

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՈՎ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԳԻԵՄԻԱ
АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏԳՆԱԳԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԳՈՒՄՆԵՐ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

ՊՐԱԿ LIII ВЫПУСК

Редакционная коллегия

В. А. АМБАРЦУМЯН (главный редактор), М. А. АРАКЕЛЯН, Л. В. МИРЗОЯН
М. А. МНАЦАКАНЯН (ответственный секретарь), Г. М. ТОВМАСЯН (зам.
главного редактора)

1705000000
С $\frac{703(2)-82}{53-81}$

© Издательство АН Армянской ССР, 1982.

Г. В. АБРАМЯН

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ UBV НАБЛЮДЕНИЙ КРАСНЫХ СВЕРХГИГАНТОВ

1. Введение

Подавляющее большинство переменных красных сверхгигантов (спектрального класса М) по данным Общего каталога переменных звезд (ОКПЗ) являются звездами типа Lc или SRc (неправильными или полуправильными переменными). В настоящее время усилиями многих наблюдателей мира собран фотометрический материал, достаточный для статистических исследований поведения блеска только для звезды μ Ser [1, 2]. При этом если не учитывать работы по исследованию нескольких М сверхгигантов, являющихся двойными типа VV Ser, то изучению фотометрических характеристик остальных красных сверхгигантов посвящено небольшое число работ. Если иметь в виду еще и то обстоятельство, что большинство существующих наблюдений переменных красных сверхгигантов выполнены визуальным или фотографическим способом, то станет ясно, что этот класс переменных является одним из малоизученных среди переменных звезд.

С другой стороны, большинство сверхгигантов спектрального класса М входят в состав молодых звездных образований—ассоциаций [3—5]. По-видимому эволюция этих звезд произошла ускоренными темпами и в настоящее время они находятся на одном из последних этапов звездной эволюции [6]. Поэтому всестороннее исследование красных сверхгигантов необходимо для лучшего понимания отдельных этапов звездной эволюции.

С целью изучения общих фотометрических характеристик М сверхгигантов в 1973—1977 гг. нами было проведено свыше 2000 электрофотометрических UBV наблюдений 78 красных сверхгигантов. Некоторые предварительные результаты этих наблюдений опубликованы в работах [7—9].

В настоящей работе приведены результаты наблюдений 56 звезд, а также обсуждаются некоторые закономерности поведения блеска и цветов красных сверхгигантов, полученные в результате наших наблюдений.

2. Программа наблюдений

Основной целью наших наблюдений было выявление общих характеристик переменности блеска и цветов красных сверхгигантов, не вникая при этом подробно в поведение блеска каждой отдельной звезды. Поэтому программа наших UBV электрофотометрических наблюдений была составлена так, чтобы охватить возможно большее количество красных сверхгигантов. Наблюдения проводились таким образом, чтобы все программные звезды наблюдались по возможности с одинаковой частотой. Такой подход к проблеме исследований переменности блеска красных сверхгигантов оправдан,

так как подробное исследование каждой звезды в отдельности в разумных интервалах времени (несколько лет) является малоинформативным. Это объясняется тем, что циклы изменения блеска заключены в довольно широких пределах—приблизительно от ста до нескольких тысяч дней, а сами изменения блеска часто носят неправильный характер как во времени, так и по амплитуде. По этой причине для детального исследования фотометрических характеристик каждой звезды в отдельности нужно применять методы математической статистики, для чего требуются длинные и желательные однородные ряды наблюдений. Выбранный нами метод исследования дает возможность за сравнительно короткий интервал времени получить общее представление о переменности блеска и цветов красных сверхгигантов.

Как было отмечено выше, в нашу программу исследований вошло 78 красных сверхгигантов. Список 22 звезд с результатами наблюдений опубликован в работе [9]. Остальные 56 программных звезд приведены в табл. 1. В столбцах таблицы приведены следующие данные: название звезды по ОКПЗ или номер по Каталогу звезд, заподозренных в переменности [10], спектральная двумерная классификация, согласно работе [11] (если звезда отсутствовала в [11], то соответствующие данные даются по [12]), средний блеск \bar{V} и цвета $(B-\bar{V})$, $(U-\bar{V})$ по результатам наших наблюдений (здесь следует указать, что часть из программных звезд не наблюдалась в полосе U из-за слабости), тип переменности по ОКПЗ, интервал A изменения блеска по ОКПЗ, интервал изменения блеска $\Delta V = V_{\min} - V_{\max}$, полученный по результатам наших наблюдений, градиенты блеска $\nabla_{V/B}$ и $\nabla_{U/B}$, количество наблюдений n .

3. Результаты наблюдений

Электрофотометрические UBV наблюдения красных сверхгигантов проводились на полуметровом телескопе АЗТ-14А Бюраканской астрофизической обсерватории с одноканальным электрофотометром. Методика и техника наших наблюдений описана в работе [9].

Наблюдения программных звезд проводились дифференциальным способом, при котором блеск и цвета переменных определяются относительно звезд сравнений. Для каждой исследуемой звезды была выбрана одна звезда сравнения и одна контрольная звезда. UBV фотометрия как звезд сравнений, так и контрольных, выполнена нами отдельно по методике, описанной в работе Харди [13]. Список звезд сравнений и контрольных с UBV данными приведен в табл. 2.

Результаты наших UBV электрофотометрических наблюдений приведены в табл. 3.

Несколько характерных кривых блеска и цветов даны на рис. 1—5.

4. Обсуждение результатов наблюдений

Как следует из рис. 1—5, изменение блеска красных сверхгигантов происходит довольно плавно. На кривых блеска отсутствуют резкие и кратковременные изменения, превышающие ошибки измерений. Изменения блеска в большинстве случаев сопровождаются изменениями цветов $B-V$ и $U-V$. Причем цвет $U-V$ меняется в более широких пределах, чем цвет $B-V$. Это наглядно видно из рис. 6 а и б, где показано распределение наблюдаемых нами максимальных отклонений цветов от их средних значений для всех переменных красных сверхгигантов, кроме звезд $AZ\ Cas$ и $VV\ Ser$ (включая и звезды из [9]). У звезды $AZ\ Cas$ во время наших наблюдений произошло затмение го-

лубой компоненты, а у звезды VV Сер затмение началось в конце наших наблюдений.

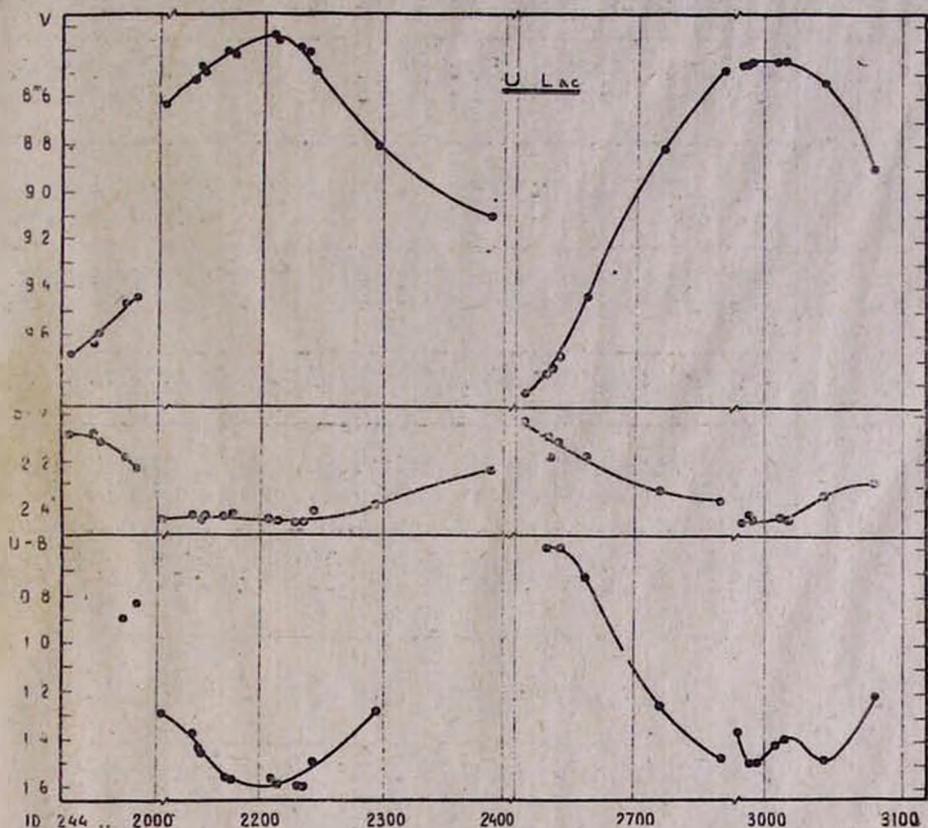


Рис. 1. Кривые блеска и цветов звезды U Lac

Как следует из рис. 6 а, максимальные отклонения цвета В—V, превышающие 0^m4 , вообще не наблюдались, тогда как максимальные отклонения цвета U—В. доходят до 0^m8 , а отклонения порядка 0^m3-0^m4 этого цвета наблюдались сравнительно часто (рис. 6 б).

Из кривых блеска и цветов, приведенных на рис. 1—5 и на соответствующих рисунках в работе [9], видно, что многие звезды показывают регулярные изменения цветов В—V и U—В. Во всех таких случаях минимумы цветов, то есть наиболее красные цвета, наблюдаются вблизи максимумов блеска. Список тех звезд, у которых наблюдается заметная корреляция между изменением блеска и цветов, приведен в табл. 4. Наряду с названием звезды в таблице приведены коэффициенты корреляции блеска и цветов — $\Gamma_{V(B-V)}$, $\Gamma_{V(U-B)}$ (если отсутствует $\Gamma_{V(U-B)}$, то звезда в U не наблюдалась), квантили $\Gamma_{0.05}$ с 5 % уровнем значимости распределения коэффициента корреляции при гипотезе отсутствия корреляции [14]. Если $|\Gamma_{V(B-V)}|$ или $|\Gamma_{V(U-B)}| > \Gamma_{0.05}$, то гипотеза отсутствия корреляции неверна и в этих случаях с вероятностью 0.95 существует корреляция блеска с цветом В—V или с цветом U—В. Как следует из табл. 4, из 68 наблюдаемых переменных у 33

Таблица 1

Название звезды	Sp	\bar{V}	$\overline{B-V}$	$\overline{U-B}$	Тип пер.	A	ΔV	$\frac{V|B}{V}$	σ_V	$\sigma_{U|B}$	$\sigma_{\Delta V}$	"
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
KN Cas	M0.7 Ib	9.53	+1.75	0.50	Lc	0.6p	0.28	0.47	+0.05	2.13	+0.15	23
MZ Cas	M1.3 Iab	9.53	+2.57	—	Lc	1.2p	0.40	0.99	0.05	—	—	19
HS Cas	M3.1 Ib	9.63	+2.59	—	Lc	1.2p	0.83	1.18	0.08	—	—	20
V466 Cas	M1.1 Ib	8.66	+2.16	+2.29	Lc	0.4p	0.17	1.08	0.24	0.17	0.71	23
102353	M0.4 Ib	8.52	+2.11	+2.00	—	—	0.17	0.49	0.09	0.91	0.23	23
AZ Cas	M4.0 Iab	9.27	+1.80	+0.56	EA	0.8p	0.27	0.28	0.02	2.98	0.15	22
WX Cas	K5.5 Iab	10.02	+2.60	—	Lc	0.8v	0.10	0.29	0.08	—	—	18
XX Per	M3.6 Ib	8.13	+2.13	+1.31	SRc	0.8p	0.58	1.32	0.08	0.39	0.19	21
KK Per	M1.9 Ib	7.78	+2.28	+2.39	Lc	1.18V	0.22	0.80	0.08	0.60	0.18	19
BU Per	M3.7 Ia	9.01	+2.58	+2.57	SRc	1.9p	0.51	1.24	0.09	0.11	0.56	15
AD Per	M2.4 Iab	7.93	+2.27	+2.33	SRc	0.8p	0.41	0.91	0.05	1.14	0.15	18
PR Per	M0.7 Iab	7.94	+2.35	+2.50	Lc	1.0p	0.33	0.93	0.12	0.36	0.20	18
FZ Per	M0.3 Iab	7.95	+2.25	+2.44	SRc	0.8p	0.13	0.59	0.07	0.83	0.20	17
SU Per	M3.3 Ib	7.97	+2.18	+2.08	SRc	1.5p	1.00	1.00	0.03	0.73	0.04	16
RS Per	M4.4 Ib	8.25	+2.29	+2.08	SRc	1.6p	0.88	1.14	0.04	0.48	0.08	16
PP Per	M1.4 Ib	9.18	+2.43	—	Lc?	1.10V	0.22	0.74	0.17	—	—	11
T Per	M2.1 Iab	8.61	+2.36	+2.41	SRc	0.9v	0.43	1.09	0.09	0.78	0.29	19
S Per	M4.5 Iab	9.62	+2.77	—	SRc	3.2v	2.71	1.04	0.02	—	—	19
YZ Per	M1.9 Iab	8.16	+2.36	+2.42	SRc	1.0p	0.74	0.48	0.15	1.01	0.09	18
GP Cas	M2.8 Iab	9.63	+2.73	—	Lc	1.2p	0.77	0.97	0.03	—	—	17
W Per	M3.6 Iab	9.87	+2.66	—	SRc	3.1v	0.75	1.05	0.07	—	—	17
V500 Cas	M2.9 Iab	9.57	+2.79	—	M	2.6r	0.91	1.12	0.06	—	—	16
100256	K5.6 Ib	8.98	+2.81	—	—	—	0.47	1.13	0.12	—	—	14
10 Per	M3.9 Iab	11.12	+3.21	—	Lb	2.4p	0.85	1.20	0.14	—	—	17
6015	M3.4 Ia	9.71	+2.85	—	—	—	0.83	1.03	0.06	—	—	14
CE Tau	M2.1 Iab	4.37	+2.13	+2.21	SRc	0.4p	0.25	0.74	0.11	0.76	0.23	21
NO Aur	M1.8 Iab	6.27	+2.10	+2.18	Lc	0.17V	0.38	1.19	0.13	0.97	0.14	16
TV Gem	M0.6 Iab	6.48	+2.29	+1.70	SRc	0.8p	0.55	1.16	0.06	0.30	0.11	20
WY Gem	M2.1 Ib	7.29	+1.67	+0.19	Lc	0.6p	0.22	1.13	0.24	1.28	0.29	17
BU Gem	M1.0 Ia	6.34	+2.27	+2.37	Lc	1.76V	0.34	0.97	0.10	0.69	0.17	19
ι Aur	M0.2 Iab	5.10	+2.02	+2.26	Lc	0.6p	0.76	1.10	0.06	1.12	0.10	13
γ Lyn	M5.1b-II	7.43	+1.81	+0.89	SRc	2.5p	1.07	0.98	0.01	0.68	0.04	15
RS Cnc	M6.1b-II	5.62	+1.69	+1.03	SRc?	1.5p	0.52	0.93	0.05	0.62	0.09	15
α Her	M5.1b-II	2.93	+1.42	+0.85	SRc	1.0v	0.47	0.98	0.08	0.66	0.25	32
XY Lyr	M4-5 Ib-II	6.05	+1.70	+1.34	Lc	0.5p	0.55	1.07	0.03	0.52	0.06	32

