—	174	GM1-78	—	22336+6855	—
156a	—	IIa	—	—	175	GM2-14	—	22551+5139	1
157	GM1-29	I	20453+6746	1	176	G1-i3	—	22570+5912	1
159	GM1-30	I	—	—	177	GM1-79	—	—	—
159	PP98	III	—	—	178	G3-8	I	—	—
160	PP99	III	—	—	179	GM2-15	—	—	—
161	GM1-54	II	21015+5918	—	180	PP106	—	23561+6609	—

(восьмерки), III—в виде дуги. В четвертом столбце приводятся названия ИК источников из [1], в пятом столбце—определенный нами вид ИК источников, согласно [3].

Из табл. 2 видно, что из 165 объектов CLN с ИК источниками связаны 82, то есть примерно 50%. В [1] есть данные также относительно степени переменности ИК источников. Более 50% переменности наблюдается у ИК источников, связанных со следующими объектами CLN: 29, 41, 68, 77, 90, 143, 157, 162, 171. Из этих объектов CLN 157 (GM1-29) и CLN 143 (NGC 6729)—известные переменные кометарные туманности. Другая переменная кометарная туманность, NGC 2261 (CLN 102) связана с ИК источником с переменностью в 9%, однако известно, что в последнее время этот объект в оптике почти не изменялся. Что касается остальных 7 объектов из этого списка, то представляет интерес исследовать их в оптике для обнаружения переменности. Из перечисленных выше 9 переменных ИК источников 4 относятся к виду 1 и 5—к виду 2, доля источников вида 2 (то есть типа Т Тельца) в этой выборке в 2.5 раза больше, чем среди всех ИК источников, связанных с объектами CLN.

**3. Тесные системы типа Трапеции.** Это системы, проектирующиеся на темные туманности и имеющие малые размеры, список этих систем впервые приведен в [11]. Эти системы могут быть связаны с областями звездообразования. Ниже приводится табл. 3, в которой в первом столбце даны номера трапеций, во втором и третьем—их координаты, в четвертом—связанные с трапециями ИК источники, в пятом—вид ИК источников, согласно [3].

Таблица 3

1	0h55m50s	56° 12'	00557+5612	—
2	4 36 57	25 58	04368+2557	1
3	5 55 33	—14 06	05555 1405	3
4	6 01 10	—9 46	06010-0943	1
5	6 28 24	10 28	06283+1028	—
6	7 07 00	—10 45	07069-1045	1
7	7 22 40	—24 23	07227-2423	3
8	18 16 29	—21 02	18165-2104	3
9	20 22 12	35 42	20222+3541	—
10	20 56 31	43 42	—	—
11	22 14 55	60 34	22148+6033	3
12	22 55 06	62 22	22551+6221	1

Из табл. 3 видно, что из 12 систем с НК источниками связаны II, то есть более 90%.

4. Компактные яркие туманности, проектирующиеся на большие туманности. Это объекты, которые могут быть как отражательными туманностями, так и компактными областями H II, в обоих случаях они интересны, так как в них находятся яркие звезды, погруженные в большие туманности. В табл. 4 в первом столбце помещены номера объектов [12, 8], во втором и третьем — координаты объектов, в четвертом — связанные с объектами НК источники, в пятом — вид НК источников согласно [3].

Таблица 4

1	5°37'46"	35 48	0 377-3518	—
2	5 37 49	35 49	—	—
3	6 35 37	1 35	06355-0134	1
4	19 41 00	23 10	19411-2305	1
5	20 15 18	38 50	20153-38 0	—
6	20 16 00	39 11	20160-39 11	—
7	20 30 21	40 02	20305-4005	1
8	22 45 42	57 52	22457-5751	—
9	22 55 00	62 23	22551-6221	1
10	23 50 36	60 12	23504-6012	1

Как видно из таблицы, все 9 объектов (первые два объекта попадают в тот же квадрат с площадью 16 мин<sup>2</sup>) связаны с НК источниками, причем источники, для которых удалось определить вид согласно [3], все оказались вида 1, то есть типа НК источников, связанных с малерями воды.

Проведем сравнение НК источников из приведенных выше четырех таблиц. В табл. 5 приведены данные об этих четырех видах объектов. В первом столбце приводится вид объектов. Во втором — доля объектов (в процентах), связанных с НК источниками, как видно из таблицы, этот процент очень высокий для всех четырех видов объектов. Затем приводится количество НК источников, которые можно подвергнуть классификации [3] (третий столбец таблицы). В четвертом, пятом и шестом столбцах таблицы приводится доля (в процентах) НК источников, относящихся соответственно к видам 1, 2 и 3. В седьмом столбце приводится доля НК источников, не вошедших ни в один из трех видов. Нам кажется, что этот процент не очень высокий и классификацию можно считать удовлетворительной. Общее число объектов, не вошедших ни в один из трех видов, — 18. Если исключить уже упомянутые выше объекты, связанные с HII 37 и 77, то останется 16 источников. Для всех этих 16 источников величины  $R_{12}$ ,  $R_{23}$  и  $R_{31}$  попадают в довольно узкие интервалы:  $R_{12} = (-0,3 \div 0,1)$ ,  $R_{23} = (0,38 \div 0,87)$ ,  $R_{31} = (0 \div 0,28)$ , причем интервал для  $R_{12}$  соответствует виду 2, для  $R_{23}$  — виду 1, а для  $R_{31}$  — обоим видам. Возможно, эти 16 источников занимают промежуточное положение между видами 1 и 2.

В последнем столбце табл. 5 указана доля (в процентах) НК источников, которые попадают в квадрат со стороной в 2' и с центром на данном объекте. Из данных таблицы видно, что большинство НК источников попадает в этот квадрат, что свидетельствует в пользу наличия физической связи между объектами и НК источниками (не исключены также совпадения некоторых объектов и НК источников, так как точность определения координат НК источников 0,5-1'). Как и ожидалось, максимальная доля НК источников вида 2 у объек-

Таблица 5

HHL	45%	29	59%	10%	14%	17%	69%
CLN	50	76	49	23	14	14	70
Трап.	92	11	37	0	36	27	70
Ярк. Т.	100	7	71	0	0	29	60

тов CLN (как известно, многие кометарные туманности связаны со звездами типа Т Тельца).

Авторы выражают благодарность академику В. А. Амбарцумяну за постоянный интерес к работе.

30 апреля 1988 г.

Ա. Լ. ԳՅՈՒԼԲՈՒԴԱԳՅԱՆ, Ռ. ՇՎԱՐՑ, Ֆ. Ս. ՆԱԶԱՐԵՏՅԱՆ

ԻՆՖՐԱԿԱՐՄԻՐ ԱՂՅՈՒՐՆԵՐԻ ԿԱՊԻ ՄԱՍԻՆ ԱՍՏՂԱՌԱՋԱՅՄԱՆ ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐՈՒՄ ԳՏԵՎՈՂ ՕՐՅԵԿՏՆԵՐԻ ՀԵՏ

Ուսումնասիրված է IRAS-ի կետային աղբյուրների կատալոգի աղբյուրների կապը չորս տիպի օբյեկտների հետ (հիմնականում գտնված Բյուրականում), որոնք հանդիպում են աստղառաջացման տիրույթներում: Ստացվել է, որ այդ օբյեկտների կեսը կամ ավելին կապված են ինֆրակարմիր (ԻԿ) օբյեկտների հետ.

1. Հերրիգ-Արոյին նման օբյեկտները (HHL),
2. Գիսավորածև միգամածությունները և նման օբյեկտները (CLN),
3. Սեղմ սեղանածև համակարգերը,
4. Պայծառ կոմպակտ միգամածությունները:

Ցույց է արված, որ շատերը այն օբյեկտներից, որոնք կապված են ԻԿ աղբյուրների հետ, կարող են ուղղակի համընկնել այդ աղբյուրների հետ, քանի որ հեռավորությունները այդ օբյեկտների և ԻԿ աղբյուրների միջև ավելի փոքր են, քան ԻԿ աղբյուրների կոորդինատների որոշման ճշտությունը:

Ուսումնասիրված է նաև որոշ HHL օբյեկտների հետ կապված, ԻԿ աղբյուրների կապը ջրի մագներների հետ, ինչպես նաև գիսավորածև միգամածությունների հետ կապված ԻԿ աղբյուրների փոփոխականությունը:

A. L. GYULBUDAGHIAN, R. SCHWARTZ, F. S. NAZARETIAN

ABOUT THE CONNECTION OF IR SOURCES WITH THE OBJECTS, SITUATED IN THE REGIONS OF STAR FORMATION

The connection of sources from the IRAS Point Source Catalogue with the objects (the majority of which were discovered in Byurakan), situated in the regions of star formation, was investigated. It was obtained that many of the cometary nebulae are connected with stars of the T Tauri type.

ined that half or more of these 4 types of objects are spatially tightly connected with IR sources:

1. the objects which look like Herbig-Haro objects (HH);
2. cometary and cometary-like nebulae (CLN);
3. trapezium-like tight systems;
4. bright compact nebulae.

It is shown, that many of these connected with IR sources objects can just coincide with IR sources, because the distances between objects and IR sources are less than the accuracy of the coordinates of IR sources.

The connection of some IR sources (connected with HH objects with H<sub>2</sub>O masers, and variability of IR sources connected with cometary nebulae is also investigated.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. IRAS Point Source Catalog, 1985. Joint IRAS Science Working Group, Washington, D. C.
2. A. L. Gulybudagian, L. F. Rodriguez, F. Mendoza-Torres, Rev. Mex. Astro. and Astrophys., 15, 53, 1987.
3. J. Winterfoot, C. Walmsley, Astron. and Astrophys., 168, 217, 1986.
4. Э. С. Пархамян, В. М. Петросян, Сообщ. Бюраканской обсерв., 51, 3, 1979.
5. А. Л. Гюльбудаян, Т. Ю. Маликян, Письма в АЖ, 3, 113, 1977.
6. А. Л. Гюльбудаян, Т. Ю. Маликян, АИ № 953, 1977.
7. А. Л. Гюльбудаян, Письма в АЖ, 8, 222, 1982.
8. А. Л. Гюльбудаян, АИ № 1224, 1982.
9. А. Л. Гюльбудаян, Астрофизика, 21, 185, 1984.
10. R. D. Schwartz, K. G. Henize, Astron. J., 88, 1115, 1973.
11. А. Л. Гюльбудаян, в сб. «Вспыхивающие звезды и родственные объекты», под ред. Л. В. Мирзояна, Ереван, 1986, с. 250.
12. А. Л. Гюльбудаян, Т. Ю. Маликян, ДАН АрмССР, 64, 104, 1977.

Э. С. ПАРСАМЯН

## ПЕРЕМЕННОСТЬ ЭМИССИОННОЙ ЛИНИИ $H_{\alpha}$ У ЗВЕЗД АССОЦИАЦИИ ОРИОНА

Приводятся наблюдательные данные о характере переменности эмиссионной линии  $H_{\alpha}$  и прилегающего непрерывного спектра у 68 звезд ассоциации Ориона. В большинстве приведенных примеров наблюдается вспышка в линии  $H_{\alpha}$ . Можно допустить, что звезды, у которых наблюдаются постоянные изменения в линии  $H_{\alpha}$  и в непрерывном спектре, являются звездами типа Т Тельца. В тех случаях, когда линия  $H_{\alpha}$  наблюдается лишь во время вспышки, звезда, по-видимому, уже вышла из стадии Т Тельца.

В ассоциации Ориона встречаются звезды, имеющие характерные для типа Т Тельца спектры, и большое количество звезд, относительно которых нам известно, что у них наблюдается RW-активность (переменность типа RW Возничего). Все эти звезды, в сущности, объединяются под общим названием—орионовы переменные—INS.

Благодаря работе Аро [1] стало известно, что значительное количество звезд ( $N=255$ ) в области туманности Ориона имеют в спектре линию  $H_{\alpha}$  в эмиссии. В этой же работе было обращено внимание на тот интересный факт, что у большинства этих звезд (66%) линия  $H_{\alpha}$  меняет свою интенсивность, происходят медленные и быстрые изменения, в том числе и вспышки в линии  $H_{\alpha}$ .

Как показал Аро [1], при быстрых вспышках появляется эмиссия в  $H_{\alpha}$ , а если она имелась в нормальном спектре, то усиливается, иногда без заметного изменения прилегающего непрерывного спектра. В случае медленных вспышек сильно изменяется и непрерывный спектр.

Большинство орионовых переменных с переменной  $H_{\alpha}$  линией с большой вероятностью можно отнести к звездам типа Т Тельца, находящимся в различной эволюционной стадии. У многих типичных звезд типа Т Тельца также наблюдается переменность эмиссионных линий, такое же явление наблюдается у некоторых ядер кометарных туманностей.

Как показал Амбарцумян [2], среди звезд типа RW Возничего в ассоциации Ориона не менее четверти являются вспыхивающими. Действительно, дальнейшие наблюдения и их анализ позволили сделать вывод о том, что процент вспыхивающих звезд среди переменных с амплитудой вспышки  $\geq 1^m$  близок к 40, а среди переменных с амплитудой  $\geq 2^m$ —к 60. Отсюда следует, что чем выше RW-активность, тем выше процент вспыхивающих среди них [3]. В этой же работе показано, что среди вспыхивающих звезд около 10% обладают RW-активностью.

Просмотр всего спектрального материала за 1955—1981 гг. (150 ч) обсерватории Тонантинтла показал, что у звезд в области туманности Ориона сильно выражена нестационарность. Это относится как к переменности в непрерывном спектре звезд (от  $6 \cdot 100 \text{ \AA}$  до  $H_{\alpha}$ ), так и к переменности интенсивности  $H_{\alpha}$  у эмиссионных звезд [4].

Наблюдательный материал, использованный Аро, охватывал период 1949—1952 гг. За этот промежуток времени 87 звезд из 255, найденных им, не показали изменения в интенсивности  $H_{\alpha}$ , однако, в течение 1955—1981 гг. у 54 из этих звезд интенсивность эмиссионной линии  $H_{\alpha}$  изменилась.

Среди 458 звезд с  $H_{\alpha}$  в эйссени в области Ориона из каталога [4] у 90% звезд обнаружено, или, по крайней мере, заподозрено изменение интенсивности линии  $H_{\alpha}$ . За период наблюдений 10% звезд не показали изменений в линии  $H_{\alpha}$ , хотя не исключено, что более длительные наблюдения могут обнаружить переменность и у них.

Среди  $H_{\alpha}$ -звезд особый интерес представляли те звезды, у которых наблюдались внезапные повышения интенсивности  $H_{\alpha}$ , т. е. вспышки в  $H_{\alpha}$ . При этом речь идет о повышении интенсивности по отношению к непрерывному спектру, так как имеющийся материал позволял делать абсолютных оценок.

К вспышкам в  $H_{\alpha}$  мы отнесли лишь те случаи внезапного повышения интенсивности, когда в течение одной ночи по нескольким спектрам можно наблюдать изменение в интенсивности линии.

Кроме того, у многих звезд в этой области наблюдается быстрое изменение как интенсивности, так и формы непрерывного спектра, т. е. происходит перераспределение энергии в непрерывном спектре.

Остановимся более подробно на быстрых изменениях линии  $H_{\alpha}$  и прилегающего непрерывного спектра отдельных звезд области Ориона.

Используя наблюдательный материал обсерватории Тонантинитла.

Номер звезды дан по каталогу Парсамин-Чашира (РС) [4]. Оценка интенсивности  $H_{\alpha}$  по пятибалльной оценке Аро [1].

31.16.XII.1974.  $H_{\alpha}$  = 3, нет заметного непрерывного спектра, экспозиция 60".

16.I.1975.  $H_{\alpha}$  = 3, появился непрерывный спектр, экспозиция 180".

33.3.II.1956.

UT	$H_{\alpha}$
1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	2
2 52	4

35.  $H_{\alpha}$  обнаружена только на пластинках за 2.II.1956 г.

UT	$H_{\alpha}$
1 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	2
2 43	2

36. UZ Ori, INS, UVN. Наблюдаются изменения  $H_{\alpha}$  и непрерывного спектра.

38. P 1041.  $H_{\alpha}$  наблюдалась только в течение быстрой вспышки, непрерывный спектр без заметных изменений.

39. HS Ori, INST. 7.II.1956 г. непрерывный спектр ослабел, без заметного изменения в интенсивности  $H_{\alpha}$ .

42.  $H_{\alpha}$  наблюдалась только 17.I.1963 г. на первой пластинке за ночь, непрерывный спектр несколько усилён.

50. На пластинках за 1963, 1970 гг. у звезды не наблюдалась  $H_{\alpha}$ , она наблюдалась в 1956 и 1961 гг.

51. BS Ori, INSB. Наблюдается изменение формы непрерывного спектра.

58. 20.I.1963 г. По-видимому, быстрая вспышка.

59. VU Ori, INST. У звезды прежде постоянно наблюдалась сильная эмиссия Н<sub>α</sub>=5. В 1977 г. линия Н<sub>α</sub> полностью исчезла, а уже на пластинках, полученных в 1980—1981 гг. снова появилась слабая эмиссия в Н<sub>α</sub>. На каждой пластинке, снятой в 1963 г. было два или три спектра с экспозицией 30 мин каждый.

64. V 726, UVN. 18.I.1963 г.

UT	Н <sub>α</sub>	
5 <sup>h</sup> 02 <sup>m</sup>	3	Слабый непрерывный спектр.
5 32	0	Непрерывный спектр исчез.

26.I.1963

4 05	5	Непрерывный спектр без
4 35	3	изменений.

65. Н<sub>α</sub> наблюдалась только 17.I.1963 г.

UT	Н <sub>α</sub>	
1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	0	Непрерывный спектр усилен.
2 09	3	Непрерывный спектр очень ослабел.

77. У звезды наблюдается изменение непрерывного спектра.

80. V 468, INS. 18. I.1963 г.

UT	Н <sub>α</sub>	
5 <sup>h</sup> 00 <sup>m</sup>	0	Непрерывный
5 30	2	спектр
6 00	3	без изменений.

82. SU Ori, INST, UVN (рис. 1).

16.I.1963 Н<sub>α</sub>=3(2) Длинный непрерывный спектр.

17.I.1963 Н<sub>α</sub>=3 Непрерывный спектр укоротился.

18.I.1963

UT	Н <sub>α</sub>	
1 <sup>h</sup> 33 <sup>m</sup>	4	Непрерывный спектр укоротился без изменения интенсивности.
2 03	4	— " — " — "
43	4	Непрерывный спектр без изменения.
3 13	4	" — " " — "
51	4	Непрерывный спектр изменил форму, стал равномерным и длинным.

19.I.1963

1 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	5	Непрерывный спектр укорачивается.
2 02	5	" — " " — "
44	5	Непрерывный спектр без изменения.
3 14	5	" — " " — "
54	4	" — " " — "
4 24	4	" — " " — "

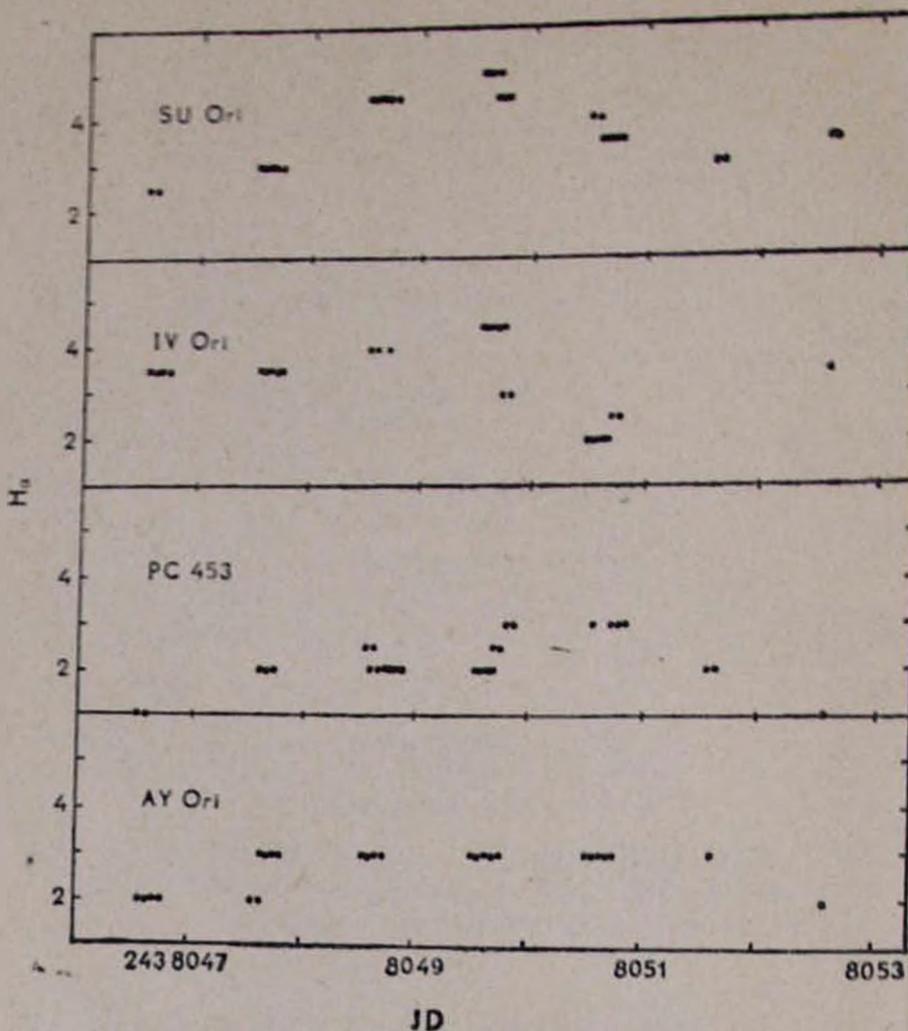


Рис. 1. Изменения линии  $H_{\alpha}$  у звезд SU Ori, IV Ori, PC453, AY Ori

20.I.1963

1	36	4	Непрерывный спектр как накануне.
2	06	4	
3	22	3	• — •
	52	3	• — •

21.I.1963

2	18	3	Непрерывный спектр слабеет.
	48	3	• — •

22.I.1963

2 37 4 Непрерывный спектр сильно повысил интенсивность.

89. Вспышка наблюдалась 18.I.1963 г.

UT	H $\alpha$
3 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	3
4 22	0

100. IM Ori, INS.  
26.I.1963

UT	H $\alpha$
4 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	4
4 35	3(2)

117. P 1458. Вспышка наблюдалась 17.I.1963 г.

UT	H $\alpha$	
1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	0	Непрерывный спектр в норме.
2 09	2	Непрерывный спектр ослабел.

118. IR Ori, IN.

16.I.1963 H $\alpha$ =2 Непрерывный спектр без заметного изменения.  
17.I.1963 H $\alpha$ =4 — —

121. P 1475.

16.I.1963 H $\alpha$ =5 Сильный непрерывный спектр.  
17.I.1963 H $\alpha$ =3 Непрерывный спектр сильно уменьшается.

123.

27.IX.1970 Звезды нет на пластинке, экспозиция 30<sup>m</sup>.  
28.IX.1970 H $\alpha$ =4 Есть непрерывный спектр, экспозиция 120<sup>m</sup>.

131. IV Ori, IN (рис. 1).

16.I.1963 H $\alpha$ =3 Непрерывный спектр—ниточный.  
17.I.1963 H $\alpha$ =4 Непрерывный спектр усилился.

UT	H $\alpha$	
1 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	4	Непрерывный спектр усилился.
2 10	4	„ — „

18.I.1963 H $\alpha$ =4 Непрерывный спектр повысил свою интенсивность в 2.5 раза.

19.I.1963

UT	H $\alpha$	
1 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	4	Непрерывный спектр ослабел, стал тоньше.
2 02	4	„ — „

2 44	4	. — .
3 14	4	. — .
3 54	4	Непрерывный спектр укорачивается.
4 24	4	. — .
5 03	4	. — .
5 33	4	. — .
6 12	3	. — .
6 44	3	. — .

20.I.1963

1 <sup>35</sup> <sup>m</sup>	2	Непрерывный спектр ослабел.
2 06	2	. — .
3 22	2	. — .
3 52	2	. — .
5 03	3	. — .
5 33	2	. — .
6 45	3	Непрерывный спектр усилился.
7 15	3	. — .

22.I.1963

2 37	4	Сильный непрерывный спектр.
------	---	-----------------------------

26.I.1963

4 05	3	. — .
------	---	-------

В звезде 18.1 произошла вспышка, которая сочетается с переменностью типа RW Возничего.

132. XX Ori, INSB.

2.XI.1956

UT	H <sub>2</sub>	
1 <sup>35</sup> <sup>m</sup>	3	Непрерывный спектр яркий и длинный.
2 43	4	Непрерывный спектр ослабел.

140. P 1564. H<sub>2</sub> наблюдалась лишь 3.XII.1970 г.

157. V 774, UVN.

2.II.1956

UT	H <sub>2</sub>	
1 <sup>35</sup> <sup>m</sup>	0	Непрерывный спектр тонкий и длинный.

3.II.1956

1 39	2	
2 52	0	Непрерывный спектр укоротился.

158. УУ Ori, INST. У этой звезды, в наблюдаемую эпоху H, имела наименьшую оценку 5, несмотря на появление и исчезновение красной абсорбционной компоненты у H. [5]. Это, по-видимому, не влияет на общую интенсивность линии.

159. P 1622. H<sub>2</sub> наблюдалась только во время двух вспышек.

18.I.1963

UT	H <sub>α</sub>
3 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup>	2
4 22	0

29.I.1963

0 48	0
1 18	2

160. V 400

2.II.1956

UT	H <sub>α</sub>
1 <sup>h</sup> 35 <sup>m</sup>	3 Короткий непрерывный спектр.
2 43	3 Непрерывный спектр стал длиннее и слабее.

3.II.1956

1 39	3 Непрерывный спектр вытянулся.
2 52	4 Спектр укоротился и усилился.

185. 18.I.1963

19.I.1963

У звезды не наблюдается H<sub>α</sub>.

UT	H <sub>α</sub>
1 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	2 Непрерывный спектр без заметных изменений.
2 02	3
2 44	2
3 14	0
3 54	2
4 14	2

20.I.1963

1 36	0
3 22	2
6 45	0

188. P1721. 2.11.1956г. (60<sup>m</sup>×2). У звезды не наблюдается H<sub>α</sub>.

3.11.1956

UT	H <sub>α</sub>
1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	3 Непрерывный спектр слабый.
2 52	0 Непрерывный спектр усилился.

Возможно, что линия H<sub>α</sub> залита непрерывным спектром и поэтому не наблюдается.

191. P 1734. У звезды происходят изменения непрерывного спектра. Временами наблюдается H<sub>α</sub> порядка 2—3.

6. XII. 1961, H<sub>α</sub>=2, Экспозиция 60<sup>m</sup>.7. XII. 1961, H<sub>α</sub>=5, Экспозиция 150<sup>m</sup>.

9. XII. 1961.  $H_{\alpha}=0$ . Экспозиция 180<sup>m</sup>.

197. V 481. IN.

28. IX. 1970.  $H_{\alpha}=0$ .

3. XII. 1970.  $H_{\alpha}=2$ .

4. XII. 1970.  $H_{\alpha}=3$ .

Непрерывный спектр без изменений.

198. V 555. IN. В течение 16.1.—26.1.1963 г. звезда уменьшила интенсивность непрерывного спектра.

200. V 482. IN. На всех пластинках за 1956, 1963, 1970 гг.  $H_{\alpha}=0$ , только 7.II.1956 г.  $H_{\alpha}=3$ , непрерывный спектр повысил яркость.

203. У звезды 19.1.1963 г. произошла вспышка в  $H_{\alpha}$ .  
19.1.1963

UT	$H_{\alpha}$
----	--------------

1 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	3
--------------------------------	---

2 02	2
------	---

2 44	0
------	---

236. V 412. IN. Звезда слабая, нет непрерывного спектра.  
 $H_{\alpha}=3$ .

238. V 591. IN.

28.IX.1970.  $H_{\alpha}=4$ , непрерывный спектр в норме.

3.XII.1970,  $H_{\alpha}=5$ , непрерывный спектр усилен.

4.XII.1970,  $H_{\alpha}=4$ , непрерывный спектр в норме.

257. 8.II.1961 г. на пластинке с экспозицией 150<sup>m</sup>,  $H_{\alpha}=4$ , нет следа непрерывного спектра, в другие эпохи  $H_{\alpha} \sim 2-3$ .

266. AL Ori, INSB.

26.1.1963

UT	$H_{\alpha}$
----	--------------

4 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup>	0	Непрерывный спектр без заметного изменения.
--------------------------------	---	---

4 35	4	
------	---	--

287. P 2109. Звезда переменная, непрерывный спектр изменяется до полного исчезновения.

303. AO Ori, INST.

3.II.1956

UT	$H_{\alpha}$
----	--------------

1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	2
--------------------------------	---

2 52	3	Непрерывный спектр и $H_{\alpha}$ усилились.
------	---	--

318. OF Ori, IN. Наблюдается изменение линии  $H_{\alpha}$  и непрерывного спектра.

339. 16.1.1963 Звезды нет на пластинках.

17.1.1963

UT	$H_{\alpha}$
----	--------------

1 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	2	Сильный непрерывный спектр.
--------------------------------	---	-----------------------------

2 10	4	Непрерывный спектр незамстен.
3 13	2	Непрерывный спектр усилился.
3 43	2	
4 22	3	Непрерывный спектр ослабел.
5 30	3	Непрерывный спектр пропал.
6 00	2	

18.I.1963 г. На пластинке лишь след звезды.

352. У звезды происходит изменение как интенсивности H $\alpha$ , так и непрерывного спектра, вплоть до полного его исчезновения.

357. P 2322. 3.II.1956. Экспозиция 60<sup>m</sup>.

UT	H $\alpha$
1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	1
1 52	2

362. 16.I.1963

1 59	4
2 29	2
3 11	1

17.I.1963

1 40	3	Нет непрерывного спектра.
3 13	2	Непрерывный спектр расплывчатый.
3 43	4	Непрерывный спектр ниточный.
4 22	3	Непрерывный спектр еле заметен.

364. OY Ori, INS. 2.II.1956, H $\alpha$ =2, 3.II.1956, H $\alpha$ =1, непрерывный спектр значительно повысил свою интенсивность и залил H $\alpha$ .

365. AW Ori, INS. В течение нескольких дней происходит сильное изменение непрерывного спектра.

368. UVN. 3.II.1956. Экспозиция 60<sup>m</sup>.

UT	H $\alpha$	
1 <sup>h</sup> 39 <sup>m</sup>	2	Непрерывный спектр укороченный.
2 43	0	Непрерывный спектр удлинился.

377. AV Ori, IN. (рис. 1).

16.I.1963 г. H $\alpha$ =2. Слабый непрерывный спектр.

17.I.1963

UT	H $\alpha$	
1 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>	2	Непрерывный спектр изменил форму, стал тоньше и длиннее.
2 10	2	„ — „
3 13	3	„ — „
3 43	3	„ — „
4 22	3	Спектр укоротился.
4 52	3	„ — „

18.I.1963, H<sub>1</sub> = 3. Спектр снова удлинился.

19.I.1963, H<sub>1</sub> = 3. Непрерывный спектр слабый и короткий.

20.I.1963. Интенсивность непрерывного спектра увеличилась в 2,5—

3 раза.

1 36	3	
2 05	3	
3 22	3	
3 52	3	
5 03	3	
5 33	3	
6 45	3	Непрерывный спектр удлиняется и становится тоньше.

21.I.1963 3 Непрерывный спектр ослабел.

22.I.1963 2 . . .

26.I.1963 2 . . .

29.I.1963 2 . . .

379

18.I.1963

UT	H <sub>1</sub>	
3 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>		Звезда слабая, на пределе чувствительности пластинки.
5 02	3	Появился непрерывный спектр.
5 32	2	Слабый след непрерывного спектра.
6 11	2	
6 41	—	Звезда ослабела, не видна на пластинке.

389. Объект диффузной формы, очень похож на объект III на инфракрасных пластинках без сгущения. На Паломарских картах хорошо виден в красных лучах и незаметен в синих. На ряде пластинок хорошо видна линия H<sub>1</sub> ~ 2—3, без непрерывного спектра, объект переменный.

391. V 833, UYN. H<sub>1</sub> наблюдалась во время вспышки [6] и редко вне.

394. V 951, INST. Наблюдается изменение распределения непрерывного спектра, он становится более равномерным.

396. P 2395. 4.II.1956 г. У звезды появилась H<sub>1</sub> = 2 без заметного изменения интенсивности непрерывного спектра. Других наблюдений H<sub>1</sub> у нас нет.

403. 28.IX.1970

UT	H <sub>1</sub>
7 <sup>h</sup> 09 <sup>m</sup>	4

3.XII.1970

6 47	4	Слабый непрерывный спектр.
------	---	----------------------------

4.XII.1970

6 19	2	Непрерывный спектр усилился.
------	---	------------------------------

404. 1.XII.1956 H<sub>1</sub> = 0.

2.XII.1956

UT	H <sub>α</sub>	
3 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	3	Непрерывный спектр уменьшился.
5 06	0	

442. V 874, UVN. В нормальном минимуме имеет в спектре Н<sub>α</sub> = 2—3 [7]. На пластинках от 28.IX.1970 г. UT=7<sup>h</sup>07<sup>m</sup>, H<sub>α</sub>=5 с очень слабым непрерывным спектром, в 9<sup>h</sup>19<sup>m</sup>—только след звезды, по-видимому, быстрая вспышка.

453. Эта звезда в каталоге [4] неправильно отождествлена с V592 Ori, с другой стороны, судя по ее переменности, возможно, именно ее обнаружили Розино и Киан [8], но неправильно отметили на своих картах. Данные о ней были приведены нами ранее в [6], приведем ее изменения в более полном виде (рис. 1,2).

16.I.1963

UT	H <sub>α</sub>	
1 <sup>h</sup> 59 <sup>m</sup>	0	Непрерывный спектр в норме.
2 29	0	" — "
3 11	0	" — "
4 25	0	Непрерывный спектр усилился.

17.I.1963

1 40	1	Непрерывный спектр сильнее, чем накануне.
2 10	1	" — "
3 13	2	Непрерывный спектр усиливается.
43	2	Непрерывный спектр без изменения.

