

УДК: 524.316.7

НОВЫЕ М - ЗВЕЗДЫ В ОБЛАСТЯХ ТЕМНЫХ ТУМАННОСТЕЙ. I

Н.Д.МЕЛИКЯН, А.А.КАРАПЕТАН

Поступила 28 апреля 1997

Принята к печати 5 августа 1997

Приволяются результаты спектрального обзора звезд поздних спектральных классов М в трех областях темных туманностей. Наблюдения проводились на метровом телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории с помощью 4^о предобъективной призмы. Разработан метод обнаружения М-звезд гигантов поздних спектральных классов, основанный на наличии в спектрах этих звезд полос поглощения TiO. Площадь изученных областей составляет 48 кв. градусов. Обнаружены 96 новых М-звезд поздних спектральных подклассов, 22 из которых показали переменность блеска во время наших наблюдений и являются новыми переменными звездами. Предельная звездная величина на полученных пластинках в красных лучах равна 16^m.0, что позволяет уверенно обнаружить все М-звезды поздних спектральных классов (начиная с М4) ярче $R = 15^m.0$.

1. *Введение.* В последние годы в Бюраканской астрофизической обсерватории на основе наблюдательного материала, полученного с помощью 1-м телескопа, ведутся работы по поиску новых H_{α} -объектов в областях темных туманностей. Исследования 5 областей дали возможность обнаружить более 200 новых H_{α} -объектов [1-5]. На этом же наблюдательном материале проводились поиски новых звезд спектральных классов М, большинство которых в низких галактических широтах является гигантами, и число переменных звезд среди них увеличивается с переходом к более позднему спектральному подклассам. Эти звезды можно обнаружить на очень больших расстояниях, следовательно исследование распределения этих звезд может быть весьма полезным в изучении структуры Галактики.

Поиски звезд поздних спектральных классов М и С в Бюраканской обсерватории начались еще на основе Первого Бюраканского спектрального обзора на высоких галактических широтах [6]. В этих исследованиях обнаружено большое количество новых М и С звезд, изучение которых в настоящее время продолжается.

Поиски звезд поздних спектральных классов, в основном углеродных звезд, с применением во время наблюдений предобъективной призмы, проводились многими авторами [7-10]. Такие поиски в низких галактических широтах проводились и в Абастуманской обсерватории [11] и в последние годы приняли систематический характер [12,13].

В настоящей работе приводятся результаты поиска новых М-звезд гигантов в трех областях темных туманностей.

2. *Наблюдения и метод обнаружения.* В работе был использован наблюдательный материал, полученный на 1-м телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории. Наблюдения выполнены с помощью 4^ю объективной призмы в сочетании со светофильтрами RG1 и RG2, с использованием фотоэмульсии Kodak 103a F, IIa F и IIIa F. Фотоэмульсии IIIa F были использованы после их сенсбилизации в азотных парах. Спектральная область в вышеуказанном сочетании светофильтров и фотоэмульсий довольно узкая, 6000 - 7000 Å. Почти в центре охватываемой спектральной области находится линия H_γ. Дисперсия полученных спектров вблизи этой спектральной линии составляет приблизительно 1100 Å/мм. Предельная звездная величина полученных пластинок $R = 16^m.0$, что позволяет уверенно работать со звездными спектрами ярче $R = 15^m.0$. В исследованных областях темных туманностей обнаружены почти все известные звезды позднего спектрального класса M, ярче $R = 15^m.0$.

Наблюдения проводились в течение 10 лет, в 1979г., 1985г. и 1989г. В каждой серии наблюдений каждая область снималась на 5-6 пластинках с разными экспозициями (от 10 минут до двух часов). Такая разница во времени наблюдений и в экспозициях позволяет не только исключить возможные наблюдательные дефекты на фотопластинках и проследить за поведением каждой звезды в течение одного месяца и десяти лет, но и уверенно обнаружить звезды поздних спектральных классов M, имеющие разные яркости. Указанные области темных туманностей снимались и без предобъективной призмы и светофильтров, для отождествления открытых новых звезд. При этом использовались фотопластинки ORWO ZU 2. Предел на этих фотопластинках составляет $\sim 19^m.5$ в фотографических лучах.