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
UW Aql	M2.2 lab	8.77	+2.63	+2.08	Lb	1.5p	0.32	0.79	0.07	0.69	0.48	24
V492 Aql	M1.1 lab	10.34	+3.29	—	Lb	0.7p	0.29	0.55	0.08	—	—	26
101897	M1.1 ia	9.26	+3.12	—	—	—	0.30	0.63	0.09	—	—	28
V717 Cyg	M2.8 lab	10.14	+2.75	—	Lb	1.1p	0.39	0.78	0.09	—	—	37
BI Cyg	M3.1 lab	9.27	+2.98	—	Lc	1.5v	0.92	0.98	0.03	—	—	34
BC Cyg	M3.2 lab	9.16	+3.31	—	Lc	1.8p	1.21	1.04	0.04	—	—	30
KY Cyg	M3.9 lab	11.05	+3.66	—	Lc	2.0p	0.78	0.78	0.17	—	—	28
RW Cyg	M2.9 lab	8.62	+2.89	—	SRc	1.8B	0.85	1.03	0.03	—	—	35
AZ Cyg	M3.1 lab	8.22	+2.68	+2.73	Lc	1.8p	0.65	1.07	0.03	0.87	0.13	41
102073	M3 lb	6.69	+2.48	+2.64	—	—	0.35	0.94	0.04	0.91	0.06	27
SW Cep	M3.5 Ia	8.37	+2.51	+2.46	SRc	1.4p	0.62	1.02	0.03	0.97	0.12	36
μ Cep	M2.2 Ia	3.75	+2.46	+2.57	SRc	1.5v	0.48	1.10	0.06	0.27	0.07	48
VV Cep	M2.2 lab	5.11	+1.85	+0.56	EA	0.8p	0.30	0.77	0.16	1.58	0.61	41
AZ Cep	M1.6 Ia	9.53	+2.86	—	Lb	0.8p	0.75	1.15	0.04	—	—	36
RW Cep	K5 Ia	6.61	+2.31	+2.30	Lc	1.9p	0.35	0.69	0.10	1.23	0.23	37
ST Cep	M2.6 Ia	8.07	+2.43	+2.43	Lc	1.4p	0.77	1.07	0.04	0.55	0.09	35
U Lac	M2.5 Ia	8.89	+2.61	+1.29	SRc	1.2p	1.51	1.34	0.02	0.11	0.03	31
GU Cep	M2.7 Ib	9.56	+2.56	—	Lb	1.0p	0.23	0.58	0.21	—	—	24
V 358 Cas	M4.0 lab	9.51	+2.77	—	Lc	2.3p	1.09	1.13	0.04	—	—	29
PZ Cas	M2.8 Ia	8.93	+2.61	+0.91	SRc	2.9p	1.11	1.49	0.09	-0.13	0.09	31
TZ Cas	M2.6 lab	9.23	+2.59	+2.47	Lc	1.5v	1.29	1.08	0.02	0.45	0.14	32

Таблица 2

Название переметной звезды	Знака сра- нения и контрольная (В)	V	B-V	U-B
1	2	3	4	5
KN Cas	+62° 20	7.55	+1.73	+1.72
	+61° 15	7.77	-1.15	-0.83
MZ Cas	+59° 39	9.63	+1.26	+1.01
	+59° 37	9.56	+0.72	-0.05
HS Cas	+63° 141	7.58	+1.66	+1.28
	+62° 201	8.35	+0.82	+0.20
V466 Cas	+58° 223	9.69	-1.27	+1.00
	+57° 239	9.63	+1.22	-0.87
102353	+60° 263	9.69	+1.72	+1.77
	+60° 254	8.13	+1.64	+1.82
AZ Cas	+60° 321	8.25	+1.46	+1.39
	+60° 317	9.60	+0.45	+0.21
WX Cas	+60° 392	8.01	-1.47	-1.67
	+60° 386	8.24	+1.25	+1.10
XX Per	+54° 530	9.80	+1.42	+1.02
	+54° 524	9.50	+0.76	-0.19
KK Per	+55° 531	8.80	-0.44	-0.02
	+55° 526	9.49	+0.15	-0.12
BU Per	.	.	.	.
AD Per	.	.	.	.
PR Per	.	.	.	.
FZ Per	.	.	.	.
SU Per	.	.	.	.
RS Per	.	.	.	.
PP Per	+58° 434	9.82	+0.35	+0.17
	+57° 537	9.16	+0.40	-0.16
T Per	.	.	.	.
S Per	.	.	.	.
YZ Per	+56° 683	7.06	+1.19	+1.14
	+56° 682	8.99	+0.19	-0.03
GP Cas	+59° 512	10.50	+1.41	+0.79
	+59° 513	8.36	+0.56	-0.51
W Per	+57° 634	8.12	+0.84	-0.10
	+57° 632	7.54	+0.82	-0.06
V500 Cas	.	.	.	.
100256	+60° 624	9.50	+1.83	+2.03
	+60° 615	9.47	+1.61	+1.76
10 Per	+56° 773	8.19	+1.23	+1.00
	+57° 681	8.86	+0.60	-0.42
6015	+54° 649	9.05	+1.55	+1.39
	+54° 647	8.23	+1.53	+1.44
CE Tau	+18° 873	6.75	+1.61	+1.95
	+18° 867	8.47	+1.69	+1.16
NO Aur	+31° 1035	8.99	+1.67	+1.76
	+32° 1050	9.42	+1.71	+1.66
TV Gem	+23° 1240	9.15	+1.92	+1.86
	+22° 1206	8.91	+1.04	+0.71
WY Gem	.	.	.	.
BU Gem	.	.	.	.
♄ Aur	+49° 1485	9.01	+1.26	+1.13
	+49° 1484	9.02	+1.06	+0.80
	+46° 1262	7.83	+1.58	+1.85
Y Lyn	+47° 1443	7.99	+1.26	+1.28
	+31° 1934	6.99	+1.43	+1.60
RS Cnc	+31° 1937	8.78	+0.70	+0.09
	+14° 3203	8.01	+1.48	+1.66
α Her	+15° 3141	8.24	+0.98	+0.76
	+39° 3484	8.74	+1.61	+1.94
XY Lyr	+39° 3485	7.76	+1.00	+0.69
	+00° 4061	8.76	+1.02	+0.73
UW Aql	+00° 4054	9.15	+1.02	+0.63
	+05° 3999	9.78	+2.03	+1.56
V492 Aql	+05° 4003	9.78	+0.63	-0.13
	+24° 3896	8.56	-1.39	+1.42
101897	+23° 3797	7.89	+1.00	+0.72
	+30° 3844	8.78	+1.02	+0.71
V 717 Cyg	+30° 3843	9.48	+0.09	-0.03
	+36° 4036	9.17	+1.14	+1.03
BI Cyg	+36° 4046	8.78	+0.25	+0.15
B C Cyg	.	.	.	.
KY Cyg	+38° 4079	9.97	+1.43	+1.57
	+38° 4075	8.77	+1.33	+1.36
	+39° 4197	8.85	+1.93	+1.89
RW Cyg	+39° 4206	8.80	+0.04	-0.08
	+45° 3353	7.69	+1.09	+0.88
AZ Cyg	+46° 3124	7.42	+0.46	+0.01
	+59° 2327	7.55	+1.29	+1.23
102073	+59° 2316	9.51	+0.45	-0.02
	+61° 2136	7.18	+1.26	+1.18
SW Cep	+61° 2139	6.69	+1.03	+0.74
	+58° 2314	6.08	+1.39	+1.48
μ Cep	+62° 2029	5.25	+1.48	+1.82
VV Cep	+58° 2399	8.31	+1.42	+1.00
AZ Cep	+58° 2397	7.52	+1.02	+0.72
	+54° 2773	8.63	+0.61	+0.06
RW Cep	+54° 2775	9.39	+0.25	-0.06
	+56° 2787	8.39	+1.94	+2.26
ST Cep	+56° 2785	7.79	+1.18	+1.18
	+54° 2864	9.24	+1.30	+1.08
U Lac	+54° 2865	8.51	+0.08	-0.78
	+61° 2399	10.43	+0.29	+0.14
GU Cep	+60° 2493	9.60	+0.74	+0.40
	+57° 2759	8.18	+1.24	+1.02
V 358 Cas	+57° 2757	10.19	+0.43	-0.10
	+60° 2610	9.31	+1.12	+0.82
PZ Cas	.	10.01	+0.57	0.00
	+59° 2784	6.68	+1.62	+1.62
TZ Cas	+60° 2636	6.89	+0.72	-0.11

Таблица 3

JD 244...	V	B-V	U-B	1	2	3	4
1	2	3	4				
KN Cas				2629.59	9.61	+2.61	—
1951.58	9.52	-1.67	-0.48	2634.52	9.63	+2.61	—
1951.58	9.52	+1.67	-0.48	2658.63	9.60	+2.57	—
1978.46	9.53	-1.68	+0.25	2691.56	9.65	+2.52	—
1983.49	9.50	+1.65	+0.38	2745.42	9.54	+2.58	—
2254.57	9.47	+1.76	+0.24	2826.33	9.47	+2.60	—
2273.56	9.46	-1.81	+0.31	2988.61	9.61	+2.57	—
2276.52	9.45	-1.78	+0.34	3092.57	9.66	+2.56	—
2311.47	9.43	+1.73	-0.44	3018.57	9.68	+2.50	—
2334.47	9.52	+1.66	+0.52	3050.49	9.63	+2.55	—
2339.61	9.51	-1.74	+0.49	3095.38	9.53	+2.53	—
2345.48	9.53	+1.66	+0.49	V461 Cas			
2429.38	9.46	-1.71	-0.39	2255.58	8.61	+2.19	+2.17
2609.58	9.51	-1.72	-0.39	2271.61	8.63	+2.18	+2.26
2628.39	9.47	+1.73	+0.44	2311.53	8.65	+2.14	+2.34
2634.48	9.46	+1.75	+0.44	2334.48	8.71	+2.13	+2.19
2655.55	9.46	-1.73	+0.44	2339.62	8.76	+2.10	+2.16
2691.52	9.47	-1.72	+0.43	2345.49	8.74	+2.12	+2.23
2721.48	9.48	+1.71	+0.44	2374.42	8.65	+2.16	+2.24
2987.62	9.53	-1.71	+0.46	2425.34	8.62	+2.15	+2.19
2990.62	9.59	+1.69	+0.45	2480.33	8.63	+2.22	+2.17
3012.54	9.71	+1.93	+0.79	2629.60	8.67	+2.18	+2.35
3019.49	9.71	+1.92	+0.79	2634.53	8.68	+2.16	+2.36
3051.50	9.66	-1.91	+1.02	2667.56	8.67	+2.17	+2.36
3098.39	9.63	+1.94	+1.00	2698.56	8.65	+2.16	+2.42
MZ Cas				2721.50	8.67	+2.17	+2.33
2254.59	9.46	+2.54	—	2988.62	8.66	+2.19	+2.19
2274.54	9.40	+2.58	—	3013.56	8.59	+2.21	+2.30
2278.57	9.41	+2.60	—	3017.59	8.59	+2.20	+2.46
2309.46	9.48	+2.57	—	3024.61	8.62	+2.20	+2.35
2331.51	9.55	+2.55	—	3052.59	8.70	+2.16	+2.30
2338.58	9.60	+2.57	—	3082.44	8.67	+2.18	+2.28
2343.47	9.58	+2.58	—	3094.41	8.65	+2.13	+2.48
2430.36	9.41	+2.62	—	3099.34	8.67	+2.14	+2.37
2628.63	9.37	+2.57	—	102353			
2634.49	9.36	+2.60	—	2255.59	8.43	+2.11	+2.08
2655.56	9.50	+2.58	—	2273.58	8.47	+2.11	+2.03
2698.54	9.72	+2.58	—	2276.57	8.49	+2.09	+1.98
2714.46	9.76	+2.58	—	2309.53	8.52	+2.11	+1.92
2987.64	9.59	+2.56	—	2315.62	8.48	+2.09	+2.03
2990.63	9.58	+2.61	—	2331.57	8.50	+2.12	+2.00
3012.56	9.61	+2.59	—	2337.60	8.51	+2.11	+1.95
3018.56	9.60	+2.57	—	2343.51	8.58	+2.04	+1.96
3050.48	9.55	+2.54	—	2364.49	8.51	+2.05	+2.00
3098.40	9.54	+2.54	—	2397.44	8.50	+2.11	+1.91
HS Cas				2430.38	8.55	+2.09	—
2255.56	9.48	+2.69	—	2629.62	8.55	+2.08	+1.91
2274.59	9.49	+2.70	—	2634.55	8.53	+2.13	+2.02
2309.56	9.73	+2.61	—	2662.58	8.49	+2.12	+1.90
2331.55	9.91	+2.52	—	2692.57	8.56	+2.12	+2.01
2337.59	9.87	+2.55	—	2714.51	8.53	+2.12	+1.99
2343.50	9.91	+2.53	—	2989.62	8.49	+2.15	+2.05
2364.46	10.02	+2.50	—	3013.57	8.55	+2.16	+2.12
2429.39	9.40	+2.68	—	3017.61	8.55	+2.15	+2.04
2476.32	9.19	+2.65	—	3024.62	8.55	+2.14	+1.95
				3052.60	8.53	+2.10	+2.07
				3094.38	8.60	+2.24	+1.94
				3099.36	8.56	+2.09	+2.14