18.I.1963

1 33	3	Непрерывный спектр сильнее, чем накануне,
2 03	3	" — "
43	2	Непрерывный спектр усилился.
3 13	2	" — "
51	2	Непрерывный спектр еще более усилился.
4 21	2	" — "
5 30	2	Непрерывный спектр не изменился.
6 00	2	" — "
30	2	" — "

19.I.1963

1 33	2	Непрерывный спектр сильнее, чем накануне.
2 03	2	" — "
44	2	" — "
3 14	2	" — "
54	2	" — "
4 24	2	" — "
5 03	2	" — "
33	2	" — "
6 12	3	Непрерывный спектр слабеет.
42	3	" — "

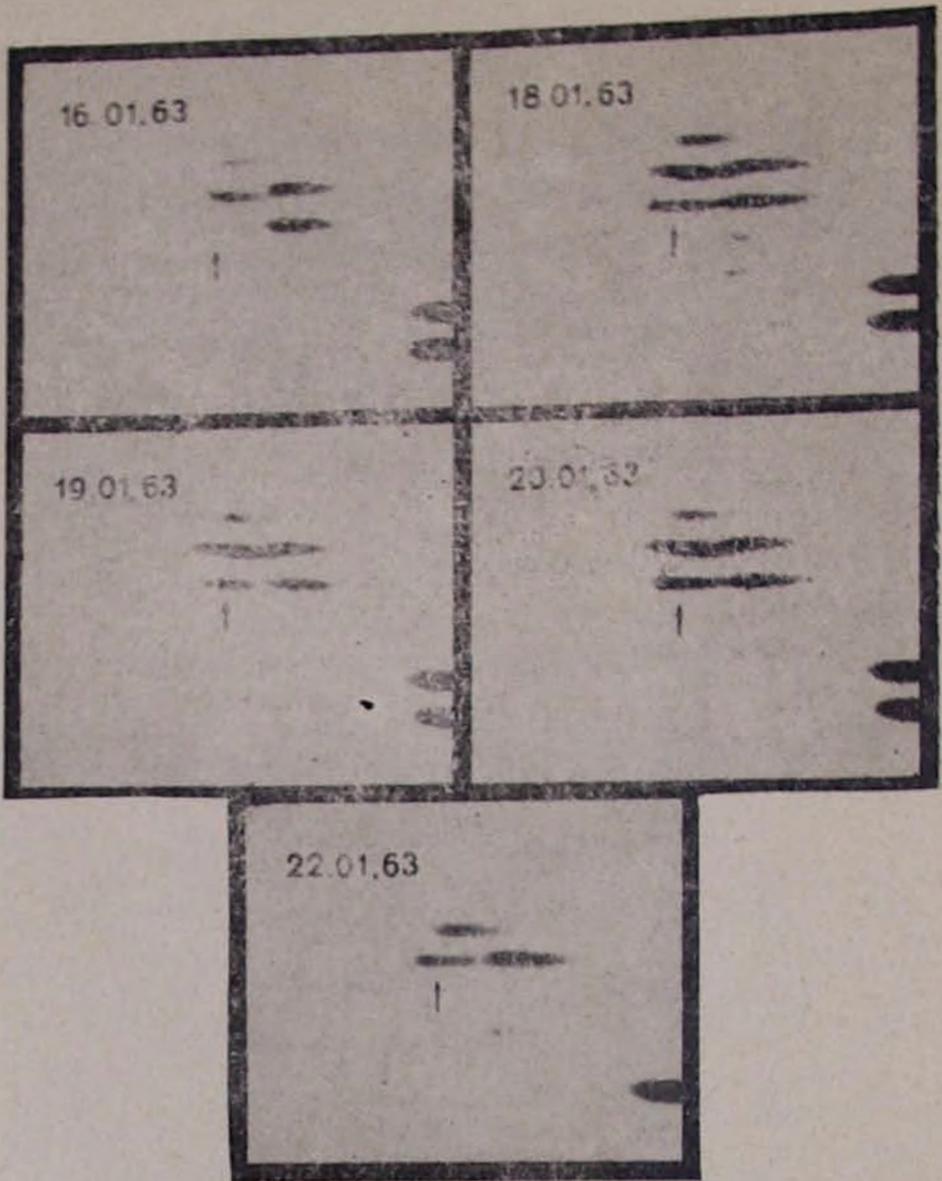


Рис. 2. Изменение спектра звезды ГС 451 за 16–22. I. 1963 г.

20. I. 1963

1	36	3	Непрерывный спектр слабеет.
6	03	3	
	45	3	Непрерывный спектр очень медленно ослабевает.
7	15	3	

21.1.1963

2 18	2
48	2

22.1.1963

2 37 1 Непрерывный спектр резко ослабел, почти в норме.

465. У звезды наблюдаются изменения как непрерывного спектра, так и H<sub>α</sub>.468. 18.1.1963 H<sub>α</sub>=2.

19.1.1963

UT	H <sub>α</sub>	
1 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup>	2	Непрерывный спектр усилился.
2 02	3	
44	2	
54	3	Непрерывный спектр стал ровнее.

22.1.1963

2 Непрерывный спектр укоротился.

Такая же переменность наблюдается у звезды и в другие годы, что свидетельствует о ее переменности.

478. H<sub>α</sub> наблюдалась лишь во время вспышки 2.II.1956 г.

486.

H<sub>α</sub>

26.1.1963 4 Очень узкий непрерывный спектр ниточкой.

28.IX.1970 5 Непрерывный спектр укороченный.

4.IX.1970 4 Непрерывный спектр равномерно удлиненный.

506. 3.II.1956. Увеличение яркости H<sub>α</sub>, непрерывный спектр без изменений.510. V 995. В течение 16.1—19.1.1963 г. произошло изменение H<sub>α</sub> от 5 до 0, непрерывный спектр почти не изменился.513. У звезды почти постоянно наблюдается H<sub>α</sub>=5, однако 7.II.1956 г. и 20.1.1963 г. непрерывный спектр укоротился и несколько ослабел, H<sub>α</sub>=3518. 2 и 3.II.1956 г. у звезды H<sub>α</sub>=4, слабый непрерывный спектр, 7.II.1956 г. непрерывный спектр очень усилился, H<sub>α</sub>=5.

Из 538 звезд каталога [4] мы привели примеры переменности линии H<sub>α</sub> и прилегающего непрерывного спектра лишь для 12%. Все, или почти все эти звезды переменные и изменение интенсивности непрерывного излучения в ультрафиолетовой области отражается не только на интенсивности линии H<sub>α</sub>, но также на спектральном составе длинноволнового излучения. Так, в некоторых случаях заметно изменение распределения энергии непрерывного излучения. Звезда за короткий промежуток времени меняет распределение в непрерывном излучении и становится более «голубой». Такие изменения наблюдаются и у известных звезд типа Г Тельца. Можно с большой уверенностью сказать, что в области ассоциации Ориона звезды, у которых наблюдаются постоянные изменения в линии H<sub>α</sub> и в непрерывном спектре, являются звездами типа Г Тельца. В некоторых случаях линия H<sub>α</sub> наблюдается

лишь во время вспышки звезды. По-видимому, эти звезды уже вышли из стадии T Тельца.

Наблюдения показывают, что в некоторых случаях линия H $\alpha$  наблюдается без заметных изменений в течение многих лет, и затем исчезает и снова возникает, как в случае звезды VV Ori. Это говорит о том, что процессом, вызывающие образование оболочки, долгое время могут быть стационарными, и если по какой-то причине истечение из этих звезд меняет свою интенсивность (мощность), то оболочка может изменить свои параметры, рассеяться и возникнуть вновь. Но большей частью наблюдаются непрерывные изменения, которые могут быть свидетельствами нестационарных процессов, связанных с непрерывными вспышками в глубоких слоях фотосферы [9].

25 января 1988 г.

Է. Ս. ՊԱՐՍԱՄՅԱՆ

ՕՐԻՈՆԻ ԱՍՏՂԱՓՅՈՒՄԻ ԱՍՏՂԵՐԻ H $\alpha$  ԼԻՆԻԱՅԻ ԱՅՈՒՆԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆԸ

Բերված են Օրիոնի աստղախմբուի 68 աստղի H $\alpha$  աստղման գծի է մոտակա անընդհատ սպեկտրի փոփոխականության բնույթի վերաբերյալ դիտարկան սիլյաներ: Քննարկված դեպքերի մեծամասնությունում դիտվում են բնկոմներ H $\alpha$  գծում: Կարելի է ենթադրել, որ անընդհատ սպեկտրում է H $\alpha$  գծում փոփոխություններ մշտապես չույց տվող աստղերը հանդիսանում են T Զուլի դասի աստղեր: Ըստ երևույթին, այն աստղերը, որոնց միայն H $\alpha$  գիծը դիտվել է միայն բնկման ժամանակ, արդեն դուրս են եկել T Զուլի փուլից:

E. S. PARSAMIAN

H $\alpha$  EMISSION LINE VARIATION IN THE ORION ASSOCIATION STARS

The observational data on H $\alpha$  emission line and continuous spectra variation for 68 Orion association stars are given. In the most of them the flare in H $\alpha$  line is observed. It is suggested that if the H $\alpha$  and the continuous spectra variation is observed constantly the star is of the T Tau type and is post T Tau type if H $\alpha$  line is observed in emission only during the flare.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. Haro, *Astrophys. J.*, 217, 7, 1951.
2. В. А. Амбарцумян, *Астрофизика*, 6, 31, 1970.

3. Э. С. Парсмян, *Астрофизика*, 22, 87, 1985.
4. Elma. S. Parsamian, E. Chavira, *Bol. Inst. Tonantzintla*, 3, 69, 1982.
5. M. F. Walker, *Astrophys. J.*, 175, 89, 1972.
6. Э. С. Парсмян, *Астрофизика*, 16, 87, 1980.
7. G. Haro, E. Chavira, *Bol. Obs. Tonantzintla*, 32, 59, 1969.
8. L. Rosino, A. Chian, *Contr. Astago Obs.*, 125, 3, 1962.
9. В. А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюраканской обс.* 13, 1954.

РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОЛОС ПОГЛОЩЕНИЯ  
МОЛЕКУЛ СО В ХОЛОДНЫХ ГИГАНТАХ

Рассчитана интенсивность полос поглощения молекул СО на  $\lambda = 2,4$  мкм в спектрах холодных гигантов. Получена зависимость интенсивности этой полосы от количества поглощающих молекул в основу расчета после критического рассмотрения некоторых статистических моделей положена модель Шлаеса и Годсона.

Наблюдения холодных звезд, выполненные как в видимом, так и в инфракрасном диапазонах спектра, показали, что молекулы  $H_2$ ,  $H_2O$ , СО,  $C_2$ , С и другие играют важную роль в формировании спектров, влияют на величину непрозрачности звездного вещества и, следовательно, на строение атмосфер этих звезд. Таким образом, знание содержания молекул в атмосферах холодных звезд необходимо для расчета строения их атмосфер, а также для определения их химического состава, температуры, ускорения силы тяжести.

Основным источником информации о содержании молекул в атмосферах холодных звезд, являются, естественно, их спектры поглощения. В последние годы появилось значительное число работ, посвященных наблюдению этих спектров. Особенно много данных о молекулярных полосах поглощения в атмосферах холодных звезд получено в ближнем инфракрасном диапазоне спектра [1-5]. Эти наблюдения дают представления о сравнительной интенсивности полос поглощения таких молекул, как, например, СО и  $H_2O$  в звездах различных спектральных классов. Установлено, в частности, что интенсивность полос поглощения молекул увеличивается с увеличением светимости звезды. Это обстоятельство дало возможность выполнить анализ состава звездного населения в звездных системах: галактиках и шаровых скоплениях, используя наблюдения инфракрасных полос поглощения молекул СО в интегральном излучении этих звездных систем [6,7].

Важной, не решенной до сих пор проблемой является определение содержания молекул в атмосферах холодных звезд. Наблюдаемые обычно в ближнем ИК диапазоне колебательно-вращательные полосы поглощения молекул состоят из огромного числа линий. Поэтому детальный анализ молекулярных спектров требует привлечения самых мощных, быстродействующих ЭВМ. В то же время невысокая точность определения спектроскопических молекулярных параметров и значительные неопределенности в знании физических условий в звездных атмосферах, делают целесообразным применение трудоемких методов счета от линии к линии. Для построения «молекулярной кривой роста» целесообразно применение более простых методов, развитых для расчета непрозрачности земной атмосферы. Суть этих методов заключается в том, что реальная структура молекулярного спектра заменяется некоторым распределением линий по интенсивности и частоте. В частности, в модели Эльзассера [8] предполагается, что спектр поглощения молекул состоит из равноудаленных друг от друга линий

равной интенсивности, имеющих синусоидальный профиль. В модели Гуди [9] предполагается, что линии равноудалены друг от друга, однако их интенсивность не одинакова, а описывается показательной функцией распределения. Наконец, в модели Пласса [10] и Годсона [11] все линии полагают имеющими одинаковую интенсивность и равноудаленными друг от друга, однако, в отличие от модели Эльзассера, профили линий не имеют синусоидального вида. Все перечисленные выше методы были успешно использованы при решении задач, связанных с переносом излучения в земной атмосфере. При этом рассматривалось, исходя из физических условий в земной атмосфере, лишь истинное поглощение и не учитывалось собственное излучение атмосферы. В применении к звездным атмосферам эти допущения неприменимы. Поэтому, поставив задачу исследования молекулярных спектров холодных звезд, мы используем лишь основные идеи перечисленных выше методов, дополнив их приближенным расчетом переноса излучения.

Характер переноса излучения в атмосферах звезд, в частности, относительный вклад таких процессов, как рассеяние и истинное поглощение, зависит от физических условий в этих атмосферах. Нас интересуют, главным образом, холодные гиганты. В атмосферах этих звезд важную роль играет чистое рассеяние. Исходя из этого, мы будем рассматривать в качестве механизма ослабления излучения в молекулярных полосах лишь чистое рассеяние. Далее, известно, что профиль линии, образовавшийся в атмосфере звезды в результате чистого рассеяния, определяется приближенной формулой:

$$r_v = \frac{1}{1 + \frac{3}{4} k_v N_0}, \quad (1)$$

где  $k_v$  — коэффициент поглощения, (в нашем случае — рассеяния),  $N_0$  — количество рассеивающих молекул в обрабатываемом слое, рассчитанное на единицу поверхности звезды.

Зная профиль линии, можно определить и ее эквивалентную ширину:

$$W = \int (1 - r_v) dv. \quad (2)$$

Наконец, зная среднее расстояние  $d$  между линиями спектра поглощения данной молекулы, можно найти ослабление излучения в спектре, обусловленное данными молекулами и выраженное в звездных величинах:

$$m = -2.5 \lg \left( 1 - \frac{W}{d} \right). \quad (3)$$

Перейдем теперь к расчету  $m$  в рамках трех перечисленных выше статистических моделей:

1. Модель Эльзассера. В этой модели коэффициент поглощения молекул принимается в виде:

$$k_v = \frac{S_0 \text{sh}^2 \beta}{d} \frac{1}{\text{ch}^2 \beta - \text{cost}}, \quad (4)$$

где  $t = \frac{2\pi v}{d}$ ,  $\beta = \frac{2\pi \gamma}{d}$ ,  $\gamma$  — полуширина линии,  $S_0$  — сила линии

Подставляя (4) в (1—3) и интегрируя, получаем:

$$m = -2.5 \lg \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 - 2b \operatorname{ch}^2 \frac{z}{d} - b^2 \operatorname{sh}^2 \frac{z}{d}}} \right), \quad (5)$$

где

$$b = \frac{4d}{3N_0 S_0 \operatorname{sh}^2 \frac{z}{d}}.$$

2. Модель Пласса и Годсона. В этой модели профиль линии может быть произвольным. Рассмотрим, в частности, профиль, обусловленный доплеровским уширением:

$$k_\nu = \frac{S_0}{\sqrt{\pi} \gamma} \exp \left( - \left( \frac{\nu - \nu_0}{\gamma} \right)^2 \right). \quad (6)$$

В этом случае получается:

$$m = -2.5 \lg \left( 1 - \frac{1}{d} \int_0^{\frac{d}{2}} \frac{dz}{\frac{1}{2\sqrt{\pi}} \frac{e^{-z^2/d^2}}{e^{z^2/d^2}} + \frac{3S_0 N_0}{2\gamma}} \right). \quad (7)$$

3. Модель Гуди. В этой модели, как отмечалось выше, применяется следующее распределение линий по интенсивностям:

$$Q(S) = \frac{1}{S_0} \exp \left( - \frac{S}{S_0} \right). \quad (8)$$

Полагая, как и выше, профиль доплеровский, получаем:

$$m = -2.5 \lg \left( 1 - \frac{\gamma}{d} \int_0^{\frac{d}{2}} \frac{(1 + ue^{u^2} E_1(u)) du}{u \sqrt{\ln u - \ln c}} \right). \quad (9)$$

где  $c = \frac{4}{3} \frac{\sqrt{\pi} \gamma}{S_0 N_0}$ .

Таким образом, формулы (5), (7) и (9) дают зависимость интенсивности молекулярной полосы  $m$  от  $S_0 N_0$  и  $d$ , естественно, считаются известными). С целью сопоставления этих формул с наблюдательными данными, рассмотрим колебательно-вращательную полосу молекулы CO ( $\lambda \approx 2,4$  мкм). Для этой полосы среднее расстояние между линиями составляет  $\sim 7 \text{ \AA}$ . Профиль линий в интересующих нас холодных гигантах обусловлен, в основном, доплеровским уширением вследствие турбулентного движения газа в обращающемся слое. Средняя скорость турбулентности составляет 2—3 км/сек, поэтому  $\gamma \approx 0,03$ — $0,04 \text{ см}^{-1}$ . Соответствующие зависимости  $m$  от  $S_0 N_0$ , построенные согласно (5)—(7) и (9)—(8) приводятся в табл. 1 (для  $\gamma = 0,04 \text{ см}^{-1}$ ).

Для сопоставления этих зависимостей с наблюдательными данными, необходимо иметь значения  $S_0 N_0$  для различных звезд. Так как  $S_0$  в звездных атмосферах меняется с глубиной, то под  $S_0 N_0$  мы будем

Таблица 1

$\lg S_0 N$	$m_1$	$m_2$	$m_3$
0.00	0.25	0.20	0.09
0.20	0.30	0.22	0.10
0.40	0.37	0.24	0.11
0.60	0.43	0.26	0.12
0.80	0.49	0.27	0.13
1.00	0.55	0.28	0.14
1.20	0.61	0.30	0.14
1.40	0.65	0.31	0.15
1.60	0.68	0.32	0.16
1.80	0.70	0.33	0.16
2.00	0.72	0.34	0.17

понимать  $\int_0^{\lambda_0} S_0(\tau) dN$ . Характер зависимости  $S_0(\tau)$  зависит от распределения температуры в атмосфере звезды, то есть от модели атмосферы. Модели атмосферы холодных гигантов приводятся в [13, 14]. Используя эти модели, мы рассчитали  $\int S_0(\tau) dN$  для ряда моделей, характеризующихся эффективными температурами и ускорением силы тяжести. Средняя интенсивность  $S_0$  принималась равной [12]:

$$S_0(T) = \frac{\pi h e^3}{4 k m c B} J_0 d \frac{|\nu - \nu_0|}{T} \exp \left[ -\frac{hc(\nu - \nu_0)^2}{4 k T B} \right] \times \left[ 1 - \exp \left( -\frac{hc\omega_1}{kT} \right) \right]^{-1} \left[ 1 - \exp \left( -\frac{2hc\omega_1}{kT} \right) \right], \quad (10)$$

где  $T$  — температура,  $B$  — постоянная вращательной структуры, принятая равной  $1,9228 \text{ см}^{-1}$ ,  $\omega_0 = 4260 \text{ см}^{-1}$ ,  $\omega_1 = 2156,75 \text{ см}^{-1}$ ,  $f_0 = 8,0 \cdot 10^{-8} \text{ см}^{-1}$ .

При расчетах интеграл  $\int_0^{\lambda_0} S_0(\tau) dN$  преобразовывался к виду

$$\int S_0(\tau) \frac{dN}{dN_H} dN_H = \int S_0(\tau) \frac{n_{CO}}{n_H} \frac{d\tau}{k}, \quad \text{где } n_{CO} \text{ и } n_H -$$

концентрации молекул  $CO$  и атомов водорода, соответственно,  $k$  — непрозрачность звездного вещества для  $\lambda = 1 \text{ мкм}$ , рассчитанная на 1 атом водорода. Отношение  $n_{CO}/n_H$  определяется расчетами химического состава, на которых мы останавливаться не будем, так как они описаны в [15]. Непрозрачность  $k$  вычислялась с учетом поглощения отрицательным ионом водорода, рассеяния атомами водорода, а также поглощения молекулами  $H_2O$ . Коэффициент поглощения молекулами  $H_2O$ , при  $\lambda \approx 1 \text{ мкм}$  определялся по формуле [12]:

$$K(H_2O) = \frac{\pi e^3}{m c^3} \sum f_0^{n_1 n_2 n_3} z(\nu, T) \Phi_{n_1 n_2 n_3}(T), \quad (11)$$

где

$$z(\nu, T) = \frac{hc|\nu - \nu_0|}{4kTB} \exp \left[ -\frac{hc(\nu - \nu_0)^2}{4kTB} \right],$$

$$\Phi_{\text{total}}(\tau) = \left\{ \frac{1}{3} \left| 1 - \exp\left(\frac{h\nu_0}{kT}\right) \right|^{-1} \left\{ 1 - \exp\left[\frac{h\nu_0}{kT} (\nu_1\nu_2 + \nu_1\nu_3 + \nu_2\nu_3)\right] \right\} \right\}$$

в суммирование производится по следующим комбинациям квантовых чисел  $l$ :

$$\begin{aligned} f_0^{111} &= 5.1 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 8807 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{021} &= 1.7 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 8358 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{122} &= 2.9 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 2248 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{020} &= 8.4 \cdot 10^{-10} & \nu_0 &= 7570 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{212} &= 4.2 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 8766 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{012} &= 6.3 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 8974 \text{ см}^{-1} \end{aligned} \quad (12)$$

Собственные частоты колебаний молекулы приняты равными:  $\nu_1 = 3657 \text{ см}^{-1}$ ,  $\nu_2 = 1595 \text{ см}^{-1}$ , и  $\nu_3 = 3756 \text{ см}^{-1}$ . Пределы интегрирования в интеграле определяются границами обрабатываемого слоя. Нижний предел, естественно, равен нулю, а верхний предел приемем равным тому значению  $\tau$ , при котором оптическая толщина в континууме в диапазоне интересующей нас полосы CO, т. е. при  $\lambda \approx 2,3 \text{ мкм}$ , равна 0.6. Конечно, это определение границы обрабатываемого слоя весьма произвольно; впрочем, это обстоятельство не влияет существенно на результаты расчетов. Очень важно, однако, учитывать при этом поглощение молекулами  $\text{H}_2\text{O}$ : в диапазоне 2,3 мкм роль этих молекул весьма значительна. Коэффициент поглощения молекул  $\text{H}_2\text{O}$  на 2,3 мкм учитывался по формуле (11) для следующего набора квантовых чисел (12):

$$\begin{aligned} f_0^{001} &= 7.6 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 3756 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{100} &= 7.6 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 3650 \text{ см}^{-1} \\ f_0^{000} &= 8.4 \cdot 10^{-6} & \nu_0 &= 3151 \text{ см}^{-1} \end{aligned} \quad (13)$$

Результаты расчетов  $S_0 N$  для ряда моделей атмосфер представлены в табл. 2. Пользуясь табл. 2, можно найти значение  $S_0 N$  для гигантов различных спектральных классов, эффективные температуры и ускорения силы тяжести которых приводятся, например, в [16]. Соответствующие значения  $S_0 N$ , полученные путем интерполирования по данным табл. 1, приведены в табл. 3. В этой же таблице указаны также принятые значения  $T_e$  и  $g$ .

Таблица 2

$T_e$ lgK	2750	3000	3200	3400	3500	3600	38(4)	1000
0.0	—	0.95	1.97	1.95	1.89	1.85	1.72	1.57
0.5	-0.83	0.45	1.52	1.75	1.76	1.67	1.56	—
1.0	-1.04	-0.11	0.91	1.31	—	1.48	1.38	—
1.5	-1.11	-0.59	0.34	1.25	—	1.28	1.21	—
2.0	-1.11	-1.00	-0.17	0.76	—	1.08	1.03	0.93

Таблица 3

Sp	$\lg T_e$	$\lg g$	$\lg S_0 N_0$	$m^*$	$\nu(\text{CO})$	[CO]	$\sigma_m$
K5	3.602	1.93	0.94	0.25	0.07	0.18	0.026
M0	3.591	1.63	1.09	0.27	0.07	0.20	0.020
M1	3.580	1.41	1.25	0.28	0.07	0.21	0.025
M2	3.574	1.31	1.32	0.31	0.08	0.23	0.018
M3	3.562	1.12	1.43	0.33	0.08	0.25	0.029
M4	3.550	0.98	1.52	0.34	0.08	0.26	0.026
M5	3.531	0.76	1.65	0.38	0.09	0.29	0.015

Теперь у нас есть возможность сопоставить результаты расчетов с данными наблюдений. Интенсивности полосы поглощения СО для большого количества холодных гигантов приводятся, например, в [17]. Дополнив приведенный в [17] список СО-индексов данными о спектральных классах этих звезд [18], мы рассчитали средние значения СО-индексов для спектральных классов К5 III—М5 III включительно. Эти значения со своими дисперсиями приведены в табл. 3 (столбцы 7, 8). Так как СО-индексы из работы [17] представляют собой разность звездных величин на 2.40 и 2.17 мкм (калиброванных относительно  $\alpha$  Lyr), то для перевода этих индексов в определенные выше величины

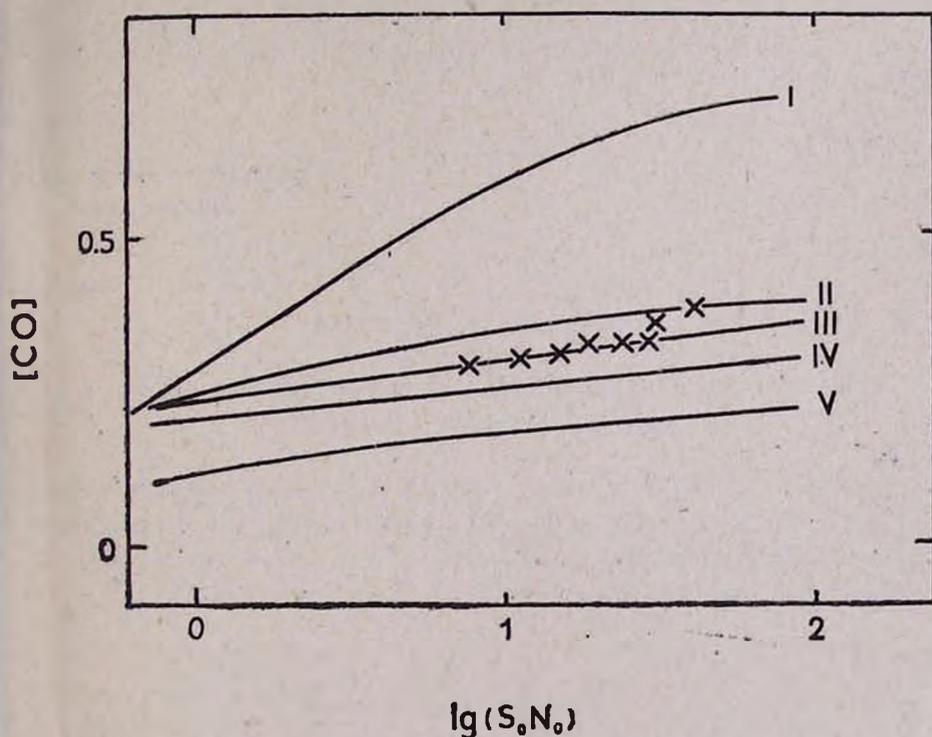


Рис. 1. Зависимость  $m(\text{CO})$  от  $\lg(S_0 N_0)$  I — модель Эльзассера; II, III, IV — модель Пласса и Годсона ( $v=2.0, 2.5, 3.0$  км/сек, соответственно); V — модель Гуди ( $v=3.0$  км/сек). Наблюдательные данные обозначены крестиком



are calculated. It is shown that Plass-Godson's statistical model is useful for calculations of CO absorption bands.

## ЛИТЕРАТУРА

1. N. J. Woolf, M. Schwarzschild, W. K. Rose, *Astrophys. J.*, 140, 833, 1964.
2. D. Mc. Cammon, G. Münch, G. Neugebauer, *Astrophys. J.*, 147, 475, 1967.
3. R. I. Thompson, H. W. Schnopper, *Astrophys. J.* 158, 155, 1969.
4. R. I. Thompson, H. W. Schnopper, R. I. Mitchell, H. L. Johnson, *Astrophys. J.* 158, L117, 1969.
5. K. M. Merrill, W. A. Stein, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 88, 283, 1976.
6. M. Haronson, et al, *Astrophys. J.* 223, 824, 1978.
7. J. H. Frogel, et al, *Astrophys. J.*, 220, 75, 1978.
8. W. M. Elsasser, „Heat Transfer by Infrared Radiation in the Atmosphere“, Harvard, 1942.
9. R. M. Goody, *Quart. Journ. Roy. Met. Soc.*, 78, 336, 1952.
10. G. N. Plass, *Journ. Opt. Soc. Am.*, 48, 690, 1953.
11. W. L. Godson, *Journ. Meteorol.*, 12, 3, 1955.
12. T. Tsuji, *Publ. Astron. Soc. Japan*, 1<sup>2</sup>, 127, 1966.
13. H. R. Johnson, A. P. Bernat, B. Krupp, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 42, 501, 1980
14. H. R. Johnson, *Astrophys. J.*, 260, 254, 1982.
15. А. А. Аюпян, Ю. К. Мелик-Аливердян, *Сообщ. Егряканской обл.*, (в печати).
16. V. Stralys, G. Kurtlere, *Astrophys. Space Sci.* 80, 353, 1984.
17. A. Mc. William, D. L. Lambert, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 96, 882, 1984.
18. M. Jashek, *Cos. Inf. Bull.*, 15, 121, 1978.

Ю. К. МЕЛИК-АЛАВЕРДЯН

## ОЦЕНКА МАССЫ И СВЕТИМОСТИ КРАСНЫХ ГИГАНТОВ ПО ИНТЕНСИВНОСТИ ИНФРАКРАСНОЙ ПОЛОСЫ CO В ИХ СПЕКТРАХ

Рассмотрена зависимость интенсивности полосы CO на 2,4 мкм от ускорения силы тяжести для нормальных гигантов спектральных классов K5—M5. Показано, что эта зависимость может быть использована для оценки болометрической светимости, и, следовательно, абсолютной визуальной величины и массы холодных гигантов.

Красные гиганты, как известно, отличаются от красных звезд главной последовательности большими размерами и светимостями. В настоящее время имеются два объяснения причин этих различий: во-первых, они могут быть связаны с малым содержанием водорода в высокотемпературных ядрах красных гигантов, в которых происходят термоядерные реакции; во-вторых, полагают, что часть красных гигантов могут представлять собой молодые звезды не с термоядерными, а с гравитационными источниками энергии. В этом случае получают объяснение ряд наблюдательных фактов, свидетельствующих, по-видимому, о молодости, по крайней мере, части красных гигантов: например, наличие красных гигантов в ассоциациях. Однако принять гравитационный источник энергии этих звезд — значит предполагать гравитационную конденсацию в качестве механизма их образования. Согласно же [1] образование звезд может быть связано не с гравитационной конденсацией, а с делением сверхплотного дозвездного вещества. Принимая эту точку зрения, для объяснения существования молодых красных гигантов, мы должны допустить, по-видимому, что в процессе деления сверхплотного дозвездного вещества могут образовываться наряду со звездами главной последовательности, и звезды с неоднородной химической структурой, содержащие, в частности, ядра с дефицитом водорода.

Таким образом, существование красных гигантов ставит ряд важных проблем, связанных с происхождением и эволюцией звезд. Основным методом исследования этих проблем на сегодняшний день является сопоставление положения красных гигантов на диаграмме Герцшпрунга-Рессела (Г-Р) с результатами модельных расчетов. Основная трудность при этом заключается в определении положения звезды на диаграмме Г-Р. Дело в том, что для оценки абсолютных светимостей звезд необходимо знать их расстояния. Красные гиганты же находятся в основном на значительных расстояниях от нас, поэтому их тригонометрические параллаксы известны лишь для небольшого числа этих звезд. Для определения абсолютных светимостей красных гигантов приходится привлекать различные косвенные методы. Перечислим некоторые из них:

1. Измеряется отношение интенсивностей в двух участках спектра

( $\lambda_{4240}/\lambda_{4170}$ ). Это отношение зависит от интенсивности полосы циана, значительно изменяющейся с изменением светимости.

2. Измеряется отношение интенсивностей абсорбционных линий, например,  $\lambda_{4077}/\lambda_{4151}$ ,  $\lambda_{4215}/\lambda_{4250}$  и др., характеризующее абсолютную светимость звезды.

3. Абсолютная светимость оценивается по интенсивности хромосферной эмиссии Ca II на основе статистической зависимости, установленной в [2].

Применение этих методов оценки абсолютных светимостей красных гигантов приводит к значительным ошибкам. Дело в том, что все перечисленные выше, а также и другие критерии зависят не только от абсолютной светимости, но и от различных физических условий в атмосферах этих звезд, а также от их химического состава. Кроме того, оптический спектр холодных гигантов содержит огромное количество абсорбционных линий, наложение которых на измеряемые линии и полосы может привести к большим ошибкам. В значительной степени свободен от отмеченных недостатков предлагаемый ниже метод оценки абсолютной светимости красных гигантов по полосе поглощения CO в диапазоне 2.4 мкм.

Расчеты интенсивности этой полосы выполнены в [3]. Там рассмотрен CO-индекс  $m$ , определяемый соотношением:

$$m = 2.5 \lg \left( \frac{I_0}{I} \right), \quad (1)$$

где  $I_0$ ,  $I$  — излучение звезды при  $\lambda = 2.4$  мкм, соответственно, без учета и с учетом полосы поглощения молекулы CO. В [3] получена зависимость индекса  $m$  от  $S_0 N$  — числа молекул CO над  $1 \text{ см}^2$  фотосферы, умноженного на среднюю силу линии поглощения. Эта зависимость

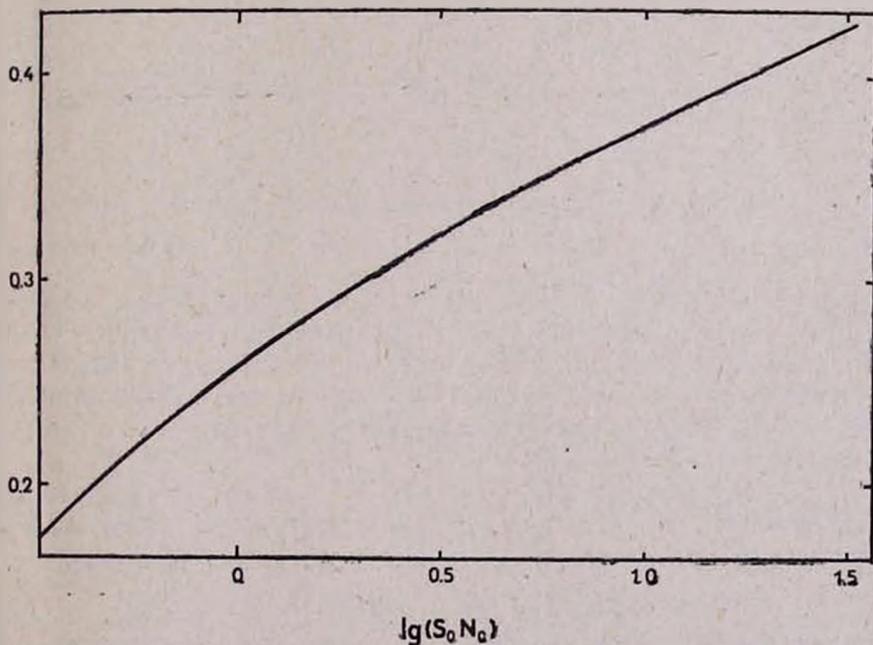


Рис. 1. Зависимость CO-индекса  $m$  от  $S_0 N$

получена на основе статистической модели [4, 5] и приводится на рис. 1. Разрешая эту зависимость, мы можем найти  $m$ , если только известно  $S_p V$ . Значения  $S_p V$  также вычислялись в [3] для различных эффективных температур и ускорений силы тяжести. Используя эти данные, можно найти  $S_p V$  для звезд, интересующих нас, спектральных классов, принимая  $T_e$  и  $g$ , например, согласно [6]. При этом оказывается, что полученные, таким образом,  $m$  хорошо согласуются с соответствующими наблюдаемыми значениями.