Общая площадь исследованных трех областей темных туманностей составляет 48 кв. градусов.

Метод обнаружения звезд поздних спектральных классов M основан на наличии в спектрах звезд известных полос поглощения TiO. Как только мы переходим к звездам с более низкой температурой, сильные полосы поглощения в их спектрах явно указывают на то, что основным источником непрозрачности стало молекулярное поглощение. Во многих участках спектра, между явно различными полосами, ослабление атомных линий указывает на присутствие непрерывного поглощения, простирающегося на сотни ангстрем. Уже у звезд спектрального подкласса M5 полное поглощение достаточно сильно, чтобы самые сильные линии нейтральных атомов казались очень слабыми. Величина этого эффекта и охватываемая им область в визуальной части спектра, по всей вероятности, обусловлены главным образом наложением, по меньшей мере, четырех систем полос TiO, причем отдельные полосы этих систем не всегда полностью разделены. В этом участке спектра (6000 - 7000 Å) ос-

лабление атомных линий осуществляется главным образом двумя полосами поглощения молекулы TiO: $\lambda = 6158 \text{ \AA}$ и $\lambda = 6651 \text{ \AA}$. Начиная со спектрального подкласса M4 интенсивности этих полос достаточно сильны, чтобы быть уверенно зарегистрированными при наших наблюдениях. Переходя к более поздним спектральным подклассам, интенсивности этих полос поглощения усиливаются все больше. При усилении интенсивности полосы поглощения $\lambda = 6651 \text{ \AA}$ спектры интересующих нас звезд укорачиваются, и, начиная со спектрального подкласса M7, часть спектра ($\lambda = 6651 - 7000 \text{ \AA}$) почти исчезает. Усиление же интенсивности полосы поглощения $\lambda = 6158 \text{ \AA}$ отделяет участок спектра $\lambda = 6000 - 6158 \text{ \AA}$ от участка спектра, охватывающего спектральную линию H_{α} . Такая картина позволяет уверенно обнаружить звезды поздних спектральных классов M, начиная с M4. Конечно, дисперсия наших спектральных наблюдений не позволяет с точностью указать спектральный подкласс звезды. Отметим, что настоящая методика не позволяет обнаружить углеродные звезды, в спектрах которых характерно наличие полос поглощения соединений углерода.

3. *Результаты наблюдений.* Обнаружены 96 новых M-звезд поздних спектральных классов, начиная с M4. Яркость обнаруженных звезд в красных лучах находится в интервале $R = 8^m - 15^m$. Данные обнаруженных звезд были сравнены с результатами уже известных поисков звезд поздних спектральных классов [7-14], с переменными и заподозренными в переменности блеска звездами [15,16], с результатами инфракрасного обзора неба [17,18] и с известными радионисточниками [19]. Сравнение показывает, что настоящий метод результативен при открытии переменных звезд типа Миры Кита: зарегистрированы почти все звезды типа M из Каталога переменных звезд [15], находящиеся в исследованных областях. Ни одна звезда не отождествлена со звездами, открытыми Куртанидзе и Николашвили [12-13], и с известными источниками инфракрасного излучения. В список включены также данные одной известной переменной звезды $CC \text{ Cyg} = \text{IRAS } 20463+5351$, о результатах наблюдений которой ниже будет подробно изложено.

Наблюдательные данные открытых 96 новых M - звезд поздних спектральных классов и известной звезды $CC \text{ Cyg}$ приводятся в табл.1. В соответствующих столбцах приводятся порядковый номер звезд, их координаты (1950), звездные величины в B , V , R лучах и результаты идентификации с источниками инфракрасного излучения. Координаты новых звезд определены на картах Паломарского обзора неба. Точность определения координат составляет $\pm 1'$ по α и соответственно $\pm 15''$ по δ . Для измерения звездных величин открытых новых звезд в B , V , R лучах с помощью Паломарских карт был использован известный метод Кинга и Раффа [20], основанный на измерении диаметров звезд. Точность