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	1	2	3	4
AZ Cas				3012.65	7.84	+2.19	+1.48
1931.59	9.25	+1.73	+0.36	3019.56	7.85	+2.22	+1.38
1948.63	9.25	+1.73	+0.36	3051.58	8.12	+2.13	+1.38
1978.50	9.26	+1.76	+0.36	3094.39	8.11	+2.15	+1.36
1983.52	9.29	+1.75	+0.33	KK Per			
2255.62	9.23	+1.80	+0.41	1949.61	7.88	+2.29	+2.34
2273.60	9.23	+1.79	+0.40	1978.56	7.83	+2.29	+2.26
2311.51	9.23	+1.78	+0.37	1990.53	7.83	+2.29	+2.33
2334.51	9.29	+1.75	+0.43	2276.61	7.72	+2.29	+2.42
2339.65	9.31	+1.75	+0.38	2310.57	7.77	+2.29	+2.44
2344.56	9.28	+1.75	+0.38	2334.53	7.80	+2.29	+2.44
2374.43	9.28	+1.77	+0.39	2340.58	7.84	+2.24	+2.36
2397.46	9.20	+1.77	+0.35	2346.57	7.86	+2.24	+2.37
2427.40	9.25	+1.72	+0.46	2426.38	7.89	+2.28	+2.35
2630.59	9.26	+1.81	+0.76	2634.62	7.67	+2.27	+2.54
2635.57	9.28	+1.86	+1.17	2668.49	7.77	+2.30	+2.44
2662.60	9.43	+2.29	+1.78	2697.54	7.77	+2.30	+2.41
2698.58	9.47	+2.27	+1.84	2721.55	7.75	+2.29	+2.35
2745.44	9.30	+1.79	+0.75	2772.35	7.67	+2.24	+2.38
3002.64	9.23	+1.71	+0.28	3014.61	7.81	+2.33	+2.39
3018.59	9.20	+1.77	+0.23	3019.59	7.81	+2.33	+2.38
3050.52	9.23	+1.70	+0.31	3051.61	7.79	+2.26	+2.44
3095.42	9.25	+1.70	+0.31	3082.58	7.69	+2.25	+2.46
WX Cas				3099.39	7.76	+2.24	+2.30
2310.49	9.96	+2.59	—	BU Per			
2333.59	10.01	+2.53	—	2278.65	8.89	+2.62	+2.59
2338.60	10.04	+2.54	—	2311.57	8.95	+2.61	+2.73
2343.56	10.04	+2.52	—	2335.61	9.07	+2.56	+2.49
2374.47	9.98	+2.59	—	2340.65	9.12	+2.55	+2.59
2425.37	10.00	+2.53	—	2346.64	9.13	+2.55	+2.57
2480.34	9.99	+2.60	—	2427.46	9.28	+2.57	—
2630.60	10.01	+2.68	—	2635.65	8.91	+2.65	+2.18
2635.60	10.05	+2.68	—	2668.59	8.78	+2.64	+2.79
2662.62	10.01	+2.66	—	2697.67	8.77	+2.63	+2.92
2691.60	10.04	+2.65	—	2799.34	9.27	+2.50	+2.53
2714.58	10.03	+2.61	—	3014.67	8.98	+2.61	+2.35
2753.44	10.06	+2.61	—	3019.62	8.98	+2.62	—
3012.66	10.06	+2.69	—	3051.64	8.94	+2.59	—
3019.58	10.08	+2.66	—	3082.47	9.01	+2.54	—
3051.59	10.03	+2.56	—	3100.41	9.07	+2.51	—
3098.42	9.99	+2.58	—	AD Per			
3189.31	10.03	+2.54	—	2276.64	7.79	+2.24	+2.33
XX Per				2310.65	7.79	+2.24	+2.29
2310.48	8.33	+2.06	+1.18	2335.56	7.81	+2.27	+2.24
2333.57	8.21	+2.10	+1.17	2340.60	7.85	+2.25	+2.33
2338.59	8.15	+2.12	+1.16	2346.59	7.86	+2.24	+2.28
2343.54	8.15	+2.12	+1.26	2426.44	7.98	+2.27	+2.22
2374.45	7.93	+2.16	+1.32	2634.64	7.96	+2.29	+2.40
2397.49	7.84	+2.27	+1.41	2668.51	8.06	+2.26	+2.41
2429.44	8.00	+2.17	+1.42	2697.56	8.14	+2.26	+2.28
2479.35	8.18	+2.16	+1.56	2721.61	8.20	+2.29	+2.36
2629.65	8.11	+2.09	+1.44	2772.38	7.90	+2.31	+2.47
2634.60	8.14	+2.16	+1.31	3015.66	7.90	+2.32	+2.27
2667.60	8.18	+2.06	+1.20	3019.61	7.94	+2.31	+2.43
2692.58	8.34	+2.07	+1.17				
2721.53	8.42	+2.06	+1.15				
2755.42	8.37	+2.10	+1.15				

Продолжение таблицы 3

1	2	3	5
3052.64	7.95	+2.25	+2.25
3082.56	7.87	+2.27	+2.30
3100.37	7.90	+2.25	+2.39
PR Per			
1983.55	7.97	+2.32	+2.49
1990.64	7.91	+2.30	+2.54
2278.66	7.88	+2.40	+2.50
2311.57	7.95	+2.34	+2.47
2335.61	7.94	+2.36	+2.48
2340.65	7.96	+2.35	+2.46
2346.65	7.92	+2.29	+2.53
2427.47	7.88	+2.37	+2.59
2638.65	7.77	+2.35	+2.53
2668.59	7.87	+2.34	+2.65
2697.67	7.94	+2.34	+2.50
2799.35	7.95	+2.34	+2.45
3014.67	7.93	+2.38	+2.55
3019.59	7.92	+2.41	+2.43
3051.62	8.10	+2.31	+2.48
3082.46	8.02	+2.35	+2.33
3100.42	8.01	+2.34	+2.45
FZ Per			
1983.60	7.96	+2.26	+2.46
2278.60	8.00	+2.25	+2.43
2310.67	8.03	+2.32	+2.44
2335.59	7.96	+2.30	+2.48
2340.64	7.97	+2.32	+2.51
2346.62	7.95	+2.31	+2.45
2427.45	7.97	+2.31	+2.50
2635.62	7.92	+2.24	+2.48
2668.53	7.93	+2.24	+2.53
2697.58	7.87	+2.27	+2.45
2721.60	7.94	+2.26	+2.37
2772.40	7.97	+2.26	+2.38
3014.65	8.00	+2.36	+2.37
3023.68	7.99	+2.33	+2.37
3051.65	7.96	+2.27	+2.35
3092.55	7.87	+2.27	+2.46
3100.38	7.88	+2.27	+2.41
SU Per			
2276.63	8.09	+2.25	+2.06
2310.64	8.19	+2.17	+1.98
2335.55	8.34	+2.16	+1.94
2340.59	8.42	+2.09	+2.01
2346.58	8.43	+2.15	+1.95
2426.45	8.10	+2.29	+2.05
2634.62	7.76	+2.21	+2.22
2668.49	7.93	+2.19	+2.20
2697.55	8.05	+2.18	+2.12
2721.56	8.18	+2.17	+1.97
2772.36	8.26	+2.16	+1.97
3015.65	7.67	+2.19	+2.19
3019.60	7.64	+2.19	+2.21
3052.55	7.52	+2.14	+2.16
3082.55	7.43	+2.14	+2.20
3099.40	7.51	+2.15	+2.18

1	2	3	4
RS Per			
2278.62	7.89	+2.31	+2.24
2310.68	7.82	+2.34	+2.21
2335.57	7.86	+2.37	+2.33
2340.61	7.89	+2.32	+2.31
2346.60	7.94	+2.32	+2.28
2426.47	8.15	+2.38	+1.98
2634.64	8.27	+2.24	+2.16
2668.52	8.39	+2.26	+2.00
2697.61	8.50	+2.25	+2.00
2721.58	8.51	+2.25	+2.03
2772.39	8.26	+2.28	+1.99
3014.65	8.70	+2.28	+1.98
3023.68	8.68	+2.26	+1.81
3051.68	8.51	+2.22	+1.86
3082.53	8.31	+2.25	+2.03
3100.40	8.25	+2.26	+2.05
PP Per			
1949.65	9.17	+2.46	—
1978.59	9.32	+2.45	—
2631.62	9.10	+2.48	—
2662.65	9.20	+2.46	—
2698.61	9.25	+2.37	—
2720.49	9.24	+2.40	—
2830.32	9.24	+2.46	—
3013.63	9.10	+2.47	—
3018.62	9.15	+2.46	—
3050.56	9.10	+2.40	—
3095.51	9.14	+2.34	—
T Per			
1950.58	8.47	+2.36	+2.55
1978.61	8.51	+2.37	+2.45
1990.58	8.55	+2.35	+2.39
2275.65	8.39	+2.47	+2.48
2310.59	8.55	+2.41	+2.35
2333.66	8.65	+2.40	+2.48
2340.48	8.66	+2.37	+2.58
2345.66	8.65	+2.35	+2.60
2425.45	9.56	+2.36	+2.61
2476.35	8.62	+2.35	+2.25
2631.64	8.71	+2.37	+2.19
2662.67	8.82	+2.31	+2.47
2698.62	8.81	+2.35	+2.38
2720.51	8.68	+2.36	+2.40
2830.34	8.61	+2.37	+2.34
3013.62	8.45	+2.37	+2.40
3018.61	8.47	+2.34	+2.41
3070.55	8.67	+2.30	+2.27
3095.45	8.68	+2.31	+2.22
S Per			
1950.60	10.29	+2.77	—
1978.62	10.18	+2.79	—
1990.60	10.16	+2.78	—
2275.66	9.22	+2.87	—
2310.61	8.81	+2.81	—
2333.66	8.63	+2.83	—
2340.49	8.70	+2.81	—
2345.67	8.58	+2.85	—
2425.47	8.69	+2.74	—

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	1	2	3	4
2476.35	8.66	+2.77	—	2667.68	9.89	+2.75	—
2631.65	9.26	+2.81	—	2692.62	9.94	+2.69	—
2662.67	9.55	+2.77	—	2745.45	10.11	+2.69	—
2698.64	9.95	+2.80	—	3015.67	9.55	+2.74	—
2720.50	10.25	+2.75	—	3017.67	9.55	+2.75	—
2830.34	11.33	+2.71	—	3052.66	9.66	+2.64	—
3013.61	10.35	+2.70	—	3098.51	9.87	+2.66	—
3018.60	10.32	+2.69	—	3156.60	10.19	+2.59	—
3050.54	10.08	+2.65	—	3189.34	10.30	+2.61	—
3098.44	9.68	+2.62	—				
	YZ Per				V 500 Cas		
1951.65	8.25	+2.42	+2.45	2311.53	9.36	+2.71	—
1978.66	8.28	+2.39	+2.47	2335.48	9.47	+2.81	—
2312.49	8.33	+2.37	+2.48	2339.68	9.49	+2.76	—
2335.53	8.45	+2.28	+2.40	2344.55	9.54	+2.76	—
2340.56	8.48	+2.26	+2.43	2374.49	9.77	+2.77	—
2346.55	8.47	+2.30	+2.39	2397.52	9.97	+2.71	—
2426.40	7.74	+2.40	+2.68	2425.40	10.14	+2.73	—
2631.59	8.04	+2.37	+2.50	2480.38	10.03	+2.72	—
2637.63	8.05	+2.37	+2.57	2667.68	9.43	+2.85	—
2667.61	8.16	+2.37	+2.30	2692.62	9.48	+2.87	—
2692.61	8.18	+2.36	+2.36	2745.46	9.67	+2.78	—
2720.43	8.05	+2.35	+2.41	3015.67	9.54	+2.89	—
2755.46	7.72	+2.41	+2.53	3052.67	9.33	+2.84	—
2799.37	7.69	+2.43	+2.41	3098.52	9.43	+2.81	—
3015.53	8.23	+2.36	+2.35	3156.60	9.32	+2.82	—
3018.67	8.24	+2.38	+2.27	3189.33	9.23	+2.85	—
3050.62	8.36	+2.29	+2.26				
3095.47	8.18	+2.31	+2.22				
	GP Cas				100256		
2312.52	10.11	+2.75	—	2310.54	8.84	+2.89	—
2335.48	9.90	+2.73	—	2333.62	8.89	+2.86	—
2340.53	9.81	+2.79	—	2338.69	8.89	+2.84	—
2346.53	9.69	+2.76	—	2343.66	8.87	+2.87	—
2426.42	9.37	+2.76	—	2374.53	8.89	+2.80	—
2488.32	9.37	+2.70	—	2397.53	8.84	+2.81	—
2631.58	9.58	+2.73	—	2429.43	8.80	+2.82	—
2638.62	9.58	+2.76	—	2669.61	9.20	+2.82	—
2667.63	9.60	+2.78	—	2698.69	9.17	+2.85	—
2692.59	9.63	+2.76	—	2720.58	9.02	+2.81	—
2720.42	9.61	+2.78	—	2755.51	8.92	+2.83	—
2755.44	9.48	+2.72	—	3019.66	9.23	+2.68	—
2799.36	9.34	+2.77	—	3050.65	9.27	+2.69	—
3013.67	9.75	+2.76	—	3100.51	8.85	+2.78	—
3018.65	9.76	+2.77	—				
3050.61	9.73	+2.69	—				
3098.46	9.47	+2.73	—				
	W Per				10 Per		
2311.55	9.79	+2.68	—	2335.65	11.12	+3.32	—
2335.60	9.84	+2.66	—	2340.54	11.08	+3.32	—
2339.68	9.85	+2.72	—	2345.53	11.04	+3.25	—
2344.55	9.87	+2.68	—	2374.55	—	—	—
2374.49	9.96	+2.61	—	2397.57	10.74	+3.19	—
2397.51	9.95	+2.60	—	2427.49	10.61	+3.47	—
2425.40	9.87	+2.62	—	2479.38	10.63	+3.47	—
2480.37	9.55	+2.61	—	2668.64	11.42	+3.17	—
				2691.65	11.46	+3.04	—
				2697.61	11.46	+3.07	—
				2714.48	11.26	+3.20	—
				2720.54	11.33	+3.19	—
				2745.54	11.28	+3.15	—
				2835.32	11.65	+3.14	—