Как показывают расчеты, величина  $S_p V$  довольно сильно зависит от  $g$ . Это обстоятельство и дает основание попытаться оценить  $g$ , зная спектральный класс звезды и индекс  $m$ . Необходимые для этих расчетов зависимости  $S_p V$  от  $g$  для различных эффективных температур, соответствующих спектральным классам K5—M5, приводятся на рис. 2. Эти зависимости построены на основании расчетов, выполненных в [3].

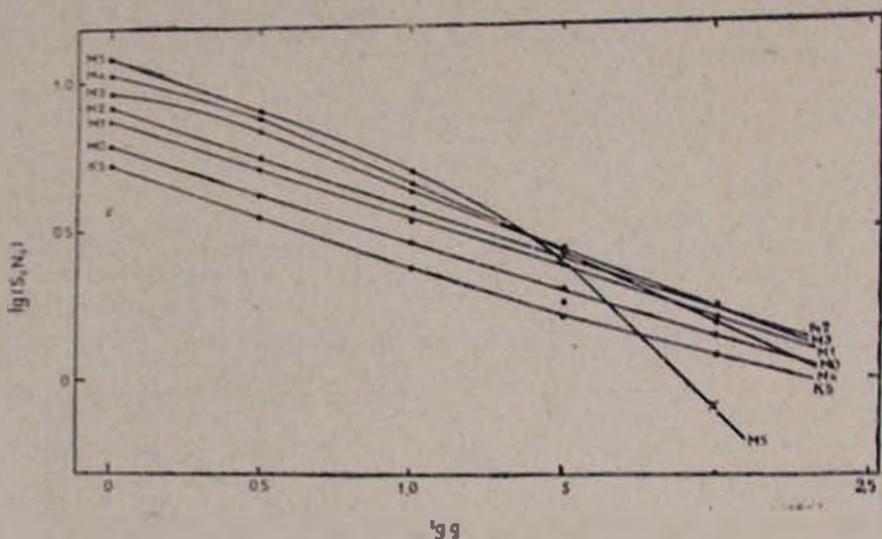


Рис. 2. Зависимость  $S_p V$  от  $g$  для нормальных гигантов различных спектральных классов

С помощью рис. 1, 2, зная спектральный класс звезды и индекс  $m$ , можно найти  $g$ . Для этого достаточно найти  $NS_p(m)$  (рис. 1), и затем  $g(NS_p, S_p)$  (рис. 2). Для удобства вычислений в табл. 2 для спектральных классов K5III—M5III затабулированы зависимости  $g$  от  $m - m_0$ , где  $m_0$  — средние значения индексов  $m$  для данного спектрального класса, приведенные в табл. 1.

Итак, с помощью рис. 1, 2 или табл. 1, 2 можно оценить  $g$ , зная спектральный класс и индекс  $m$ . Далее, зная  $g$ , можно найти и абсолютную светимость звезды. Для этого воспользуемся соотношением:

$$\lg g = \lg(M/M_0) + 4\lg T_e + 0.4M_b - 12.49. \quad (2)$$

Кроме этого, нам необходимо иметь еще одно уравнение, связывающее  $g$ ,  $M/M_0$ ,  $T_e$  и  $M_b$ . В качестве такого уравнения возьмем эволю-

Таблица 1

Sp	lg T <sub>e</sub>	lg g	lg S <sub>v</sub> N	m <sub>0</sub>	M <sub>b</sub>	lg m/m <sub>0</sub>	M <sub>v</sub>	a	b	c
K 5	3.602	1.93	0.94	0.270	-0.9	0.37	0.3	2.167	0.167	2.070
M0	3.591	1.63	1.09	0.292	-1.8	0.48	-0.6	1.937	0.168	1.911
M1	3.580	1.41	1.25	0.310	-2.4	0.54	-0.8	1.756	-0.186	1.784
M2	3.574	1.31	1.32	0.318	-2.6	0.54	-0.9	1.656	-0.386	1.716
M3	3.562	1.12	1.43	0.330	-2.9	0.52	-1.0	1.453	-0.768	1.572
M4	3.550	0.98	1.52	0.340	-3.1	0.51	-0.6	1.306	-1.009	1.464
M5	3.531	(0.76)	1.65	0.352	-3.2	(0.41)	-0.1	1.022	-1.519	1.259

ционный трек звезды данной массы, воспользовавшись, например, расчетами [7, 8]. Конечно, особенно полагаться на эти треки нельзя; ведь многие вопросы, связанные с эволюцией холодных гигантов, например, роль перемешивания или потери массы, еще далеко не ясны. Тем не менее, треки [7, 8] учитывают наблюдаемые положения звезд различных масс на диаграмме Г.-Р. и, следовательно, могут быть полезными. Используя результаты расчетов [7, 8], можно показать, что имеет место соотношение:

$$\lg g = a(S_p) - 0.64 \lg (M/M_0), \quad (3)$$

где  $a(S_p)$  — величина, зависящая от спектрального класса.

Используя соотношения (2) и (3), можно получить также следующие зависимости:

$$M_b = b(S_p) - 4.10 \lg (M/M_0) \quad (4)$$

и

$$\lg g = c(S_p) + 0.156 M_b, \quad (5)$$

где  $b(S_p)$ ,  $c(S_p)$  — также представляют собой величины, зависящие от спектрального класса.

Численные значения параметров  $a(S_p)$ ,  $b(S_p)$  и  $c(S_p)$  получим, подставляя в формулы (3), (4) и (5) соответствующие значения  $g$ ,  $M/M_0$  и  $M_b$ , определенные в [6]. Полученные, таким образом, значения этих параметров приводятся в табл. 1.

Теперь мы можем дополнить табл. 2 значениями  $M$ ,  $M_b$ , рассчитанными по формулам (3), (4) и (5) для значений  $g$ , которые уже имеются в этой таблице (вычисленных, как подробно описано выше). Кроме этого, в табл. 2 включены также значения  $M_v$ , вычисленные для данных  $M_b$  с учетом болометрических поправок [6]. Итак, с помощью табл. 2 можно, располагая данными, относительно интенсивности полосы поглощения молекулы CO на 2.4 мкм, оценить  $M_b$ ,  $M$  и массу соответствующей звезды. Конечно, эти оценки следует рассматривать как приближенные, так как наши расчеты выполнены для звезд, имеющих некоторый усредненный химсостав и удовлетворяющих некоторым усредненным соотношениям между массой, светимостью и эффективной температурой.

Посмотрим теперь, как согласуется табл. 2 с наблюдательными данными. Данные об интенсивности полосы поглощения CO в спектрах холодных гигантов приводятся, например, в [9]. Из приведенного в [9] списка мы отобрали те звезды, для которых в [10] выполнена МК-классификация и известны абсолютные визуальные величины

		K5 III								
а		-0.04	-0.03	-0.02	-0.01	0.10	0.01	0.02	0.03	0.0
в		—	—	—	2.18	1.93	1.65	1.41	1.16	0.9
г		—	—	—	0.88	0.94	1.01	1.08	1.17	1.2
д		—	—	—	0.7	-0.9	-2.6	-4.0	-5.8	-7.2
е		—	—	—	1.8	0.3	-1.4	-2.8	-4.6	-6.0
ж		—	—	—	-0.02	0.37	0.82	1.16	1.58	1.9
з		—	—	—	—	—	—	—	—	5

		M0 III								
1	1	—	2.32	2.13	1.90	1.63	1.35	1.12	0.98	0.61
2	2	—	0.69	0.95	1.12	1.10	1.19	1.27	1.35	1.44
3	3	—	2.7	1.4	0.0	-1.8	-3.5	-5.0	-5.9	-8.3
4	4	—	3.9	2.6	1.2	-0.6	-2.3	-3.8	-4.7	-7.1
5	5	—	-0.60	-0.30	-0.03	0.45	0.90	1.26	1.48	2.06

		M1 III								
1	1	2.30	2.14	1.92	1.65	1.41	1.45	0.87	0.60	0.60
2	2	0.95	1.01	1.08	1.1	1.25	1.34	1.43	1.52	1.6
3	3	3.4	2.3	0.9	-0.8	-2.4	-2.1	-5.8	-7.5	-7.5
4	4	4.8	3.8	2.4	0.6	-0.8	-0.6	-4.4	-6.0	-7.0
5	5	-0.83	-0.5	-0.24	0.18	0.54	0.49	1.39	0.82	2.28

		M2 III								
1	1	2.25	2.02	1.80	1.59	1.31	0.83	0.65	0.52	0.17
2	2	0.99	1.07	1.15	1.22	1.32	1.41	1.50	1.61	1.71
3	3	3.5	2.0	0.6	-0.8	-2.6	-5.0	-6.4	-7.6	-9.9
4	4	5.2	3.7	2.3	0.9	-0.9	-1.3	-1.8	-6.0	-8.3
5	5	-0.92	-0.55	-0.23	0.10	0.54	1.14	1.54	1.78	2.33

		M3 III								
1	1	2.00	1.77	1.55	1.36	1.12	0.90	0.67	0.39	—
2	2	1.08	1.17	1.25	1.31	1.43	1.52	1.63	1.73	—
3	3	2.7	1.3	0.0	-1.3	-2.9	-4.3	-5.7	-7.5	—
4	4	4.7	3.3	2.0	0.7	-1.0	-2.3	-3.7	-5.5	—
5	5	-0.85	-0.50	-0.16	0.11	0.52	0.86	1.05	1.65	—

		M4 III								
1	1	1.72	1.55	1.38	1.17	0.98	0.76	0.49	0.11	9
2	2	1.17	1.25	1.34	1.43	1.52	1.63	1.73	1.85	—
3	3	1.7	0.6	0.5	-1.8	-3.1	-4.5	-6.3	-8.6	—
4	4	4.1	3.0	1.9	0.6	-0.6	-2.1	-3.9	-6.2	—
5	5	-0.65	-0.34	-0.12	0.21	0.51	0.85	1.28	1.87	—

		M5 III								
1	1	1.86	1.36	1.21	1.01	0.76	0.48	0.18	—	9
2	2	1.27	1.35	1.44	1.54	1.65	1.76	1.87	—	—
3	3	1.3	0.7	0.3	-1.6	-3.2	-5.0	-6.9	—	—
4	4	4.4	3.8	2.8	1.5	-0.4	-1.9	-3.8	—	—
5	5	-0.08	-0.53	-0.30	-0.29	0.41	0.85	1.33	—	—

(см. табл. 3). В качестве интенсивности полосы CO в [9] рассматривается CO-индекс, представляющий собой разность монохроматических величин на 2.10 и 2.17 мкм, нормированных к спектру  $\alpha$  Lyg. Можно полагать, что этот CO-индекс, обозначаемый [CO], связан с нашим индексом  $m$  соотношением:

$$[CO] = m + \Delta m, \quad (6)$$

Таблица 3

HR	[CO]	$M_v$	$\Delta[CO]$	$\Delta M_v$	HR	[CO]	$M_v$	$\Delta[CO]$	$\Delta M_v$
2011	0.10	-0.74	-0.009	0.05	5215	0.21	1.07	-0.024	1.97
2216	0.10	-1.19	-0.051	-0.19	5226	0.24	-0.83	-0.009	0.17
2886	0.27	-0.65	0.021	0.35	5301	0.23	-1.17	-0.019	-0.17
2459	0.14	1.31	-0.052	1.01	5334	0.22	1.07	-0.014	1.97
2480	0.16	-0.02	-0.032	-0.32	5352	0.21	-0.64	-0.035	0.36
2717	0.27	-0.47	0.017	0.13	5452	0.18	-0.39	-0.029	0.41
2725	0.21	0.04	0.001	0.84	5584	0.24	-1.07	-0.009	-0.07
2742	0.26	-1.45	0.007	-0.85	5589	0.29	-0.22	0.000	-0.12
2905	0.17	-0.55	-0.036	0.05	5654	0.22	-1.84	-0.033	-1.24
3013	0.20	-0.64	-0.006	-0.04	5739	0.26	0.93	0.051	0.37
3169	0.24	-0.75	0.006	0.15	5745	0.21	-0.43	0.001	0.37
3236	0.18	0.09	-0.026	0.69	5879	0.17	0.49	-0.039	1.29
3304	0.19	0.60	-0.002	0.57	5899	0.14	0.00	0.052	-0.30
3576	0.23	-0.47	-0.019	0.53	6039	0.23	-0.51	-0.023	0.06
3866	0.23	-0.88	-0.004	0.02	6056	0.19	0.04	-0.019	0.84
3870	0.25	-1.14	0.001	-0.14	6086	0.29	-0.99	0.037	-0.39
3950	0.21	0.72	-0.024	1.62	6090	0.18	-0.09	-0.012	-0.39
4035	0.22	-0.04	0.011	0.76	6107	0.22	-2.30	-0.014	-1.40
4069	0.18	0.49	-0.026	1.09	6108	0.20	-0.81	0.008	-1.11
4299	0.19	1.34	-0.002	1.04	6200	0.25	1.05	0.016	1.95
4336	0.23	-1.10	-0.004	-0.20	6461	0.22	-0.52	0.014	0.08
4362	0.24	-0.78	-0.009	0.22	6705	0.20	-0.65	0.008	-0.95
4371	0.20	-1.33	-0.006	-0.73	6765	0.27	1.00	0.031	1.90
4517	0.20	-0.41	-0.009	0.39	6815	0.24	-0.80	-0.005	0.20
4532	0.25	0.51	-0.003	1.11	6868	0.22	0.90	0.014	1.15
4586	0.32	-1.45	0.086	-0.55	6882	0.26	0.01	0.068	-0.29
4726	0.22	-0.69	-0.029	0.31	6966	0.19	-0.33	-0.002	-0.63
4745	0.21	-0.50	-0.024	0.40	7009	0.32	-1.96	0.071	-0.96
4902	0.23	0.53	-0.019	1.53	7157	0.30	-2.11	0.010	-2.0
4909	0.31	-1.79	0.010	-1.65	7238	0.23	-0.29	-0.004	0.61
4910	0.15	-0.48	0.001	1.52	7302	0.26	-0.64	0.054	-0.01
4949	0.27	-1.26	-0.020	-1.16	7568	0.27	-1.83	0.021	-0.84
4954	0.18	0.01	-0.012	-0.29	7584	0.18	0.00	-0.012	-0.33
4998	0.20	0.11	-0.006	0.71	7635	0.20	-1.55	0.008	-1.80
5064	0.22	-0.25	0.014	0.35	7645	0.25	0.16	-0.003	0.75
5073	0.23	-0.62	0.011	0.18	7676	0.22	-0.88	0.011	-0.06
5095	0.22	0.14	-0.014	1.04	7800	0.22	-0.56	0.014	0.08
5150	0.24	0.20	0.006	1.10	7804	0.28	-0.12	-0.010	-0.04
5154	0.22	0.30	-0.014	1.20	7851	0.23	-0.36	-0.004	0.52
5181	0.22	-1.06	0.011	-0.26	8005	0.26	-0.30	0.068	-0.64
5200	0.17	-1.10	-0.022	-0.80	6228	0.23	-0.81	0.038	-1.10

где  $\Delta m$ —величина, слабо зависящая от спектрального класса звезды. При этом для каждого спектрального класса, очевидно, имеет место равенство:

$$[CO] - [CO]_0 = m - m_0, \quad (7)$$

где индексом 0 обозначены, как и выше, средние для данного спектрального класса значения.

Вычисляя на основании приведенных в табл. 3 данных для каждой звезды разности  $[CO] - [CO]_0$  и  $M_v - \bar{M}_v$  (где  $\bar{M}_v$  среднее  $M_v$  для данного спектрального класса), находим, что между этими величинами имеется корреляция, выражаемая формулой:

$$[CO] - [CO]_0 = -0.0032(M_v - \bar{M}_v) + 0.0011. \quad (8)$$

Сопоставляя формулу (8) с табл. 2, учитывая (7), находим, что

рассчитанная выше зависимость  $\pi - \pi_0$  от  $M$ , хорошо согласуется с наблюдаемыми данными. В частности, как следует из табл. 2, при изменении  $\pi - \pi_0$  от  $-0.01$  до  $0.01$ , величина  $M$  изменяется на  $3^{+2}$  для спектрального класса K5, на  $3^{+5}$  (M0), на  $1^{+2}$  (M1), на  $4^{+2}$  (M2), на  $3^{+0}$  (M3), на  $2^{+7}$  (M4) и на  $3^{+4}$  (M5). Средневзвешенное этих значений (за веса принято число звезд соответствующего спектрального класса) составляет  $3^{+0.6}$ . Соответствующее значение  $\Delta m/m$  получается равным  $-0.0065$ , что вполне согласуется со значением  $-0.0062$ , следующим из формулы (8), особенно, если учесть большой разброс данных, и, соответственно, слабость корреляции (8) (коэффициент корреляции составляет всего 0,2).

Таким образом, как теоретические расчеты, так и наблюдательные данные указывают на то, что полоса поглощения CO на 2,4 мкм может служить весьма чувствительным индикатором абсолютной светимости красных гигантов. Причем эта полоса настолько мощная, что она практически нечувствительна к бледнению, в отличие от других индикаторов светимости, используемых в оптическом диапазоне. Другое преимущество этого метода оценки абсолютной светимости связано с тем обстоятельством, что, как показывают расчеты, интенсивность полосы CO сравнительно слабо зависит от химического состава звезды.

Биранканская астрофизическая  
обсерватория

30 марта 1988 г.

#### ՅՈՒ. Կ. ՄԵԼԻԿ-ԱԼԱՎԵՐԴՅԱՆ

### ԿԱՐԳԻՐ ԶԻԱՆՆԵՐ ԶԱՅԳՎԱՐՆԵՐ ԵՎ ԼՈՒՄԻՆՍԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ ԿՆԵԼՆՈՒՄԸ CO-ԻՐԱՐԵՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՅՐԱԿԱՐԿՐԵ ՆԵՐՏԻ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՆ ՄԵԶՈՍՈՎ

K5—M5 սպեկտրայ դասի երեմայ հսկա աստղերի համար հաշվարկված է CO մոլեկուլի 2.4 մկմ շերտի ինտենսիվության կախումը ժանրության սին արագացումից: Յույց է տրված, որ այդ կախումը կորելի է զգուս- գործի բոլոմետրիկ լուսատվության, հետևաբար, և բացարձակ աստղային լuminության ու զանգվածների զեմհասման համար:

YU. K. MELIK-ALAVERDIAN

### MASS AND LUMINOSITIES ESTIMATION OF RED GIANT STARS FROM THE INTENSITY OF CO INFRARED BANDS

The correlation between CO band intensity and gravity for the normal K5—M5 spectral type giants is consllected. It is shown that this

correlation can be used for the estimations of bolometric luminosity, absolute magnitude and mass of cool giant stars.

## ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Амбарцумян, Сообщ. Бюраканской обс., 13, 3, 1952.
2. O. C. Wilson, *Astrophys. J.*, 205, 823, 1976.
3. Ю. К. Мелик-Алавердян, *Астрофизика* (в печати).
4. J. N. Plass *Journ. Opt. Soc. Am.*, 48, 690, 1958.
5. W. L. Godson *Journ. Meteorol.*, 12, 3, 1955.
6. V. Stralitz, J. Kurllene, *Astrophys. J. Space Sci.*, 80, 353, 1981.
7. J. B. Mengel, A. V. Svetlgart, P. Demarque, P. G. Gross, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 40, 733, 1973.
8. A. W. Svetlgart, P. G. Gross, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 38, 405, 1978.
9. A. Mc. Willtam, D. L. Lambert, *Publ. Astron. Soc. Pa-II.*, 98, 882, 1984.
10. D. Hoffeit, *Yale Catalogue of Bright Stars*, Yale University Observatory, 3-е издание 1964.

Р. А. ЕПРЕМИН

## АБСОЛЮТНОЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППЫ ЗВЕЗД ВОКРУГ и Aug В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ И ВИДИМОЙ ОБЛАСТЯХ. II

В работе приведены результаты спектр-фотометрии 23 звезд классов F—K с данными доэктосферных и планетных излучений.

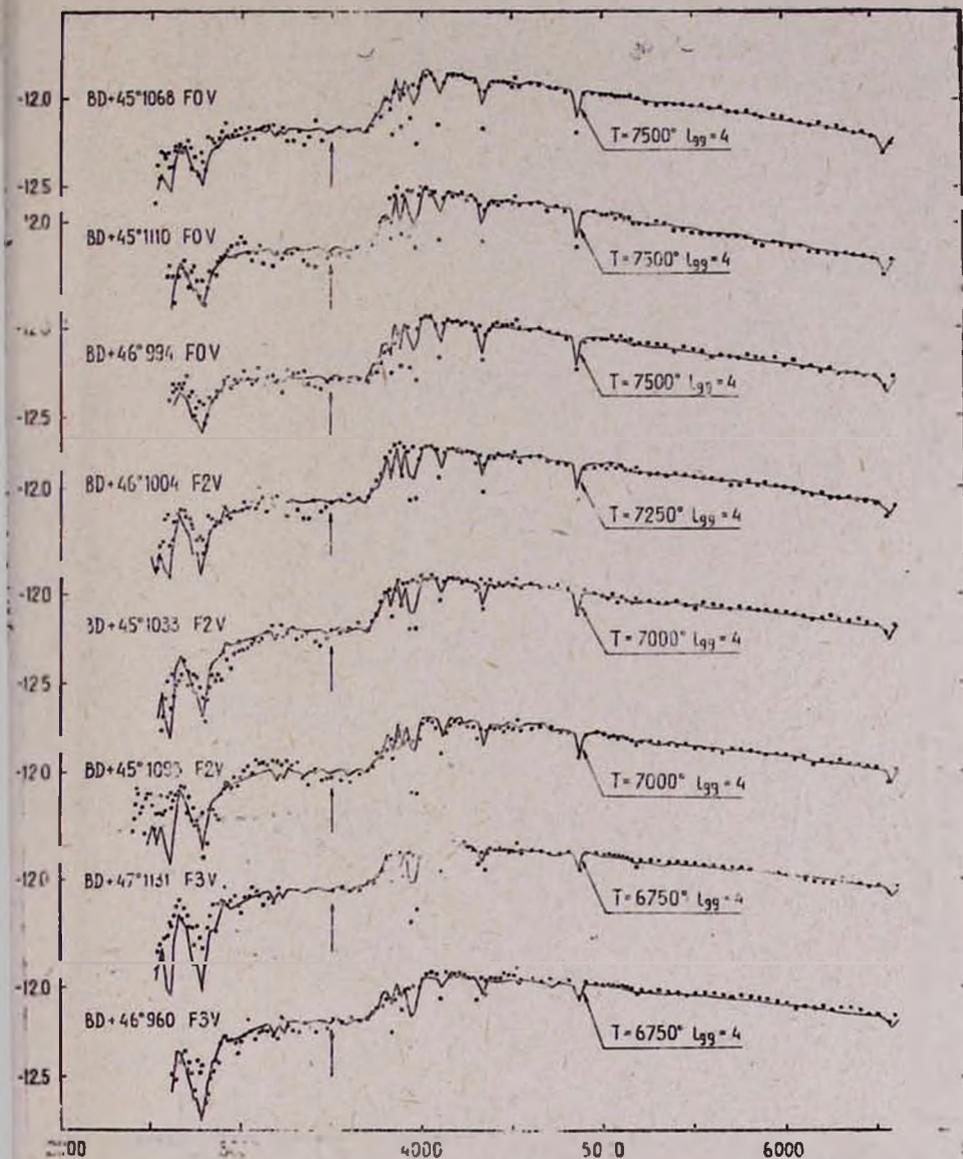
Проведены абсолютные распределения энергии в непрерывном спектре для исследуемых звезд в диапазоне длин волн 2400—6600 Å. Полученные распределения энергии были сравнены с теоретическими моделями Куруча и были определены эффективные температуры этих звезд.

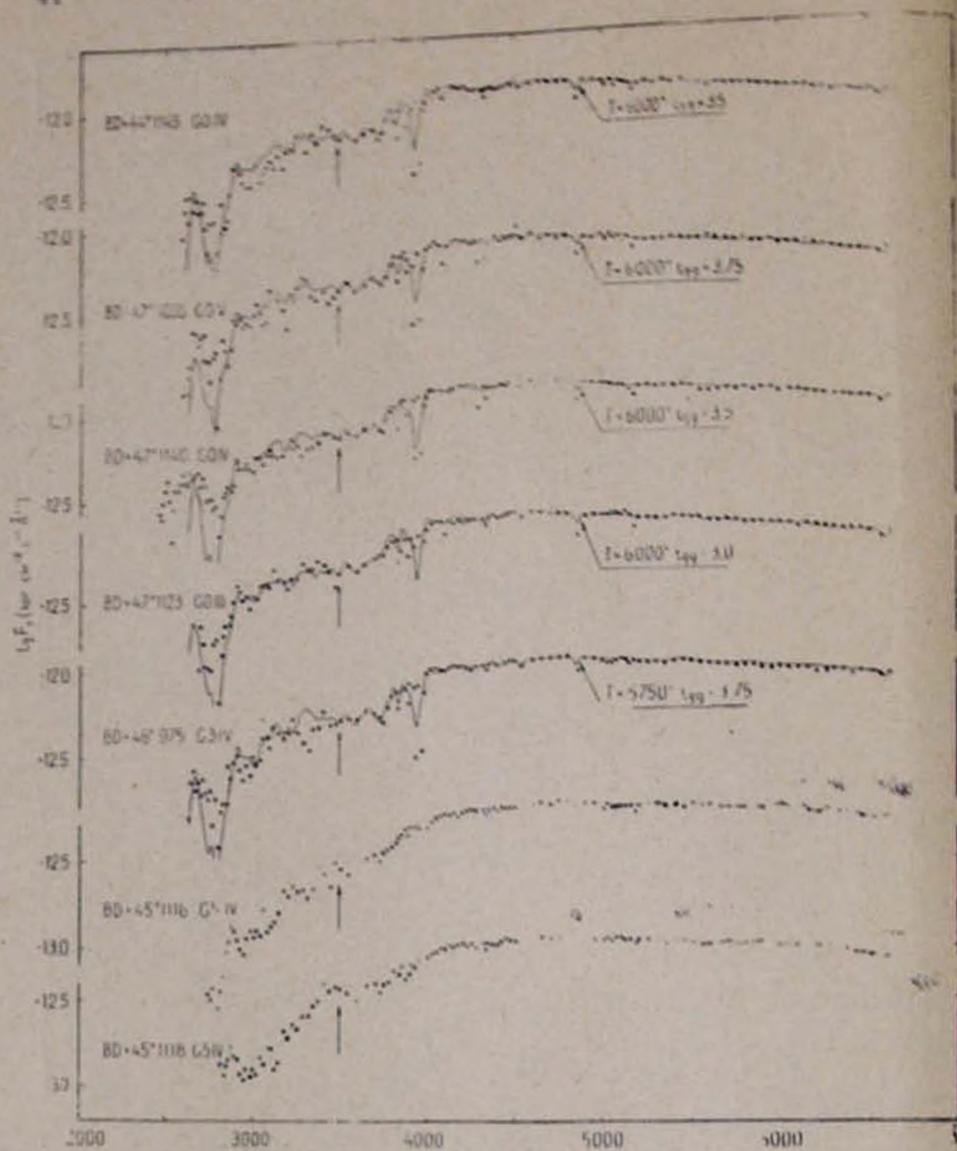
Настоящая работа является продолжением работы по спектр-фотометрическому исследованию звезд спектральных классов F, G и K окрестности и Aug [1]. Здесь представлены абсолютные распределения энергии ( $\text{эрг. см}^{-2} \cdot \text{с}^{-1} \cdot \text{Å}^{-1}$ ) в непрерывных спектрах 23 звезд в интервале длин волн 2400—6600 Å. При этом, как и ранее, данные о распределении энергии в ультрафиолетовой области спектра (2400—3500 Å) были взяты из работы [2], а наблюдательный материал для длинноволновой части спектра (3500—6600 Å) был получен на 70 см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории. Список исследуемых звезд представлен в табл. 1, где данные первых четырех столбцов взяты из работы [2], а расстояния этих звезд определены нами по их визуальной величине и средней абсолютной светимости для данного спектрального подкласса, с учетом межзвездного поглощения.

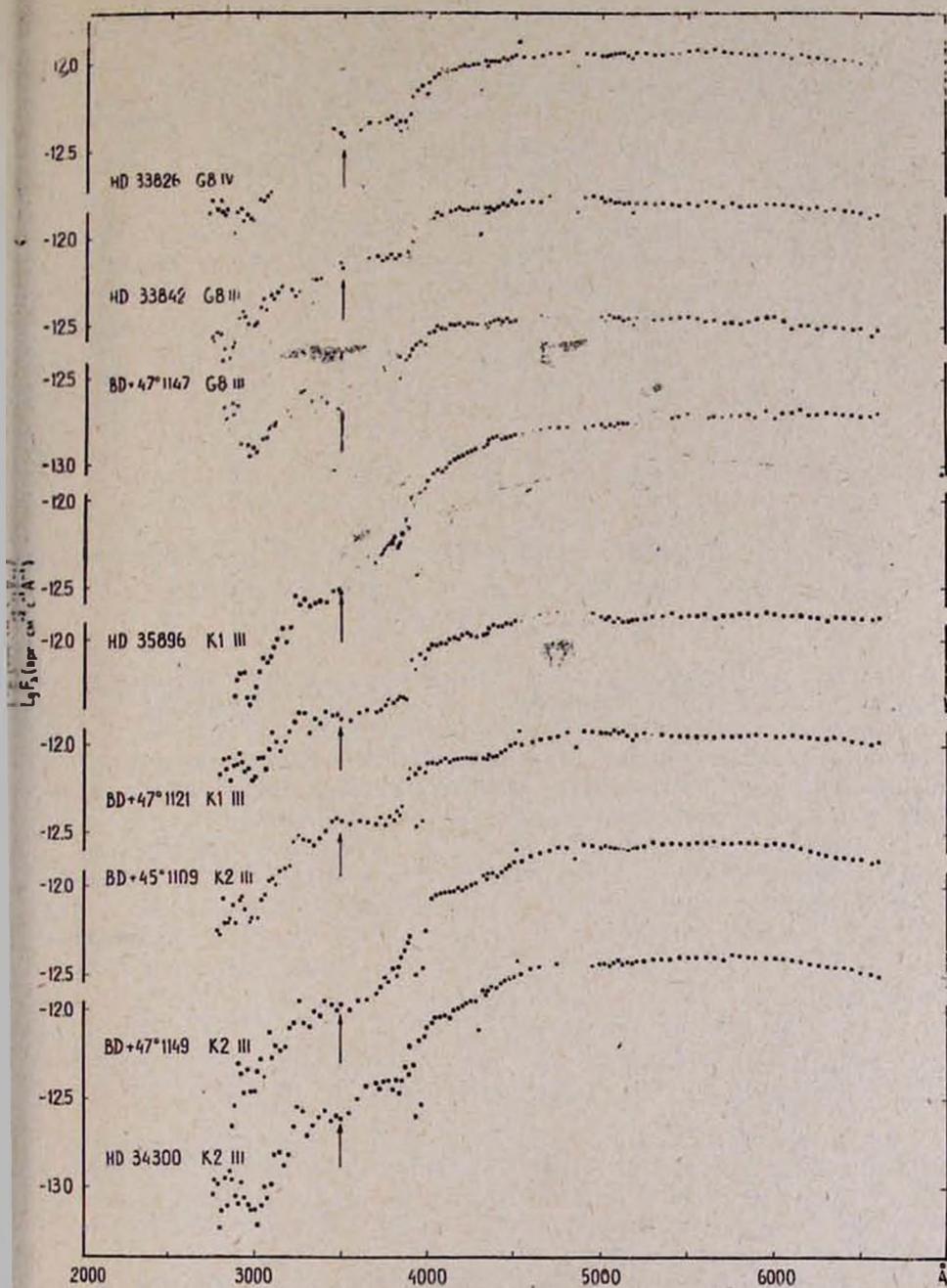
Обработка спектрограмм исследуемых звезд выполнена по методике [3]. Для 23 исследуемых звезд в длинноволновой части спектра были обработаны всего 184 спектрограммы. По результатам измерений 5—7 спектрограмм для каждой звезды были найдены среднеквадратические ошибки, которые не превышают 10%.

Абсолютные распределения энергии (в логарифмической шкале) в спектрах исследуемых нами 23 звезд спектральных классов F, G и K (интервал длин волн 2400—6600 Å) представлены на рис. 1—3. Несмотря на то, что эти звезды находятся от нас не очень далеко (100—500 пк.), их распределения энергии в непрерывном спектре искажены за эффект межзвездного покраснения. При этом средняя величина избытка цвета  $E(B-V) = 0^m.15 \pm 0^m.05$  определена по данным для 0—1 звезда, находящейся в направлении области и Aug [4], а коэффициенты  $X_i = E(i-V) / E(B-V)$  были взяты из работы [5].

С целью определения эффективных температур исследуемых звезд полученные распределения энергии в непрерывных спектрах звезд сопоставлялись с теоретическими моделями Куруча [6]. Найденные таким путем эффективные температуры для некоторых звезд приведены в последнем столбце табл. 1.







ОБЪЕМНЫЕ ЗАДАНИЕ № ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОБРАЖ.

Э. САЗА	FD, FD	Г. П. К. А.	Спектр	$\nu$	( $\mu$ )	Тара, К
— 43	1065	1601	F0 V	9.42	220	7.00
— 45	1110	387	F0 V	9.26	210	7500
— 45	924	680	F0 V	9.68	240	7500
— 45	1006	32	F1 V	9.24	170	7000
— 45	1013	20.0	F2 V	9.75	210	7000
— 45	1028	471	F2 V	9.21	170	7000
— 45	1028	687	F3 V	9.40	180	6750
— 47	1131	208	F3 V	9.88	210	6750
— 48	970	1942	G0 IV	9.12	170	6000
— 48	1145	1942	G0 V	9.51	100	6000
— 47	1096	914	G0 IV	9.20	170	6000
— 47	1140	356	G0 III	9.51	4.0	6000
— 47	1123	703	G3 IV	8.91	140	3750
— 45	975	107	G5 IV	9.17	150	—
— 47	1116	384	G5 IV	9.17	150	—
— 45	1118	381	G5 IV	9.17	150	—
— 45	1026	1322	G8 IV	8.90	130	—
— 47	1147	1232	G8 III	8.50	530	—
— 47	1147	514	G6 III	9.62	530	—
— 47	1147	185	K1 III	8.35	350	—
— 47	1121	753	K1 III	8.98	451	—
— 45	1109	449	K2 III	8.96	460	—
— 47	1149	511	K2 III	8.6	380	—
— 47	1149	1220	K2 III	8.07	330	—

На рис. 1 приведены наблюдаемые распределения энергии в спектрах звезд классов F (точки). На этом же рисунке нанесены также теоретические кривые [6] для соответствующих спектральных подклассов (сплошные линии). Как видно, наблюдаемые распределения энергии в изученном нами диапазоне длин волны 2400–6600 Å находятся в хорошем согласии с теоретическими моделями.