СПИСОК НОВЫХ М - ЗВЕЗД

№	α	δ	B	V	R	№ в каталоге
1	2	3	4	5	6	7
1	20 ^h 44 ^m 40 ^s .6	54°55'11"	14 ^m .0	12 ^m .6	11 ^m .9	
2	46 00 .3	53 16 30	16 .4	14 .0	12 .8	
3	46 23 .5	53 51 30	16 .4	14 .1	12 .8	IRAS 20463+5351
4	46 52 .8	53 58 51	14 .1	12 .8	12 .2	IRAS 20468+5358
5	47 13 .2	54 39 14	15 .9	13 .4	12 .2	
6	47 24 .4	55 35 43	14. .2	12 .9	12 .2	
7	48 23 .7	53 41 33	16 .7	14 .1	12 .8	IRAS 20483+5358
8	50 07 .5	52 58 38	15 .2	13 .2	12 .2	
9	50 49 .1	53 26 01	14 .7	13 .0	12 .2	
10	51 05 .1	53 15 02	15 .9	13 .8	12 .8	IRAS 20510+5314
11	51 18 .8	52 51 06	15 .4	13 .4	12 .4	IRAS 20513+5251
12	51 59 .9	53 43 04	14 .2	13 .3	12 .8	
13	53 22 .6	55 01 29	13 .4	11 .7	10 .8	IRAS 20533+5501
14	53 48 .9	53 03 01	16 .2	13 .7	12 .4	
15	54 44 .6	54 08 26	16 .8	14 .3	13 .1	
16	54 45 .1	55 39 05	14 .1	12 .4	11 .6	
17	54 55 .8	54 07 25	15 .4	13 .3	12 .2	IRAS 20549+5407
18	55 02 .6	52 07 17	16 .2	14 .4	13 .5	
19	55 14 .6	53 08 17	15 .7	13 .7	12 .2	IRAS 20552+5308
20	55 45 .3	53 01 36	16 .7	14 .1	12 .8	IRAS 20557+5301
21	56 02 .3	54 01 44	15 .2	13 .3	12 .4	IRAS 20560+5401
22	56 20 .6	54 55 34	13 .4	12 .4	11 .9	IRAS 20563+5455
23	56 20 .8	52 55 44	14 .7	12 .8	11 .9	
24	56 52 .6	54 05 27	13 .0	12 .1	11 .6	
25	56 53 .6	55 00 29	16 .7	15 .7	15 .1	
26	57 19 .4	53 30 24	15 .4	13 .4	12 .4	
27	57 21 .0	52 07 03	17 .2	14 .0	12 .4	
28	57 40 .8	55 38 10	16 .3	13 .7	12 .4	
29	57 43 .8	55 30 58	16 .7	15 .0	14 .2	IRAS 20577+5530
30	57 48 .0	52 00 20	15 .2	12 .8	11 .6	
31	59 42 .3	54 13 05	16 .2	15 .1	14 .5	
32	21 01 23 .6	54 32 03	16 .2	13 .7	12 .4	IRAS 21014+5432
33	02 09 .7	53 38 28	16 .7	13 .8	12 .4	
34	03 51 .3	53 51 11	17 .2	15 .2	14 .2	IRAS 21038+5351
35	03 53. .8	54 56 35	13 .0	12 .9	11 .9	
36	05 10 .0	55 16 12	15 .4	13 .4	12 .4	IRAS 21051+5516
37	05 43 .5	54 22 53	16 .7	15 .2	14 .5	
38	06 01 .3	53 03 00	15 .4	13 .7	12 .2	
39	06 01 .6	53 22 53	13 .8	11 .5	10 .3	IRAS 21060+5322
40	06 50 .2	54 40 49	15 .9	12 .5	10 .8	
41	07 47 .1	54 43 58	13 .8	11 .6	10 .5	
42	08 10 .2	54 56 13	14 .7	12 .8	11 .9	IRAS 21081+5456
43	08 17 .1	54 50 54	16 .2	13 .7	12 .5	
44	10 06 .0	54 13 25	15 .2	13 .0	11 .9	IRAS 21101+5413
45	19 07 .3	56 09 09	14 .8	12 .7	11 .6	
46	19 36 .0	54 45 06	12 .8	10 .7	09 .7	
47	19 48 .0	54 15 12	15 .1	13 .0	11 .9	IRAS 21197+5415