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
3017.65	11.14	+3.04	—
3082.60	10.91	+3.15	—
3100.47	10.88	+3.21	—

6015

2309.60	9.90	+2.81	—
2315.66	9.86	+2.87	—
2331.61	9.77	+2.87	—
2338.70	9.73	+2.77	—
2343.62	9.65	+2.64	—
2397.60	9.24	+2.90	—
2429.46	9.30	+2.87	—
2479.41	9.34	+2.84	—
2668.67	9.86	+2.86	—
2691.67	9.93	+2.89	—
2745.49	9.97	+2.78	—
3019.67	9.68	+2.96	—
3023.64	9.71	+2.89	—
3100.52	10.07	+2.82	—

CE Tau

2339.70	4.35	+2.20	+2.24
2344.70	4.34	+2.21	+2.21
2397.62	4.37	+2.13	+2.28
2427.51	4.34	+2.12	+2.26
2430.47	4.33	+2.17	+2.27
2476.41	4.32	+2.13	+2.20
2488.40	4.34	+2.12	+2.27
2502.35	4.44	+2.13	+2.21
2691.69	4.24	+2.13	+2.33
2745.58	4.30	+2.12	+2.25
2755.58	4.32	+2.08	+2.22
2779.47	4.38	+2.12	+2.13
2826.38	4.34	+2.13	+2.25
2830.37	4.49	+2.13	+2.20
2859.31	4.40	+2.15	+2.19
2866.34	4.39	+2.13	+2.22
3051.71	4.36	+2.07	+2.13
3082.64	4.38	+2.11	+2.17
3098.56	4.44	+2.11	+2.11
3168.46	4.39	+2.09	+2.08
3189.41	4.35	+2.08	+2.32

NO Aur

2344.69	6.21	+2.10	+2.18
2426.49	6.36	+2.09	+2.17
2430.40	6.38	+2.08	+2.20
2476.43	6.40	+2.08	+2.19
2488.42	6.39	+2.08	+2.24
2502.38	6.38	+2.08	+2.27
2697.68	6.06	+2.28	+2.14
2720.68	6.16	+2.14	+2.22
2755.60	6.17	+2.13	+2.25
2779.51	6.12	+2.11	+2.19
2830.40	6.11	+2.09	+2.25
2860.32	6.16	+2.10	+2.15
3052.69	6.26	+2.09	+2.07
3098.58	6.34	+2.07	+2.15
3168.48	6.43	+2.06	+2.14
3189.42	6.44	+2.07	+2.18

1	2	3	4
---	---	---	---

TV Gem

2345.57	6.43	+2.30	+1.69
2397.67	6.18	+2.29	+1.86
2427.54	6.47	+2.29	+1.73
2430.51	6.51	+2.30	+1.77
2476.45	6.51	+2.29	+1.71
2488.47	6.59	+2.26	+1.63
2502.41	6.57	+2.32	+1.61
2505.37	6.51	+2.25	+1.77
2513.38	6.51	+2.33	+1.71
2697.70	6.20	+2.34	+1.91
2745.60	6.23	+2.30	+1.84
2755.65	6.22	+2.29	+1.89
2779.54	6.40	+2.30	+1.71
2830.43	6.44	+2.29	+1.64
2860.38	6.25	+2.39	+1.69
3082.66	6.75	+2.26	+1.50
3098.60	6.70	+2.23	+1.54
3168.51	6.70	+2.22	+1.55
3189.47	6.75	+2.24	+1.56

WY Gem

2345.59	7.40	+1.65	+0.20
2397.65	7.30	+1.68	+0.20
2427.56	7.19	+1.72	+0.13
2430.54	7.23	+1.76	+0.13
2476.47	7.44	+1.56	+0.20
2503.38	7.40	+1.62	+0.20
2505.40	7.30	+1.63	+0.29
2698.70	7.35	+1.64	+0.17
2745.62	7.21	+1.68	+0.15
2755.64	7.22	+1.68	+0.25
2779.56	7.21	+1.71	+0.22
2830.44	7.30	+1.64	+0.16
2864.33	7.36	+1.62	+0.14
3082.67	7.18	+1.74	+0.21
3098.61	7.20	+1.69	+0.18
3168.52	7.27	+1.68	+0.04
3189.45	7.33	+1.75	+0.32

BU Gem

2345.57	6.50	+2.28	+2.20
2397.65	6.31	+2.27	+2.32
2427.55	6.46	+2.27	+2.31
2430.52	6.40	+2.33	+2.36
2476.48	6.32	+2.29	+2.23
2488.47	6.37	+2.26	+2.47
2502.41	6.31	+2.35	+2.39
2505.38	6.25	+2.19	+2.53
2513.39	6.33	+2.28	+2.52
2698.71	6.45	+2.26	+2.45
2745.61	6.51	+2.20	+2.33
2755.62	6.49	+2.22	+2.35
2779.55	6.45	+2.24	+2.36
2830.45	6.17	+2.29	+2.36
2860.39	6.20	+2.33	+2.37
3082.71	6.17	+2.27	+2.39
3098.62	6.18	+2.27	+2.41
3168.53	6.33	+2.21	+2.35
3189.46	6.34	+2.26	+2.44

1	2	3	4
♁ Aur			
2345.60	5.03	+2.04	-2.21
2426.53	5.12	-2.00	-2.20
2476.50	4.95	-2.12	-2.16
2503.41	4.94	-2.02	-2.23
2505.41	5.02	-2.04	-2.17
2720.70	5.16	-2.00	+2.37
2755.66	5.10	-2.01	-2.34
2779.59	4.97	-2.03	+2.30
2830.48	4.94	-2.02	+2.27
2860.34	5.04	-2.02	+2.27
3098.58	5.70	-1.97	+2.32
3168.56	5.13	+1.98	-2.30
3189.50	5.16	+1.98	-2.26

γ Lyn			
2345.62	7.44	+1.78	+0.87
2426.55	7.12	+1.82	+1.02
2476.51	7.68	+1.82	+0.88
2489.46	7.82	+1.86	+0.80
2503.43	7.90	+1.81	+0.75
2505.43	7.93	+1.82	+0.73
2519.35	7.93	+1.81	+0.74
2717.60	7.07	+1.82	+0.99
2755.67	7.35	+1.82	+0.83
2779.61	7.82	+1.79	+0.88
2830.50	7.40	+1.81	+0.91
2864.35	7.27	+1.80	+0.84
3098.68	6.86	+1.78	+1.13
3168.58	6.86	+1.79	+1.10
3189.52	6.98	+1.79	+1.02

RS Snc			
2345.71	5.86	+1.67	+0.81
2426.58	5.94	+1.75	+0.87
2476.53	5.53	+1.68	+1.03
2503.44	5.54	+1.71	+1.07
2505.45	5.50	+1.74	+1.02
2519.37	5.52	+1.70	+1.02
2717.61	5.64	+1.67	+1.06
2720.72	5.62	+1.66	+1.07
2755.69	5.42	+1.66	+1.13
2779.62	5.43	+1.70	+1.15
2830.51	5.62	+1.66	+1.01
2864.36	5.52	+1.64	+1.05
3098.70	5.67	+1.68	+0.99
3168.59	5.55	+1.72	+1.09
3191.39	5.94	+1.70	+1.01

1	2	3	4
♁ Her			
2212.42	3.21	+1.35	+0.79
2227.59	3.08	+1.44	+0.80
2245.38	2.96	+1.47	+0.84
2250.39	2.91	+1.44	+0.87
2252.44	2.89	+1.46	+0.91
2255.47	2.82	+1.42	+0.92
2273.39	2.78	+1.45	+0.90
2276.36	2.80	+1.45	+0.90
2309.34	3.08	+1.41	+0.82
2331.35	3.07	+1.44	+0.83
2338.33	3.04	+1.43	+0.76
2491.62	2.87	+1.41	+0.89
2505.69	2.81	+1.44	+0.94
2507.62	2.81	+1.45	+0.92
2552.46	3.13	+1.33	+0.77
2565.42	3.09	+1.35	+0.78
2570.44	3.09	+1.38	+0.77
2604.40	2.89	+1.42	+0.90
2606.41	2.85	+1.42	+0.82
2622.39	2.92	+1.39	+0.83
2628.39	2.95	+1.38	+0.85
2631.38	2.97	+1.39	+0.81
2638.42	3.01	+1.39	+0.83
2662.40	2.96	+1.38	+0.87
2714.32	2.86	+1.52	+0.75
2933.47	2.83	+1.23	+0.98
2954.43	2.78	+1.44	+0.90
2982.39	2.88	+1.42	+0.81
2988.47	2.91	+1.43	+0.76
2991.42	2.93	+1.41	+0.83
3013.38	2.75	+1.45	+0.87
3019.35	2.74	+1.45	+0.91

XY Lyr			
2212.45	5.94	+1.77	+1.41
2227.62	5.93	+1.69	+1.39
2245.40	5.91	+1.70	+1.38
2250.41	5.94	+1.68	+1.38
2252.45	5.97	+1.71	+1.36
2255.49	5.98	+1.69	+1.33
2273.41	6.05	+1.67	+1.29
2276.38	6.06	+1.69	+1.31
2309.35	5.90	+1.72	+1.42
2331.36	5.90	+1.72	+1.46
2338.35	5.98	+1.72	+1.40
2346.36	6.08	+1.72	+1.30
2491.65	6.04	+1.69	+1.30
2507.64	5.98	+1.71	+1.35
2513.65	6.01	+1.70	+1.39
2552.48	6.08	+1.70	+1.24
2565.45	6.01	+1.74	+1.38
2570.46	6.02	+1.69	+1.44

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	1	2	3	4
2604.42	6.07	+1.70	+1.38	2982.48	10.37	+3.27	—
2607.39	6.05	+1.69	+1.36	2989.45	10.41	+3.27	—
2627.40	6.18	+1.68	+1.23	3011.36	10.52	+3.32	—
2630.43	6.29	+1.69	+1.22	3014.41	10.51	+3.32	—
2635.38	6.26	+1.69	+1.29	3019.38	10.50	+3.27	—
2656.37	6.31	+1.67	+1.26		101897		
2714.32	6.15	+1.69	+1.32				
2933.49	5.65	+1.68	+1.46	2216.51	9.26	+3.14	—
2954.51	6.04	+1.70	+1.36	2240.41	9.37	+3.17	—
2982.41	6.35	+1.64	+1.17	2245.45	9.28	+3.09	—
2988.48	6.34	+1.67	+1.25	2250.46	9.36	+3.09	—
2991.44	6.30	+1.67	+1.22	2253.42	9.28	+3.14	—
3013.42	5.86	+1.68	+1.38	2269.41	9.27	+3.16	—
3019.37	5.80	+1.71	+1.47	2274.49	9.27	+3.14	—
	UW Aql			2310.37	9.29	+3.13	—
				2333.36	9.36	+3.27	—
2212.49	8.83	+2.67	—	2338.43	9.41	+3.18	—
2237.39	8.87	+2.67	—	2346.40	9.43	+3.14	—
2245.41	8.88	+2.59	—	2513.68	9.37	+2.89	—
2250.42	8.88	+2.62	—	2565.49	9.29	+3.08	—
2252.47	8.84	+2.72	—	2570.48	9.25	+3.13	—
2255.45	8.90	+2.66	—	2604.49	9.22	+3.09	—
2274.41	8.81	+2.68	—	2608.40	9.19	+3.05	—
2282.48	8.85	+2.67	—	2622.42	9.15	+3.11	—
2312.41	8.73	+2.64	—	2629.39	9.14	+3.13	—
2338.37	8.80	+2.63	—	2634.39	9.15	+3.14	—
2570.50	8.59	+2.65	—	2653.36	9.13	+3.11	—
2604.44	8.66	+2.68	—	2933.59	9.18	+3.13	—
2608.41	8.66	+2.51	—	2954.47	9.16	+3.13	—
2622.41	8.64	+2.60	—	2981.47	9.19	+3.11	—
2629.38	8.64	+2.58	—	2987.42	9.20	+3.13	—
2634.38	8.66	+2.63	—	2990.49	9.17	+3.12	—
2653.35	8.67	+2.60	—	3012.41	9.27	+3.10	—
2933.51	8.67	+2.62	—	3018.49	9.27	+3.24	—
2954.53	8.64	+2.63	—	3050.35	9.38	—	—
2982.46	8.80	+2.55	—		V 717 Cyg		
2988.50	8.78	+2.62	—	1929.36	10.11	+2.66	—
2991.44	8.82	+2.57	—	1946.38	10.15	+2.70	—
3013.40	8.91	+2.60	—	1949.37	10.14	+2.71	—
3018.42	8.87	+2.60	—	1955.35	10.21	+2.75	—
	V 492 Aql			1978.44	10.16	+2.62	—
				2219.51	9.90	+2.82	—
2221.50	10.39	+3.32	—	2241.40	9.99	+2.75	—
2244.44	10.52	+3.37	—	2246.56	9.98	+2.80	—
2248.55	10.59	+3.31	—	2253.43	9.95	+2.79	—
2252.49	10.50	+3.32	—	2269.42	10.04	+2.76	—
2255.51	10.48	+3.31	—	2274.50	10.03	+2.84	—
2274.44	10.38	+3.36	—	2282.47	10.08	+2.77	—
2310.34	10.36	+3.37	—	2311.35	10.17	+2.75	—
2330.35	10.42	+3.38	—	2333.38	10.22	+2.87	—
2331.38	10.45	+3.37	—	2339.39	10.16	+2.95	—
2338.39	10.45	+3.38	—	2368.34	10.13	+2.88	—
2507.66	10.44	+3.28	—	2398.29	10.09	+2.69	—
2519.67	10.40	+3.39	—	2519.63	10.04	+2.79	—
2567.54	10.40	+3.27	—	2567.56	10.09	+2.75	—
2604.46	10.37	+3.22	—	2571.52	10.10	+2.77	—
2606.45	10.30	+3.23	—	2604.51	10.22	+2.68	—
2622.40	10.33	+3.20	—	2606.47	10.22	+2.72	—
2628.40	10.36	+3.24	—	2622.42	10.30	+2.73	—
2631.40	10.37	+3.23	—	2628.42	10.29	+2.73	—
2638.44	10.43	+3.25	—	2631.41	10.28	+2.71	—
2933.56	10.42	+3.23	—	2638.45	10.27	+2.71	—
2954.45	10.50	+3.18	—	2667.41	10.26	+2.74	—