На рис. 2 представлены наблюдаемые распределения энергии звезд спектральных классов G0–G5 наряду с теоретическими распределениями. В случае звезд  $B1 + 45^\circ 1116$  и  $B1 + 45^\circ 1118$  ввиду отсутствия модельных данных Куруча [6] для соответствующих спектральных подклассов G5V ( $T_{\text{eff}} = 5200^\circ\text{K}$  и  $\lg z = 3.75$ ) приведены лишь наблюдаемые распределения энергии этих звезд.

Поскольку для звезд спектральных подклассов G8–K2 нет хороших теоретических моделей, то для исследуемых нами звезд этих классов на рис. 3 представлены лишь наблюдаемые распределения энергии в их спектрах.

Таким образом, по внеатмосферным и наземным наблюдениям получено абсолютное распределение энергии в непрерывных спектрах 23 звезд в диапазоне длин волны от 2400–6600 Å, что позволило определить эффективные температуры ряда звезд методом сопоставления с моделями звездных атмосфер.

Автор выражает искреннюю благодарность Р. А. Бартая за содействие при получении наземного наблюдательного материала. Он считает также своим долгом выразить глубокую благодарность Г. М. Товмасыну и Р. X. Оганесяну за ценные советы и обсуждение вопросов, связанных с выполнением настоящей работы.

30 мая 1988 г.

Биряковская астрофизическая  
обсерватория

Ռ. Ա. ԵՓՐԵՄՅԱՆ

$\alpha$  Aur-ի ՇՐՋԱԿԱՅՔԻ ՄԻ ԽՈՒՄԲ ԱՍՏՂԵՐԻ ԲԱՅԱՐՁԱԿ  
ՍՊԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱԶԱՓԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆ ԳԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԵՎ  
ՏԵՍԱՆՆԻԻ ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐՈՒՄ II

Ներկայացված են F—K դասի 23 աստղերի երկրային և արտամթնոլոր-  
ային դիտումների սպեկտրալուսաչափական հետազոտման արդյունքները:  
Բերված են այդ աստղերի անընդհատ սպեկտրներում էներգիայի բա-  
արձակ բաշխման կորերը 2400—6600 Å միջակայքում: Ստացված էներ-  
գետիկ բաշխումները համեմատվել են Կուրուզի կողմից հաշված անսահման  
կորերի հետ և որոշվել այդ աստղերի արդյունաբար շերմաստիճանները:

R. A. EPREMIAN

THE ABSOLUTE SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF A  
GROUP OF STARS AROUND  $\alpha$  Aur IN ULTRAVIOLET AND VISIBLE  
REGIONS. II.

The results of spectrophotometry of 23 F—K type stars on the da-  
ta of space and ground based observations are given.

The absolute energy distributions in the wavelength region 2400 —  
—6600 Å for studied stars are given. The obtained energy distributions  
were compared with the Kurucz's theoretical models, the effective tempe-  
ratures of noted stars were also obtained.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Р. А. Епремян, Сообщ. Бюраканской обс., 61, 53, 1989.
2. Г. А. Гурзадян, Д. В. Оганесян, С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Каталог ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд, Изд-во АН АрмССР, 1985.
3. С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Сообщ. Бюраканской обс., 58, 9, 1986.
4. W. A. Hiltner, Ap. J. Suppl. Ser., 2, 389, 1956.
5. K. Nandy, G. I. Thomson, C. Jamur, A. Monfils, R. Wilson, Astron. Ap., 44, 195, 1975.
6. R. L. Kurucz, Ap. J. Suppl. Ser. 40, 1, 1979.

## ОБ АКТИВНЫХ ЯДРАХ ТИПА Sy1, Sy 1.5, Sy2 и LINER

Составлены выборки AGN типов Sy 1 (29 объектов), Sy 1.5 (25 объектов), Sy 2 (22 объекта) и LINER (28 объектов), для которых собраны данные по 11 параметрам, характеризующие их радио, FIR, спектральные и рентгеновские свойства. Эти выборки обработаны методами многомерного статистического — факторного и дискриминантного анализа.

Получены следующие результаты:

- LINER во факторном, определяющим области формирования узких линий и центральный источник, четко разделяются от сейфертовских галактик.
- Область формирования узких эмиссионных линий в целом одинакова для всех типов сейфертовских галактик.
- Рентгеновская светимость, в основном, являющаяся независимым параметром, хорошо классифицирует сейфертовские галактики по типам.
- Подтверждено различие между Sy 2 и Sy1 по FIR и радио характеристикам.
- Тип Sy 1.5 реально существует. Он более близок к типу Sy 1, чем к Sy 2.

**1. Введение.** Сейфертовские ядра разных типов, ядра с низкоионизованными областями (LINER) отличаются друг от друга многими параметрами. Например, галактики типа Sy2 более сильные источники радионалучения, чем Sy1 [1], а объекты Sy 1.5 имеют промежуточную радиосветимость [2], Sy1 и Sy1.5 — более мощные источники рентгеновского излучения, чем Sy2 [3,4]. Инфракрасное излучение Sy 2 предположительно имеет тепловую природу, тогда как у Sy1 оно, в основном, нестепловое (см., например, [5]). LINER отличаются от других AGN более слабо выраженной активностью [6—8].

Несмотря на такие отличия для классификации активных галактических ядер (AGN) используется только информация о профилях и относительных интенсивностях наблюдаемых оптических эмиссионных линий. Причем критерии классификации по эмиссионным линиям для сейфертовских галактик первого и второго типов (Sy1 и Sy2) предложены Хачикяном и Видманом [9], для промежуточных сейфертовских типов (Sy 1.2; 1.5; 1.8; 1.9) Остерброком [10—12] и для LINER Хекманом [13]. Примечательно, что для классификации объекта как Sy1 или Sy1.5 достаточно иметь профили разрешенных и запрещенных линий. Так как у части LINER профили разрешенных линий напоминают таковые у Sy 1.8 и 1.9 [14], а у других они не отличаются от профилей для Sy 2, то для разделения этих классов AGN требуется также спектрофотометрическая информация.

Такой подход к классификации AGN имеет столь большое преимущество, что только по измерению в течение времени профилей и интенсивностей эмиссионных линий говорят о переходе AGN с одного класса в другой. Скажем Sy 1 в Sy2 [15, 16] или наоборот [17, 18].

В настоящей работе созданы выборки AGN типов Sy1, Sy1.5, Sy2 и LINER. Для объектов каждой выборки собраны данные, харак-

теризующие их радио, инфракрасные, спектральные и рентгеновские свойства, всего 11 параметров. Ставится цель ответить на следующие вопросы: а) насколько хорошо определен тип AGN по всем отобранным параметрам вместе взятым? б) исключая профили линий, какие главные факторы определяют тип AGN? в) насколько различие только в радио, инфракрасных и рентгеновских свойствах отражает принадлежность AGN к различным типам?

С целью ответа на поставленные вопросы отмеченные выборки обработаны методами многомерного статистического анализа, включая факторный и дискриминантный анализы.

**2. Используемые выборки и параметры AGN.** В каждой из отмеченных выше классов AGN выбирались те объекты, которые имеют четкую классификацию как Sy 1 по [9] или Sy 2 по [19], Sy 1.5 по [12] или как LINER по [13]. При отборе объектов обращалось особое внимание на то, чтобы для каждого из них имелась по возможности более полная информация по спектрофотометрическим, рентгеновским, инфракрасным и радионаблюдениям. Чтобы свести к минимуму фактор неоднородности в данных, предпочтение отдавалось галактикам, наблюдаемым и обработанным в каждом диапазоне одинаковым способом.

Использованы следующие характеризующие AGN параметры. Исправленные за покраснение отношения интенсивностей эмиссионных линий [OIII]λ5007/H<sub>β</sub>, [OII]λ3727/[OIII]λ5007; [N II]λ6584/[OIII]λ5007 H<sub>α</sub>/H<sub>β</sub>. Для галактик типа Sy 1.5 отношение H<sub>α</sub>/H<sub>β</sub> взято отдельно для узкого и широкого компонентов линий (соответственно (H<sub>α</sub>/H<sub>β</sub>)<sub>л</sub> и (H<sub>α</sub>/H<sub>β</sub>)<sub>б</sub>), отдельно взяты также отношения интенсивности линий [OIII]λ5007 к интенсивности узкого компонента H<sub>β</sub> и к полной интенсивности этой линии. Светимость в линии [OIII]λ5007 (L<sub>[OIII]</sub>). Для большинства объектов она вычислена по значению их светимости в линии H<sub>β</sub> и по отношению [OIII]λ5007/H<sub>β</sub>.

Светимость в мягком рентгеновском диапазоне (0.5—4.5 КэВ; L<sub>γ</sub><sup>1</sup>). Основанным на оценках, соответствующих FIR потокам IRAS [20], для области спектра от 42.5 до 122.5 мкм с центром на 82.5 мкм светимости (L<sub>FIR</sub>). Инфракрасные спектральные индексы α<sub>25мкм</sub><sup>100мкм</sup> и α<sub>100мкм</sub><sup>100мкм</sup>.

Радиосветимости в непрерывном спектре на волне 21 см (L<sub>21д</sub>) и радиоиндекс α<sub>21см</sub><sup>21см</sup>. Отношение малой оси галактики на большую (b/a). При вычислении всех светимостей использованы лучевые скорости галактик, исправленные за движение Солнца вокруг центра галактики. Для постоянного Хаббла принималось значение H<sub>0</sub> = 75 км с<sup>-1</sup> Мпк<sup>-1</sup>. Так как красные смещения (z) выбранных объектов меняются в широких пределах, то, чтобы избежать эффекта селекции по z, в статистике использованы не прямые значения светимостей, а их относительные к L<sub>[OIII]</sub> величины. L<sub>[OIII]</sub> специально выбран как репер, так как у всех типов AGN линии [OIII] образуются в зонах с подобными физическими характеристиками.

Спектральные индексы вычислены по формуле

$$\alpha_i^j = \frac{\lg S_i(\lambda_1) / S_i(\lambda_2)}{\lg \lambda_2 / \lambda_1},$$

где S<sub>i</sub>(λ<sub>1</sub>) и S<sub>i</sub>(λ<sub>2</sub>) потоки в мЯн, соответственно на длинах волн λ<sub>1</sub> и λ<sub>2</sub>.

Выборка сейфертовских галактик первого типа

Таблица 1

Объект	$\lg \frac{[OII]}{H\beta}$	$\lg \frac{[OII]}{[OIII]}$	$\lg \frac{[NII]}{[OIII]}$	$\lg \frac{H\alpha}{H\beta}$	$\lg \frac{L_{R1d}}{L_{[OIII]}}$	$\lg \frac{L_{FIR}}{L_{[OIII]}}$	$\lg \frac{L_x}{L_{[OIII]}}$	$\alpha_{25}^{\circ}$	$\alpha_{60}^{\circ}$	$\alpha_{\epsilon}^{\circ}$	b/a	Литература
Mrk 9	-0.620	-0.658	-0.481	0.393		3.13	2.05	-0.57	-1.03			
10	-0.032	-1.046	-0.921	0.486		2.62		-1.18	-1.82		0.67	[21, 20, 22, 23]
40	-0.143	-0.292	-0.690	0.539	-3.27		2.08				0.40	[10, 20, 23]
69	-0.397	-0.401	-0.004	0.479							0.69	[10, 24, 25, 23]
106	-0.518	-0.745	-0.699	0.530								[10]
110	-0.268	-0.387	-0.959	0.569	-2.72							[10]
124	-0.174	-0.086		0.771	-2.81					-1.37		[10, 24, 26]
141	-0.420	-0.744	-0.056	0.486		2.51		-0.96	-0.78			[10, 24, 20]
142	-0.602	-0.638	0.037	0.464			2.05	-1.25	-1.04			[10, 20]
290	-0.201	-1.222	-1.301	0.521	-3.32		2.02				0.86	[10, 24, 28, 23]
291	-0.031	-0.328	-0.149	0.656			2.33				0.66	[10, 28, 23]
304	-1.180	-0.745	-0.367	0.474			1.74					[10, 27]
335	-0.638	-1.222	0.207	0.415		<2.16		0.07	-1.25	-0.29	0.80	[10, 20, 29, 23]
352	-0.959			0.425			3.21				0.64	[10, 27, 23]
358	-0.367	-0.602	-0.481	0.450							0.70	[10, 23]
374	-0.367		-1.265	0.512	-2.35					-0.64	0.52	[10, 24, 30, 23]
376	-0.824		-0.119	0.563		<2.45	2.15	-0.95	>-0.76		0.68	[10, 20, 22, 23]
382	-0.060	-1.046	-0.585	0.569			1.90				0.88	[10, 28, 23]
509	-0.620	-0.875		0.450	-3.27	2.28	2.04	-0.71	-0.04	-0.92	0.85	[10, 24, 20, 22, 23]
541	-0.638	-0.721	0.371	0.382			2.47				0.69	[10, 28, 23]
618	-0.347	-0.886	-0.201	0.585	-2.44	3.33	2.10	-1.40	-0.70	-1.13	0.60	[10, 24, 20, 28, 26, 23]
NGC 1566	0.233		-0.398	0.623		3.71		-2.96	-2.34		0.79	[31, 20, 23]
3516	-0.585	-1.046	-0.357	0.468	-2.53	2.89	1.71	-0.71	-0.35	-0.31	0.75	[10, 24, 20, 27, 29, 23]
3783	0.100		-0.569	0.511		2.08	1.50	-0.35	-0.77		0.80	[31, 20, 22, 23]
NGC 4051	-0.071	-0.452			-2.56	3.68		-2.00	-1.79	-1.00	0.68	[32, 24, 20, 29, 23]
7603	-0.529	-0.444		0.561	-1.83	3.31	2.29	-1.71	-1.79	-0.73	0.68	[33*, 24, 20, 27, 34, 23]
I Zw 1	-0.357			0.687	-2.97	2.83	1.93	-0.60	-0.26	-0.82	0.88	[10, 24, 20, 22, 29, 23]
II Zw 136	-0.441	-0.913		0.560	-2.94	<2.39	1.94	-0.17	<-1.28		0.41	[10, 24, 20, 27, 23]
III Zw 2	-0.481	-0.824	-1.046	0.552			2.62				0.66	[10, 28, 23]

\* Данные 1974 г.

Объект	$\lg \frac{[OIII]}{H\beta}$	$\lg \frac{[OIII]}{\Sigma}$	$\lg \frac{[OIII]}{[OIII]}$	$\lg \frac{[NIII]}{[OIII]}$	$\lg \left( \frac{H\alpha}{H\beta} \right)_n$	$\lg \left( \frac{H\alpha}{H\beta} \right)_b$	$\lg \frac{L_{Rad}}{L_{[OIII]}}$	$\lg \frac{L_{FIR}}{L_{[OIII]}}$	$\lg \frac{L_x}{L_{[OIII]}}$	$\alpha_{25}^{60}$	$\alpha_{60}^{100}$	$\alpha_4^{21}$	b/a	Литература	
Mrk 6	1.006	0.574	-0.620	-0.745	0.676	1.021	-3.30	0.91		-0.56	0.33	-0.60	0.43	[35,24,20,26,23]	
79	1.045	-0.215	-0.658	-0.678	0.576	0.771	-3.20	2.25	1.72	-0.74	-0.66		1.00	[35,24,20,22,36]	
279	0.627	-0.523	-0.252	-0.237	0.572	0.690	-2.47	2.85	2.49	-1.43	-1.38	-0.92	0.56	[35,24,20,22,29]	
315	0.369	0.021	0.386	-0.495	0.811	0.593	-2.36	<3.05	1.26	-1.47	-1.19	-0.95		[37,24,20,28,26,23]	
372		0.164	-0.081	-0.569		0.855	-3.53		2.16				0.81	[37,24,25,23]	
493		-0.600						4.75		-0.90	-1.37		0.83	[38,20]	
506	0.94	-0.086	-0.824	0.455	0.455	0.748	-2.73		2.35				0.73	[35,21,22,23]	
590		-0.260	-0.444	-0.420			-3.03		2.32	2.19	-0.65	-2.32	-0.32	0.97	[10,24,20,27,29,23]
704	0.810	-0.252	-1.001	-0.824	0.513	0.763				>0.28	-1.48		0.38	[35,20,23]	
766		0.573	-1.000	-0.854			-1.98	3.54	1.76	-1.22	-0.03	-0.70	0.72	[38,24,20,25,29]	
783		0.410	-0.252	-0.736			-1.41					-1.66		[35,24,26]	
817	0.917	-0.509	-1.155	-0.618	0.559	0.602	-2.59		3.29	-0.68	0.04	-0.53	0.80	[35,24,20,29,23]	
841	1.015	-0.292	-1.046	-1.000	0.675	0.681		<2.53		-0.14	-1.32			[35,20]	
926	0.884	-0.046	-0.367	-0.553	0.468	0.978	-3.55		1.40			-1.06	0.67	[35,24,22,26,23]	
975	0.837	-0.036	-1.000	-0.495	0.616	0.568							0.61	[35,23]	
1239		0.146						3.35		-1.00	-1.99		0.63	[38,20]	
NGC 1365	0.350		-0.252	-0.284	1.173			2.66	1.04	-2.22	-1.15		0.44	[39,20,40,23]	
3227	1.031	0.018	-0.523	-0.337	0.670	0.708	-1.83	3.72	2.42	-1.71	-1.51	-0.88	0.45	[35,24,20,23,29,23]	
4151	1.134	0.270	-0.745	-0.796	0.561	0.561	-3.27		1.12			-0.77	0.74	[12,24,22,29,23]	
5548	0.583	-0.143	-0.854	-0.885	0.539	0.724	-3.13		2.03	1.72	-0.31	-0.92	-0.89	0.83	[35,24,22,20,29,23]
7469	0.614	0.174	-0.553	-0.398	0.738	0.748			3.54	2.26	-1.80	-0.50	-0.72	0.58	[35,20,22,29,23]
MKG8-11-11	0.927	0.303	-0.420	-0.481	0.732	0.813	-2.06		2.56	2.08	-0.37	-0.88		0.47	[35,24,20,23,23]
II Zw 1		0.093	-0.770	-0.495					2.43	2.07	<-1.33	-0.66		0.67	[10,20,25,23]
X 0459-1034		-0.032	-0.180											[41]	
ESO0438-G9		-0.432	-0.347	-0.456				3.29		-1.98	-0.46			[42,20]	

Выборка сейфертовских галактик второго типа

Таблица 3

Объект	$\lg \frac{[OIII]}{H\beta}$	$\lg \frac{[OII]}{[OIII]}$	$\lg \frac{[OII]}{[OIII]}$	$\lg \frac{H\alpha}{H\beta}$	$\lg \frac{I_{4860}}{I_{4300}}$	$\lg \frac{I_{4300}}{I_{4340}}$	$\lg \frac{I_{4300}}{I_{4340}}$	$\alpha_{30}$	$\alpha_{45}$	$\alpha_{50}$	$\beta_{50}$	Литература
Mrk												
1	1.030	-0.602	-0.658	0.609	-2.41	2.64	<1.84	-1.15	-0.35	-0.45	0.55	[37.24.20.25.26.23]
3	1.103	-0.585	-0.635	0.725	-2.10	1.89		-0.35	0.29	-0.50	0.71	[37.24.20.25.23]
34	1.059	-0.518	-0.745	0.613	-3.19	<2.09		-0.60	-0.23	-0.81	0.64	[37.24.20.25.23]
78	1.077	-0.357	-0.658	0.725	-2.75	2.29	0.32	-0.83	-0.10	-0.40	0.41	[37.24.20.25.26.23]
176	1.157	-0.620	-0.678	0.816	-2.49	<2.06	<0.32	-1.13	-1.09		0.21	[37.24.20.43.23]
198	0.745	-0.357	-0.420	0.580	-2.76	<2.95	0.81	-0.97	-2.45		0.95	[37.24.20.43.23]
264	0.683	-0.108	0.009	0.695	-2.31	2.82		-1.85	-0.35	-0.55	0.19	[37.24.20.21.23]
270	0.540	-0.187	-0.523	0.577	-2.87		<0.16			-0.71	0.77	[37.24.43.20.23]
348	1.070	-0.432	-0.699	0.630	-1.73	2.43	0.18	-0.69	-0.40	-0.17	0.97	[37.24.20.25.26.23]
533	1.072	-0.745	-0.620	0.665		3.86		-1.19	-0.79	-0.80	0.70	[19.20.29.23]
573	1.084	-0.638	-0.699	0.633				-0.51	0.06	-0.64	0.75	[37.20.29.23]
612	0.959	-0.678	-0.357	0.740		3.62		-1.51	-0.88		0.48	[19.20.23]
622	0.724	0.299	-0.310	1.070	-1.24	4.44		-1.14	-0.13		0.61	[19.24.20.23]
1066	0.590	-0.666	-0.187	0.892		2.38		-1.70	-0.42		0.57	[44.20.23]
NGC												
1068	1.094	-1.000	-0.387	0.651		2.85	0.60	-0.87	-0.49		0.88	[37.20.43.23]
4388	1.021	-0.573	-1.301	0.690		3.51	-0.25	-1.26	-0.93		0.28	[45.20.23]
4507	0.908	-0.558	-0.716			2.34	-0.28	-1.32	-0.35			[46.20.23]
I Zw												
92	1.004	-0.585	-1.606	0.574	-3.09	1.82	<0.64	-1.05	-0.53	-0.68	0.73	[19.24.20.43.20.23]
III Zw												
55	0.840	-0.328	-0.252	0.897	-2.25	3.11	<0.81	<-1.41	-1.65		0.59	[37.24.20.43.23]
Arp												
347	1.182	-0.745	-0.635	0.776	-2.33						0.50	[19.24.23]
UM												
16	1.143	-0.658	-0.921	0.672							0.89	[19.23]
ESO 0428	-G14	1.049	-0.745	-0.569		1.99		-1.62	-0.57			[47.20]

А. Р. ПЕРОВАЯ, М. Ш. КАРАЧЕНКО

Объект	$\lg \frac{[OIII]}{H\beta}$	$\lg \frac{[OII]}{[OIII]}$	$\lg \frac{[N II]}{[OIII]}$	$\lg \frac{H\alpha}{H\beta}$	$\lg \frac{L_{Rad}}{L_{[OIII]}}$	$\lg \frac{L_{FIR}}{L_{[OIII]}}$	$\lg \frac{L_x}{L_{[OIII]}}$	$\alpha_{25}^{60}$	$\alpha_{60}^{100}$	$\alpha_6^{21}$	b/a	Литература
Mrk 293	0.236	0.444	-0.367	0.615	-3.20							[37,24]
700	-0.319	0.449	1.017	0.526	-1.80	3.99		-2.16	-0.31		0.75	[37,24,20,23]
NGC 1052	0.301	0.602	0.176			2.29		-0.64	-0.76			[48,20]
2655										-0.77	0.89	[49,36]
2768	0.009	0.688	0.891	0.439	-0.97					-0.08	0.46	[49,36]
2787	0.146					<3.49		<-0.07	>-2.07		0.66	[49,20,36]
2841	0.111	0.669	0.491	0.567		4.17		<-2.59	-3.37		0.47	[48,20,36]
2911	0.190	0.531	0.587	0.556	-1.86						0.75	[49,36]
2985	-0.174					5.19		-2.98	-2.43		0.77	[49,20,36]
3031	0.270	0.531	0.322	0.863	-2.73	2.94	0.97	-2.59	-4.10	-0.10	0.41	[48,40,20,50,13,23]
3556	-0.301				0.87	<5.70		-2.92	-1.86	-0.86	0.25	[49,20,36]
3642	-0.108	1.009	0.041	0.842		3.33		<-2.08	-2.08		0.81	[49,20,36]
3718										-0.23	0.45	[49,36]
3898	0.176	0.577	0.176	0.753		<3.31		-0.98	<-2.50		0.58	[49,20,36]
3998	-0.137	0.637	0.537	0.503	-1.88					-0.03	0.83	[48,49,36]
4036	-0.081	1.132	0.803	0.684		<3.29		<-0.88	>-2.04		0.49	[48,20,36]
4111	0.000	0.316	0.680		2.49					-0.78	0.19	[49,36]
4278	0.033	0.792	0.529	0.534	-1.12	2.60		<-0.91	-1.86	-0.20	1.00	[49,20,36]
4589										-0.58	0.87	[49,36]
5005	0.378	0.479	0.688			5.25		-3.23	-2.25		0.48	[48,20,36]
5077	0.272	0.352	0.348	0.447	-1.26							[48,49]
5322										-0.55	0.67	[49,36]
5371	0.204	1.109	0.449	0.875		4.68		<-2.66	-3.32		0.78	[48,20,36]
5866										-0.05	0.46	[49,36]
6764	-0.377	0.936	0.664	0.753	-1.14	4.30	<1.13	-1.79	-1.14		0.61	[37,21,20,43,36]
6946	-0.301				-0.29	5.35		-2.37	-1.74	-0.87	1.00	[49,20,36]
IC 342	-0.824				-0.91	<3.49	2.28	-2.14	<-1.63	-0.30		[49,20,50]
K23 26	-0.481	0.707	0.652	0.617								[19]

АКТИВНЫЕ ЯДРА ТИПА СЕЙФЕРТ

В табл. 1—4 приведены выбранные AGN с собранными для них значениями логарифмов, отмеченных выше параметров, а также с ссылками на соответствующие литературные источники, откуда заимствованы использованные данные.

Отметим следующее. Как известно, сейфертовские ядра особенно широкого и промежуточного типов переменны в эмиссионных линиях и во всем диапазоне континуального излучения (см., например, [5]—[34]). Поэтому приведенные для каждого объекта значения параметров являются моментальными для него. Но они, тем не менее, вполне характеризуют объект, как ядро определенного типа.

Что касается отношения  $b/a$ , то для сейфертовских галактик всех типов они заимствованы из работы [23], а для LINER в основном из каталога [36]. Данные из [23] и [36] с высокой степенью достоверности однородны.

**3. Используемые методы многомерного статистического анализа.** Для выявления внутренней структуры и классификации анализируемых выборок AGN использованы методы факторного и дискриминантного анализов.

**Факторный анализ.**—это статистический метод для представления некоторого набора  $m$  наблюдений случайных переменных  $X_1, X_2, \dots, X_m$  для  $n$  объектов, с помощью небольшого числа линейно независимых гипотетических величин  $F_1, F_2, \dots, F_r$  ( $r \leq m$ ), так называемых, общими факторами.

Связь исходных переменных с общими факторами вводится с помощью факторной модели

$$x_i = \sum_{j=1}^r \lambda_{ij} F_j + e_i, \dots, x_m = \sum_{j=1}^r \lambda_{mj} F_j + e_m,$$

где  $\lambda_{ij}$  постоянные, называемые факторными нагрузками. Переменные  $e_1, e_2, \dots, e_m$  называются специфическими факторами. Предполагается, что специфические факторы также не коррелированы. В представленной выше факторной модели  $r$  общие факторы описывают основную часть структуры зависимости  $m$  переменных, а специфические факторы—оставшуюся часть.

Техника факторного анализа направлена на оценку матрицы факторных нагрузок  $\{\lambda_{ij}\}$  и специфических факторов  $e_i$ , а также на определение значений общих факторов с помощью значений исходных переменных для каждого объекта. Отметим, что число  $r$  общих факторов определяется числом собственных значений, больших или равных единице.

Для наилучшей интерпретации общих факторов используется метод ортогонального вращения факторов «варимакс». Целью процедуры вращения является представление каждой исходной переменной одним или небольшим числом факторов, тогда как нагрузки остальных факторов близки к нулю. Полное описание метода факторного анализа можно найти в работах [55, 56], а техникой и результатами его применения в астрономии, например, в работах [57, 58].

Задача **дискриминантного анализа** или классификации состоит в отнесении некоторого объекта  $\omega$  к одной из  $k$  групп  $W_1, W_2, \dots, W_k$  на основе измерения  $p$  параметров  $A^{p \times 1} = (x_1, x_2, \dots, x_p)'$ .

Если ввести следующие величины  $f_i(x)$ —плотности распределения  $x$  в  $W_i$ ,  $q_i$ —априорная вероятность того, что вектор  $x$  при-

надлежит к группе  $W_i (i=1, 2, \dots, k \text{ и } \sum_{i=1}^k q_i = 1)$ :  $C(i/j)$  и  $P(i/j)$ , соответственно стоимость и вероятность отнесения наблюдения из  $W_j$  к  $W_i (i, j=1, 2, \dots, k; i \neq j)$ , то обобщенная байесовская процедура классификации относит  $\bar{x}$  к  $W_i$ , если величина

$$-\sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^k q_j f_j(\bar{x}) C(i/j) \quad i=1, 2, \dots, k,$$

называемая дискриминантной функцией для  $i$  группы, является максимальной, а ожидаемая стоимость ошибочной классификации

$$\sum_{i=1}^k q_i \left| \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^k C(i/j) P(i/j) \right|$$

минимальной.

При классификации важно иметь значение условной вероятности  $P(W_i/\bar{x})$ , называемой апостериорной. Она показывает, какой вероятности объект принадлежит к группе  $W_i$  при данном векторе наблюдений  $\bar{x}$ . Если стоимость ошибочной классификации не имеет значения, все  $C(i/j)$  полагаются равными, и тогда  $P(W_i/\bar{x})$  вычисляется как

$$P(W_i/\bar{x}) = \frac{q_i f_i(\bar{x})}{\sum_{i=1}^k q_i f_i(\bar{x})}.$$

Более подробно с методом дискриминантного анализа можно познакомиться в [56, 59]. При его реализации нами сделаны предположения, что функция плотности распределения  $\bar{x}$  в  $W_i - f_i(\bar{x})$  является нормальной, стоимости ошибочной классификации и априорные вероятности полагаются равными.

**4. Результаты.** Как видно из табл. 1—4 для большого числа объектов отсутствуют те или иные данные. Есть также некоторое число верхних пределов, обусловленное в основном чувствительностью приемной аппаратуры. Для корректной реализации факторного и дискриминантного анализов отсутствующие данные должны быть восстановлены. С этой целью для каждой выборки AGN, для каждого параметра в отдельности вычислялись средние значения с и без использования верхних пределов. Отсутствующие данные восполнялись соответствующими средними значениями. Статистический анализ проведен по матрицам данных, полученных описанным способом.

Факторный и дискриминантный анализы реализованы в следующих случаях «группировки» AGN и их параметров:

а) все типы AGN с девятью параметрами.

Так как параметры  $\lg[OIII] / H\beta$  и  $\lg H\alpha / H\beta$  зависят от интенсивности бальмеровских линий, которые у AGN разных типов образуются

в областях с разными характеристиками (в зоне широких линий (BLR) для Sy 1; в зоне широких и узких линий (BLR+NLR) для Sy 1.5; в зоне узких линий (NLR) для Sy 2 и LINER, то для корректной интерпретации полученных данных они не рассматриваются;

б) все типы AGN с семью параметрами;

в) совместные выборки Sy 1.5, Sy 2 и LINER с одиннадцатью параметрами. Для объектов типа Sy 1.5 как  $\lg [OII] / H$ , и  $\lg H$ ,  $H$ , взяты значения, характеризующие их NLR;

г) совместные выборки Sy 1 и Sy 1.5 с одиннадцатью параметрами. Для объектов типа Sy 1.5 как  $\lg [OIII] / H$ , и  $\lg H$ ,  $H$ , взяты значения, характеризующие их BLR.

В результате применения факторного анализа к случаю а) выделено три главных фактора F1, F2 и F3. Полученные оценки факторных нагрузок после вращения факторов, а также накопленные доли суммарной дисперсии по соответствующим компонентам для данных с и без верхних пределов (последняя в кавычках), приведены в табл. 5. Отметим, что каждая нагрузка есть коэффициент корреляции между указанным параметром и соответствующим фактором.

Таблица 5

№	Параметр	F1	F2	F3
1	$\lg [OII] / [OIII]$	0.880(0.880)	-0.206(-0.054)	0.015(-0.042)
2	$\lg [NII] / [OIII]$	0.877(0.883)	-0.071(0.077)	0.098(0.030)
3	$\lg L_{2-10} / L_{0.1-10}$	0.778(0.810)	-0.233(-0.141)	0.033(0.061)
4	$\lg L_{1-10} / L_{0.1-10}$	0.759(0.771)	0.162(0.252)	-0.189(-0.078)
5	$\lg L_{1-0.1} / [OII]$	0.160(0.084)	0.880(0.500)	0.190(0.125)
6	$\alpha$	-0.736(-0.721)	-0.100(-0.120)	0.389(0.327)
7	$\alpha^{(*)}$	-0.743(-0.694)	-0.281(-0.380)	0.089(0.165)
8	$\alpha$	0.647(0.633)	-0.513(-0.409)	0.269(0.154)
9	$b/a$	-0.069(-0.047)	0.119(0.092)	0.885(0.951)
Накопленная дисперсия, %		47%(48%)	61%(62%)	73%(74%)

Для интерпретации факторов рассмотрим нагрузки больше порогового значения  $r > 0.6$ .

Как видно из табл. 5 первый фактор—F1, который объясняет 47% (48%) общей дисперсии всех данных, главным образом, зависит от семи параметров из девяти. Эти параметры характеризуют степень ионизации, радио и FIR свойства AGN. Второй фактор—F2, объясняющий 14% общей дисперсии, зависит существенным образом от рентгеновской светимости AGN. Фактор F3, объясняющий 12% общей дисперсии, включает в себя эффект наклона галактики к лучу зрения.

В результате применения факторного анализа к случаю б) также выделяются три главных фактора F1, F2 и F3. Полученная факторная матрица воспроизведена в табл. 6 аналогично табл. 5 по форме. Как видно из этой таблицы, F1 объясняет 41% (42%), F2—17%, а F3—15% общей дисперсии всех данных. При этом F1, главным образом, зависит от радио, и FIR свойств AGN, F2 от рентгеновской светимости, а F3 от наклона галактики к лучу зрения.

Факторная матрица, соответствующая результату применения факторного анализа к случаю в), приведена в форме табл. 5 в табл. 7.

Таблица 6

№	Параметр	F1	F2	F3
1	$\lg L_{Rad} / L(0111)$	0.71 ( 0.768)	- 0.369 (- 0.2.6)	0.090 ( 0.105)
2	$\lg LFIR / L(0111)$	0.871( 0.849)	-0.066( 0.136)	-0.047( -0.004)
3	$\lg L_x / L(0111)$	0.206( 0.187)	0.848( 0.880)	0.233( 0.142)
4		- 0.802(-0.794)	0.042(-0.040)	0.271( 0.264)
5	$\alpha_{10}^{100}$	-0.793(-0.771)	-0.121(- 0.271)	-0.003 0.106)
6	$\alpha_6^{100}$	0.419( 0.560)	-0.624(- 0.509)	0.246( 0.168)
7	b/a	-0.121(-0.081)	0.054( 0.076)	0.925( 0.958)
Накопленная дисперсия, %		41% (42%)	58% (59%)	73% (74%)

Как видно, из полученных трех главных факторов первый объясняет 48% (50%), второй—14% (13%), третий—10% общей дисперсии всех данных. Как и прежде, F1 полностью обусловлен параметрами, характеризующими степень ионизации, радио и FIR свойства AGN; F2— рентгеновской светимостью и мерой поглощения в NLR отношением  $\lg(H_\alpha/H\beta)_n$ ; F3—наклоном галактики к лучу зрения.