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	5	6	7
48	21 ^h 19 ^m 49 ^s .4	55°21'26"	13 ^h .8	12 ^m .7	12 ^s .2	
49	19 56 .6	55 20 35	16 .2	13 .5	12 .2	
50	20 02 .1	55 57 59	16 .2	13 .5	12 .2	
51	21 48 .0	55 40 00	15 .2	13 .2	12 .2	
52	22 08 .7	57 30 06	14 .8	13 .1	12 .2	IRAS 21221+5730
53	22 40 .6	57 18 52	16 .2	13 .9	12 .8	
54	22 42 .0	54 44 56	16 .2	13 .5	12 .2	
55	23 02 .9	55 57 39	16 .2	13 .7	12 .5	
56	23 26 .4	55 22 45	12 .8	10 .7	09 .7	IRAS 21234+5522
57	24 42 .0	54 09 00	14 .3	12 .7	11 .9	
58	25 20 .6	54 23 57	15 .4	13 .3	12 .2	
59	25 47 .4	54 37 58	16 .2	13 .5	12 .2	IRAS 21257+5438
60	26 30 .0	55 45 03	14 .1	11 .9	10 .8	IRAS 21265+5545
61	28 12 .0	54 23 09	13 .8	12 .3	11 .6	
62	32 24 .0	56 05 00	14 .7	12 .8	11 .9	
63	32 33 .9	55 21 52	13 .0	11 .2	10 .3	
64	32 42 .0	54 33 24	13 .3	11 .4	10 .5	
65	32 47 .7	56 51 39	14 .7	13 .0	12 .2	
66	33 31 .9	54 53 13	15 .4	13 .1	11 .9	IRAS 21335+5453
67	34 08 .2	54 59 37	16 .7	13 .7	12 .2	
68	34 17 .2	54 35 40	14 .8	13 .1	12 .2	
69	34 33 .5	57 06 35	13 .8	12 .1	11 .3	
70	34 34 .7	55 27 54	15 .4	13 .3	12 .2	IRAS 21345+5527
71	34 52 .0	55 06 31	16 .7	14 .1	12 .8	
72	34 59 .7	53 57 59	16 .2	13 .5	12 .2	IRAS 21349+5357
73	35 04 .4	56 47 27	16 .2	13 .7	12 .5	
74	35 07 .3	56 48 08	14 .0	12 .6	11 .9	
75	35 24 .8	54 42 11	15 .4	13 .1	11 .9	
76	37 12 .5	55 17 14	13 .4	12 .2	11 .6	
77	37 18 .1	57 13 57	15 .4	13 .3	12 .2	IRAS 21373+5714
78	37 51 .5	56 03 36	14 .0	12 .6	11 .9	IRAS 21378+5603
79	38 08 .4	56 21 00	15 .9	13 .4	12 .2	
80	38 12 .7	57 06 50	13 .0	10 .8	09 .7	IRAS 21382+5706
81	38 14 .3	54 31 05	09 .6	08 .7	08 .3	
82	39 24 .0	57 02 36	13 .3	12 .2	11 .6	
83	40 28 .9	54 44 19	16 .2	13 .5	12 .2	
84	42 28 .9	54 32 11	13 .8	12 .1	11 .3	
85	44 45 .2	54 53 52	15 .9	13 .4	12 .2	
86	45 12 .6	55 12 13	16 .2	13 .5	12 .2	
87	47 46 .2	57 09 09	14 .8	13 .1	12 .2	IRAS 21477+5709
88	23 24 29 .5	63 22 55	13 .3	11 .6	10 .8	
89	25 44 .7	63 39 21	15 .9	13 .4	12 .2	
90	26 41 .8	65 58 50	15 .4	13 .1	11 .9	IRAS 23266+6558
91	27 17 .5	64 34 55	15 .4	13 .3	12 .2	
92	31 05 .4	63 54 26	15 .4	13 .3	12 .2	IRAS 23310+6354
93	32 21 .9	66 28 37	13 .0	10 .8	09 .7	
94	38 06 .8	65 35 30	13 .8	12 .1	11 .3	IRAS 23381+6535
95	50 30 .1	64 03 46	14 .0	12 .4	11 .6	
96	51 01 .3	63 32 08	15 .4	13 .3	12 .2	
97	59 12 .9	63 59 57	13 .8	11 .6	10 .5	IRAS 23592+6329