1	2	3	4	1	2	3	4
2720.29	10.25	+2.72	—	2604.56	9.71	-3.24	—
2933.61	10.29	-2.72	—	2607.43	9.68	-3.36	—
2965.51	10.23	-2.77	—	2627.45	9.68	-3.33	—
2996.45	10.20	-2.78	—	2630.48	9.72	-3.33	—
2988.51	10.20	-2.77	—	2635.45	9.73	-3.28	—
2991.47	10.16	-2.78	—	2656.43	9.76	-3.30	—
3013.44	10.10	-2.76	—	2692.36	9.88	-3.24	—
3019.40	10.05	-2.79	—	2721.33	9.87	-3.29	—
3051.35	10.07	-2.66	—	2934.51	9.17	-3.35	—
3095.29	10.01	-2.68	—	2965.53	9.07	-3.27	—
EI Cyg				2985.44	8.84	-3.35	—
1931.55	8.88	+2.93	—	2989.49	8.83	-3.26	—
1946.39	8.82	-2.98	—	3010.40	8.67	-3.36	—
1949.40	8.77	-3.01	—	3011.44	8.72	-3.31	—
1955.38	8.76	-2.99	—	3014.44	8.71	-3.31	—
1978.34	8.77	-3.04	—	3017.47	8.68	-3.31	—
2216.58	9.40	-3.05	—	3052.42	8.72	-3.22	—
2240.47	9.48	+3.07	—	3095.31	8.86	-3.18	—
2245.49	9.45	+3.02	—	KV Cyg			
2251.42	9.49	+3.04	—	2221.48	10.93	+3.87	—
2253.50	9.45	+3.09	—	2241.43	10.97	+3.71	—
2272.40	9.48	-3.08	—	2244.43	10.99	-3.77	—
2275.36	9.49	-3.09	—	2246.58	11.00	-3.69	—
2311.38	9.50	+2.04	—	2252.53	10.98	-3.69	—
2334.40	9.46	+2.98	—	2255.53	10.97	-3.75	—
2339.41	9.50	-2.97	—	2274.54	10.97	-3.68	—
2398.30	9.46	-2.98	—	2278.54	10.96	-3.70	—
2567.58	8.83	-3.03	—	2309.37	10.87	-3.72	—
2604.55	8.90	-2.99	—	2313.48	10.80	-3.70	—
2607.44	8.89	-3.00	—	2331.40	10.79	-3.79	—
2627.45	9.00	-3.01	—	2340.45	10.81	-3.82	—
2630.49	9.03	-3.01	—	2570.52	11.17	-3.73	—
2635.44	9.05	-3.00	—	2605.52	11.10	-3.83	—
2656.43	9.16	-2.99	—	2608.45	11.13	+3.77	—
2692.35	9.16	-2.96	—	2622.44	11.09	-3.82	—
2721.34	9.12	-2.97	—	2629.41	11.13	-3.86	—
2934.51	9.35	-2.99	—	2634.40	11.10	-3.70	—
2965.54	9.43	+2.98	—	2653.38	11.03	-3.68	—
2985.44	9.50	+2.98	—	2934.55	10.88	-3.67	—
2989.50	9.52	+2.96	—	2954.49	10.96	-3.63	—
3011.40	9.67	+2.97	—	2981.48	11.09	-3.54	—
3014.45	9.67	+2.97	—	2987.43	11.07	-3.55	—
3017.47	9.69	+2.95	—	2990.51	11.12	+3.47	—
3052.42	9.67	+2.91	—	3012.42	11.21	+3.41	—
3095.31	9.40	+2.87	—	3018.47	11.30	+3.38	—
BC Cyg				3050.37	11.35	+3.62	—
2216.58	8.92	+3.39	—	3092.28	11.57	+3.44	—
2240.48	8.88	+3.38	—	RW Cyg			
2245.52	8.87	+3.39	—	1926.49	8.32	+2.94	—
2251.43	8.87	+3.38	—	1931.50	8.36	+2.87	—
2253.56	8.86	+3.43	—	1946.47	8.39	+2.94	—
2272.53	8.88	+3.44	—	1949.45	8.42	+2.88	—
2275.38	8.91	+3.40	—	1955.42	8.42	+2.88	—
2311.37	9.03	+3.31	—	1978.37	8.47	+2.89	—
2333.39	9.08	+3.32	—	2212.53	8.42	+2.95	—
2339.42	9.13	+3.32	—	2216.44	8.37	+2.93	—
2398.32	9.30	+3.22	—	2240.39	8.40	+2.92	—
2567.58	9.76	+3.03	—				

1	2	3	3	1	2	3	4
2245.47	8.50	+2.80	—	3024.50	8.06	+2.69	—
2251.40	8.39	+2.92	—	3050.39	8.15	+2.64	+2.74
2254.44	8.39	+2.92	—	3051.37	8.13	+2.67	+2.68
2272.54	8.39	+2.90	—	3052.44	8.18	+2.62	+2.79
2276.39	8.40	+2.87	—	3092.34	8.26	+2.67	—
2310.39	8.40	+2.86	—	102073			
2333.42	8.53	+2.83	—	2217.52	6.79	+2.50	+2.56
2340.42	8.48	+2.84	—	2240.51	6.77	+2.48	+2.61
2570.54	8.76	+2.88	—	2246.47	6.81	+2.47	+2.61
2605.54	8.92	+2.92	—	2251.55	6.76	+2.50	+2.63
2608.50	8.92	+2.90	—	2254.47	6.81	+2.48	+2.60
2622.52	9.05	+2.88	—	2273.44	6.68	+2.50	+2.70
2629.44	9.05	+2.85	—	2276.43	6.66	+2.52	+2.62
2634.41	9.10	+2.92	—	2312.40	6.65	+2.50	+2.67
2653.41	9.17	+2.83	—	2335.39	6.69	+2.51	+2.65
2692.39	9.07	+2.86	—	2339.45	6.67	+2.51	+2.68
2720.31	8.85	+2.85	—	2346.42	6.67	+2.54	+2.60
2934.57	8.71	+2.90	—	2571.55	6.79	+2.48	+2.63
2965.57	8.73	+2.87	—	2605.59	6.89	+2.45	+2.59
2986.46	8.60	+2.89	—	2627.50	6.86	+2.47	+2.61
2987.44	8.59	+2.90	—	2630.52	6.85	+2.48	+2.64
2990.52	8.58	+2.93	—	2635.49	6.86	+2.48	+2.66
3012.44	8.53	+2.92	—	2662.43	6.79	+2.48	+2.71
3019.41	8.54	+2.91	—	2934.61	6.57	+2.47	+2.71
3051.36	8.66	+2.85	—	2954.58	6.54	+2.47	+2.68
3098.31	8.83	+2.80	—	2985.48	6.55	+2.48	+2.69
AZ Cyg				2989.54	6.56	+2.47	+2.64
1921.37	8.13	+2.69	+2.47	3011.44	6.57	+2.48	+2.63
1922.42	8.14	+2.67	+2.51	3014.49	6.56	+2.49	+2.66
1923.54	8.15	+2.64	+2.81	3017.51	9.55	+2.48	+2.58
1947.35	8.12	+2.67	+2.71	3024.52	6.54	+2.47	+2.66
1950.33	8.10	+2.64	+2.63	3052.47	6.56	+2.42	+2.63
1973.33	8.18	+2.68	+2.73	3098.34	6.58	+2.42	+2.61
1983.33	8.25	+2.66	+2.81	SW Cep			
2216.61	8.30	+2.69	+3.02	1927.39	8.51	+2.50	—
2240.49	8.34	+2.67	+2.85	1932.63	8.49	+2.48	+2.43
2246.46	8.34	+2.67	+2.82	1946.50	8.49	+2.50	+2.34
2251.52	8.38	+2.66	+2.64	1949.49	8.47	+2.47	+2.35
2254.46	8.37	+2.68	+2.70	1955.50	8.46	+2.46	+2.61
2272.56	8.39	+2.73	+2.88	1975.44	8.39	+2.49	+2.52
2276.41	8.39	+2.71	+2.77	2217.56	8.22	+2.53	+2.45
2311.41	8.24	+2.68	+2.93	2240.54	8.35	+2.54	+2.74
2333.44	8.07	+2.70	+2.85	2246.49	8.31	+2.56	+2.62
2338.45	8.05	+2.72	+2.87	2251.56	8.33	+2.56	+2.60
2570.56	8.26	+2.67	+2.64	2253.52	8.32	+2.52	+2.46
2605.56	8.35	+2.67	—	2270.46	8.33	+2.52	+2.59
2608.47	8.36	+2.66	+2.70	2275.39	8.32	+2.56	+2.49
2622.50	8.51	+2.65	+2.60	2310.40	8.43	+2.52	+2.64
2629.42	8.51	+2.67	—	2333.45	8.49	+2.51	+2.59
2634.43	8.54	+2.68	+2.56	2338.46	8.53	+2.49	+2.57
2653.43	8.64	+2.64	+2.56	2368.35	8.52	+2.46	+2.34
2691.42	8.64	+2.63	+2.60	2399.31	8.52	+2.50	+2.33
2721.35	8.52	+2.64	+2.78	2606.52	8.63	+2.51	—
2934.56	8.01	+2.71	+2.83	2612.57	8.66	+2.50	+2.25
2954.54	8.01	+2.76	+2.82	2622.44	8.60	+2.53	+2.24
2981.50	8.01	+2.69	+2.90	2628.46	8.55	+2.52	+2.42
2987.46	8.00	+2.72	+2.73	2631.43	8.56	+2.53	+2.60
2990.57	7.99	+2.71	+2.70	2638.47	8.53	+2.50	+2.45
3012.45	8.01	+2.75	+2.52	2656.48	8.42	+2.52	+2.44
3017.49	8.02	+2.71	—	2692.40	8.16	+2.50	+2.51
3018.49	8.02	+2.72	—	2714.39	8.07	+2.56	+2.38
3019.43	8.02	+2.71	—				
3020.46	8.04	+2.69	—				

1	2	3	4
2772.28	8.37	+2.54	+2.48
2954.59	8.12	+2.49	+2.30
2981.51	8.04	+2.51	+2.47
2987.47	8.06	+2.50	+2.45
2990.55	8.04	+2.52	+2.41
3012.47	8.10	+2.50	+2.47
3018.49	8.13	+2.50	+2.40
3050.40	8.32	+2.47	+2.48
3092.29	8.56	+2.40	+2.30

μ Сер

1919.40	3.76	+2.52	+2.32
1921.42	3.88	+2.44	+2.43
1922.38	3.86	+2.47	+2.41
1923.43	3.85	+2.46	+2.41
1924.38	3.87	+2.45	+2.44
1930.44	3.88	+2.44	+2.42
1946.33	3.81	+2.48	+2.57
1949.41	3.82	+2.47	+2.57
1955.46	3.81	+2.48	+2.44
1973.30	3.77	+2.51	+2.45
1978.40	3.79	+2.48	+2.47
1983.38	3.79	+2.47	+2.46
2217.58	3.64	+2.49	+2.58
2240.55	3.67	+2.46	+2.61
2246.50	3.71	+2.46	+2.58
2251.63	3.70	+2.49	+2.58
2254.49	3.70	+2.47	+2.57
2273.46	3.73	+2.46	+2.59
2276.44	3.77	+2.47	+2.56
2311.42	3.82	+2.46	+2.48
2333.46	3.85	+2.44	+2.51
2338.48	3.85	+2.43	+2.53
2346.44	3.89	+2.40	+2.50
2368.36	3.83	+2.43	+2.51
2399.32	3.87	+2.40	+2.50
2427.29	3.86	+2.43	+2.50
2567.64	4.00	+2.40	+2.50
2606.49	3.91	+2.41	+2.51
2612.56	3.91	+2.40	+2.51
2622.53	3.86	+2.39	+2.55
2629.46	3.84	+2.39	+2.52
2634.44	3.83	+2.39	+2.52
2655.50	3.75	+2.41	+2.57
2691.43	3.64	+2.42	+2.60
2720.22	3.64	+2.44	+2.62
2754.31	3.61	+2.48	+2.63
2799.28	3.62	+2.50	+2.65
2934.62	3.52	+2.50	+2.66
2954.61	3.52	+2.49	+2.65
2982.55	3.54	+2.50	+2.67
2988.54	3.54	+2.50	+2.69
2991.48	3.54	+2.48	+2.69
3013.46	3.54	+2.48	+2.69
3017.52	3.57	+2.48	+2.70
3024.53	3.59	+2.49	+2.70
3052.48	3.71	+2.44	+2.65
3082.42	3.77	+2.43	+2.65
3095.33	3.69	+2.63	+2.50