Как видно из табл. 5—7, учет верхних пределов при вычислении средних значений параметров и составлении матриц данных почти не влияет на конечный результат факторного анализа.

Таблица 7

№	Параметр	F1	F2	F3
1	$\lg [OIII] / H\beta$	-0.923 (- 0.917)	0.138 ( 0.189)	0.015 ( 0.035)
2	$\lg [OII] / [OIII]$	0.932 ( 0.930)	0.001 (- 0.050)	0.038 ( 0.038)
3	$\lg [NII] / [OII]$	0.935 ( 0.927)	-0.117 (- 0.161)	0.011 (-0.045)
4	$\lg (H_\alpha / H\beta)_n$	0.039 ( 0.081)	0.772 ( 0.820)	-0.309 (-0.228)
5	$\lg L_{Rad} / L(0111)$	0.779 ( 0.781)	0.023 ( 0.044)	0.060 ( 0.162)
6	$\lg LFIR / L(0111)$	0.722 ( 0.744)	-0.215 ( 0.167)	-0.305 (-0.118)
7	$\lg L_x / L(0111)$	0.211 ( 0.299)	-0.847 (-0.832)	-0.084 (-0.086)
8	$\alpha_{10}^{100}$	-0.716 (-0.775)	-0.021 ( 0.020)	0.455 ( 0.338)
9	$\alpha_6^{100}$	0.708 ( 0.700)	0.234 ( 0.275)	0.151 ( 0.211)
10	$\alpha_6^{21}$	0.620 ( 0.617)	0.206 ( 0.131)	0.409 ( 0.221)
11	b/a	-0.039 ( 0.015)	-0.167 (-0.128)	0.763 ( 0.904)
Накопленная дисперсия, %		48% (50%)	62% (63%)	72% (73%)

При реализации факторного анализа к случаю г) выделяются четыре главных фактора (табл. 8). Первые два фактора объясняют соответственно 22% и 21% общей дисперсии, а факторы F3 и F4 по 11% (10%) и 9% (9%) этой дисперсии. Первый фактор зависит от степени ионизации, от меры поглощения в BLR, а также от рентгеновской светимости. Второй фактор зависит от FIR свойств AGN. Третий и четвертый факторы в зависимости от использования данных с и без верхних пределов зависят соответственно от единственного параметра  $\lg[NII] / [OIII]$  и наклона галактики или наоборот. Так как в этом случае F3 и F4 объясняют почти одинаковую и малую часть общей дисперсии, то и в этом случае учет верхних пределов не влияет на результат факторного анализа.

При реализации дискриминантного анализа ко всем вышеописанным случаям заново выполнена классификация всех объектов по типам Sy 1, Sy 1.5, Sy 2 и LINER. Классификация выполнена двумя пу-

Таблица 8

№	Параметр	F1		F2		F3		F4	
1	$\lg (O/H) H\beta$	0.692	0.666	0.060	0.025	-0.384	(-0.141)	-0.155	(0.445)
2	$\lg (O/H) (OIII)$	0.616	0.657	0.379	0.425	0.381	(0.015)	0.058	(0.281)
3	$\lg (N/H) (OIII)$	-0.157	(-0.081)	0.032	(0.697)	0.907	(-0.034)	-0.011	(0.913)
4	$\lg (H\alpha/H\beta)$	0.93	(0.767)	-0.140	(0.126)	-0.210	(0.014)	-0.107	(-0.262)
5	$\lg L_{Ly\alpha} Ly\alpha$	-0.136	(-0.143)	0.361	(0.306)	-0.043	(-0.772)	-0.738	(-0.056)
6	$\lg L_{Ly\alpha} Ly\alpha$	0.134	(-0.312)	0.808	(0.700)	0.090	(0.161)	0.075	(-0.042)
7	$\lg L_{Ly\alpha} Ly\alpha$	0.601	(0.586)	0.145	(0.185)	0.051	(0.067)	0.002	(-0.038)
8	$\lg L_{Ly\alpha} Ly\alpha$	0.247	(0.271)	-0.743	(0.708)	0.211	(0.254)	0.054	(-0.101)
9	$\lg L_{Ly\alpha} Ly\alpha$	0.208	(0.175)	-0.560	(0.690)	0.043	(-0.090)	0.044	(-0.077)
10	$\lg L_{Ly\alpha} Ly\alpha$	-0.537	(-0.325)	-0.374	(0.322)	0.205	(0.266)	0.313	(0.299)
11	b/a	0.179	(-0.217)	0.110	(0.074)	0.055	(0.805)	0.815	(0.040)
Наклоненная дисперсия, %		22% (22%)		47% (43%)		53% (53%)		62% (62%)	

Таблица 9

## Классификация сейфертовских галактик первого типа

Объект	а) случай		б) случай		г) случай	
	вероят.	тип	вероят.	тип	вероят.	тип
Mrk 9	0.550	1	0.545	1	0.928	1
10	0.522	1	0.545	1.5	0.671	1
40	0.582	1	0.607	1	0.590	1.5
69	0.557	1	0.577	1	0.818	1
106	0.594	1	0.577	1	0.803	1
110	0.784	1	0.801	1	0.748	1.5
123	0.515	1	0.560	1	0.815	1.5
141	0.716	1	0.603	1	0.908	1
142	0.551	1	0.555	1	0.934	1
240	0.742	1	0.681	1	0.621	1
291	0.564	1	0.671	1	0.533	1.5
304	0.534	1.5	0.540	1.5	0.956	1
345	0.528	1	0.527	1.5	0.934	1
372	0.536	1	0.720	1	0.985	1
388	0.579	1	0.577	1	0.827	1
474	0.621	1.5	0.630	1.5	0.665	1
376	0.541	1	0.544	1	0.905	1
382	0.628	1	0.607	1	0.667	1
509	0.652	1	0.745	1	0.821	1
541	0.774	1	0.672	1	0.983	1
218	0.570	1	0.623	1	0.706	1
NGC 1440	0.753	1	0.665	1	0.535	1
356	0.493	1.5	0.640	2	0.950	1
6783	0.596	1.5	0.593	1.5	0.637	1.5
451	0.503	1	0.696	1	0.624	1
7003	0.591	1	0.708	1	0.948	1
I Zw 1	0.105	1	0.593	1	0.104	1.5
I Zw 146	0.722	1.5	0.610	1.5	0.794	1
II Zw 2	0.726	1	0.697	1	0.767	1

типа, на основе отобранных параметров AGN, а также по коэффициентам значимых факторов.

Во всех случаях все Sy 2 и LINER по параметрам и факторам с разной вероятностью заново классифицируются как объекты того же типа. Ситуация более сложная для AGN Sy 1 и Sy 1.5. В табл. 9 и 10 приведены результаты классификации Sy 1 и Sy 1.5 по главным факторам с использованием верхних пределов в данных. Классификация

Таблица 10

Классификация сейфертовских галактик промежуточного типа

Объект	а) случай		б) случай		в) случай		г) случай	
	вероят.	тип	вероят.	тип	вероят.	тип	вероят.	тип
Mrk 6	0.649	1.5	0.771	1.5	0.508	1.5	0.997	1.5
79	0.643	1	0.630	1	0.916	1.5	0.801	1.5
279	0.626	1	0.655	1	0.998	1.5	0.639	1
315	0.613	1.5	0.649	1.5	0.577	1.5	0.915	1.5
372	0.688	1	0.718	1	0.979	1.5	0.902	1.5
493	0.624	1	0.590	1	0.981	1.5	0.663	1
506	0.688	1	0.664	1	0.999	1.5	0.565	1.5
590	0.652	1	0.615	1	0.837	1.5	0.750	1
704	0.678	1.5	0.676	1.5	0.993	1.5	0.645	1.5
766	0.647	1.5	0.620	1.5	0.902	1.5	0.886	1.5
783	0.642	1	0.686	1	0.945	1.5	0.979	1.5
817	0.638	1.5	0.600	1.5	0.864	1.5	0.805	1
841	0.525	1.5	0.553	1.5	0.905	1.5	0.552	1.5
926	0.515	1.5	0.532	1	0.995	1.5	0.982	1.5
975	0.589	1.5	0.605	1.5	0.970	1.5	0.538	1
1239	0.508	1.5	0.510	1.5	0.978	1.5	0.772	1.5
NGC 1365	1.000	2	0.999	2	1.000	2	0.990	1.5
3227	0.527	1	0.523	1	0.997	1.5	0.520	1.5
4151	0.616	1.5	0.661	1.5	0.102	1.5	0.110	1.5
5548	0.589	1	0.576	1	0.116	1.5	0.793	1.5
7469	0.524	1.5	0.520	1.5	0.971	1.5	0.628	1.5
МКГ 8-11-11	0.860	1.5	0.627	1.5	0.920	1.5	0.898	1.5
II Zw 1	0.554	1.5	0.523	1.5	0.570	1.5	0.926	1.5
X 0459+034	0.508	1	0.545	1	0.974	1.5	0.828	1.5
ESO 0438-G9	0.632	1.5	0.606	1.5	0.955	1.5	0.744	1.5

этих объектов по отобранным параметрам и без учета верхних пределов приводят к аналогичным результатам. В этих таблицах для каждого объекта, в каждом случае классификации, приведено значение вероятности совпадения с наибольшей дискриминантной функцией и название этой функции соответственно Sy 1, Sy 1.5 и Sy 2.

**5. Обсуждение.** В настоящее время считается, что механизмом образования как запрещенных, так и разрешенных линий в AGN является фотоионизация атомов нетепловыми жесткими квантами центрального компактного источника (обсуждаются и другие возможности [60, 61]). Считается, что центральный источник с размером меньше 0.01 пк окружен двумя, переходящими друг в друга подсистемами газа с различными характеристиками. В более близкой к источнику зоне (BLR), имеющей размеры порядка 1 пк, образуются широкие крылья разрешенных линий, в более далекой (NLR), имеющей размеры порядка 1 кпк—запрещенные линии и центральные пики разрешенных линий [62, 2]. По последним данным зона широких линий, которая четко обнаруживается у Sy 1, Sy 1.5 и у части LINER существует и в AGN типа Sy 2 [63, 64]. В свою очередь, NLR является неотъемлемой частью всех типов AGN.

Установлено, что далекое инфракрасное излучение от AGN в основном имеет тепловую природу [65] и исходит из области размерами  $r \gtrsim 100$  пк [5]. Основная область радионизлучения у рассмотренных типов AGN также невелика ( $\sim 200$  пк) [34, 66], а вклад радионизлучения родительской галактики не превышает нескольких процентов от общей радиосветимости [29]. В свою очередь, рентгеновское излучение AGN исходит из области, прямо примыкающей к центральному источнику [25].

Так как при реализации факторного анализа к вышеописанным случаям а), б) и в) в первых главных факторах группируются параметры, описывающие степень ионизации, FIR и радио свойства AGN, то в свете вышесказанного первый фактор можно с уверенностью назвать фактором, характеризующим NLR в AGN. Аналогично в тех же случаях, второй фактор, зависящий, главным образом, от рентгеновской свечистости, характеризует центральный источник AGN, а третий—родительскую галактику.

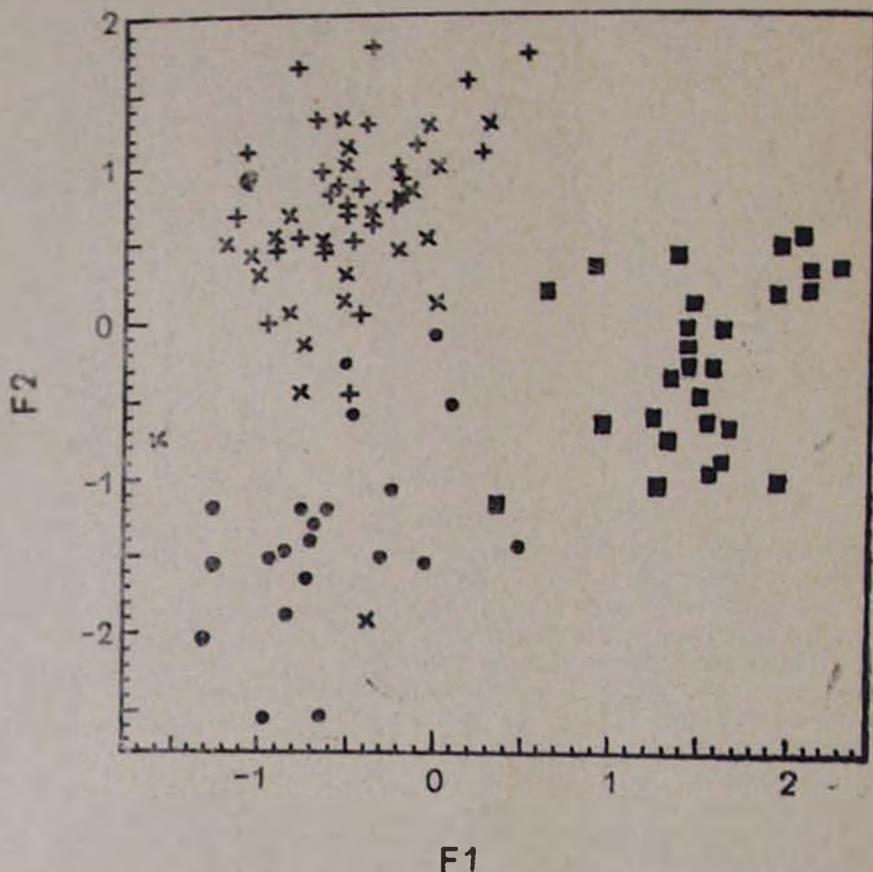


Рис. 1. Распределение величин коэффициентов значений первого и второго факторов в случае а) для Sy1 (+), Sy2 (x), Sy2 (o) и LINER (-)

Для случаев а), б) и в) на рис. 1—3 разными символами нанесены положения величин коэффициентов значений первого и второго факторов для AGN всех типов.

Как видно, во всех случаях, LINER по обоим главным факторам разделяются от сейфертовских галактик как отдельный класс объектов. Их классификация, как мини-сейферты [67, 68], вполне реальна. Отметим, что здесь и ниже, проверка на совместимость выборки по каждому фактору в отдельности производится с помощью непараметрического теста Колмогорова-Смирнова. Принимается, что отличие значимое, если  $P\%$  на уровне 0,5% и ниже.

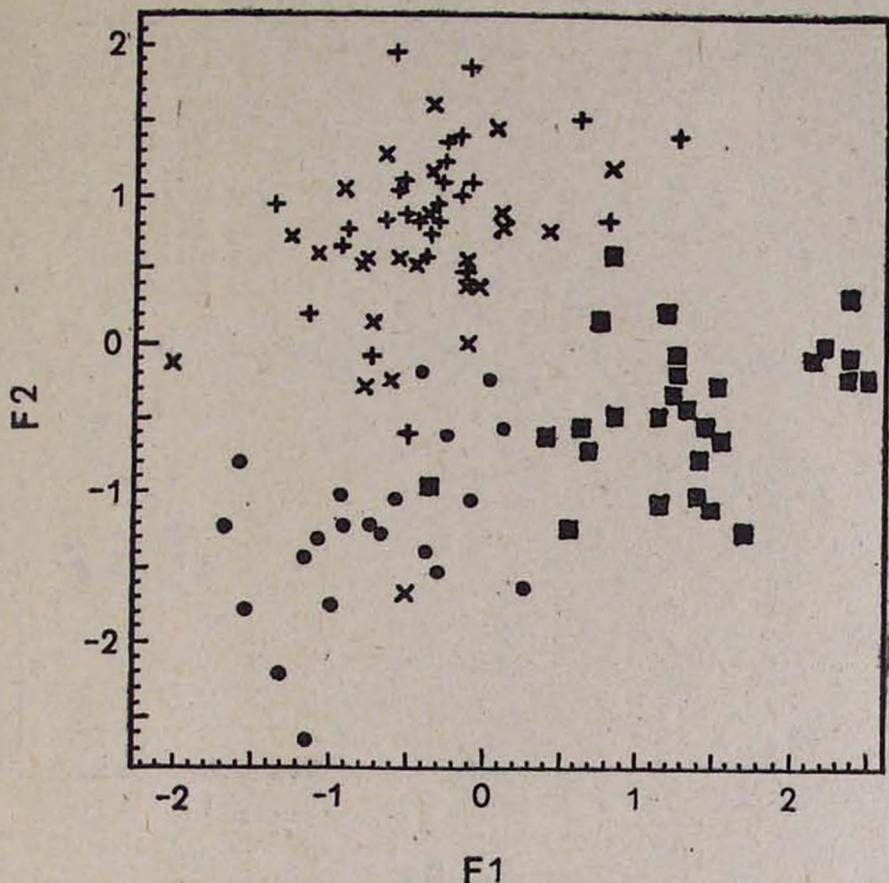


Рис. 2. Распределение величин коэффициентов значений первого и второго факторов в случае б) для Sy1(+), Sy1.5(x), Sy2(o) и LINER (■)

Отличие Sy 2 от Sy 1 и Sy 1.5 по ИК, радио и рентгеновским характеристикам в отдельности отмечалось неоднократно [5, 25, 66]. По нашим данным во всех упомянутых случаях по мощности центрального источника (второй фактор) Sy 2 четко отличается от Sy 1 и Sy 1.5. По первому фактору, содержащему все параметры, характеризующие NLR и их связи (случай а) и в)) AGN типа Sy2 значительно не отличаются от Sy 1 и Sy 1.5.

При исключении спектрофотометрических параметров или только по FIR и радио свойствам NLR (случай б)) Sy 2 начинают значительно отличаться от Sy 1. Это важно. Получается, что несмотря на некоторое отличие в определенных параметрах NLR (которые вместе с рентгеновской светимостью центрального источника четко классифицируют объекты как Sy 2), все же NLR как целое образование, одинаковое для всех типов сейфертовских галактик.

По спектрофотометрическим данным Sy 1.5 больше напоминают объекты типа Sy 1, чем Sy 2 [35]. Но, как отмечалось выше, по общим свойствам NLR (F1) значимого отличия между Sy 1.5 и Sy 1, Sy 2 не обнаружено. По рентгеновской светимости (F2, рис. 1 и 2) объекты ти-

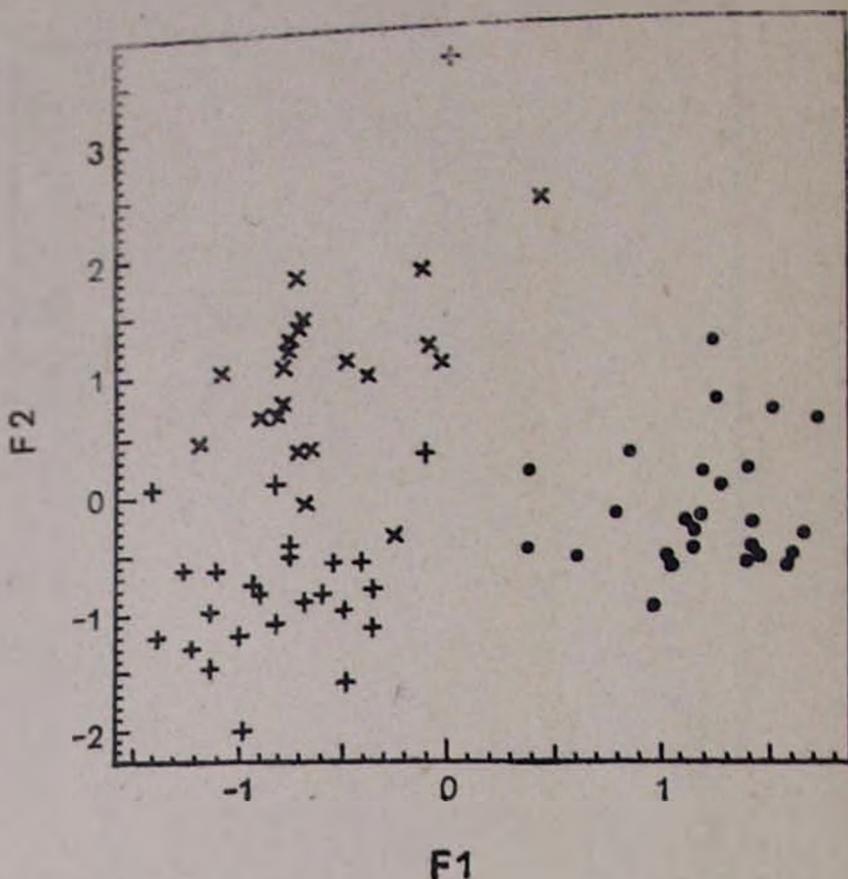


Рис. 3. Распределение величин коэффициентов значений первого и второго факторов в случае в) для Sy1.5(+), Sy2(x) и LINER (●)

на Sy 1.5 явно близки Sy 1, но и по этому фактору значимое отличие между ними сохраняется.

При реализации факторного анализа к случаю г) первый фактор объясняет всего 22% общей дисперсии. Вероятная интерпретация этого фактора в том, что он описывает популяцию в NLR под воздействием отчасти поглощающегося в BLR излучения центрального источника. По этому фактору Sy 1 значительно отличается от Sy 1.5 (рис. 4). В то же время в FIR свойствах этих объектов значимого отличия нет.

Так как входящие в разные факторы параметры строго независимы, то рентгеновская светимость и группа параметров, характеризующая NLR, независимым образом описывает активные ядра. Причем для классификации сейфертовских галактик (не считая профилей линий) основную роль играет их рентгеновская светимость или мощность центрального источника. Для разделения LINER от сейфертовских галактик можно использовать и параметры, характеризующие NLR.

В некоторых работах (см., например, [68]) выдвинуто предположение, что существует один тип AGN, а видимое различие отчасти обу-

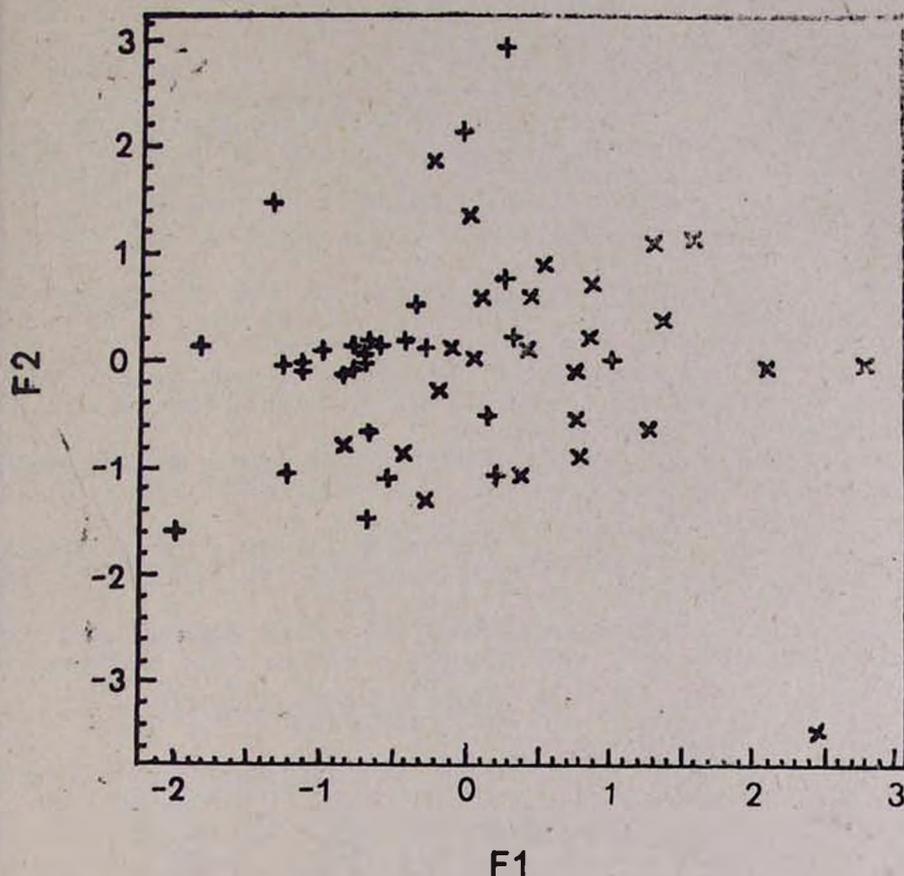


Рис. 4. Распределение величин коэффициентов значений первого и второго факторов в случае г) для Sy1(+) и Sy1.5(x)

словлено эффектом поглощения излучения центрального источника на границе BLR и NLR. Коррелированность  $\lg L_x / L_{[OIII]}$  от  $\lg(H_\alpha / H_\beta)_n$  и  $\lg(H_\alpha / H_\beta)_b$  (F2 случай в) и F1 случай г)) можно считать доводом в пользу этой гипотезы.

Во всех рассмотренных случаях параметр, характеризующий наклон галактики к лучу зрения, единолично определяет один из полученных главных факторов. Ее изолированность от остальных параметров указывает на независимость внутренних свойств AGN от наклона родительской галактики.

В конце хотелось бы обратить внимание на некоторые объекты, которые при классификации по полученным факторам показывают отклонения от первоначальной классификации по профилям линий.

Из объектов типа Sy 1 галактики Маркарян 124, 304, 374, NGC 3516, 3783, II Zw 136 и I Zw 1 обладают некоторыми свойствами, характерными для сейфертовских галактик промежуточного типа (табл. 9). Интересно провести более детальное изучение профилей разрешенных линий в спектрах этих объектов.

Из сейфертовских галактик промежуточного типа два объекта

Маркари 279 и 390 обладают более близкими к Sy 1 свойствами (табл. 10).

Интересен случай галактики NGC 1365. По спектрофотометрическим данным [39] у этой галактики к центральному ядру типа Sy 1.5 примыкает область размерами порядка 400 пк, обладающая свойствами сейфертовских галактик второго типа. Классификация NGC 1365 по нашим данным подтверждает такую картину. По параметрам, характеризующим NLR этой галактики, она четко классифицируется как Sy 2. При включении параметров B.I.R. (случай г)) NGC 1365 классифицируется как Sy 1.5.

**6. Заключение.** Исследование методами многомерного статистического анализа выборки AGN, содержащей объекты типов Sy 1, Sy 1.5, Sy 2 и LINER приводит к следующим результатам:

— При реализации факторного анализа на общей выборке AGN первый, главный фактор определяет область узких эмиссионных линий, второй — центральный источник.

— LINER по характеристикам области формирования узких линий и центрального источника четко отличаются от сейфертовских галактик.

— Сейфертовские галактики всех типов в целом имеют значительно не отличающиеся друг от друга области формирования узких линий.

— Рентгеновская светимость AGN в основном является независимым параметром и четко классифицирует сейфертовские галактики по типам.

— FIR и радио характеристики Sy 2 значительно отличаются от тех же характеристик Sy 1.

— Промежуточный сейфертовский тип реально существует. По сумме параметров он более близок к AGN типа Sy 1, чем Sy 2.

— Профили разрешенных линий сейфертовских галактик первого типа Маркари 124, 304, 374, NGC 3516, 3783, II Zw 136 и I Zw 1 вероятно имеют центральные узкие пики\*.

24 июня 1988 г.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Ա. Ր. ՊԵՏՐՈՍՅԱՆ, Մ. Շ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ՈՒՅՅՈՒՄՍ 1, 1.5, 2 եւ LINER ԳՐԱՐ ԳՅՐՄՈՒՆ, ԿՈՐԵԶՆԵՐԻ ԴՐՈՒՄ,

Չափված է՝ Sy1 (29 օբյեկտ), Sy1,5 (25 օբյեկտ), Sy2 (22 օբյեկտ) և LINER չափ գրծան կորիզների բնարաններ, որոնց համար չափաբաժնի են նրանց ուղիղ, FIR, սպեկտրայ և սեւողենյան հատկությունները բնորոշող 14 բնական փոփոխությունները և ընտրությունները մշակվել են բազմաչափ ժիմեկոգրություն, — ֆակտորային և դիսկրիմինատիվ անալիզի մեթոդներով: Ուսացվել են ճշակելի արդյունքներ:

\* Статия была сдана в печать, когда был получен препринт работы [69]. В нем во профилем линии Марк 304 классифицирована как Sy 1.8, а галактики Марк 374, NGC 3516 и I Zw 1 — как Sy 1.5.

- Նեղ գծերի առաջացման տիրույթը և կենտրոնական աղբյուրը բնորոշող ֆակտորներով LINER-ը հստակորեն անջատվում են սեյֆերտյան կորիզներից:
- Նեղ գծերի առաջացման տիրույթը ընդհանուր գծերով նույնն է բոլոր սեյֆերտյան միջուկների համար:
- Ինենագենյան լուսաալոթյունը, հիմնականում հանդիսանալով անկախ բնութագրիչ, լավ դասակարգում է սեյֆերտյան կորիզները ըստ տիպերի:
- Հաստատվել է Sy<sup>2</sup> և Sy<sup>1</sup> գալակտիկաների FIR և ուղիղ բնութագրիչների տարբերության փաստը:
- Sy<sup>1,5</sup> դասը ունի գոյություն ունի Այն ավելի մոտ է Sy<sup>1</sup> դասին քան Sy<sup>2</sup>-ին:

A. R. PETROSIAN, M. SH. KARAPETIAN

ON THE AGNs OF SEYFERT 1, 1.5, 2 AND LINERS

The AGNs samples of types Sy1 (29 objects), Sy1.5 (25 objects), Sy2 (22 objects) and LINERS (28 objects), containing 11-radio, FIR, spectral and X-ray parameters are compiled. All samples are processed by the multivariate statistical methods including factor and discriminant analysis.

The following results are obtained:

- LINERS by principal factors, which determine NLR and the central engine are clearly separated from Seyfert galaxies.
- All types of Seyfert galaxies generally have the same NLR.
- X-ray luminosity of AGNs is on the whole an independent parameter which well classifies Seyfert galaxies.
- Differences between Sy2s and Sy1s by radio and FIR properties are confirmed.
- Intermediate Seyfert type is real. These AGNs are much more similar to Sy1 type objects than to Sy2.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. G. de Bruyn, A. S. Wilson, *Astron. and Astrophys.*, 5, 93, 1976.
2. D. E. Osterbrock, *Q. Jl. Roy. Astron. Soc.*, 25, 1 1984.
3. M. Elvis, T. Muccacaro, A. S. Wilson, M. J. Ward, M. V. Penston, R. A. E. Fosbury, G. C. Perola, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 183, 159, 1978.
4. H. Tananbaum, G. Peters, W. Forman, R. Giacconi, C. Jones, *Astrophys. J.*, 223, 74, 1978.
5. R. A. Edelson, M. A. Malkan, G. H. Rieke, *Astrophys. J.*, 321, 213, 1987.
6. W. C. Keel, *Astrophys. J.*, 269, 466, 1983.
7. J. R. Stauffer, *Astrophys. J.*, 262, 66, 1982.
8. P. Veron, M. — P. Veron-Cetty, *Astron. and Astrophys.* 161, 145, 1986.
9. Э. Е. Хачикян, Д. В. Видман, *Астрофизика*, 7, 389, 1971.

10. D. E. Osterbrock, *Astrophys. J.*, **213**, 733, 1977.
11. D. E. Osterbrock, *Astrophys. J.*, **219**, 462, 1981.
12. D. E. Osterbrock, A. T. Kuzel, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.* **176**, 61p, 1976.
13. F. M. Heckman, *Astron. and Astrophys.*, **87**, 152, 1980.
14. A. V. Filippenko, W. L. W. Sargent, *Astrophys. J.*, Suppl. Ser., **57**, 203, 1983.
15. D. E. Osterbrock, *Phys. Scripta*, **17**, 285, 1978.
16. M. V. Fenston, E. Perez, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **211**, 33p, 1984.
17. Э. А. Хачикян, В. Н. Поном. А. А. Ермаков, *Астрофизика*, **18**, 541, 1982.
18. D. Allen, D. Felat, M. Phillips, M. Whittle, *Astrophys. J.*, **288**, 205, 1985.
19. J. M. Shuder, D. E. Osterbrock, *Astrophys. J.*, **250**, 55, 1981.
20. C. J. Longdale, G. Helou, J. C. Good, W. Rice, *Cataloged Galaxies and Quasars Observed in the IRAS Survey (Pasadena)*, JPL, 1985.
21. M. M. Phillips, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **38**, 187, 1978.
22. G. A. Kriss, *Astrophys. J.*, **277**, 495, 1984.
23. G. de Zotti, C. M. Gustell, *Astron. and Astrophys.*, **147**, 1, 1985.
24. E. Meurs, PhD Thesis, Leiden, 1982.
25. G. A. Kriss, C. R. Cantares, G. R. Kluke, *Astrophys. J.*, **242**, 492, 1980.
26. J. M. Mazzarella, V. A. Balliano, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, **62**, 751, 1986.
27. G. A. Kriss, *Astron. J.*, **90**, 1, 1985.
28. J. F. Steiner, *Astrophys. J.*, **250**, 460, 1981.
29. R. A. Edelson, *Astrophys. J.*, **313**, 651, 1987.
30. J. S. Ulvestad, A. F. Wilson, *Astrophys. J.*, **278**, 514, 1984.
31. P. S. Omer, M. G. Smith, D. W. Woodman, *Astrophys. J.*, **180**, 167, 1974.
32. Э. А. Дубай, В. Н. Поном, *Астроном. ж.*, **44**, 952, 1967.
33. J. E. Tohtline, D. E. Osterbrock, *Astrophys. J.*, **210**, L117, 1976.
34. J. M. van der Hulst, P. C. Crane, W. C. Keel, *Astron. J.*, **80**, 1175, 1981.
35. R. D. Cohen, *Astrophys. J.*, **273**, 489, 1983.
36. P. Nilson, *Uppsala Astron. Observatory Ann.*, **6**, 1973.
37. A. T. Kuzel, *Astrophys. J.*, **223**, 56, 1978.
38. D. E. Osterbrock, R. W. Pogge, *Astrophys. J.*, **297**, 166, 1985.
39. M. G. Edmunds, B. E. J. Pagel, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **198**, 1089, 1982.
40. T. Maccacaro, G. C. Perola, M. Elvis, *Astrophys. J.*, **257**, 47, 1982.
41. P. D. Chigo, S. Wyckoff, J. F. C. Wardle, N. L. Cohen, *Astron. J.*, **87**, 1438, 1982.
42. W. Kollatschny, K. J. Fricke, *Astron. and Astrophys.*, **125**, 276, 1983.
43. A. Lawrence, M. Elvis, *Astrophys. J.*, **256**, 410, 1982.
44. D. E. Osterbrock, O. Dahari, *Astrophys. J.*, **273**, 478, 1983.
45. M. M. Phillips, D. F. Alatin, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, **199**, 905, 1982.
46. F. Durret, J. Bergeron, *Astron. and Astrophys.*, **150**, 51, 1980.
47. N. Bergvall, L. Johansson, K. Olofsson, *Astron. and Astrophys.*, **106**, 92, 1986.
48. G. J. Ferland, H. Netzer, *Astrophys. J.*, **204**, 105, 1983.
49. T. M. Heckman, E. Ballou, P. C. Crane, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, **40**, 295, 1980.
50. G. Fabbiano, G. Trinchieri, A. Macdonald, *Astrophys. J.*, **284**, 65, 1984.
51. I. Prantk, in "Observational Evidence of Activity of Galaxies", IAU Symp. № 121- (eds. B. Ye. Khachikyan, K. J. Fricke, J. Melnick), D. Reidel, Dordrecht, p. 169, 1987.
52. В. Лютый, Докторская диссертация, ГАНШ, М., 1976.
53. R. Douer, R. Griffiths, H. Bradt, R. Duxsey, M. Johnson, *Astrophys. J.*, **235**, 356, 1980.
54. M. Lebowitzky, G. Rieke, *Nature*, **284**, 410, 1980.
55. Г. Г. Хармян, «Современный факторный анализ»—М., Статистика, 1972.