с помощью Паломарских карт был использован известный метод Кинга и Раффа [20], основанный на измерении диаметров звезд. Точность определения звездных величин составляет $0^m.2$ и является вполне удовлетворительной при фотографических наблюдениях.

На рис.1 приводятся карты отождествления всех 97 звезд с указанием порядкового номера звезды, соответствующего табл.1. Следует отметить, что карты отождествления всех звезд получены с Паломарских карт с помощью специальной программы на ЭВМ. Все карты отождествления имеют одинаковые размеры (340"x340").

4. *Обсуждение результатов.* Как видно из данных табл.1, все обнаруженные звезды являются достаточно красными. Интенсивные молекулярные полосы поглощения TiO в спектрах этих звезд свидетельствуют о наличии протяженных молекулярных оболочек вокруг них. В каталоге источников инфракрасного излучения [17] приводятся данные о возможной переменности 5 звезд в инфракрасных лучах, включенных в табл.1 настоящей статьи. На основе наших наблюдений можно проследить за поведением яркости открытых нами новых звезд. Предварительная обработка наших наблюдений позволила обнаружить 21 новую переменную звезду и подтвердить переменность звезды №11 (см. табл.1), включенной в новый каталог звезд, заподозренных в переменности блеска [16]. Детальное изучение колебаний блеска этих звезд в период наших наблюдений будет предметом дальнейших исследований. В настоящей же работе приводятся предварительные данные об их переменности. Эти данные приводятся в табл.2. В соответствующих столбцах этой таблицы приводятся номер и звездная величина (R) звезды согласно табл.1 и амплитуда изменения блеска в красных лучах (ΔR). Амплитуда изменений блеска была оценена на наших пластинках по сравнению с окружающими звездами.

Следует отметить, что наши наблюдения позволяют зарегистрировать

Таблица 2

СПИСОК НОВЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД

N	R	ΔR	N	R	ΔR
2	12 ^m .8	2 ^m .0	55	12 ^m .5	1 ^m .2
7	12 .8	0 .7	63	10 .3	0 .6
10	12 .8	0 .8	72	12 .2	0 .6
11	12 .4	0 .9	73	12 .5	0 .8
16	11 .6	0 .7	78	11 .9	0 .7
22	11 .9	0 .7	81	08 .3	0 .8
26	12 .4	0 .5	83	12 .2	0 .5
29	14 .2	1 .0	85	12 .2	0 .6
32	12 .4	0 .6	91	12 .2	0 .8
41	10 .5	0 .6	95	11 .6	0 .7
54	12 .2	0 .8	96	12 .2	0 .6

спектральных классов могут быть и переменные с амплитудами $\Delta R \leq 0^m.5$.

В табл.1 (см. №3) включена одна переменная звезда СС Суг [15], известная как долгопериодическая переменная звезда типа Миры Кита с периодом изменения блеска $P = 320^d$ [26]. Она была открыта нами как звезда с H_α -эмиссией с переменной интенсивностью [5]. Рассмотрение спектров этой звезды в разные периоды наблюдений показывает, что, по-видимому, интенсивность эмиссионной линии H_α коррелирует с интенсивностью полосы поглощения TiO. Корреляция интенсивности H_α -эмиссии с яркостью звезды и с интенсивностями полос поглощения TiO в дальнейшем будет подробно изучена.