1	2	3	4
---	---	---	---

VV Сер

1919.45	5.21	+1.76	+0.20
1921.45	5.13	+1.72	+0.19
1922.53	5.16	+1.78	+0.27
1923.48	5.14	+1.78	+0.30
1924.60	5.15	+1.79	+0.36
1932.59	5.13	+1.77	+0.38
1947.40	5.10	+1.79	+0.33
1950.44	5.11	+1.89	+0.36
1955.56	5.11	+1.81	+0.43
1975.40	5.16	+1.75	+0.35
2217.59	5.01	+1.88	+0.68
2240.57	5.07	+1.86	+0.58
2246.51	5.10	+1.94	+0.57
2252.54	5.11	+1.85	+0.51
2270.38	5.11	+1.82	+0.55
2274.48	5.09	+1.83	+0.53
2278.56	5.09	+1.83	+0.54
2312.42	5.09	+1.87	+0.55
2335.38	5.09	+1.87	+0.53
2339.48	5.10	+1.86	+0.48
2346.46	5.09	+1.85	+0.51
2399.33	5.18	+1.85	+0.55
2429.29	5.15	+1.88	+0.65
2606.53	5.17	+1.83	+0.63
2612.58	5.17	+1.79	+0.43
2627.51	5.16	+1.82	+0.44
2631.44	5.17	+1.85	+0.54
2638.49	5.15	+1.84	+0.51
2656.49	5.10	+1.83	+0.55
2692.42	5.03	+1.85	+0.50
2721.39	5.11	+1.86	+0.63
2772.30	5.03	+1.88	+0.61
2954.61	5.05	+1.83	+0.51
2985.51	5.05	+1.88	+0.67
2988.55	5.05	+1.88	+0.74
2991.49	5.04	+1.85	+0.63
3013.47	4.92	+1.90	+0.78
3019.42	4.88	+1.95	+0.84
3051.42	4.88	+1.93	+0.85
3082.43	5.01	+2.02	+1.31
3095.34	5.06	+1.98	+1.27

AZ Сер

1929.42	9.20	+2.87	—
1947.53	9.22	+2.91	—
1950.47	9.21	+2.86	—
1955.61	9.24	+2.76	—
1975.46	9.29	+2.86	—
2217.61	9.72	+2.83	—
2240.58	9.75	+2.83	—
2246.52	9.74	+2.81	—
2252.56	9.62	+2.88	—
2270.39	9.44	+2.92	—
2275.39	9.38	+2.93	—
2310.42	6.18	+2.95	—
2333.47	9.12	+2.96	—
2338.49	9.13	+2.97	—
2344.43	9.10	+3.01	—
2399.34	9.21	+2.88	—
2430.33	9.28	+2.91	—
2606.40	9.47	+2.81	—

Таблица 4

Название звезды	$r_{V(B-V)}$	σ_r	$r_{V(U-B)}$	σ_r	$r_{0,05}$
KN Cas	0.66	0.12	0.79	0.08	0.39
HS Cas	-0.71	0.11	—	—	0.41
V 466 Cas	-0.76	0.09	-0.26	0.20	0.39
AZ Cas	0.87	0.05	0.87	0.05	0.39
FZ Per	0.51	0.18	-0.21	0.23	0.45
XX Per	-0.86	0.06	-0.68	0.13	0.41
KK Per	0.21	0.22	-0.57	0.16	0.43
BU Per	-0.78	0.10	-0.37	0.27	0.48
PR Per	-0.29	0.22	-0.56	0.17	0.44
SU Per	-0.10	0.25	-0.89	0.05	0.46
RS Per	-0.72	0.12	-0.87	0.06	0.46
T Per	-0.54	0.16	-0.24	0.22	0.43
BD+58°445	-0.53	0.19	-0.15	0.25	0.48
S Per	-0.53	0.17	—	—	0.43
BD+56°609	0.23	0.30	-0.69	0.17	0.57
V 500 Cas	-0.62	0.15	—	—	0.46
100256	-0.61	0.17	—	—	0.49
10 Per	-0.70	0.13	—	—	0.45
BD+29°897	-0.81	0.07	-0.27	0.20	0.41
NO Aur	-0.69	0.13	0.00	0.25	0.46
Tv Gem	-0.72	0.11	-0.83	0.07	0.42
WY Gem	-0.74	0.11	0.15	0.24	0.45
ψ Aur	-0.60	0.18	0.42	0.23	0.51
γ Lyn	0.44	0.21	-0.93	0.03	0.48
RS Cnc	0.22	0.25	-0.78	0.10	0.48
XY Lyr	-0.53	0.13	-0.86	0.05	0.33
BD+35°4077	0.49	0.14	—	—	0.34
BC Cyg	-0.39	0.16	—	—	0.34
KY Cyg	-0.57	0.13	—	—	0.35
AZ Cyg	-0.54	0.11	-0.20	0.17	0.29
μ Cep	-0.56	0.10	-0.77	0.06	0.27
VV Cep	-0.64	0.08	-0.61	0.10	0.29
AZ Cep	-0.70	0.09	—	—	0.31
ST Cep	-0.50	0.13	-0.71	0.09	0.31
U Lac	-0.97	0.01	-0.98	0.01	0.34
GU Cep	-0.58	0.13	—	—	0.38
V 358 Cas	-0.67	0.10	—	—	0.35
PZ Cas	-0.89	0.02	-0.93	0.03	0.33

звезд изменения цвета В—V коррелируют с изменениями блеска. Из 41 звезды с наблюдаемыми цветами U—B у 18 изменения цвета U—B также коррелируют с изменениями блеска.

Представляется интересным рассмотрение факта наличия корреляции блеска и цветов в зависимости от таких параметров звезд, как класс светимости, тип переменности и спектральный класс.

Распределение количества звезд (у которых наблюдается корреляция блеска и цветов) в зависимости от класса светимости приведено в табл. 5. Из таблицы следует, что наличие у красных сверхгигантов корреляции изменений блеска и цветов не зависит от светимости. Заметная зависимость от типа переменности тоже не наблюдается (табл. 6).

Наблюдается только слабая зависимость от спектрального класса. Как следует из табл. 7, где приведено распределение количества звезд в зависимости от спектрального класса, в сторону поздних подклассов немного возрастает доля звезд, показывающих корреляцию изменений блеска и цветов.

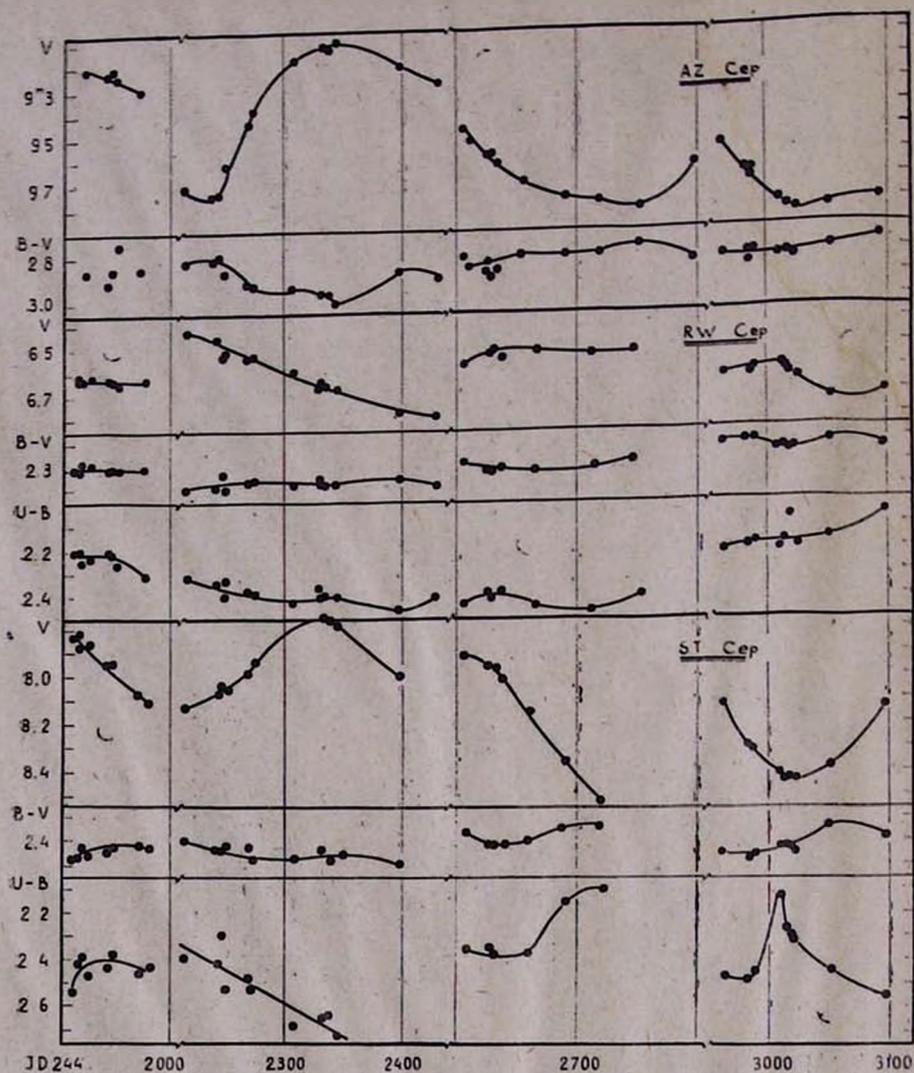


Рис. 2. Кривые блеска и цветов звезд AZ Cep, RW Cep и ST Cep.

Таблица 6

Класс светимости	Ia	Iab	Ib
Общее число звезд с наблюдаемыми B—V	12	35	22
Число звезд, у которых B—V коррелирует с блеском	6	18	9
Доля звезд в %	50	51	41
Общее число звезд с наблюдаемыми U—B	9	16	17
Число звезд, у которых U—B коррелирует с блеском	4	5	9
Доля звезд в %	44	31	53

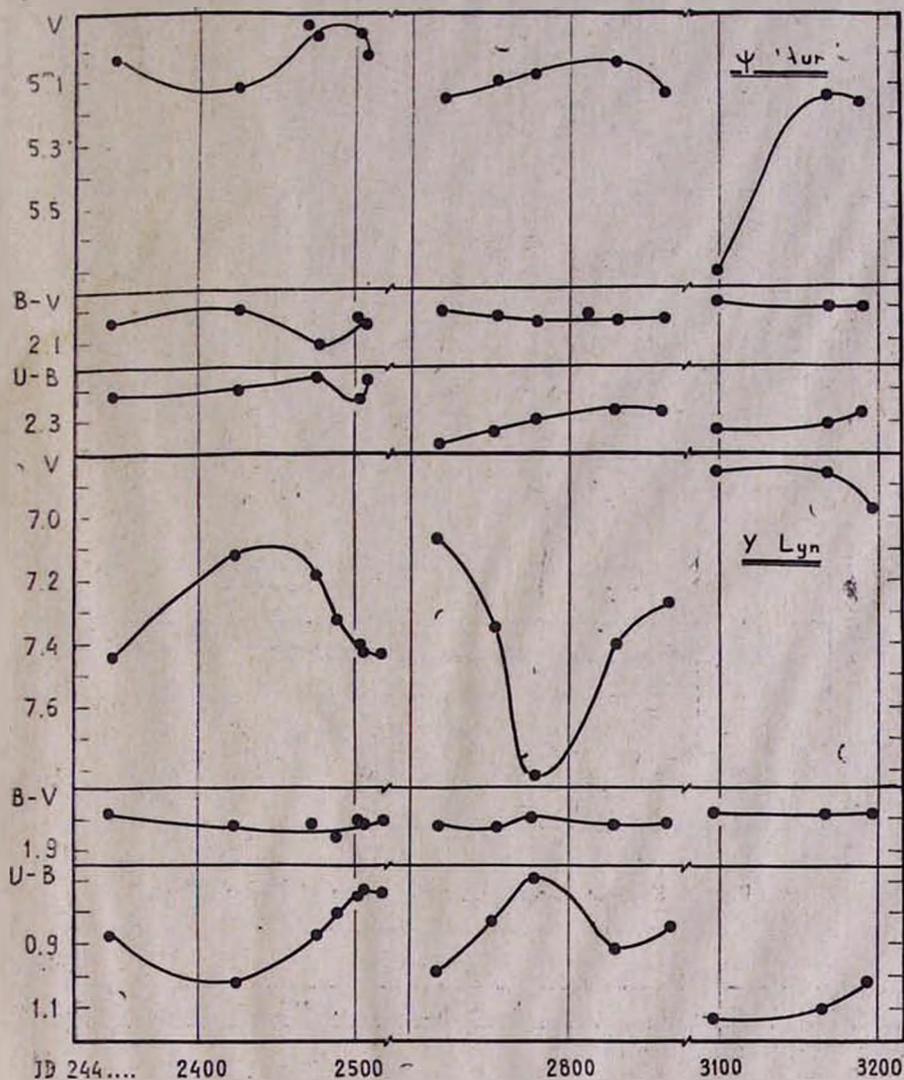
Рис. 3. Кривые блеска и цветов звезд Ψ Aur и Y Lyn

Таблица 6

Тип переменности по ОКПЗ	Lc	SRc	Lb
Общее число звезд с наблюдаемыми В—V	22	19	5
Число звезд, у которых В—V коррелирует с блеском	12	10	2
Доля звезд в %	55	53	40
Общее число звезд с наблюдаемыми U—B	14	15	1
Число звезд, у которых U—B коррелирует с блеском	6	9	0
Доля звезд в %	43	60	0

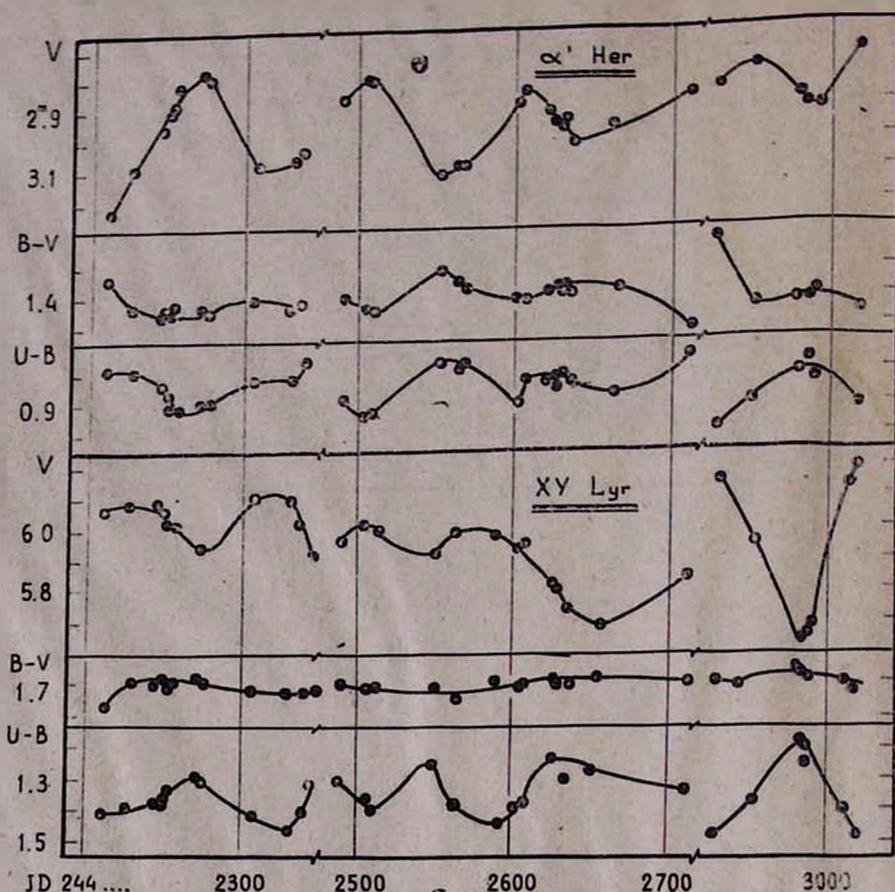
Рис. 4. Кривые блеска и цветов звезд α' Her и XY Lyr