56. А. Афифи, С. Эдлен, «Статистический анализ. Подход с использованием ЭВМ».— М., Мир., 1982.
57. T. J. Deeming, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc. 127, 493, 1964.
58. С. А. Christian, Astrophys. J. Suppl. Ser., 49, 555, 1982.
59. Т. Андерсон, «Введение в многомерный статистический анализ»—М., Физматгиз-дат, 1963.
60. D. W. Weedman, Astrophys. J., 286, 479, 1983.
61. R. Terlevich, J. Melnick, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 213, 841, 1985.
62. Э. А. Дибай, В. Н. Проник, «Нестационарные явления в галактиках». Симп. МАС № 29, Ереван, Изд. АН АрмССР, с. 83, 1966.
63. R. R. J. Antonucci, J. S. Miller, Astrophys. J., 297, 621, 1985.
64. J. S. Miller, R. Goodrich, Bul. Armerican Astron. Soc., 19, 695, 1987.
65. J. M. Rodriguez-Espinosa, R. J. Rudy, B. Jones, Astrophys. J., 312, 555, 1987.
66. A. S. Wilson, T. M. Heckman, in „Astrophysics of Active Galaxies and Quasi-Stellar Objects“, ed. J. S. Miller (Mill Valley, C. A: Univ. Sci. Books), p. 39, 1985.
67. W. C. Keel, in „Astrophysics of Active Galaxies and Quasi-Stellar Objects“ ed. J. S. Miller (Mill Valley CA: Univ. Sci. Books), p. 1, 1985.
68. A. Lawrence, Publ. Astron. Soc. Pacific, 99, 309, 1987.
69. O. Dahari, M. M. de Robertis, Space Telescope Sci. Inst., prep. № 238, 1988.

А. С. АМІРХАՅԱՆ, А. Г. ЕՂԻՅԱՆ, Н. А. ТИХОՆՈՎ, Р. К. ШАХБАЗՅԱՆ

## ДИСПЕРСИЯ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ И ОТНОШЕНИЕ МАССА-СВЕТИМОСТЬ В КОМПАКТНОЙ ГРУППЕ ШАХБАЗՅԱՆ 352

Определены лучевые скорости галактик—членов компактной группы Шахбазян 352. Дисперсия лучевых скоростей оказалась равной 220 км/с. Определены также видимые и абсолютные звездные величины галактик в V-цвете и отношение масса-светимость, оказавшиеся равными примерно 45  $M_{\odot}$ .

В мае 1980 г. на телескопе ЗТА—26 со спектрографом УАГС производились спектральные наблюдения галактик, входящих в компактную группу Шахбазян 352 [1], с целью определения лучевых скоростей. Светоприемником служил трехкамерный ЭОП с электромагнитной фокусировкой типа УМ—92 (см. [2]). За одну экспозицию (продолжительностью от 15 до 30 минут) перекрывался спектральный диапазон от 4800 до 7000 Å с дисперсией около 100 Å/мм. Ширина щели спектрографа была равна 0,5 мм (2'5), а спектральное разрешение аппаратуры—порядка 8 Å. Всего было получено 8 спектрограмм для четырех наиболее ярких членов группы. Ввиду относительно больших шумов ЭОП, в абсорбционных спектрах галактик удалось различить лишь наиболее контрастные линии Mg b (5183 Å) и DNa (5893 Å).

Обработка спектрограмм свелась к измерению почернений в направлении дисперсии на микрофотометре МФ-2 с диафрагмой 25×200 мкм и участках протяженностью 100 Å (1 мм), содержащих указанные линии. Высокочастотный шум был ослаблен при помощи простейшего «фильтра» вида:

$$V_i = 0,5X_i + 0,25(X_{i-1} + X_{i+1}),$$

где  $X_i$ —величины почернений, полученные в  $i$ -той позиции измеряемого участка протяженностью 100 Å с шагом 25 мкм = 2,5 Å. Для наиболее слабо различимых линий указанная процедура фильтрации производилась дважды; существенного снижения спектрального разрешения при этом не отмечалось. Аналогично (за исключением фильтрации) строилась дисперсионная кривая по линиям спектра сравнения, которая, в свою очередь, была скорректирована по линиям неба естественного и искусственного (от городского освещения) происхождения.

Несмотря на указанные меры, среднеквадратичная ошибка определения лучевых скоростей галактик по двум спектрограммам составила около 100 км/с.

Кроме того, по одной спектрограмме для указанных галактик было получено в САО в январе 1984 г. Наблюдения велись в первичном фокусе БТА со спектрографом УАГС и двухкамерным ЭОП УМК—91В. Дисперсия спектрограмм—около 105 Å/мм; экспозиции—от 12 до 15 мин. Определение лучевых скоростей производилось на однокорди-

натном измерительном микроскопе ИЗА-2. Среднеквадратичная ошибка равна примерно 70 км/с.

В табл. 1 приведены лучевые скорости  $V_0$  галактик-членов группы, исправленные за движение Солнца по формуле:

$$\Delta V(\text{км/с}) = 300 \sin l^{\text{II}} \cdot \cos b^{\text{II}}.$$

Таблица 1

Номер галактики	Исправленная лучевая скорость $V_0$ (км/с)			
	ЗТА (I)	ЗТА (II)	БТА	Среднее значение
К. Г. 352 (1)	14610	14630	14590	14510
(2)	15150	15320	15220	15230
(3)	14700	14670	14750	14710
(4)	14790	14770	14830	14800

На основании данных табл. 1 средняя скорость  $\langle V_0 \rangle$  составляет 14830 км/с, что соответствует расстоянию до группы около 200 Мпс (при  $H=75$  км/с·Мпс). Среднее гармоническое расстояние  $\langle R^{-1} \rangle^{-1} = 60$  кпс. Дисперсия лучевых скоростей  $\langle \Delta V^2 \rangle^{1/2}$ , исправленная за ошибки наблюдений, равна 220 км/с.

Принимая для определения виртальной массы выражение согласно [3]:

$$M = 3\pi G^{-1} \frac{n}{n-1} \langle \Delta V^2 \rangle \langle R^{-1} \rangle^{-1},$$

где  $n$ —число галактик в группе, получаем  $M=7,2 \cdot 10^{13} M_{\odot}$ .

Видимые звездные величины галактик в  $V$ -цвете определялись методом детальной фотометрии негативов, полученных в прямом фокусе телескопа ЗТА—2,6 с использованием внефокальных изображений звезд для калибровки. Масштаб снимков около 21"/мм, размер диафрагмы при измерениях на микрофотометре МФ-2 соответствовал  $100 \times 100$  мкм.

В табл. 2 приведены интегральные видимые и соответствующие им абсолютные (исправленные также за поглощение света в Галактике и красное смещение, в соответствии с [4] и [5]) величины, при  $H=75$  км/с·Мпс. Нумерация галактик приведена согласно [1]. Точность фотометрии не хуже  $0^m,1$ .

Таблица 2

Номер галактики	Видимая зв. величина, $m_V$	Абсолютная зв. величина, $M_V$
К. Г. 352 (1)	<sup>m</sup> 15,0	<sup>m</sup> -21,73
(2)	15,44	-21,29
(3)	15,44	-21,29
(4)	15,93	-20,8
(5)	16,49	-20,24
(6)	16,6	-20,13
(7)	16,78	-19,95
(8)	16,75	-19,98
(9)	17,63	-19,1
(10)	18,45	-18,28
(11)	18,11	-18,62

Суммарная светимость 11 галактик оказалась равной  $1.6 \cdot 10^{11} L_{\odot}$ , а отношение масса-светимость около  $45 M_{\odot}/L_{\odot}$ .

Ввиду того, что в проекции на небо галактики с известными лучевыми скоростями располагаются ближе к центру группы, нежели остальные, а также то, что они вносят основной (около 73%) вклад в суммарную светимость группы, можно (несколько условно) определить значения  $M$  и  $M/L$  для четырех ярчайших членов группы. При этом новое значение среднего гармонического расстояния  $(R^{-1})^{-1} = 55$  кпс, массы  $M = 8 \cdot 10^{10} M_{\odot}$ , суммарной светимости (4-х галактик)  $L = 1.15 \cdot 10^{11} L_{\odot}$ , а отношение  $M/L = 70 M_{\odot}/L_{\odot}$ .

5 октября 1987 г.

Бюроавиаская астрофизическая  
обсерватория

Ա. Ս. ԱՄԻՐՔԱՅԻԱՆ, Ա. Գ. ԵՂՅԱՆ, Ն. Ա. ՏԻՔՈՆՈՎ, Ի. Կ. ՇԱԽԱԶԻԱՆ

ՇԱԽԱԶԻԱՆ 352 ՍԵՐՄ ԷՄԻՐ ՏԵՍԱԿԱՅԻՆ ԱՐԱԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ԿՈՊԵՐՈՒՆ ԵՎ ԶԱՆԵ-ԸԱԾ-ՂՈՒՄԱՏ-ՂՈՒԹՅՈՒՆ ԶԱՐԱԿՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Որոշված են Շախազյան 352 սերմ խմբի անգամ գալակտիկաների տեղագրային արագությունները: Տեսագրային արագությունների դիսպերսիան տարրիկ է հաշվարար 220 կմ/վրկ: Որոշված են նաև գալակտիկաների տեսանելի և բացարձակ աստղային մեծությունները  $V$  դրոշմով և խմբի զանգված-լուսատվության հարաբերությունը, որը հաշվարար է մոտավորապես  $45 M_{\odot}/L_{\odot}$ :

A. S. AMIRKHANIAN, A. G. EGHIKYAN, N. A. TIKHONOV, R. K. SHAHBAZIAN

## THE RADIAL VELOCITY DISPERSION AND MASS TO LUMINOSITY RATIO FOR THE COMPACT GROUP OF GALAXIES SHAHBAZIAN 352

The radial velocities of the members of the compact group of galaxies Shahbazian 352 are determined. The dispersion of the radial velocities of this compact group is equal to 220 km/s. The apparent and absolute  $V$  magnitudes of galaxies as well as the mass to luminosity ratio of the group are obtained. The latter is approximately equal to  $45 M_{\odot}/L_{\odot}$ .

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. М. Б. Петросян, Астрофизика, 14, 631, 1978.
2. А. С. Амիրханян, И. А. Егисан-Торн, В. П. Ресветников, Астрофизика, 18, 32, 1982.
3. И. Д. Караченцов, В. Е. Кривиченко, Писма в Астрон. ж., 1, № 5, 3, 1975.
4. B. A. Peterson, Astron. J., 75, 695, 1970.
5. A. E. Whitford, Astrophys. J., 169, 245, 1971.

С. Г. ИСКУДАРЯН

ПЕРВОЕ ДОПОЛНЕНИЕ К СВОДНОМУ СПИСКУ  
БЮРАКАНСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ГАЛАКТИК

Дается список Бюраканской классификации 218 галактик как первое дополнение к сводному списку Бюраканской классификации галактик [1].

Сводный список Бюраканской классификации галактик содержит 711 объектов [1]. Список, приведенный в табл. 1, является его первым дополнением и содержит 218 галактик, списки 146 из которых уже опубликованы в разных работах [2—4]. Все 218 объектов наблюдались на 21"-ом Шмидте Бюраканской обсерватории методом, в свое время примененным при наблюдениях галактик сводного списка и подробно описанным в ранних работах (см. [1]).

В первом столбце табл. 1 даются порядковые номера галактик, во втором—номера NGC, UGC, MCG, в зависимости от того, в какой из этих каталогов входит данный объект по порядку нумерации литературы [5—7]. В последующих столбцах приводятся соответственно Хаббловские типы, видимые интегральные фотографические звездные величины [6], Бюраканские классы и радиальные скорости галактик [8, 9]. В скобках даны значения радиальных скоростей из каталога Хукра и др. [9].

В отличие от сводного списка, куда в основном входят одиночные галактики поля, в настоящее дополнение входят галактики—кандидаты в IггII и находящиеся в их соседстве объекты, которые вместе часто составляют цепочки и группы. Часть последних входит в известные списки групп [10, 11], о чем уже говорилось в [4]. Эти группы и цепочки в большинстве случаев являются как бы ядрами «широких ассоциаций» галактик в том смысле, как принято в работе [12], а по внешнему виду на Паломарских картах, напоминая вид таких звездных ассоциаций, когда в них в виде их ядер наблюдаются системы типа трапеции.

Галактики, рядом с номерами которых в списке стоит звездочка, в Бюраканском сводном списке отнесены к Бюраканскому классу 3, что, по-видимому, является результатом неправильного выбора экспозиций. Рядом с Бюраканскими классами некоторых галактик, снимки которых оказались несколько неудачными, стоит знак Т.

6 февраля 1987 г.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория АН АрмССР

№	NGC		HT	D <sub>TE</sub>	DB	V. (V <sub>m</sub> )	1	2	3	4	5	6	
	1	2											3
1							62	3910	E SO	14.1	4	(7840)	
2	1	2	sb	13.5	4	(4545)	63	3937	E SO	14.0	4	(6218)	
3		16	SO	13.2	4	(3041)	64	3940	E	14.9	5	(6200)	
4	13	25	Sb <sub>a</sub>	13.0	4	(4561)	65	3947	SbO	11.7	4	12.0	
5	25		b	14.0	2	(4553)	66	3957	Sb <sub>b</sub>	14.2	5	(2350)	
6	266		sup	12.5	4	(4701)	67	3957	Sb	14.4	2	(4543)	
7	286		Sb <sub>b</sub>	13.5	4	(5185)	68	3993	S . . .	14.8	2	4823	
8	315			12.5	2	(4121)	69	3997	S . . .	14.7	2	4764(4727)	
9	318			15.1	4		70	4000	S . . .	15.2	1		
10	337		S <sub>a</sub> b	14.0	4	(4166)	71	4002		14.9	2		
11	420		S <sub>a</sub> b	13.5	4	(4531)	72	4003	SLO	14.8	4		
12	494		S <sub>a</sub> b	14.0	2		73	4005	S . .	14.1	2	(423)	
13	493		S <sub>a</sub> c	13.5	4		74	4005	S . .	14.2	4	(4541)	
14	456		S . . .	15.0	2		75	4018	S <sub>a</sub> b	14.7	1		
15	459		SO	13.0	4	479	76	4022	SO	14.4	4	(430)	
16	504		SO	14.0	4		77	4023	S . . .	14.0	2		
17	507		E	13.0	4	5118	78	4029	S . . .	14.2	2	(53)	
18	508		E	14.5	2		79	4031	E Ba	14.4	4	(7330)	
19	513		SO	14.3	4		80	4035	E	12.5	2	(1033)	
20	517		S . . .	13.5	4		81	4035	E	14.0	4	(6374)	
21	524		SO	13.5	2		82	4036	E	14.4	2	(7386)	
22	740		S . . .	15.0	2		83	4036	S . . .	14.3	4	(7227)	
23	2916		S . . .	12.5	3	(3615)	84	4036	SO	15.1	4		
24	2921		S <sub>a</sub> b	14.1	4	(7556)	85	4089	S . b	15.0	4		
25	2929		S . . .	14.4	2	(7541)	86	4090	S . b	15.0	2		
26	2930			14.5	2		87	4091	S . . .	15.2	2		
27	2941			14.5	2		88	4091	S . . .	14.4	1	(6741)	
28	2936		E + stron	14.4	1	6194	89	4093		15.5	2		
29	2937		gly disto	15.0	5	(803)	90	4098	S . . .	14.5	2		
			ted syst.				91	4098	S . . .	14.5	2	(7330)	
30	2992		(Sb)	13.0	2	1864	92	4133	Sb SBb	13.1	1	(1713)	
31	2993		(S <sub>a</sub> b)	13.5	4	1814	93	4158	S . . .	13.1	2	(2445)	
32	3065		SO	12.9	4	2116	94	4158	S . . .	14.5	2	(1761)	
33	3066		S . . .	13.5	2	2101	95	4151	S . . .	14.5	2		
34	3212		S <sub>a</sub> b	14.5	2		96	4204	S . . .	14.3	2	(611)	
35	3215		S . . .	14.0	2		97	4204	S . . .	14.3	2		
36	UGC 3660		SO	14.4	2		98	UGC 2770	S . . .	15.3	2		
37	UGC 5069		distorted	14.3	2		99	UGC 7021	S <sub>a</sub>	14.6	1		
38	3740		S . . .	14.9	4		100	4211	F2	12.4	4	(1715)	
39	3757		S <sub>a</sub> b	13.5	4	(1267)	101	4319	Sb <sub>b</sub>	13.0	4	1867	
40	3770		S <sub>a</sub>	13.5	4	(3211)	102	4366	SO	12.6	4	1865	
41	3790		S <sub>a</sub> a	14.5	4	(3431)	103	4533	S-irr	14.7	1		
42	3795		S . . .	14.1	2	(1011)	104	4544	S . . .	14.4	3	(1126)	
43	3796		S . . .	13.8	4	1216	105	4576	Sb	14.7	2		
44	3801		SO	13.3	1	(3254)	106	4580	S <sub>a</sub> b	13.1	2	(999)	
45	3802		S . . .	14.1	1		107	4586	Sa	13.5	2	(819)	
46	3819		SO	13.6	4	(3443)	108	4587	SO	14.4	3	(901)	
47	UGC 670		irr	14.3	1		109	4589	E	12.0	3		
48	UGC 697		irr	14.3	2		110	4600	SO	13.7	3	(787)	
49	3827		S . . .	13.6	5	(3268)	111	4630	irr	13.4	2	(685)	
50	3835		S <sub>a</sub> b	13.0	2	(450)	112	4701	Sc	13.1	2	(727)	
51	3838		SO	12.7	4	(1060)	113	4710	S <sub>a</sub> a	11.6	3	1129	
52	3842		E	13.3	4	6115(247)	114	UGC 7982	S . . .	14.6	5		
53	3841		Sb	14.0	5	(3075)	115	4758	irr	14.1	1	(1244)	
54	3862		E	14.0	5	(6462)	116	4866	Sa	14.0	4	(1880)	
55	3867		S . . .	14.0	4		117	5149	S <sub>a</sub> b	13.8	4	(5561)	
56	3873		E	14.2	4	(5138)	118	5151	Sc	14.1	2		
57	3875		SO	14.5	4		119	5265	S . . .	13.5	4	(1781)	
58	3883		Sb	14.3	5	(7050)	120	5216	S . . .	14.6	4	2949	
59	3884		Sa	14.0	4	(6827)	121	5218	S . . .	13.0	2	2860	
60	3894		SO	13.0	4	3257	122	MKI	6-80-35	Sp	14.7	2	
61	3895		Sb <sub>a</sub>	14.0	2	3210	123	UGC 8531	S . . .	14.4	1		

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
	МКГ		m						m		
124	6-30-37	Sp	14.	4		172	5441	S	15.5	2	
125	5233	Sa-b	14.8	2		17.	5444	E	12.8	5	(3974)
128	5240	SBc	14.1	4	(2244)	174	5445	SO?	14.1	2	(3901)
127	5257	S . . .	13.7	2 <sub>s</sub>	6699	175	UGC8980	SBb	14.4	5	
128	5258	S . . .	13.8	2	6686	176	5499	. . .	14.5	2	(8424)
129	5273	SO	12.5	4	(1089)	177	5517	SO-a	15.0	2	
130	5276	SBa	14.6	2 <sub>s</sub>		178	5510	Compact	15.0	4	
131	UGC8627	SBc	15.0	4		179	5929	E-SO	14.0	4	2550
132	UGC8630	Pec.	14.3	2		180	5930	Sa	13.0	2	2617
133	5289	Sa-b	13.5	4	(2516)	181	5934	(S . . .)	14.5	2	(5600)
134	5250	Sb-c	13.0	2	(2583)	182	5935	(S . . .)	15.0	4	
135	UGC8713	Sc	15.5	1		183	5943	SO?	14.6	2	
136	UGC8715	SBc	14.8	2 <sub>s</sub>		184	5945	SBa	14.1	2	(5521)
137	5311	SO-a	13.7	4	(2693)	185	5947	SBb	14.8	2	
138	5313	S . . .	12.4	5	(2537)	186	5951	Sc	13.8	2	(1784)
139	5320	Sc	13.1	5	(2613)	187	5953	SO	13.3	5	1983
140	5322*	E	11.0	4	2061	188	5954	S[c]	13.7	2	2012
141	UGC8756	SO-a	14.5	2		189	5980	S . . .	13.3	2	(4146)
142	5326	Sa	12.9	4	(2605)	190	5991	E	14.5	4	
143	5337	S . . .	13.4	2	(2210)	191	6198	E	14.8	4	
144	5341	S . . .	14.1	2	(3648)	192	6216	[SO]comp	14.5	4	
145	5342	SO	14.4	4	(2208)	193	6211	SO	14.0	4	
146	5346	Sc	14.9	2		194	6213	. . .	15.0	2	
147	5350*	SBb-c	12.4	5	(2316)	195	6258	E	14.5	2	
148	5355	SO?	14.0	4	(2368)	196	6.85	Sb	14.5	4	
149	5358	SO-a	14.6	4	2603	197	6286	Pec	14.2	2	
150	5362	S . . .	13.2	2	2276	198	6290	SBa	14.5	2 <sub>s</sub>	
151	5370	SBO	14.3	4	(3061)	199	6306	S . . .	14.3	2 <sub>s</sub>	3215
152	5371*	SBb	11.5	4	(2561)	200	6307	SO-a	14.0	4	3299
153	5372	Pec.	13.7	2 <sub>s</sub>	(1711)	201	6310	S . . .	14.0	2 <sub>s</sub>	
154	5376	Sa-b	13.0	2	2064	202	6329	E	14.3	2	
155	5378	SBa	13.8	2	(3042)	203	6332	Sa	14 <sup>m</sup> 5	2	
156	5379	SO	14.0	2	1783	204	6621	SOp	13.6	2	
157	5380	SO	13.5	4	(3173)	205	6622	SB . . .	13.6	2	
158	5383	SBb	12.5	2 <sub>s</sub>	(2258)	206	6667	Pec.	13.7	2 <sub>s</sub>	
159	5389	SO	13.0	2 <sub>s</sub>	1832	207	7364	Sa	14.0	4	(4875)
160	5394	S . . .	13.6	5	(3104)	208	7385	E	11.1	2	(7829)
161	5395	Sb	12.6	2	(3537)	209	7386	E-SO	14.6	4	(7465)
162	5399	S . . .	14.7	4		210	7387	(S . . .)	15.5	4	
163	5402	. . .	14.6	2 <sub>s</sub>		211	7389	(SBp . . .)	15.0	2	
164	5403	Sb	14.9	1		212	7390	(S . . .)	15.5	2	
165	5406	SBb	13.1	2 <sub>s</sub>	(5151)	213	7396	Sa	14.1	2 <sub>s</sub>	(1978)
166	540	. . .	14.5	4	(5431)	214	7428	SBa	13.8	4	(4057)
167	5421A	Sb	14.3	2	7807+	215	7714	S . . .	13.0	4	(2 04)
168	5421B	SO	14.3	5	7751+	216	7715	S . . .	14.9	2	
169	UGC8960	S . . .	15.2	2		217	IC 4553	S strongly		4	
170	UGC 8962	SB . . .	15.7	2		218	IC 4554	peculiar	14.4	4	5369
171	5440	Sa	13.4	2	(.754)						

UGC 8539 = МКГ 6-30-37

Ս. Գ. ԻՍԿՈՒԻՐՑԱՆ

ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՌՅՈՒՐԱԿԱՆՅԱՆ ԳԱՍՏԱՌԻԲՄԱՆ ԱՄՓՈՒՎԱՆ  
ՑՈՒՑԱԿԻ ԱՌԱՋԻՆ ԼՐԱՑՈՒՄԸ

Տրվում է 318 գալակտիկաների բյուրականյան դասակարգումը, որպես առաջին լրացում բյուրականյան դասակարգման ամփոփված ցուցակին [1],

## THE FIRST SUPPLEMENT TO THE SUMMARY LIST OF BYURAKAN CLASSIFICATION OF GALAXIES

The Byurakan classification of 218 galaxies is given, as the first supplement to the summary list of the Byurakan classification of galaxies [1].

### ЛИТЕРАТУРА

1. Классификация центральных частей 711 галактик, Сообщ. Бюраканской обс., 47, 43, 1975.
2. С. Г. Искударян, А. С. Ходжаев, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 51, 1985.
3. С. Г. Искударян, А. С. Ходжаев, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 54, 1985.
4. С. Г. Искударян, Сообщ. Бюраканской обс., 60, 52, 1988.
5. J. W. Salentic, W. O. Tifft, The Revised New General Catalogue of Nonstellar Astronomical Objects, Tucson, Arizona, 1973.
6. P. Nilson, Uppsala General Catalogue of Galaxies, Uppsala, 1973.
7. Б. А. Воронцов-Вельяминов, А. А. Красногорская, В. П. Архипова, Морфологический Каталог галактик, т. 1—4, МГУ, 1962—1968.
8. O. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr., The Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, Austin, London, 1976.
9. J. Huchra, M. Davis, D. Latham, J. Tinny, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 52, 80, 1983.
10. M. J. Geller, J. P. Huchra, *Ap. J. Suppl. Ser.*, 52, 61, 1983.
11. J. Vennik, A List of Nearby Groups of Galaxies, Tallin, 1984.
12. С. Г. Искударян, Сообщ. Бюраканской обс., 57, 39, 1985.
13. W. C. Keel, R. C. Kennicutt Jr., E. Hummel, J. H. van der Hulst, *Astron. J.*, 90, 708, 1985.

Р. Р. АНДРЕАСЯН

## О РАДИОСТРУЯХ В РАДИОГАЛАКТИКАХ И КВАЗАРАХ

Наблюдаемые характеристики радиоструй во внегалактических радионсточниках двух морфологических классов (классификация FR) имеют значительные различия. На основе предположения о дипольном характере магнитных полей ядер этих объектов предлагается модель радиоструй у радионсточников классов FRI и FRII. На основе предложенной модели качественно объясняются основные наблюдательные характеристики радиоструй.

1. Введение. Изучение морфологии радиогалактик и квазаров имеет важное значение для понимания механизма их образования и эволюции. Одной из важных морфологических особенностей в этих объектах является наличие радиоструй, изучению которых в последнее время посвящено много работ [1—4]. В работе [1] приводятся данные для 125 радионсточников, в которых наблюдаются радиоструи. Там же на основе анализа этих данных получены некоторые выводы о разных морфологических и физических характеристиках радиоструй. Оказывается, что эти характеристики сильно отличаются у радиоструй, наблюдаемых в радионсточниках разных морфологических классов (классификация (FR) Фанарова и Рили [5]).

В настоящей работе мы предлагаем возможное физическое обоснование этой классификации и механизма происхождения радиоструй.

2. Физическое обоснование классификации (FR). На основе анализа морфологических особенностей радиогалактик и квазаров Фанаровым и Рили [5] была предложена классификация радионсточников, в основе которой лежит тот факт, что более яркие части радионизображения в некоторых объектах находятся ближе к центру (FRI), а в других, эти яркие (горячие) пятна находятся у внешних краев радионсточников (FRII). В той же работе показано, что радионсточники класса FRII в среднем имеют большую радиосветимость, чем радионсточники класса FRI.

В работе [6] нами была предложена модель радиогалактик. Предполагалось, что родительские галактики обладают дипольными магнитными полями, а радиокомпоненты образуются из облаков релятивистских частиц, выброшенных из ядра родительской галактики по направлению оси диполя. Рассматривались два случая: 1) если плотность кинетической энергии в облаке релятивистских частиц больше

плотности энергии магнитного поля  $\left( \text{пкТ} > \frac{H^2}{8\pi} \right)$ , то облако частиц

продолжает двигаться по направлению оси диполя, увлекая за собой силовые линии магнитного поля; 2) если  $\text{пкТ} < \frac{H^2}{8\pi}$ , то отдельные час-

тицы, двигаясь по силовым линиям магнитного поля, оказываются в магнитной ловушке.

Ясно, что в первом случае радиосточники (в работе [6] классифицированные как радиогалактики I типа) в среднем должны иметь большую радиосветимость и вытянутость, чем во втором случае (радиогалактики II типа), что и было проверено в работах [7, 8]. Кроме того, в первом случае можно ожидать, что радиоиобржения у внешних краев радиокомпонент будут ярче, как в классе FR II, а во втором случае радиояркость должна быть больше в центральных областях, как в классе FR I. Тогда радиогалактики FR I! должны коррелироваться с радиогалактиками первого типа по нашей классификации, а FR I—со вторым типом. Такая корреляция наблюдается у радиосточников из [5] с известными FR классами. В упомянутой работе Фанарова и Рили приведена FR классификация для 53 радиосточников. Для 47 из них в работах [7, 8] приведен также наша классификация по их вытянутостям. Остальные 6 объектов тоже были классифицированы по их радиоиобржениям по тем же критериям, что и в работах [7, 8]. 13 радиосточников из 16 FR I оказались второго типа, а 27 радиосточников из 37 FR II—первого типа по нашей классификации.

Таким образом, можно предположить, что радиосточники FR I образуются из облака заряженных релятивистских частиц малой плотности кинетической энергии, которое выброшено из ядра оптической галактики по направлению оси дипольного магнитного поля.

Радиосточники же FR II образуются из более плотных облаков релятивистских частиц, также выброшенных из ядра родительской галактики по направлению оси диполя. Не исключено, что в облаке частиц в этом случае могут существовать более плотные тела (см. [9]), которые вероятно сами и являются источниками релятивистских частиц. В пользу последнего свидетельства наблюдения спектральных индексов радиоизлучения ярких (горячих) пятен в радиосточниках [10, 11]. Как известно, яркие пятна в радиосточниках FR II обладают более плоскими радиоспектрами, чем радиокомпоненты в среднем. Например, у Cyg A (3C 405) в компактных компонентах  $\alpha \approx 0,8$  ( $\alpha$ —спектральный индекс), тогда как, в протяженных компонентах на коротких волнах  $\alpha \approx 1,2$  [10]. Подобная картина наблюдается также в других внегалактических радиосточниках (см. [1, 12]). В работе [11] показано, что в радиосточниках FR II спектральный индекс уменьшается к краям радиосточников, а в FR I, наоборот, уменьшается к центру. Было также показано, что в ядрах радиогалактик и горячих пятнах спектры радиоизлучения почти одинаковы. Все это означает, что в пятнах, как и в ядрах галактик, находятся наиболее энергетичные и, вероятно, «молодые» релятивистские частицы (потому что, более энергетичные частицы теряют энергию быстрее), чем в остальных областях. Вероятно, радиопятна сами являются источниками релятивистских частиц, на что указывают и другие авторы. В работах [13, 14], например, предполагается, что из ядра галактики выходит струя из релятивистской а тепловой плазмы. Частицы этой плазмы ускоряются в районе радиопятна на фронте образующихся ударных и магнитогидродинамических волн. Однако при таком механизме остаются открытыми многие вопросы, относящиеся к синхротронному излучению, устойчивости и морфологии наблюдаемых радиоструй, изучению которых и посвящена настоящая работа.

3. Радиоструи в радиосточниках FR I. Как уже было сказано во Введении, наблюдаемые характеристики радиоструй сильно отличаются в радиосточниках разных FR классов. Известно, что радиоструи в радиосточниках FR I начинаются в околоядерных об-

ластях и простираются до радиокомпонент, и часто доходят до ярких пятен. Очевидно, что радиоструи более молодые образования, чем радиокомпоненты, и, следовательно, можно предположить, что рождение и эволюция радиокомпонент приводит к созданию условий для появления тонких и длинных образований—радиоструй. Одной из важных морфологических особенностей радиоструй в FRII является то, что их длина во много раз превосходит ширину. Возникает естественный вопрос, что удерживает струю релятивистской плазмы от расширения со скоростью, близкой к скорости света? Для объяснения образования и устойчивости радиоструй были выдвинуты разные гипотезы (см. [2]). Но ни одна из них не в состоянии с достаточной полнотой объяснить наблюдательные данные и ответить на вопрос, каким образом образование и эволюция радиокомпонент стимулирует появление радиоструй. Наоборот, как уже отмечено в предыдущем параграфе, во многих работах (см. [13, 14]) предполагается, что яркие пятна в радиокомпонентах и сами радиокомпоненты являются следствием взаимодействия струи тепловой плазмы с веществом радиокомпоненты. При этом трудно объяснить нетепловое радионезлучение самой струи.

Для объяснения явления радиоструй мы исходим из предложенной нами модели радиогалактик и квазаров [6]. Как было сказано в предыдущем параграфе, при  $\beta > \frac{H^2}{8\pi}$  облако частиц продолжает

двигаться по направлению оси диполя, увлекая за собой силовые линии магнитного поля (радиогалактики FRII). По мере удаления от ядра родительской галактики силовые линии у полюсов диполя становятся все более параллельными и образуют, как бы, магнитные трубки, через которые может свободно истекать релятивистская плазма (рис. 1). Свободному истечению также способствует тот факт, что окружающее галактику вещество при прохождении первичных облаков релятивистских частиц выметается из образующегося магнитного канала. Наличие таких узких каналов с магнитными полями, параллельными оси диполя, обеспечивает образование радиоструй при последующих выбросах из ядра галактики облаков релятивистских частиц.

Надо отметить, что образующиеся магнитные каналы должны быть неустойчивыми. Силовые линии магнитного поля внутри и вне струи имеют противоположные направления (рис. 1). Поэтому через некоторое время после образования магнитных каналов силовые линии могут перезамыкаться, восстанавливая дипольную форму [17]. Перезамыкание может случиться у одного (это ясно хотя бы из того, что удаляющийся от нас компонент наблюдается в несколько раннем возрасте) или у обоих полюсов, нарушая таким образом условия, обеспечивающие образование у одного или у обоих полюсов тонких, хорошо сфокусированных радиоструй.