5. *Заключение.* Наши исследования по поиску новых М-звезд поздних спектральных классов приводят к следующим результатам:

а) На основе спектральных наблюдений в области H_α , полученных на 40" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории с использованием 4° предобъективной призмы, разработан метод обнаружения красных звезд-гигантов поздних спектральных классов М. Метод основан на наличии в указанной области спектров этих звезд двух полос поглощения TiO: $\lambda = 6158 \text{ \AA}$ и $\lambda = 6651 \text{ \AA}$.

б) С помощью указанного метода в трех областях темных туманностей с общей площадью 48 кв. градусов обнаружено 96 новых красных гигантов поздних спектральных классов М. Больше 30% обнаруженных новых М-звезд отождествлено с источниками инфракрасного излучения.

в) У 22 обнаруженных новых красных звезд зарегистрирована переменность блеска в красных лучах с амплитудами от $0^m.5$ до $2^m.0$. Одна из этих звезд ранее была включена в каталог звезд, заподозренных в переменности блеска [16].

Авторы выражают благодарность сотруднице Бюраканской обсерватории А.Ц.Карапетян за помощь в обработке наблюдательного материала.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория, Армения

NEW M - STARS IN DARK CLOUDS REGIONS. I

N.D.MELIKIAN, A.A.KARAPETIAN

The results of the spectral survey of M stars in 3 dark clouds regions are presented. The observations have been carried out with the 40" Schmidt telescope of the Byurakan observatory using the 40 objective prism. To discover M giants of late spectral classes a method is worked out, which is based on the availability of absorption bands of TiO in the spectra of these stars. The total area of investigated regions is 48 square degree. 96 new M stars are discovered, 22 of which have shown light variations during the observational period. The limiting magnitude of obtained photographic plates in red light is $16^m.0$, which gives possibility to discover all M stars brighter than $R = 15^m.0$.

ЛИТЕРАТУРА

1. N.D.Melikian, V.S.Shevchenko, S.Yu.Melnikov, IBVS, 3037, 1987.
2. Н.Д.Меликян, В.С.Шевченко, *Астрофизика*, 32, 169, 1990.
3. Н.Д.Меликян, *Астрофизика*, 37, 219, 1994.
4. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, *Астрофизика*, 39, 57, 1996.
5. Н.Д.Меликян, А.А.Карапетян, Л.Г.Ахвердян, А.Ц.Карапетян, *Астрофизика*, 39, 217, 1996.
6. Г.В.Абрамян, К.С.Гугоян, *Астрофизика*, 31, 601, 1989.
7. O.J.Lee, G.D.Gore, T.J.Bartler, *Ann Dearborn. Observ.*, 5, 7, 1947.
8. J.J.Nassan, V.M.Blanco, *Astrophys. J.*, 120, 129, 1954.
9. V.M.Blanco, *Astrophys. J.*, 127, 191, 1958.
10. С.В.Stephenson, *Publ. Warner and Swasey Observ.*, 1, №4, 3, 1973.
11. М.В.Долидзе, *Бюл. Абастуманской Обсерв.*, 47, 3, 1975.
12. О.М.Куртанидзе, М.Г.Николашвили, *Астрофизика*, 29, 470, 1988.
13. О.М.Куртанидзе, М.Г.Николашвили, *Астрофизика*, 31, 507, 1989.
14. R.A.Downes, M.M.Shara, *A Catalog and Atlas of Cataclysmic Variables*, 1993.
15. П.Н.Холопов, Н.Н.Салусь и др., *ОКПЗ, Наука, М.*, 1987.
16. Б.В.Кукаркин, П.Н.Холопов, Н.М.Артюхин и др., *Новый Каталог Звезд, заподозренных в переменности блеска*, Наука, М., 1982.
17. *IRAS Point Source Catalog, Supplied by NASA*, 1989.
18. *IRAS Faint Source Catalog, Supplied by NASA*, 1989.
19. R.S.Dixon, *Astrophys. J., Suppl. Ser.*, 20, 1, 1970.
20. V.R.King, M.I.Raff, *Publ. Astron. Soc. Pasif.*, 528, 120, 1977.

НОВЫЕ М-ЗВЕЗДЫ