Таблица 7

Спектральный класс	K4.5—K6.6	K6.6—M1.5	M1.6—M3.5	M3.6—M5.5
Общее число звезд с наблюдаемыми B—V	5	14	36	14
Число звезд, у которых B—V коррелирует с блеском	2	5	17	9
Доля звезд в %	40	36	47	64
Общее число звезд с наблюдаемыми U—B	3	8	22	9
Число звезд, у которых U—B коррелирует с блеском	0	3	9	6
Доля звезд в %	0	36	41	67

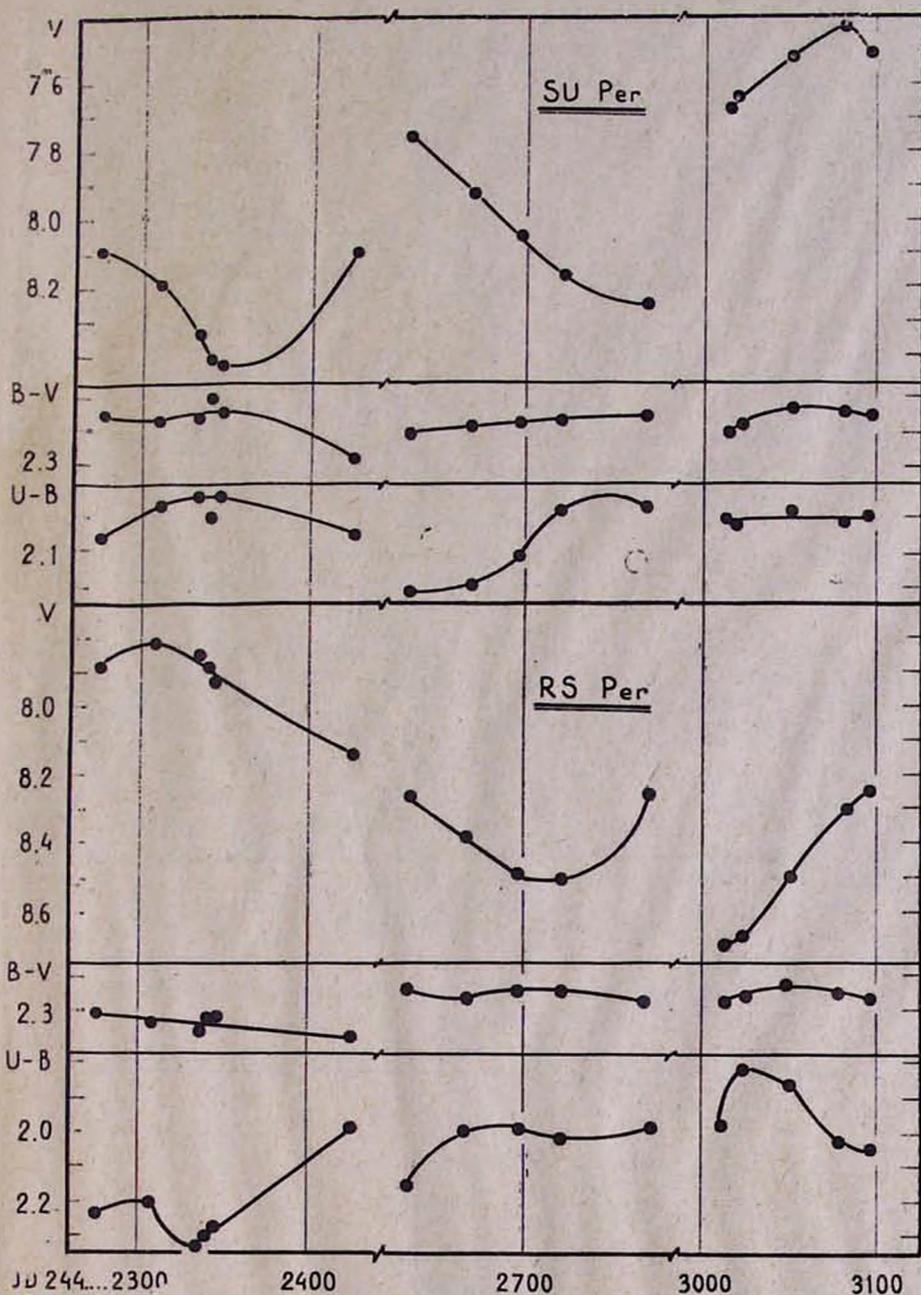


Рис. 5. Кривые блеска и цветов звезд SU Per и RS Per

Рассмотрение вопроса связи изменений блеска в отдельных полосах системы UVB показывает, что почти у всех наблюдаемых переменных красных сверхгигантов существует линейно-регрессионная зависимость между изменениями блеска как в полосах V и B, так и в полосах U и B.

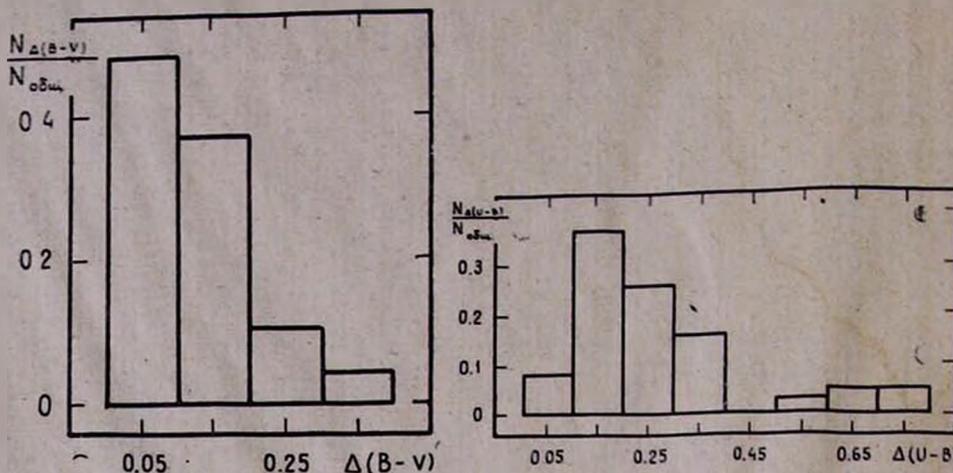


Рис. 6 а, б. Распределение максимальных отклонений: а—цвета В—V 68 красных сверхгигантов; б—цвета U—B 41 красного сверхгиганта.

Как известно, такая регрессионная связь между изменениями блеска в двух полосах спектра излучения звезды характеризуется градиентами блеска $\nabla_{V/V}$ и $\nabla_{U/V}$ [15], а регрессионная зависимость в полосах системы UBВ выражается формулами:

$$V = a_{V/V} + \nabla_{V/V} \cdot V \quad \text{и} \quad U = a_{U/V} + \nabla_{U/V} \cdot V.$$

Как следует из предпоследних столбцов табл. 1, в которых приведены значения $\nabla_{V/V}$ и $\nabla_{U/V}$, с возрастанием блеска в полосе V увеличивается также и блеск в полосах В и U (кроме двух звезд; градиенты блеска остальных имеют положительный знак).

Место красных сверхгигантов на диаграмме градиентов, построенной по данным наших наблюдений, показано на рис. 7. На этом рисунке заштрихованная часть соответствует местам градиентов мирид (согласно [15]). Как видно из рисунка, красные сверхгиганты занима-

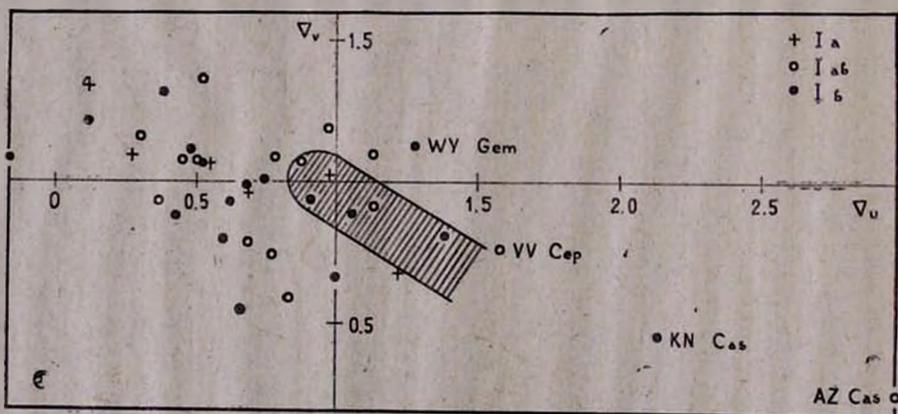


Рис. 7. Диаграмма градиентов блеска.

ют в основном левую часть диаграммы градиентов, немного перекрываясь с миридами для значений градиентов блеска близких к единице.

Такое расположение красных сверхгигантов на диаграмме градиентов, по-видимому, говорит о существенном отличии механизмов переменности этих звезд от мирид.

Интересно отметить, что из четырех красных сверхгигантов, являющихся двойными типа VV Cep (WY Gem, KN Cas, AZ Cas и VV Cep), на диаграмме градиентов звезды KN Cas и AZ Cas довольно хорошо выделяются среди остальных. А VV Cep и WY Gem на диаграмме градиентов расположены на границе правого конца области, занимаемой красными сверхгигантами.

Так как градиенты блеска $\nabla_{V/V}$ и $\nabla_{U/V}$ для отдельных звезд вычислены по результатам сравнительно небольших рядов наблюдений (от 10 до 40 наблюдений каждой звезды) и являются случайными реализациями истинных значений градиентов блеска, то естественно, что они могут быть отклонены в ту или иную сторону от истинных значений.

Чтобы свести к минимуму влияние фактора случайности на значения градиентов и получить в какой-то степени общие характеристики изменений блеска красных сверхгигантов, все наблюдаемые нами сверхгиганты были объединены в три группы по подклассам светимостей. Для каждой группы были вычислены градиенты блеска (табл. 8). Зависимость между изменениями блеска в полосах V и B, а также и в полосах U и B для каждой группы из табл. 8 показана на рис. 8 а, б, в и на рис. 9 а, б, в. Линии на рисунках проведены методом наименьших квадратов. Из табл. 8 и из последних шести рисунков видно, что обобщенные вышеуказанным способом градиенты блеска заметно зависят от светимости красных сверхгигантов. Наклон линий на рис. 8 а, б, в возрастает при переходе от класса светимости Ib к Ia. Обобщенные градиенты блеска $\nabla_{U/V}$ показывают обратную зависимость. Они возрастают в сторону уменьшения светимости красных сверхгигантов.

По данным обобщенных градиентов блеска из табл. 8 на диаграмме градиентов группа звезд класса светимости Ib расположена ближе к миридам по сравнению с группами Iab и Ia.

Таблица 8

Градиент блеска	Класс светимости		
	Ia	Iab	Ib
$\nabla_{V/V}$	1.119 ± 0.024	1.006 ± 0.010	0.971 ± 0.015
$\nabla_{U/V}$	0.435 ± 0.042	0.613 ± 0.064	0.773 ± 0.037

По уже известным обобщенным градиентам блеска (табл. 8) можно получить усредненные по подклассам светимостей значения отношений амплитуд изменения блеска красных сверхгигантов в полосах чувствительности системы UVV. Если предположить, что приведенные в табл. 8 значения обобщенных градиентов блеска являются надежными оценками истинных значений градиентов, то можно написать, что $A_V/A_B = \nabla_{V/V}$ и $A_U/A_B = \nabla_{U/V}$, где A_V , A_B , и A_U амплитуды изменения блеска в полосах V, B и U соответственно.

Определенный интерес представляет также и скорость изменения

блеска переменных звезд. Полученный нами наблюдательный материал дает возможность оценить среднюю и максимальную скорость изменения блеска красных сверхгигантов.

С этой целью для всех наблюдаемых нами переменных звезд были вычислены скорости изменения блеска по результатам двух последовательных наблюдений. Полученные скорости были объединены в группы по продолжительности интервалов времени между двумя последовательными наблюдениями. Длина шага времени при этом выбиралась равной 10 дням.