Ясно, что направление радиоструй при такой модели будет совпадать с направлением ядро—радиокомпонента, если, конечно, за время между двумя выбросами направление оси диполя сильно не изменяется. Предположим, что плотность кинетической энергии в струе намного меньше плотности энергии направленного по оси струи магнитного поля. Это условие легко обеспечить при напряженности поля порядка  $10^{-3} - 10^{-5}$  Гс [2]. Такое магнитное поле сможет удержать боковое давление релятивистской плазмы, но не препятствует свободному расширению газа по направлению поля. Поэтому будут наблюдаться тон-

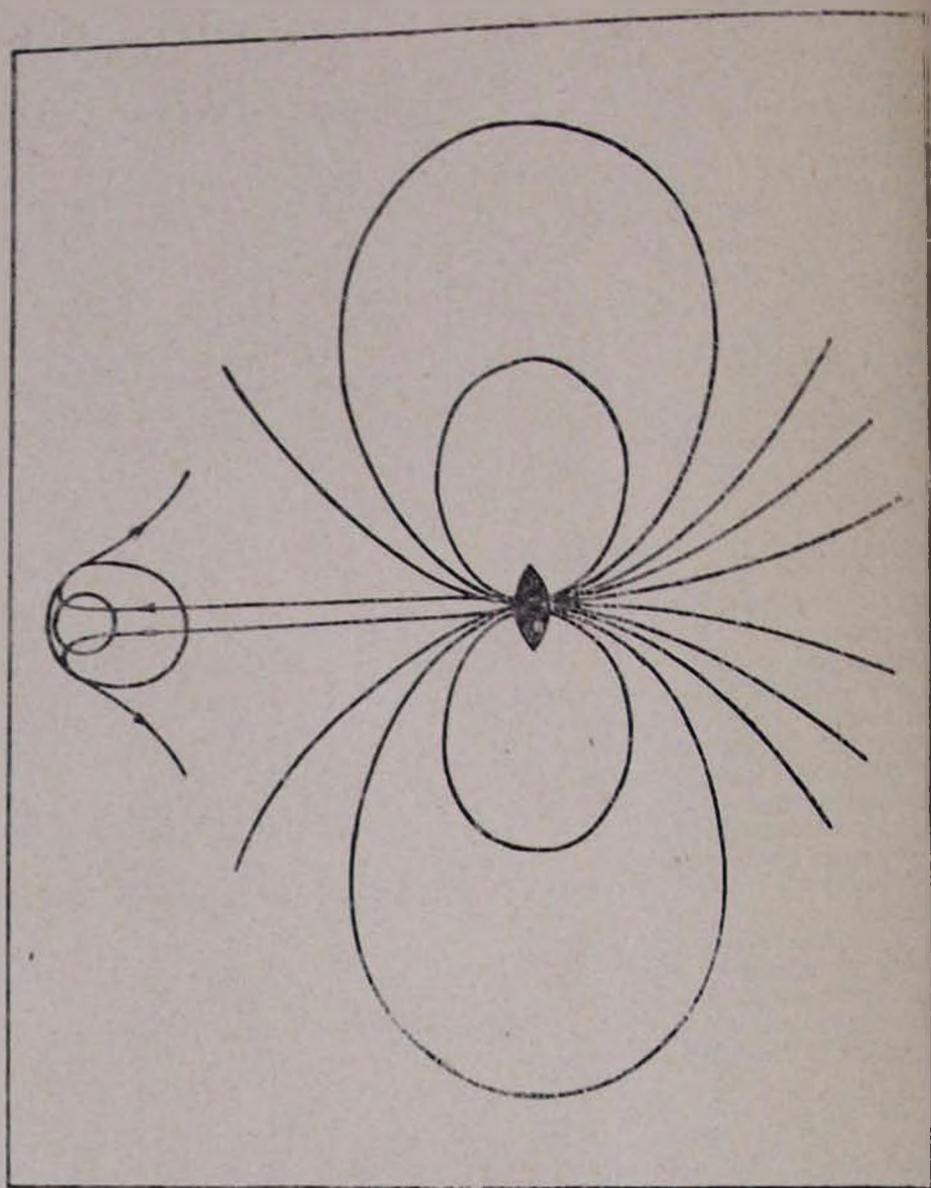


Рис. 1. Модель образования радиоструй в радиогалактиках FR II

ние хорошо сфокусированные радиоструи независимо от того, каким образом выбрасываются (непрерывно или дискретно) облака частиц из ядра. Скорость расширения релятивистской плазмы порядка скорости света.

Предполагается, что релятивистская плазма выбрасывается из обоих полюсов. Если плазма выходит непрерывным образом и на длительное время, то образуются односторонние или двусторонние радиоструи в зависимости от наличия магнитных каналов у полюсов диполя. При

отсутствие таких каналов плазма быстро расширяется во все стороны, и радиоизлучение становится незаметным на достаточно высоком радиофоне радионисточника FRII. При взрывном же характере выбросов, если даже магнитные каналы сохранены у обоих полюсов, удаляющаяся от нас струя будет иметь размеры  $r_1$  меньше, чем приближающаяся струя  $r_2$ . Отношения  $r_1/r_2$  меньше единицы и удовлетворяют формуле (1)

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{1 - \beta \cos i}{1 + \beta \cos i} < 1, \quad (1)$$

при  $i \neq 90^\circ$ , где  $\beta = v/c$ ,  $i$  — угол между направлениями радиоструи и луча зрения. Если также учитывать доплеровское смещение излучения, то отношение полных светимостей удаляющейся и приближающейся струй будет еще меньше, чем  $r_1/r_2$ .

Из вышесказанного следует, что у радионисточников FRII, в основном должны наблюдаться односторонние радиоструи.

4. Радиоструи в радионисточниках FRI. Если конфигурация магнитного поля у родительской галактики не деформируется вследствие прохождения первичных выбросов из ядра (то есть, в отличие от радионисточников FRII, не образуются тонкие каналы магнитных полей у полюсов диполя), то образующиеся в этом случае радиоструи будут иметь морфологические отличия от радиоструй наблюдающихся в FRII. Такая ситуация должна осуществляться в радионисточниках FRI, в которых, как предполагается, первичные облака релятивистских частиц обладают меньшей плотностью кинетической энергии ( $\text{пкТ}$

$< \frac{H^2}{8\pi}$ ), и, следовательно, не деформируют дипольную конфигурацию магнитного поля.

Предполагается, что радиоструи в радионисточниках FRI образуются в результате выбросов релятивистских частиц из ядра галактики по направлению полюсов диполя. Предполагается также, что в начальной стадии плотность энергии релятивистских частиц меньше плотности энергии магнитного поля у полюсов диполя, поэтому частицы двигаются по силовым линиям магнитного поля. При этом образовавшаяся радиоструя, по мере удаления от ядра, расширяется в соответствии с уравнением силовых линий дипольного поля (рис. 2). На этом участке магнитное поле параллельно оси радиоструи.

На некотором удалении от ядра галактики ситуация может резко изменяться. Это связано с тем, что напряженность дипольного магнитного поля  $H \sim 1/r^2$  ( $r$  — расстояние от центра диполя), и, следовательно, магнитное давление

$$P_H = \frac{H^2}{8\pi} \sim \frac{1}{r^4}. \quad (2)$$

С другой стороны, давление в релятивистской плазме, например, при адиабатическом расширении [16] зависит от плотности плазмы как

$$P_{\text{пл}} \sim \rho^4/3. \quad (3)$$

Если считать, что плазма расширяется во все стороны одинаково, то

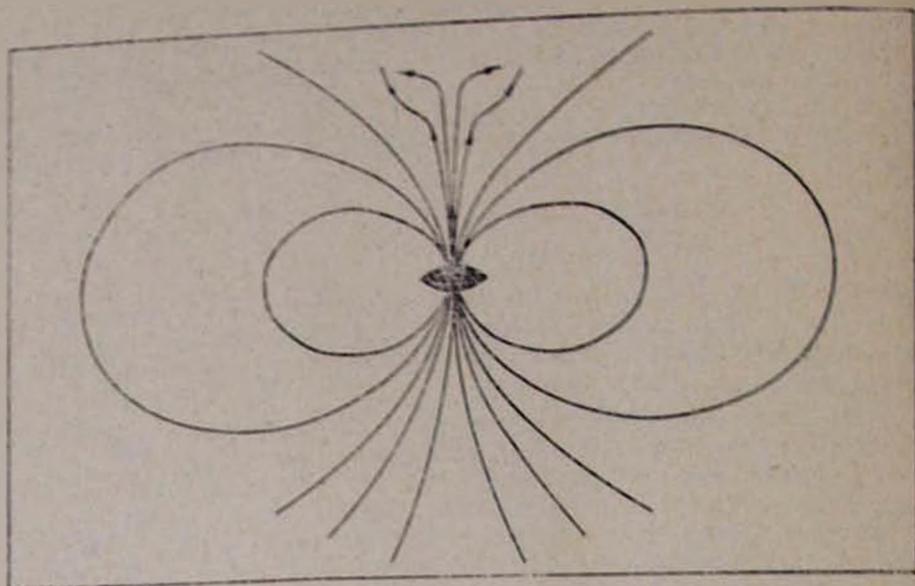


Рис. 2. Модель образования радиоструй в ради источниках FRI

$\epsilon \sim 1/r^2$ , и, следовательно,

$$P_{\text{эл}} \sim \frac{1}{r^4}. \quad (4)$$

Показатель степени 4 в формуле (4) нам кажется сильно завышенным, потому что плазма в рассматриваемом случае свободно расширяется только в одном направлении. Но даже в этом случае сравнение формул (2) и (4) показывает, что после некоторого расстояния  $r_0$  от ядра галактики, определяющегося из равенства

$$P_{\text{эл}} = P_{\text{м}}, \quad (5)$$

давление релятивистской плазмы будет больше, чем давление магнитного поля, и плазма начнет расширяться в направлении, перпендикулярном оси диполя (или оси радиоструй). Силовые линии будут увлекаться плазмой, что приведет к образованию перпендикулярной оси струй компоненты поля  $H_1$ .

Таким образом, в радиосточниках FRI должны наблюдаться двусторонние, и, вероятно, более яркие (из-за достаточно большой плотности релятивистской плазмы) радиоструи. Эти струи, в отличие от радиоструй у FRII, должны расширяться быстрее. Их магнитное поле параллельно оси струй при малых расстояниях  $r$  от ядра и перпендикулярно при больших  $r$ . Причем, во внешних участках радиоструй магнитное поле продолжает оставаться параллельным оси радиоструй.

5. Сравнение с наблюдательными данными. В настоящем параграфе используются результаты статистического анализа наблюдательных данных для 125 внегалактических радиосточников, имеющих радиоструи [1]. Перечислим основные наблюдаемые морфологические и физические характеристики радиоструй.

В радиосточниках FRII в основном наблюдаются тонкие, хорошо

сфокусированные (углы раствора  $< 1^\circ$ ) радиоструи, тогда как в FRI радиоструи расширяются достаточно быстро (угол раствора  $\geq 10^\circ$ ). Причем, чем больше расстояние от ядра, тем расширение радиоструй происходит быстрее.

В радиосточниках FR II радиоструи имеют малую поверхностную радиояркость (малое число синхротронно излучающих релятивистских частиц на луче зрения), чем радиоструи в FRI.

В FR II наблюдаются преимущественно односторонние радиоструи, а в FRI — двусторонние. Радиоструи считаются односторонними, если отношение интенсивностей в противоположно направленных радиоструях, на одном и том же расстоянии от родительской галактики, меньше 4.

Магнитные поля в радиоструях, наблюдаемых в радиосточниках FR II, очень регулярны и параллельны осям радиоструй, а напряженность поля порядка  $10^{-3} \div 10^{-5}$  Гс. Магнитные поля в радиоструях FRI менее регулярны. Направления полей в начале струй (вблизи от ядра галактики) параллельны осям струй. Однако, на некотором расстоянии от ядра направления полей становятся перпендикулярными осям радиоструй.

Спектральные индексы в большинстве случаев ( $> 90\%$ ) порядка  $0.5 \div 0.9$  и для  $40\%$   $0.6 \leq \alpha \leq 0.7$ , почти как в ядрах галактик и в горячих пятнах. Там, где наблюдается градиент спектрального индекса, спектр становится более крутым на больших расстояниях от центральной части. Это соответствует выбросу релятивистских частиц из ядра галактики.

В радиосточниках FR II наблюдаются радиоструи разных масштабов: порядка нескольких десятков пк или кпк, которые имеют близкие направления (наблюдаемые углы между радиоструями разных масштабов в данном радиосточнике  $\leq 10^\circ$ ).

Когда в оптической галактике наблюдается поглощающее вещество, радиоструи почти перпендикулярны плоскости поглощающего слоя. В некоторых радиогалактиках, как например, у NGC 315=0055+30, радиоструя направлена вдоль малой оси оптического изображения галактики. Это все означает, что выброс происходит по направлению оси диполя (предполагается, что ось диполя совпадает с осью вращения или малой осью галактики).

Надо отметить, что все перечисленные характеристики радиоструй и их различия в радиосточниках разных FR классов (как это видно из предыдущих параграфов) качественно объясняются в рамках предложенных выше моделей радиоструй.

Автор выражает благодарность доктору физ.-мат. наук М. А. Мнацаканяну за проявленный интерес к работе и ценные замечания.

29 февраля 1988 г.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Ր. Ր. ԱՆԴՐԵԱՍՅԱՆ

ՌԱԳԻՈԳԱՆԱԿՏԻԿԱՆԵՐՈՒՄ ԵՎ ՔՎԱԶԱՐՆԵՐՈՒՄ ԴԻՏՎՈՂ  
ՌԱԳԻՈՇԻՔԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Օրկու ձևարանական դասերի (FR դասակարգում) արտագաղափարիկ ուս-

զբաղըրյալների ազդեցիկների գիտազական հետազոտություններն ունեն որոշակի  
 տարբերություններ ենթադրելով, որ այդ սրբնկանների միջուկներն ստացած են  
 զբաղըրյալի ձազերական զաշտերով, առաջարկվում է FRI և FRII դասի առ-  
 զբաղըրյալներում ազդեցիկների առաջացման մոդել: Առաջարկված մոդել  
 հիման վրա որակապես բացատրվում են ազդեցիկների գիտազական հիմնա-  
 կան հատկանիշները:

R. R. ANDREASIAN

## ON RADIOJETS IN RADIO GALAXIES AND QUASARS

The observed characteristics of radiojets in extragalactic radiosources of two morphological classes (classification FR) have appreciable differences. On the basis of the suggestion about dipole character of magnetic fields of nuclei of extragalactic radiosources a model of radiojets formation in radiosources of classes FRI and FR II is suggested. This model qualitatively explains the main observational radiojet characteristics.

## ЛИТЕРАТУРА

1. A. H. Bridle, R. A. Perley, Ann. Rev. Astron. Astrophys., 22, 319, 1984.
2. E. Asseo, H. Sol, Physics Reports, 148, 307, 1987.
3. A. Ferrari, S. R. Habbal, R. Rosner and Tsinganos, Astrophys. J., 277, 135, 1984.
4. K. Shiluta, J. Uchida, Publ. Astron. Soc. Japan, 38, 631, 1986.
5. B. L. Fanaroff, J. M. Riley, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 167, 31p., 1974.
6. P. P. Андрасян, Астрофизика, 19, 441, 1983.
7. P. P. Андрасян, Астрофизика, 21, 93, 1984.
8. P. P. Андрасян, Астрофизика, 23, 47, 1985.
9. M. J. Valtonen, Q. JLR. astr. Soc., 25, 28, 1984.
10. P. J. Hargrave, J. M. Riley, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 166, 305, 1974.
11. R. J. Jagert, The polarization of radio galaxies, its structure at low frequencies, Sterrewacht Leiden, 1986.
12. D. H. MacDonald, S. Kentordino, A. C. Neville, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 138, 259, 1968.
13. K. Meltschheimer, A. F. Heavens, Nature, 323, N6067, 419, 1986.
14. J. Uchida, K. Shiluta, Can. J. Phys., 64, 507, 1986.
15. A. H. Bridle, R. A. Perley, R. N. Henriksen, Astron. J., 92, 534, 1986.
16. А. Пахомчик, Радиогалактики, Мир, М., 1980.
17. E. Паркер, Космические магнитные поля, Мир, М., 1982.

Г. С. МИНАСЯН

## ВРАЩАЮЩИЙСЯ КУПОЛ ТЕЛЕСКОПА ЗТА—2,6 м

Приводится описание конструкции купола для телескопа ЗТА с диаметром зеркала 2,6 м для Бюраканской астрофизической обсерватории.

Приведены основные принципиальные решения конструкции: каркаса купола, цельно-металлической шторы, механизмов приводных и холостых подпружиненных тележек, закрепленных на башне. Рассмотрен вопрос жесткости каркаса, а также вопросы, связанные с термической изоляцией наружной и внутренней обшивки купола.

Обсуждаются вопросы впервые примененных: нового типа расцепного гибкого забрала, отличающегося как своим принципиальным решением, так и своей конфигурацией, а также устройства для сцепления и расцепления частей забрала.

Ленинградским оптико-механическим объединением изготовлен для Бюраканской астрофизической обсерватории 2,6 метровый рефлектор ЗТА, расположенный на склоне горы Арагац, на высоте 1400 м над уровнем моря.

Для телескопа запроектировано и построено специальное здание-башня с вращающимся куполом (рис. 1).

Институтом «Армгоспроект», главным архитектором проекта С. А. Гурздяном, по заданию Бюраканской астрофизической обсерватории запроектирована специальная башня. Телескоп в башне установлен на отдельном фундаменте, не соприкасающемся с внутренними межэтажными перекрытиями, стенами и фундаментами.

В подкупольном пространстве башни размещен центральный пульт управления телескопом. Он сконструирован и установлен так, что оператор во время работы хорошо видит телескоп. Часть подкупольного пространства отделена остекленной стеной, образуя галерею с отдельным входом для экскурсантов. В башне размещены: устройство для управления телескопом, источники питания, генераторы, масляные насосы, грузовой лифт грузоподъемностью 15 тонн, термостатированное помещение с отдельным фундаментом для спектрографа кудэ, кабинеты и помещения для отдыха астрономов, а также ряд других помещений. В верхней части башни предусмотрено круговое помещение, где размещены троллейные линии со скользящими токо-съемниками для управления куполом, предназначенное также для работ, связанных с ремонтом и техническим обслуживанием механизмов вращения.

Бюраканская оптико-механическая лаборатория АН Арм ССР по заданию Бюраканской астрофизической обсерватории приступила к разработке принципиальной схемы купола, его изготовления и монтажа на башне, отвечающей требованиям индустриальности. Конструкция каркаса была запроектирована с учетом производства монтажной сборки на стапеле, с одновременной проверкой работы совместно с механизмами вращения.

Кроме красивого внешнего и внутреннего вида и простоты конст-

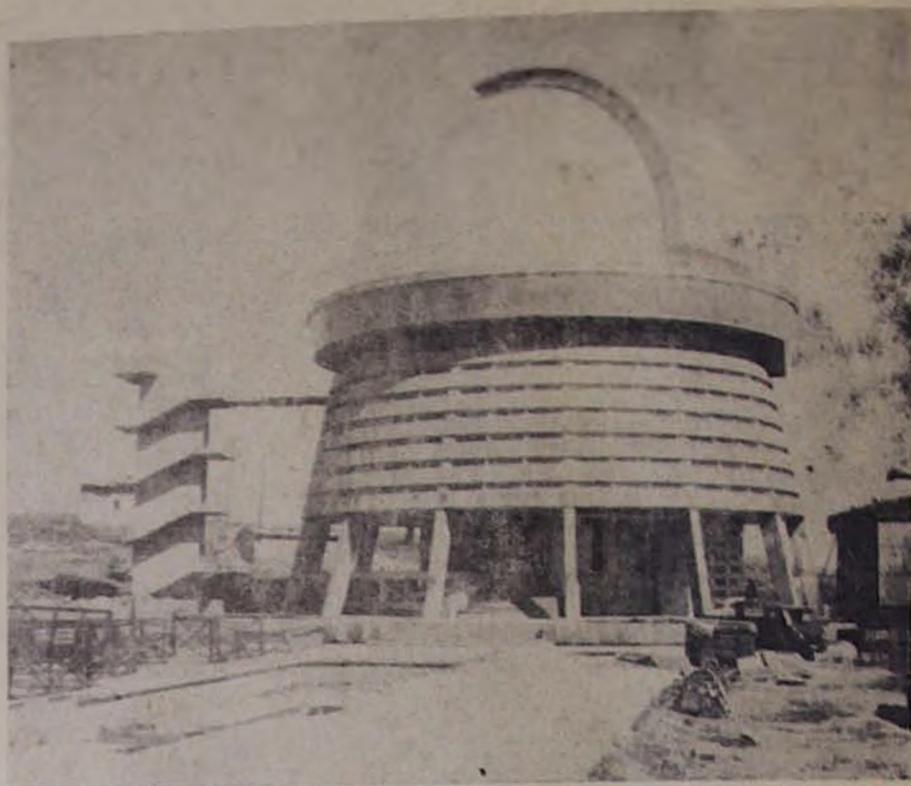


Рис. 1. Башня—купол

рукции, особое внимание уделялось простоте принципа действия и его обслуживания.

С целью обеспечения надежной и долголетней эксплуатации телескопа в конструкции купола учтены специальные требования, предъявляемые к астрономическим куполам: прочность, минимальный вес, малая теплоемкость, хорошая термическая изоляция. Особые требования предъявлялись теплотехническим свойствам ограждающих конструкций. Для достижения минимальной разницы температур, создаваемых под куполом и над ним, было признано необходимым создать двухслойную обшивку купола с расстоянием между ними, равным ширине меридионального шпангоута. Наружний слой металлический с теплоизоляционным слоем, служащий для защиты внутреннего теплоизоляционного слоя от нагрева прямыми лучами Солнца, с принудительной продувкой межкупольного пространства.

Наилучшими материалами, удовлетворяющими этим условиям, явились анодированный алюминий, маты из стекловаты и плиты из перлитостеклопласта плотностью 0,2 г/см<sup>3</sup> с теплопроводностью 0,066 Вт/(М°С).

Принципом вращения купола был применен вариант, когда ведущие и ходовые подпружиненные обрешеченные катки размещены на башне, а вместо рельса беговой дорожкой является нижняя поверхность опорного кольца коробчатой конструкции.

В процессе проектирования было рассмотрено несколько схем механизмов закрывания щели, которые можно объединить в пять групп:

1. Щель закрывается створками;
2. Щель закрывается забралом с маленькими створками;
3. Гибкое забрало;

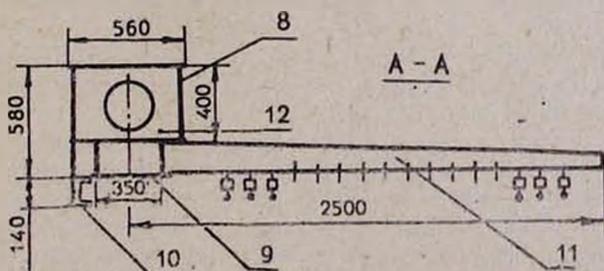
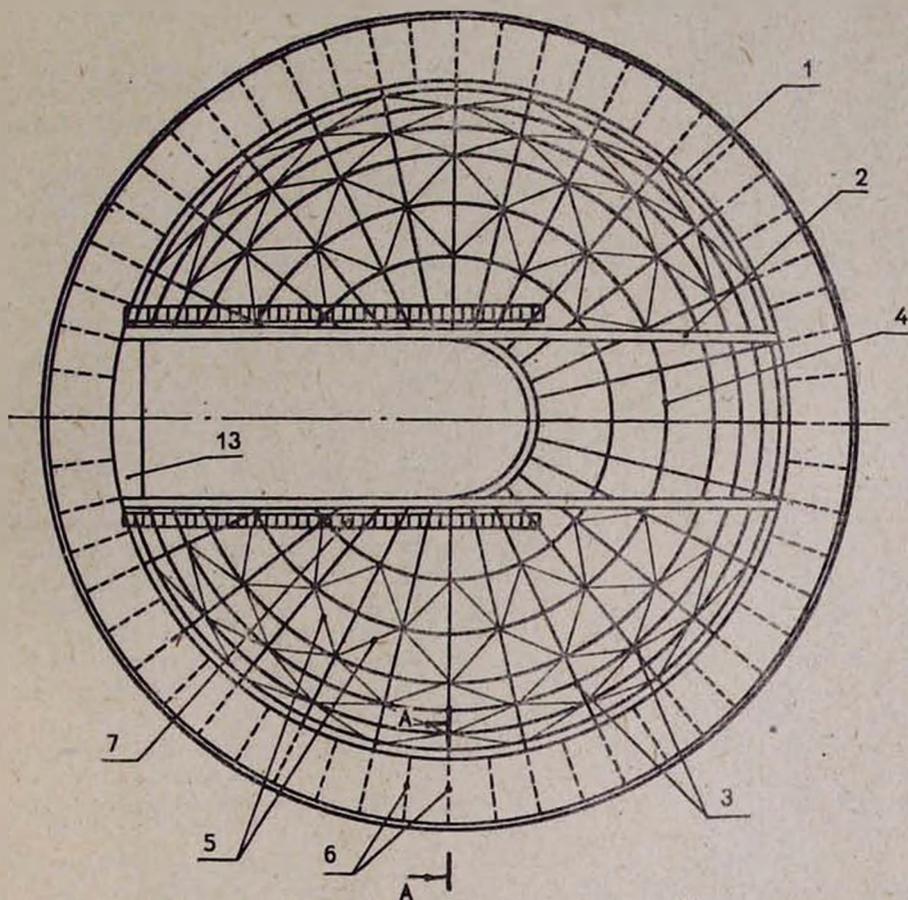


Рис. 2. Схема стальных конструкций купола

4. Жесткое забрало на куполе, превышающее полусферу;

5. Раскладное гибкое секционное забрало [1].

Варшавская астрофизическая обсерватория отдала предпочтение схеме пятой группы и утвердила форму купола, образованного полусфером, переходящим в цилиндр.

В принятом варианте центр полусферы купола расположен выше плоскости круга вращения на 1,6 м. Диаметр круга катания—21 м, высота купола без забрала—12,4 м, внешний диаметр—21,6 м, внутренний—20,5 м, внешний диаметр балкона—26 м.

Стальной каркас купола (рис. 2) состоит из опорного кольца 1, главных арок 2, меридиональных шпангоутов 3, кольцевых поясов 4, систем связей 5, консольных балок 6, коробчатого сечения кругового балкона с ограждением и лестницей 7.

Основанием купола является мощное сварное опорное кольцо из стальных листов коробчатого сечения 8, покоящееся на ходовых частях из 6 приводных и 30 холостых тележек, которые установлены неподвижно на башне. Нижняя плоскость купола является беговой дорожкой 9, а, кроме того, здесь имеется круговое кольцо швеллерообразного сечения 10, предназначенное для центровки купола вокруг вертикальной оси, которое является одновременно и штормовым захватом. В уровне нижнего пояса опорного кольца расположена консольные балки 11 кругового балкона коробчатого сечения, в нижней части которых крепятся держатели троллейных линий для управления телескопом. В целях увеличения жесткости опорного кольца предусмотрены дополнительные связи 12 в вертикальной плоскости.

Основными элементами для каркаса купола являются главные арки коробчатого сечения  $540 \times 320$  мм, жестко соединенные с опорным кольцом и системой арок коробчатого сечения  $400 \times 112$  мм. В вертикальной части главных арок жестко соединены беговые дорожки углового сечения для забрала, а в нижней части крепятся рельсовые пути двутаврового сечения 7, на которые подвешиваются бортовые лебедки БЛ-56 грузоподъемностью 0,5 т каждая 8 (рис. 4), с бесступенчатым регулированием скорости подъема.

Перемещение бортовых лебедок по беговым дорожкам производится от одного редуктора совместно с целью-металлической штормой. Имеется возможность их работы как раздельно, так и совместно. При совместной работе грузоподъемность достигает 1 т.

Для увеличения пространственной жесткости между меридиональными шпангоутами установлены горизонтальные и крестовые связи.

Все соединения каркаса запроектированы сварными, а монтажные—на сварке и болтах.

С правой и левой сторон главных арок установлены лестницы 7, (рис. 2) для проведения регламентных и ремонтных работ механизмов перемещения и крепления цепей забрала.

Наружная обшивка купола представляет собой цельно-кленальную сферическую оболочку из алюминиевого сплава, шарнирно соединенную с каркасом купола (рис. 3).

Связь обшивки с каркасом обеспечивается стальными болтами 1. Для обеспечения свободного перемещения вдоль меридиональных шпангоутов при изменении температуры окружающей среды в конструкции предусмотрены продольные пальцы 2, размещенные на алюминиевых профилях, жестко закрепленных с внешней обшивкой купола.

В связи с необходимостью обеспечения минимальной теплопровод-

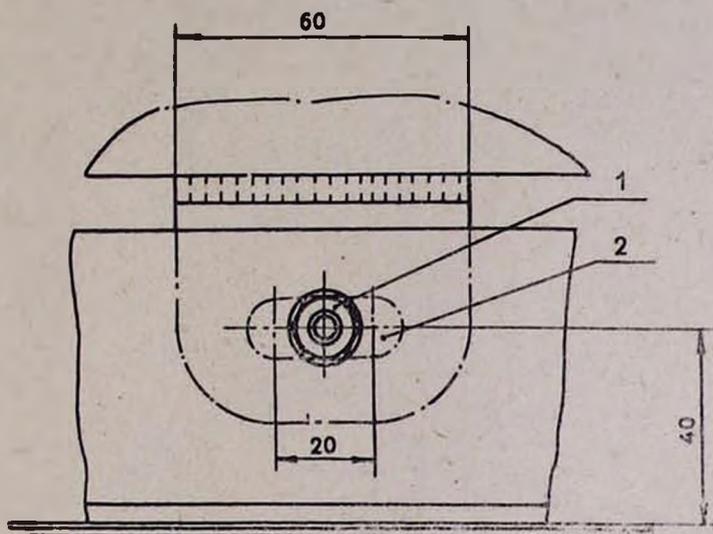
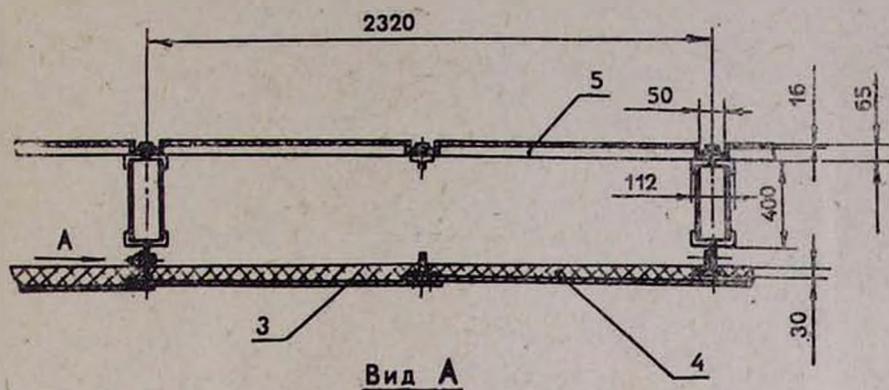


Рис. 3. Схема наружной и внутренней обшивок купола

ности, теплосмкости и максимальной отражательной способности солнечной энергии было признано необходимым создать в куполе две оболочки: наружной 3, из анодированного алюминиевого сплава АМг 6 толщиной 1,6 мм, покрытой с внутренней стороны стеклотатами из стекловаты 4, толщиной 30 мм и внутренней из перлитостеклопласта 5, толщиной 16 мм с расстоянием между наружной и внутренней оболочками 530 мм.

В целях достижения минимального прохождения тепловых потоков в подкупольное пространство, возникающих вследствие нагревания Солнцем наружной поверхности, в конструкции предусмотрена принудительная продувка подкупольного и межкупольного пространства.

Поток охлажденного воздуха от кондиционера, установленного в отдельном отсеке башни, поступая в подкупольное пространство, вы-

теснит теплый объем воздуха, скопившийся в верхней части подкупольного пространства, затем через отверстия специально оставлен вых в боковой части главных арок, проходит в межкупольное пространство и выходит через щель наружной обшивки на уровне кругового балкона, по всему периметру окружности. При этом регулятор температуры кондиционера установлен в верхней части подкупольного пространства. Такая схема обеспечила одновременную продувку подкупольного и межкупольного пространства.

Щель купола по отношению к меридиональной плоскости имеет ширину 5 м и простирается по дуге на  $104^\circ$ .

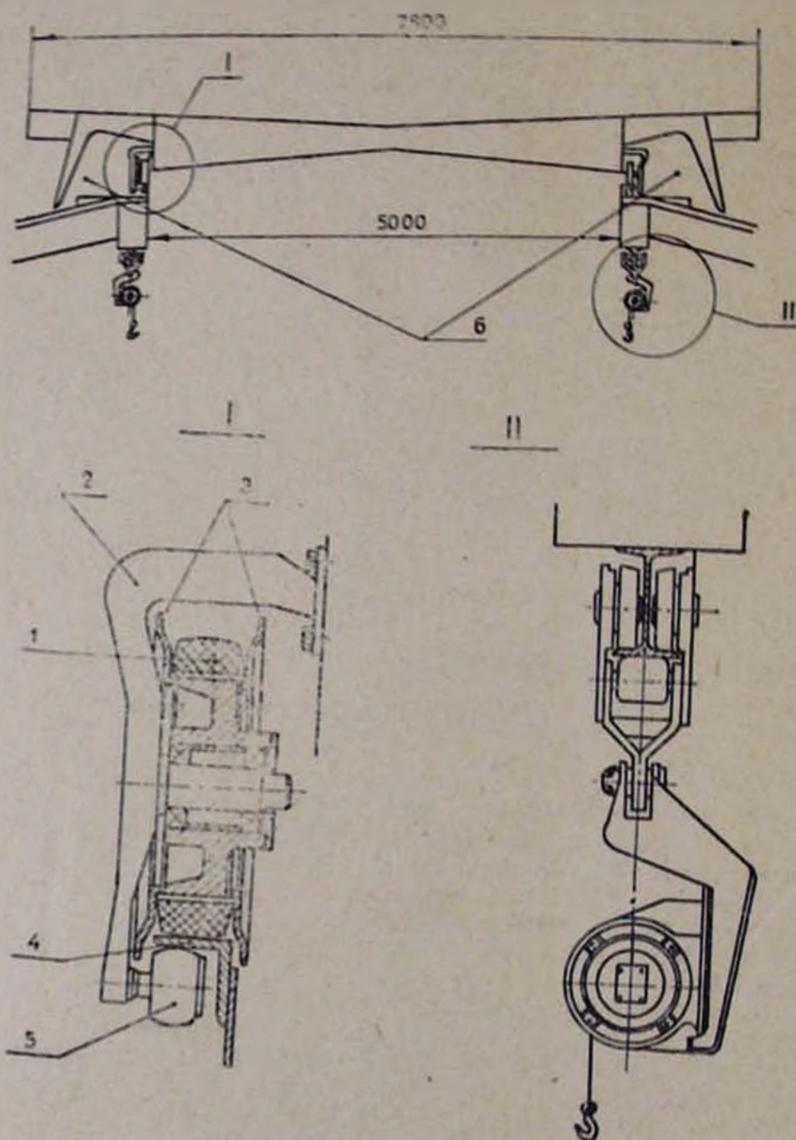


Рис. 4. Схема конструкции забрала

Для смотровой щели купола (рис. 4) разработан новый тип расцепного жесткого забрала 1, отличающийся как своим принципиальным решением, так и своей конфигурацией, состоящей из двух частей. Большая часть, основная-приводная, по своей длине равна четырем пятым длины щели, состоит из четырех секций с шарнирно-поворотными участками, а нижняя секция составляет одну пятую длины щели. Основная приводная, большая часть забрала, катится по рельсовому пути, установленному на главных арках и закрывает щель на  $79^\circ$  от верхнего края. Нижняя секция охватывает угол  $25^\circ$ .

При наблюдениях близ зенита нижняя секция забрала остается внизу, а при наблюдениях вблизи горизонта по команде наблюдателя обе части соединяются посредством устройства для сцепления и расцепления частей забрала 2, и нижняя часть поднимается вверх.

Устройство для сцепления и расцепления двух частей забрала (рис. 5) включает расположенные на одной части 1 забрала крюкообразные рычаги 2, насаженные на ось 3, планки 4, шарнирно соединяющие крюкообразные рычаги со стержнем 5, который одним концом заходит в катушку—соленоид 6, а другим концом соединен с осью 7 посредством пружины 7 и фиксирующий элемент 8, расположенный на другой части 9 забрала.

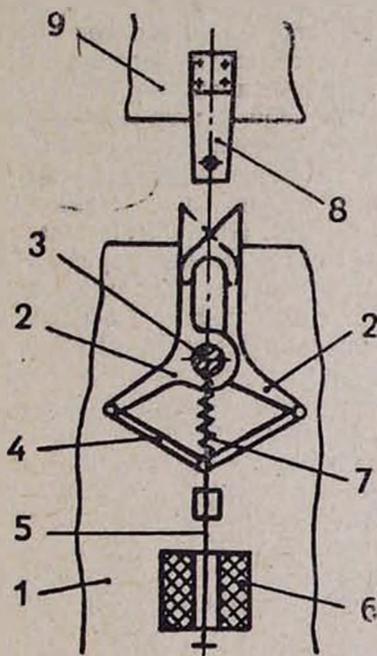


Рис. 5. Схема устройства для сцепления и расцепления частей забрала

При сближении частей 1 и 9 забрала фиксирующий элемент 8 размыкает за счет возникающих при этом усилий крюкообразные рычаги 2, после чего захват замыкается под действием упругих сил пружины 7. Таким образом, осуществляется сцепление частей забрала.

Для расцепления частей забрала на катушку соленоида 6 подают электрический ток. При этом стержень 5 втягивается в катушку-соле-

ножа и действует на вилки 4, шарнирно соединенные со стержнем 5 и крюкообразными рычагами 2, захват размыкается, освобождается фиксирующий элемент 3, части забрала разводятся.

При прекращении подачи электрического тока захват под действием пружины 7, соединенной с осью 3 и стержнем 5, замыкается и принимает нормально закрытое положение.

Забрало изготовлено полностью из алюминиевого сплава АМг-0 с двумя термически изолированными слоями из матов из стекловаты. Общий вес конструкции каждой секции, включая ролики, равен 300 кг.

Основная приводная часть забрала поддерживается десятью обрезиненными роликами 1, закрепленными кронштейнами 2 с забралом, а нижняя секция поддерживается четырьмя обрезиненными роликами. Во избежание сползания забрала в правую или левую стороны, ролики одной стороны в меридиональном направлении имеют двусторонние реборды 3 (рис. 4). Забрало катится на этих роликах по двум дорожкам 4, закрепленным на верхней части главных арок. На всех кронштейнах имеются штормолахватные стальные ролики 5.

Перемещение забрала производится двумя цепями, закрепленными с концами основного приводного забрала при помощи механизма подачи, установленного на опорном кольце.

Для проведения ремонтных и регламентированных работ катков забрала и механизмов сцепки в конструкции предусмотрено специальное, огражденное со всех сторон, безопасное пространство 6.

Нижняя часть смотровой щели закрывается цельнометаллической шторой, складывание которой происходит в магазине шторы 13 (рис. 2), как меха у аккордеона при помощи специальных направляющих, установленных на боковых поверхностях главных арок.

Купол поворачивается и вращается на 36 приводных и холостых подпружиненных тележках, неподвижно закрепленных на башне. Они расположены в  $10^\circ$  один от другого. На каждой тележке насажены два вертикальных обрезиненных катка и один горизонтальный ролик, обеспечивающий центрировку купола, и который одновременно является штормовым захватом. Катки диаметром 630 мм имеют твердый резиновый обод шириной 95 мм. Имеется 30 пар холостых-несущих, и шесть ведущих—двигательных катков, распределенных через  $60^\circ$ . Каждая группа катков установлена на рычаге, амортизированном посредством пружины. Ведущие—двигательные катки получают вращение от шести независимых приводов постоянного тока с напряжением 220 В и мощностью 2,8 кв, редуктора, встроеного в него с осью сателлитов дифференциала, приводимого в движение упругой муфтой, и двух цепных передач, связывающих звездочки редуктора с катками.

Общий вес купола с наружной и внутренней обшивками, забралом, теплоизоляцией, механизмами вращения и механизмами забрала составляет 110 т.

18 мая 1988 г.

1

Գ. Ս. ՄԻՆԱՅԱՆ

ՔԱՆԻՔԱՆԵՆԻ ԱՍՏՂԱԳԻՏՈՒՄԸ 2,6 ԻՐ ԱՍՏՂԱԳԻՏՈՒՄԻ ԳՐԵՆԹԵ

Երբինգ Է Բյուրակտանի աստղաֆիզիկական գիտարանի 2,6-րդ աստղագիտական գործնական կոնստրուկցիայի նկարագրությունը  
Ցրված են գործերի հիմնականները, ստորագրված են աստղագիտության գործընթացը:

տարակի վրա ամրացված շարժարերիչ և տարվող զսպանակված սայլակների կոնստրուկցիաների հիմնական սկզբունքային լուծումները: Դրանք կառուցված են գմբեթի հիմնականաբար կոշտովյալ հարցերը, ինչպես նաև գմբեթի արտաքին և ներքին երեսապատման մեկտեսագման հետ կապված հարցերը:

Նկարագրվում են առաջին անգամ կիրառվող և իր սկզբունքային լուծումով ու ձևով տարբերվող նոր ախպի՝ անջատվող հկուն դիմապանակը, ինչպես նաև դրա մասերի միացման ու անջատման սարքավորումները:

G. S. MINASYAN

## THE ROTATING DOME OF THE 2.6 M TELESCOPE OF THE BYURAKAN OBSERVATORY

The description of the dome construction of the 2.6 m telescope of the Byurakan Astrophysical Observatory is given.

The main principal solutions of the constructions are given. They include framework of the dome, all-metal blinds, mechanism of driven and dummy trucks, which are fixed on the tower.

The questions, connected with the stiffness of the framework thermal isolation of external and internal screening of the dome are considered as well.

The new type of unlinked flexible visor, which differs both by its new principal solution and its new configuration, and also the mechanisms of coupling and unlinking of the visor parts are discussed.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авторское свидетельство 310984, СССР, Г. С. Минасян.
2. Авторское свидетельство 394521, СССР, Г. С. Минасян, Б. С. Матевосян.
3. Н. Н. Михельсон, Оптические телескопы. М., Наука, 1976 г.
4. М. Я. Вишнеvский, А. П. Полужин, Г. М. Толстобров, Вращающийся купол для телескопа. Пром. строительство. № 6, 1969 г.

## НАБЛЮДЕНИЯ НОВЫХ И СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД В АРМЕНИИ ПО СВИДЕТЕЛЬСТВУ СРЕДНЕВЕКОВЫХ АРМЯНСКИХ РУКОПИСЕЙ

В институте древних армянских рукописей—Матенадаране—есть свидетельства, в которых наряду с описанием наблюдений комет, метеорных дождей, полярных сияний, лунных и солнечных затмений встречаются и данные о наблюдении новых и сверхновых звезд.

В рукописях Матенадарана до настоящего времени найдено семь свидетельств, которые относятся к описанию наблюдений двух новых и трех сверхновых звезд.

В работе приведем данные о наблюдении в 762 г. двух новых звезд, а в 716, 1006 и 1034 гг.—трех сверхновых звезд.

Большой интерес представляет свидетельство о наблюдении в 716 г. возможной сверхновой звезды, о которой нет других данных.

В средневековых армянских рукописях Матенадарана встречаем свидетельства, в которых наряду с другими небесными явлениями описываются наблюдения и сверхновых звезд [1].

Эти сведения дают возможность в списке новых и сверхновых звезд, известных к настоящему времени, добавить данные о наблюдениях в Армении и этим дополнить наши знания в этой области.

Ниже приводятся соответствующие места из хроник и исторических сочинений на древнеармянском языке (грабаре), переведенные на русский язык.

1. «В 164 (844) году с марта месяца до апреля наблюдались очень крупные знамения. С воздуха проходило выпадение земли и пыли. День казался ночью и с северной части три дня показывались три туманно-огненных столба. И поднимались вверх и опускались вниз. После чего появилась звезда с Луну величиной. Показалась (она) днем, в течение трех дней. Произошло землетрясение, земной шар разкололся и текли кроваво-красные родники и море кипело как котел...—Самвел Анеци (XI в.) [2].

В свидетельстве время наблюдения астрономического явления дано по Большому Армянскому летоисчислению, которое соответствует промежутку времени от 1 июня 715 г. до 30 мая 716 г. римского календаря [1]. В данном свидетельстве описаны два астрономических явления: полярные сияния и наблюдение новой звезды. Полярные сияния наблюдались по римскому календарю в 716 г. в марте—апреле, а после этого, т. е. в мае—новая звезда.

Прокомментируем рассмотренное астрономическое явление, относящееся к появлению новой звезды. Допустим, что описанное Самвелом Анеци, было яркой кометой. Но в его работе мы встречаемся с описанием ряда комет, где используются термины: «кометная», «столбобразная» и «двустолбобразная» звезды. А в настоящем свидетельстве Самвел Анеци отмечает, что наблюдалась звезда. Следовательно, он и его предшественники отличали комету от звезды. Таким образом,

описанное астрономическое явление не могло быть ни кометой, ни болидом, так как они не могли наблюдаться в одном и том же месяце днем три дня подряд.

Теперь предположим, что наблюдалась новая звезда, как предполагает Б. Туманян [1]. По свидетельству звезда наблюдалась три дня днем и имела угловой диаметр Луны. Прежде всего, при вспышке ни новой и ни сверхновой звезды они не могли наблюдаться величиной с угловой диаметр Луны, так как в этом случае от их излучения на земной поверхности все бы погибло. Здесь Самвел Анеци, по всей вероятности, имеет в виду не величину наблюдаемой звезды, а яркость звезды. Он, видимо, сравнил яркость данной звезды с яркостью Луны.

Данное свидетельство, вероятно, относится к вспышке не новой, а сверхновой звезды. Как известно, сверхновые звезды в максимуме блеска могли наблюдаться и днем, как в случае SN 1054.

Можно попытаться определить, к какому типу сверхновых относится эта звезда. Согласно наблюдению звезды в течение трех дней днем, можно считать ее сверхновой типа I, когда звезда остается в максимуме около недели.

К сожалению, в свидетельстве не отмечается, в каком созвездии произошла данная вспышка, чтобы поискать ее остатки и связанные с ней явления. В имеющейся литературе нет сведений о вспышке сверхновой звезды в 716 г. Это свидетельство является новым фактом, который нуждается в дальнейших астрофизических подтверждениях.

2. «Год 762-ой. Появились две звезды: одна на востоке и другая на западе»—Самвел Анеци [2].

Есть и другое свидетельство с таким же содержанием:

«В 737 (году Господня) появились две новые звезды: одна на востоке и другая на западе. Два месяца ветер (т. е. воздух) насыпал пыли (слоем) около одного локтя. Было большое количество падений звезд и сильное землетрясение»—Мхитар Айриванеци (XIII в.) [3].

Из содержания приведенных сведений видно, что оба автора имеют в виду одинаковые явления. 762 (247) г. дается римским календарем. В противном случае, если данный год был дан согласно Большому армянскому летосчислению, то он соответствовал бы промежутку между 1313—1314 (762+551) гг. (для перехода от римского к армянскому прибавляется 551), а это означало бы, что это явление Самвел Анеци описал после своей смерти. Можно допустить, что сведения о данном явлении дополнялись последующими переписчиками. Однако С. Лалаханян показал, что свидетельства принадлежат Самвелу Анеци.

Из свидетельства видно, что даты относительно одного и того же явления не совпадают. Мхитар Айриванеци в своем труде—дату 737—написал армянскими буквами 247, а последующие переписчики, читая неправильно, перепутали «1» на «4» и «P» на «h», по причине неразборчивости почерка [1].

Для вышеотмеченного предположения есть также и другой немаловажный факт. Самвел Анеци является автором XII в., а Мхитар Айриванеци—XIII в. Итак, выходит, что Мхитар Айриванеци пользовался непосредственно не данными Самвела Анеци, а данными из другого источника.

Л. Семенов [4], не принимая во внимание идентичность содержания приведенных свидетельств, неправильно считал годами наблюдения новых звезд 762 и 737.

Б. Туманян [1] отмечает, что дата наблюдения новых звезд—май

762 г. — дана по римскому календарю, а на 241 странице той же работы в обобщающей таблице указывает на год наблюдения новых звезд — 1313 г. Это значит, что он прибавил 551 к 762 и получил 1313, что, естественно, неверно.

Таким образом, согласно приведенным свидетельствам, в 762 г. в Армении наблюдались две Новые звезды.

3. В рукописях №№ 1486, 1717, 1865 и других рукописях Матенадарана есть сведения о том, что в начале XI в. наблюдалась достаточно яркая (подобно огню) новая звезда. Свидетельства этих рукописей основываются на трех источниках: Самвел Анеци, Матевос Ураеци (XII в.) и Симбат Спарпет (XIII в.) [1, 2, 5, 6].

а) «В 1007 (ԹԷ) году появилась звезда в виде пламени, после чего было сильное землетрясение и болезни, называемая хойлик (чума?) сильно уменьшились люди, скот» — Самвел Анеци [2].

б) «Опять в дни (правления) Василия в 457 (ՆԾԷ) году появилась звезда в виде пламени и было землетрясение по всех странах. От этого гнева (бога) на земле вторглась болезнь, которая называлась хойлик. Следы этой болезни у человека и животных хорошо виднелись на теле...» — Симбат Спарпет [6].

в) «Опять в дни (правления) греческого (императора) Василия в 452 г. (ՆԾԲ) армянского летоисчисления в небе появилась звезда в виде пламени, свидетельство о гневе (бога) над человечеством и гибели света. Во всем мире произошло сильное землетрясение и многие думали, что пришел последний день мира. Как и при наводнении, все существа впали в ужас и содрогание. От ужасного звука ярости (бога) многие на месте умерли. На землю даже вторглась болезнь хойлик, которая опустошила множество провинций: продвигаясь вперед, дошла до Себастии. Симптомы на теле ясно виднелись и болезнь была настолько тяжелой, что люди не успевали признаться в своих грехах и получить причастие» — Матевос Ураеци [5].

Приведем интерпретацию данных свидетельств согласно Б. Туманяну [7]. Из содержания вышеуказанных свидетельств видно, что они по существу идентичны, только имеют частные расхождения. Естественно, надо предположить, что один из этих авторов пользовался свидетельствами другого или из другого источника. Но как видно из свидетельств, время наблюдения данной огненподобной звезды разное. По свидетельству Самвела Анеци звезда наблюдалась в 1007 г., согласно римскому календарю, и в противном случае, если примем, что она дана по Большому армянскому летоисчислению, получим  $1007 + 551 = 1558$  г., т. е. свидетельство было написано в III—IV вв. после смерти Самвела Анеци, что бесмысленно.

Рукопись № 1486 дает объяснение такому несоответствию двух дат относительно одного явления. Для этого приводятся следующие прямые и косвенные данные о времени, когда появилась звезда:

- а) 1007 г. Р. X.;
- б) 451 г. (ՆԾԳ) (Большое армянское летоисчисление);
- в) Тридцатая годовщина правления греческого императора Василия II;
- г) 14-ая годовщина правления католикаса Саркиса А (1).

Рассмотрим их по порядку:

а) Между годом рождения Христа по римскому календарю и армянским церковным календарем есть разница в один год, т. е. по римскому календарю  $1007 - 1 = 1006$  г.;

б) Для перехода от Большого армянского летоисчисления к рим-

скому, некоторые авторы прибавляли 552, следовательно,  $454 + 552 = 1006$ ;

в) Византийский император Василий II правил в 975—1025 гг., тридцатая годовщина соответствует 1003 г.;

г) Саркис А(1) Севанци стал верховным патриархом (католиком) армян в 992 г. и его 14-ый год правления был в 1006 г.

Что касается свидетельств Матевоса Ураеци и Смбата Спарапета, то вместо «*ՆԾԲ*» (452) и «*ՆԾԷ*» (457) должно быть «*ՆԾԵ*» (455). По видимому, виновных в такой путанице следует считать последующих переписчиков.

Следовательно, вышеупомянутые армянские свидетельства относятся к вспышке Сверхновой 1006 г. О вспышке 1006 г. в созвездии Скорпиона найдены упоминания в четырех арабских, одной европейской, двух японских, пяти китайских хрониках и к ним добавляется еще три армянских свидетельства.

4. «В 1048 год от Р. Х. ... шел пятый год правления римского папы Левона (Льва)... В этом году на диске Луны появилась звезда, когда было новолуние 14 мая в первой половине ночи»—Этум Патмич (XIII в.) [8].

Б. Е. Туманян [1] вначале это свидетельство включил в описание падающих звезд и, комментируя его, отмечает, что данное астрономическое явление наблюдалось по римскому календарю 14 мая 1048 г. вечером, после захода Солнца. Он принимает, что, вероятно, наблюдалась около Луны Новая звезда и падение большого болида на поверхность Луны. В 1969 и 1971 гг. И. С. Астапович и Б. Е. Туманян [9, 10], комментируя метеорные явления по армянским средневековым рукописям Матнадарана (IX—XVII вв.), снова возвращаются к свидетельству Этума Патмича, однако, в качестве даты наблюдения данного астрономического явления рассматривают 13 мая 1048 г., вместо 14 мая данного года и, не учитывая, что в свидетельстве кроме 1048 г. отмечено, что шел пятый год правления римского папы Левона (Льва). Вышеуказанные авторы, комментируя это свидетельство, отмечают: «Появление здесь яркого стационарного метеора, новой звезды или активного лунного вулкана является менее вероятным. Вопрос о покрытии или соединении может быть решен путем расчета» [10].

В 1974 г. И. С. Астапович [11] окончательно прокомментировал это свидетельство. В комментарии он отмечает, что Б. Туманян уточнил время наблюдения данного астрономического явления. Время наблюдения он берет вместо 13 мая 1048 г.—14 мая 1054 года, приняв за основу пятый год правления римского папы Льва IX, как отмечено в свидетельстве, однако в работе [11] за годы правления римского папы Льва IX приняты 1048—1054 гг., тогда пятый год правления будет  $1048 + 5 = 1053$  г. Однако Римский папа Лев IX правил в 1049—1054 гг., [12], и пятый год его правления, следовательно, соответствует 1054 году. После этих уточнений, свидетельство Этума Патмича принимает следующий вид: «В 1054 г. от Р. Х. ... шел пятый год правления римского папы Льва IX. В этом году на диске Луны появилась звезда, когда было новолуние 14 мая в первой половине ночи».

Расчеты И. С. Астаповича показали, что это свидетельство относится к наблюдениям Сверхновой 1054 г., в Тельце в Армении. По современному календарю в 1054 г. в мае месяце новолуние было 9 мая. При новолунии было центральное затмение Солнца. По расчетам И. С. Астаповича после 9 мая 1054 г. Луна и Телец были в вечерней видимости, а спустя сутки с небольшим, Луна находилась около Сверх-

новой звезды. И в Ереване ( $\varphi = 40^{\circ}11'$ ) уже 10 мая могла наблюдаться Сверхновая звезда при заходе Луны и, спустя сутки после 9 мая (по наблюдениям), Луна имела вид узкого серпа, что и соответствует описанным виду Луны в свидетельстве. В этот момент Сверхновая звезда находилась на четыре лунных диаметра ниже Луны, по по описанию И. С. Астаповича, это расстояния у горизонта могут уменьшить горизонтальный параллакс Луны, ирридания и аномальное преломление света у горизонта [13]. В этих условиях Сверхновая звезда могла наблюдаться вблизи поволуного серпа. В пользу наблюдения 1054 г. в Армении о Сверхновой звезде говорят Аризонские наскальные изображения. Там, в 1955 г. найдено два наскальных рисунка: в одном из них изображена молодая Луна, сближавшаяся со звездой, а на втором—старая Луна и яркая звезда. По И. С. Астаповичу на втором наскальном рисунке изображение сближения Луны со Сверхновой произошло днем 10 мая 1054 г., что соответствует армянским наблюдениям.

Следовательно, в середине мая 1054 г. армяне наблюдали Сверхновую звезду.

Китайские астрономы наблюдали 4 июля 1054 г. Сверхновую, она была видна днем 23 дня, японские астрономы на одну-две недели раньше, чем китайцы [14], а арабы наблюдали яркую звезду в период между 12 апреля 1054 г. и 1 апреля 1055 г. [15].

Таким образом, армянские наблюдения дополнили непрерывную цепь наблюдений, начатую в апреле арабами 1054 г. и продолженную японцами и китайцами.

Из приведенных данных следует, что в средневековых рукописях Матенадарана (XII—XIII вв.) найдено семь свидетельств относительно новых и сверхновых звезд. Два из них относятся к наблюдениям новых звезд, а пять—к вспышкам трех сверхновых звезд (716, 1006, 1054 гг.). Описание наблюдений таких редких астрономических явлений как вспышка новых и сверхновых в древности имеет неопценное значение не только как свидетельство высокой научной культуры народа, но и для решения проблем современной астрофизики.

30 мая 1982г.

Бюраканская астрофизическая  
обсерватория

Ա. Ջ. ԿԱՐՏԵԳՅԱՆ, Է. Ս. ՊԱՐՏԱՄՅԱՆ

ՆՈՐ ԵՎ ԿԵՐՆՈՐ ԱՍՏՂԵՐԻ ԳԻՏՈՒՄԵՐԻ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ ԸՍՏ  
ՀԱՅՈՒԿԱՆ ՄԻՋՆԱԿՐԱԲԱՆ ՉԵՌԱԳՐԵՐԻ

Հին հայկական ձեռագրերի ինստիտուտում՝ Մատենադարանում, մի շարք սասղագիտական երևույթների դիտման նկարագրությունների հետ, հանդիպում են համ միջնադարյան Հայաստանից կատարված նոր և գերնոր սասղերի դիտման վկայություններ:

Մինչև այժմ Մատենադարանի ձեռագրերից հայտնարերվել են յոթ վկայություններ, որոնք վերաբերվում են երկու նոր և երեք գերնոր սասղերի դիտման նկարագրություններին:

Այդատանքում բերված են տվյալներ այն մասին, որ 762 թվականին

դիտվել են երկու նոր աստղեր, իսկ 716, 1006 և 1054 թվականներին երեք գերնոր աստղեր:

Մեծ հետաքրքրություն է ներկայացնում 716 թվականին դիտված հալանական գերնոր աստղի վիպությունը, որի մասին այլ տեղեկություններ չկան: Այս վիպությունը նոր է, և նրա հիմնավորման համար անհրաժեշտ են հետազոտ ուսումնասիրություններ:

A. G. BARSEGHIAN, E. PARSAMIAN

NOVA AND SUPERNOVA STARS OBSERVATIONS IN ARMENIA  
BY MIDEVIAL ARMENIAN MANUSCRIPTS

At the Institute of Old Armenian Manuscripts, called Matenadaran, (Armenian for „book depository“) together with some descriptions of astronomical phenomena observations we come across to the evidences of Nova and Supernova stars observations as well, being done from medieval Armenia.

So far seven evidences have been discovered among the manuscripts of Matenadaran referring to the descriptions of two Nova and three Supernova observations.

In this work the following data are given: In 762 two Novae and in 716, 1003 and in 1054 three Supernovae had been observed.

The evidence of possible Supernova observed in 716 is of great interest, about which there are no any other information. This evidence is a new one, for the astrophysical statement of which further studies are necessary.

ЛИТЕРАТУРА

1. Туманян Б. Е., История армянской астрономии (на арм. яз.), т. 2, Ереван, 1968.
2. Самвел Анеци, Хроника (на арм. яз.), Вагаршапат 86, 88, 104, 1893.
3. Мхитар Айриванеци, История Армении (на арм. яз.), Москва, 26, 1860.
4. Семенов Л. Л., Сборник научных трудов Матенадарана, № 1, 127, 1942.
5. Матевос Ураеци, Хроника (на арм. яз.), Вагаршапат, 45, 1898.
6. Смбат Спаранет, История Армении (на арм. яз.), Москва, 26, 1856.
7. Туманян Б. Е., Ученые записки ЕрГУ, 1 (105), 144, 1967.
8. Этул Патмич, Хроника, (см. Акопян В., Мелкие хроники (на арм. яз.)), т. 2, Ереван, 1956.
9. Астапович И. С., Туманян Б. Е., Ученые записки ЕрГУ, 2, 43, 1969.
10. Астапович И. С., Туманян Б. Е., Проблемы космической физики, Киев, вып. 6, 156, 1971.
11. Астапович И. С., Астрономический Циркуляр АН СССР, 826, 1974.
12. Большая Советская Энциклопедия, т. 14, Москва, 233, 1973.
13. Псковский Ю. П., Новые и сверхновые звезды, Москва, 127, 1985.
14. Шкловский И. С., Сверхновые звезды, Москва, 1976.
15. Нарликар Дж., Непстояя Вселенная, Москва, 13, 1985.

Г. М. ТОВМАСЯН

## О ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ КОЛОНИИ ВНЕЗЕМНОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Обращено внимание на то обстоятельство, что специальные меры предосторожности, такие как покрытие космической станции краской, не отражающей видимые и инфракрасные излучения в обратную от Земли сторону собственного тепла, могут полностью скрыть от нас колонию изучающей нас внеземной цивилизации, если такая существует в окрестностях Земли.

Проблема существования во Вселенной других цивилизаций, кроме нашей, является одной из волнующих проблем современной науки. Доказательство существования иной цивилизации было бы, наверно, самым крупным открытием за всю историю человечества.

Здесь мы рассмотрим несколько иной аспект этой проблемы. Предположим, что где-то во Вселенной существует какая-то внеземная цивилизация (ВЦ), техническая история которой существенно продолжительнее нашей. Тогда можно предположить, что они могли как-то узнать о нашем существовании и при наличии у них соответствующих возможностей, в чем вряд ли можно будет сомневаться, могли бы предпринять долговременное исследование нашей цивилизации, находящейся, с их точки зрения, на очень низком уровне развития. В этом случае, поскольку полет от их планеты до Земли будет, конечно, длиться достаточно долго, они могут вести исследование с постоянно действующей лабораторией и построить с этой целью некую колонию на орбите вокруг Земли или даже Луны. Имеются даже конкретные расчеты наиболее оптимальных орбит для таких гипотетических колоний [1].

Реальность существования, однако, в наши дни больших колоний ВЦ в околоземном пространстве сразу же вызывает возражение — почему мы не обнаруживаем таковые? Более детальное рассмотрение показывает, что обращающиеся вокруг нас колонии ВЦ могут все же оставаться скрытыми для нас. Для обнаружения такой колонии мы прежде всего должны видеть отраженный от нее солнечный свет. Но ведь они могут покрасить свою колонию неотражающей черной краской и оставаться невидимыми. Дополнительное покрытие некоторым, скажем, ферритовым материалом, поглощающим радиоволны, может сделать их невидимыми также и для наших радиолокаторов. Что же касается инфракрасного излучения, обусловленного как обогревом станции Солнцем, так и выделением внутренней энергии, то они запросто могут охлаждать ту сторону станции, которая обращена к нам и переносить тепло в обратном направлении.

Если развивать дальше фантазию, то можно предположить, что с этой, хорошо скрытой базы-колонии они могут часто навещать нас на небольших модулях, также скрытых от нашего взора. При этом может использоваться аккумулированная солнечная энергия. Не исключено, что они могут использовать ионные двигатели или что-либо другое.

Для связи друг с другом они могут использовать сильно направленные лазеры, и мы не будем в состоянии слышать их и вмешиваться в их переговоры.

Таким образом, даже на нашем «низком» уровне технического развития можно представить, как ВЦ могут следить за нами, изучать нас без раскрытия себя. Если все это так, то возникает вопрос, не могут ли наиболее «уверенно» зарегистрированные НЛО быть, действительно посланцами ВЦ?

30 июля 1988 г.

2. Մ. ԹՈՎՄԱՍՅԱՆ

ԵՐԿՐԱԳԵԿԻ ՇՐՋԱԿԱՅՔՈՒՄ ԱՐՏԱՆԿՐԱՅԻՆ ՔՍՂԱՔԱԿՐԹՈՒԹՅԱՆ  
ԳԱՂՈՒԹԻ ԳՈՏՈՒԹՅԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ուշադրություն է դարձվում այն հանգամանքների վրա, որ ձևոր առնված հատուկ միջոցները, ինչպես տիեզերական կայանի ներկումը առսանելի և ուղիորոշող շաղկապային շանդրադարձնող ներկով, Երկրագնդին հակադիր ուղղությամբ սեփական շերմային էներգիայի վերաճառազայթումը կարող են մեղմել լիովին քողարկել մեզ ուսումնասիրող արտաերկրային բազաբակրթության գաղութը, եթե այդպիսին իրոք կա Երկրագնդի շրջակայքում:

H. M. TOVMASSIAN

ON THE PROBABILITY OF THE EXISTENCE OF THE EXTRATERRESTRIAL CIVILIZATION COLONY IN THE EARTH'S ENVIRONMENT

The attention is drawn on the following: special measures, as painting of the space station by nonreflecting visible and radio rays matter, reradiation of the heat of the station in the opposite to the Earth direction may completely hide from us the colony of a studying us extraterrestrial civilization in case if such colony really exists in the Earth's environment.

ЛИТЕРАТУРА

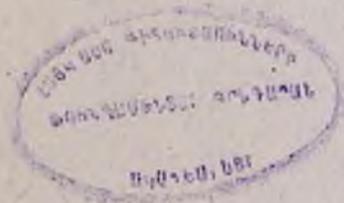
R. A. Irr. Freitas, Icarus, 55, 337, 1983.

ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱ  
 АКАДЕМИЯ НАУК АРМЕНИИ

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԴԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒԿՆԵՐ  
 СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Պ Ր Ա Վ      LXII      63      В Ы П У С К

О СВЯЗИ ИНФРАКРАСНЫХ ИСТОЧНИКОВ С ОБЪЕКТАМИ, НАХОДЯЩИ- МЯСЯ В ОБЛАСТЯХ ЗВЕЗДООБРАЗОВАНИЯ	<i>А. Л. Гюльбудакян, Р. Шварц, Ф. С. Назаретян</i>	3
ПЕРЕМЕННОСТЬ ЭМИССИОННОЙ ЛИНИИ $H_\alpha$ У ЗВЕЗД АССОЦИАЦИИ ОРИОНА	<i>Э. С. Парсмян</i>	11
РАСЧЕТ ИНТЕНСИВНОСТИ ПОЛОС ПОГЛОЩЕНИЯ МОЛЕКУЛ СО В ХОЛОДНЫХ ГИГАНТАХ	<i>Ю. К. Мелик-Алавердян</i>	26
ОЦЕНКА МАССЫ И СВЕТИМОСТИ КРАСНЫХ ГИГАНТОВ ПО ИНТЕНСИВ- НОСТИ ИНФРАКРАСНОЙ ПОЛОСЫ СО В ИХ СПЕКТРАХ	<i>Ю. К. Мелик-Алавердян</i>	34
АБСОЛЮТНОЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГРУППЫ ЗВЕЗД ВОКРУГ $\alpha$ Aur В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ И ВИДИМОЙ ОБ- ЛАСТЯХ. II.	<i>Р. А. Епремян</i>	42
ОБ АКТИВНЫХ ЯДРАХ ТИПА СЕПФЕРТ: Sy1, Sy1.5, Sy2u LINER	<i>А. Р. Петросян, М. Ш., Карапетян</i>	48
ДИСПЕРСИЯ ЛУЧЕВЫХ СКОРОСТЕЙ И ОТНОШЕНИЕ МАССА-СВЕТИ- МОСТЬ В КОМПАКТНОЙ ГРУППЕ ШАХБАЗЯН 352	<i>А. С. Амирханян, А. Г. Егикян, Н. А. Тихонов, Р. К. Шахбазян</i>	68
ПЕРВОЕ ДОПОЛНЕНИЕ К СВОДНОМУ СПИСКУ БЮРАКАНСКОЙ КЛАС- СИФИКАЦИИ ГАЛАКТИК	<i>С. Г. Искусдарян</i>	71
О РАДИОСТРУЯХ В РАДИОГАЛАКТИКАХ И КВАЗАРАХ	<i>Р. Р. Андреасян</i>	75
ВРАЩАЮЩИЙСЯ КУПОЛ ДЛЯ ТЕЛЕСКОПА ЗТА-2. 6 м.	<i>Г. С. Минасян</i>	83
НАБЛЮДЕНИЯ НОВЫХ И СВЕРХНОВЫХ ЗВЕЗД В АРМЕНИИ ПО СВИ- ДЕТЕЛЬСТВУ СРЕДНЕВЕКОВЫХ АРМЯНСКИХ РУКОПИСЕЙ	<i>А. Ж. Барсемян, Э. С. Парсмян</i>	92
О ВОЗМОЖНОСТИ СУЩЕСТВОВАНИЯ КОЛОНИИ ВНЕЗЕМНОЙ ЦИВИ- ЛИЗАЦИИ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	<i>Г. М. Товмасын</i>	98



Ի Ո Վ Ա Ն Գ Ա Կ ՈՒ Թ Յ ՈՒ Ն

Ա. Լ. Գյուլիսյան, Թ. Նվարց, Յ. Ս. Նազարյան—Ինֆրակարմիր աղբյուրների կապի մասին առաջադրածան տրույթներում գտնվող օրնիկների նկար	9
Է. Ս. Գառամյան—Սրբո՛ր առաջադրած առաջերի H <sub>2</sub> առարման գծի փոփոխությունը	24
Ե. Մելիք-Ալավերդյան—Սառը նոգա առաջերում CO-մուգիչույի կլանման չկրտի ինտենսիվության նախարկը	32
Յու. Կ. Մելիք-Ալավերդյան—Կարմիր նվառների գանգղանների և լուսավորությունների գնահատումը CO-մուգիչույի Ինֆրակարմիր չկրտի Ինտենսիվության միջոցով	40
Թ. Ա. Եփրեմյան— Ատր-ի չրչակայրի մի խումը առաջերի բացարձակ սպիկարայուսա- չափակած նկատագրությունը գերմանուչակ և տեռանելի տրույթներում	62
Ա. Թ. Պետրոսյան, Մ. Շ. Կարապետյան—Մելիքեր 1, 1.3, 3 և LINER դասի գրքուռն կարիչների մասին	66
Ա. Ս. Ամիրխանյան, Ա. Գ. Եղիկյան, Ե. Ա. Տիխոնով, Ի. Կ. Նանրալյան—ՅՅՅ սեղմ Խմբի տեսագրային արագությունների գրագրերի և գանգղան-լուսատվություն նարարությունը	70
Ա. Գ. Խակոպոսյան—Գայակախիկների Քլուրակետյան գաստիարգման ամփոփված ցու- չակի առաչին լրացումը	73
Ի. Ի. Ակրեսոսյան—Պագրագրայակախիկներում և քվազարներում դիտվող առաչիթների մասին	81
Գ. Ս. Մինասյան—Քլուրակետի առաչագրարանի 2,6 մ առաչագրիտակի գմրնթը	90
Ա. Ժ. Մարտիկյան, Է. Ս. Գառամյան—Եսր և գերնոր առաչերի գրաուումներ շայա- սանում ըստ նաչիական միջնագրայան մնուագրերի	90
Ա. Մ. Քավմասյան—Օրկրագնդի չրչակայրում արտաներկրային քաղարակրություն գա- զուրի գրությունը ննարավորության մասին	99