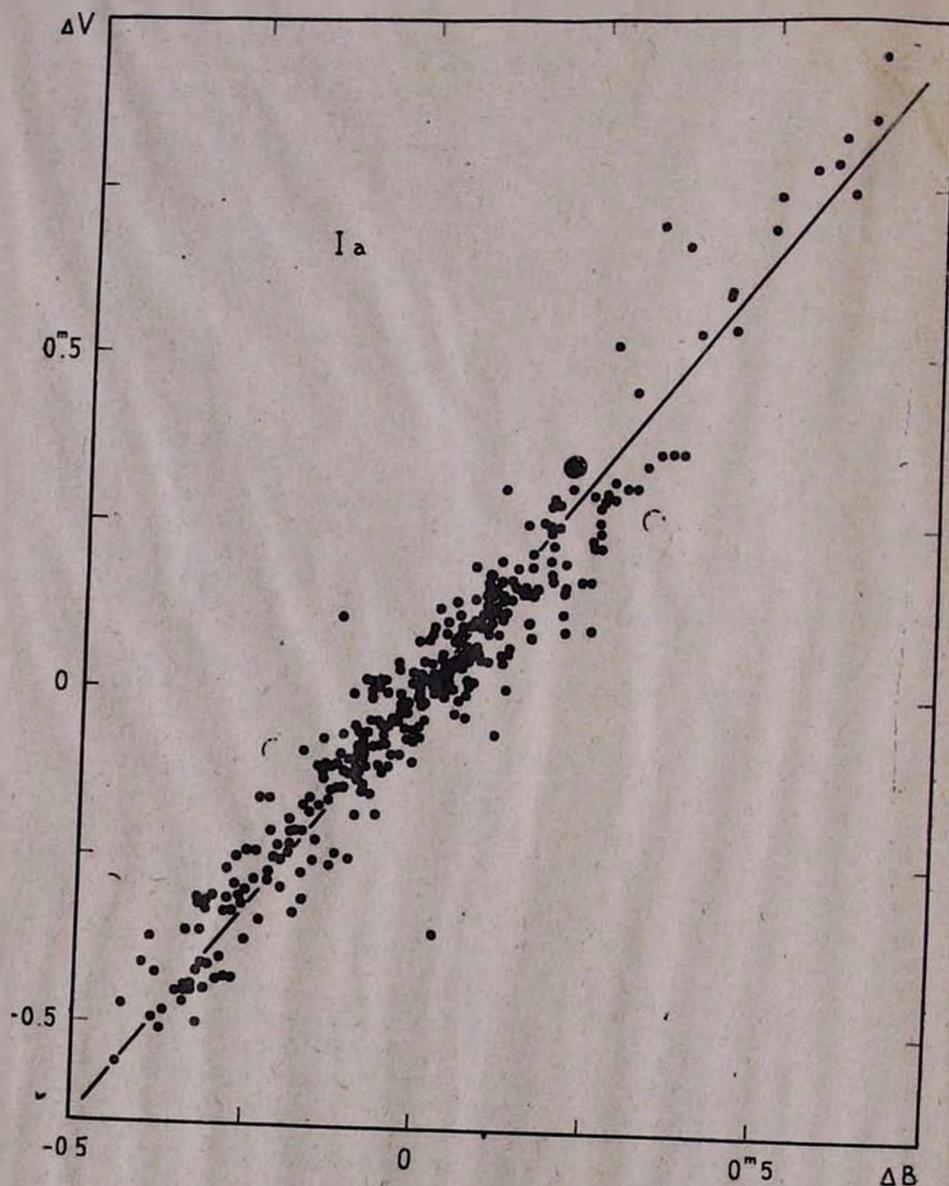


Рис. 8а

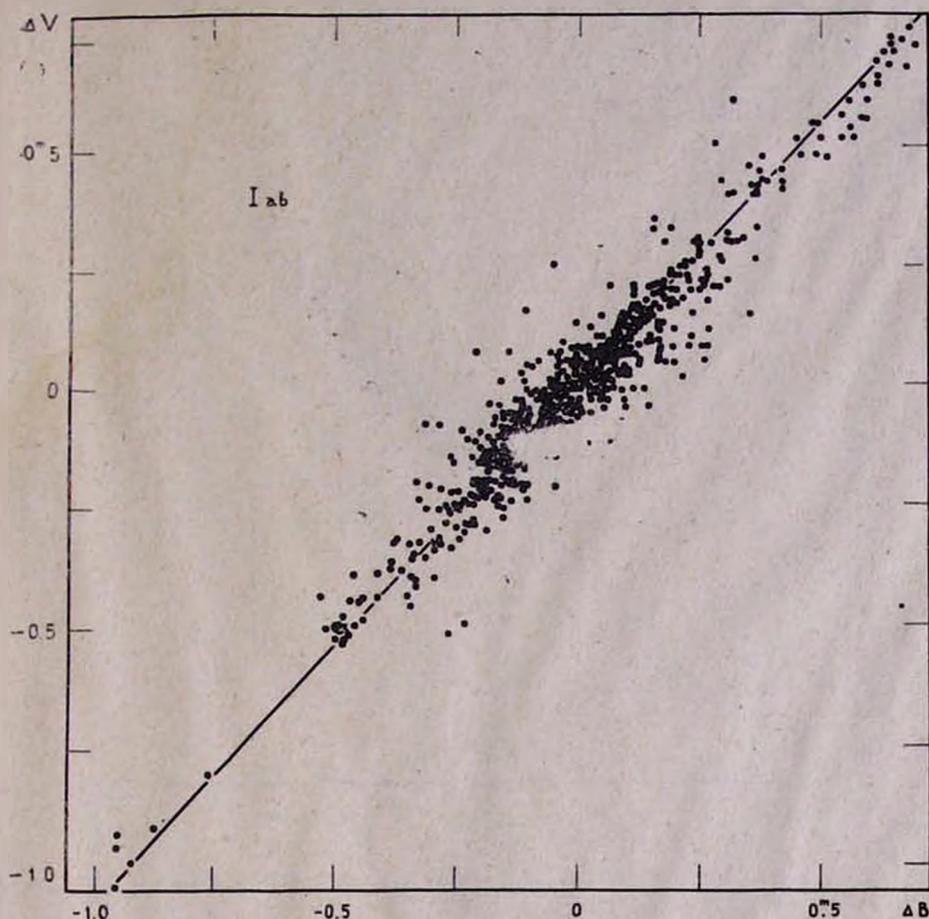


Рис. 86

Дальнейшему рассмотрению подверглись только те скорости, которые соответствовали интервалам времени Δt_i , удовлетворяющим условию $10 < \Delta t_i \leq 10$ дней. При $\Delta t_i \leq 10$ возможные изменения блеска красных сверхгигантов в большинстве случаев соизмеримы с ошибками наших наблюдений ($\sigma_V \leq \pm 0^m 03$ [9]). А в случае $\Delta t_i > 100$ возрастает вероятность того, что между двумя последовательными наблюдениями произошел хотя бы один подъем и один спад блеска звезды.

Значения скоростей изменения блеска всех красных сверхгигантов, взятых вместе, приведены в табл. 9. В табл. 10, 11 и 12 приведены значения скоростей изменения блеска красных сверхгигантов, объединенных в группы по подклассам светимостей Ia, Iab и Ib соответственно.

Как следует из табл. 9, максимальная скорость изменения блеска красных сверхгигантов составляет $0^m 02$ в день. Средняя скорость варьируется в пределах $0^m 002 - 0^m 003$ в день (третий столбец табл. 9).

Сравнение чисел в третьих столбцах табл. 10, 11 и 12 показывает, что красные сверхгиганты различных подклассов светимостей почти не отличаются друг от друга средними скоростями изменения блеска. По-

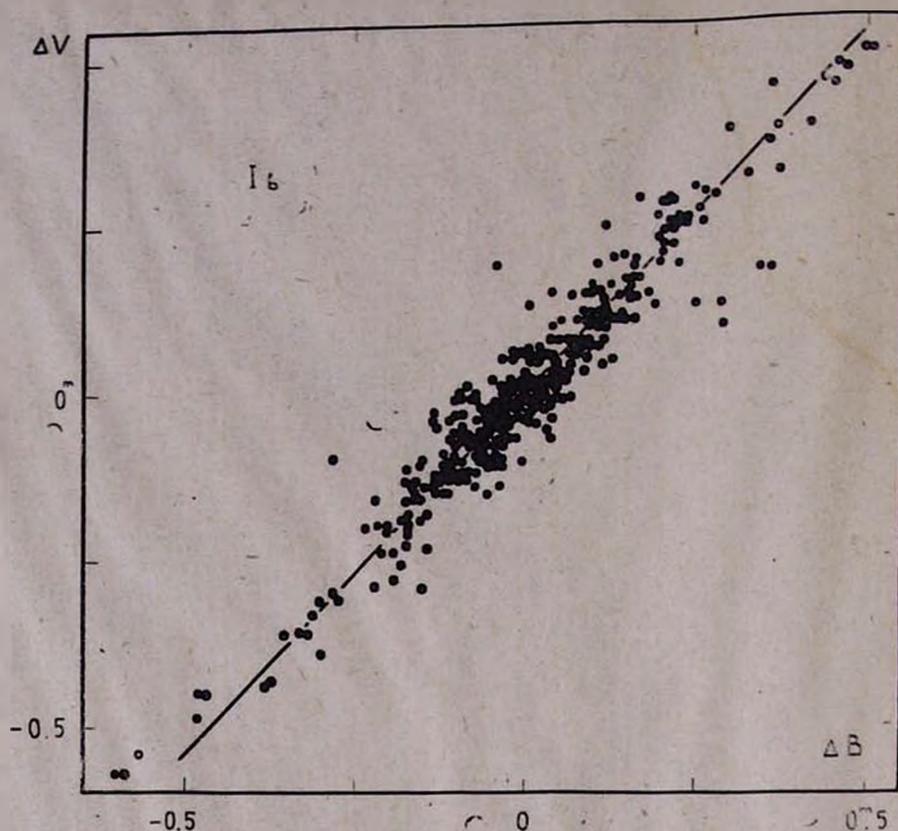


Рис. 8в

Рис. 8 а, б, в. Линейно-регрессионная зависимость отклонений блеска в полосах V и B системы UBV для группы M сверхгигантов: а—подкласс светимости Ia; б—подкласс светимости Ia_b; в—подкласс светимости Ib.

видимому, физические процессы, вызывающие изменения блеска красных сверхгигантов подкласса светимости Ia, протекают более быстрыми темпами, чем у звезд Ib.

Сравнение скоростей возрастания и уменьшения блеска красных сверхгигантов показывает, что в среднем возрастание блеска происходит более быстрыми темпами, чем уменьшение. Действительно средняя скорость, вычисленная по данным восходящих ветвей кривых блеска, составляет $0^m.0029 \pm 0^m.0002$ в день, а та же самая величина для нисходящих ветвей равна $0^m.0024 \pm 0^m.0002$ в день.

При сравнении распределений отклонений блеска от среднего значения для звезд, взятых вместе по подклассам светимостей, выявляется интересная закономерность.

Как видно из рис. 10 а, б, в, гистограмма распределения отклонений блеска от среднего значения для звезд Ib имеет острый пик (при минимальных отклонениях) и небольшие крылья (при сравнительно больших отклонениях блеска от среднего). То же самое распределение в случае звезд Ia имеет более развитые крылья. Группа звезд подкласса светимости Ia_b занимает промежуточное положение.

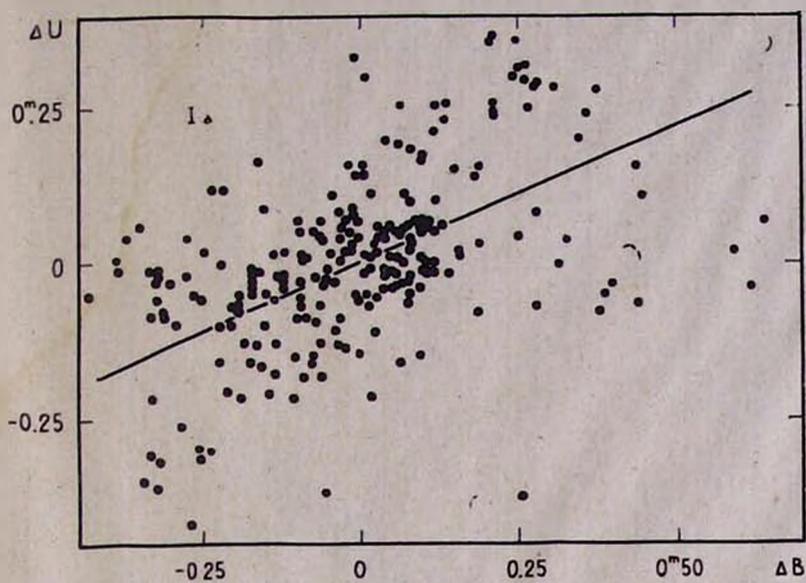


Рис. 9а

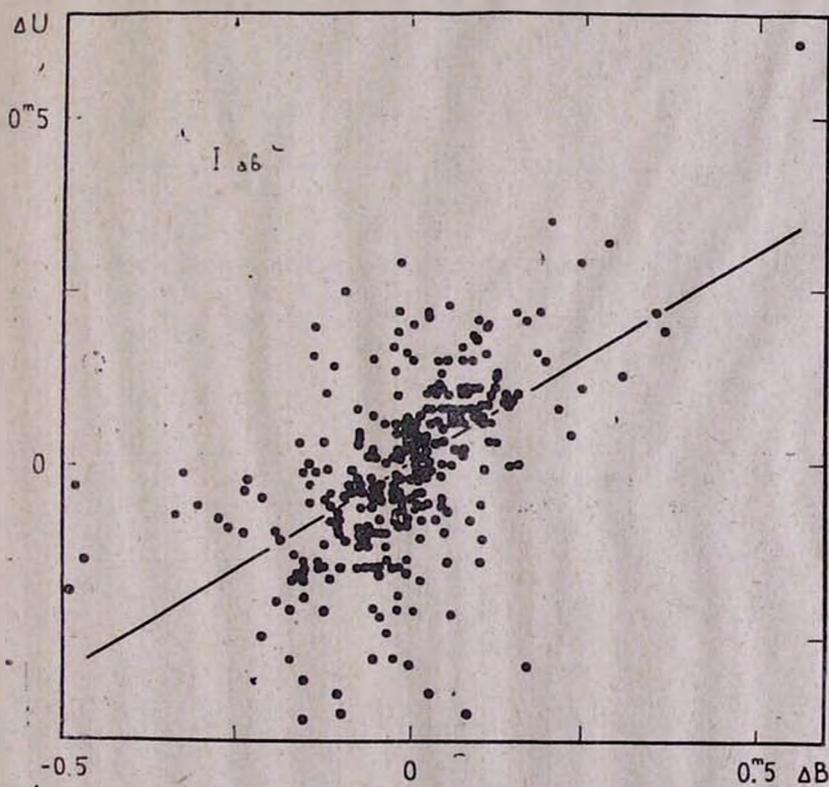


Рис. 9б

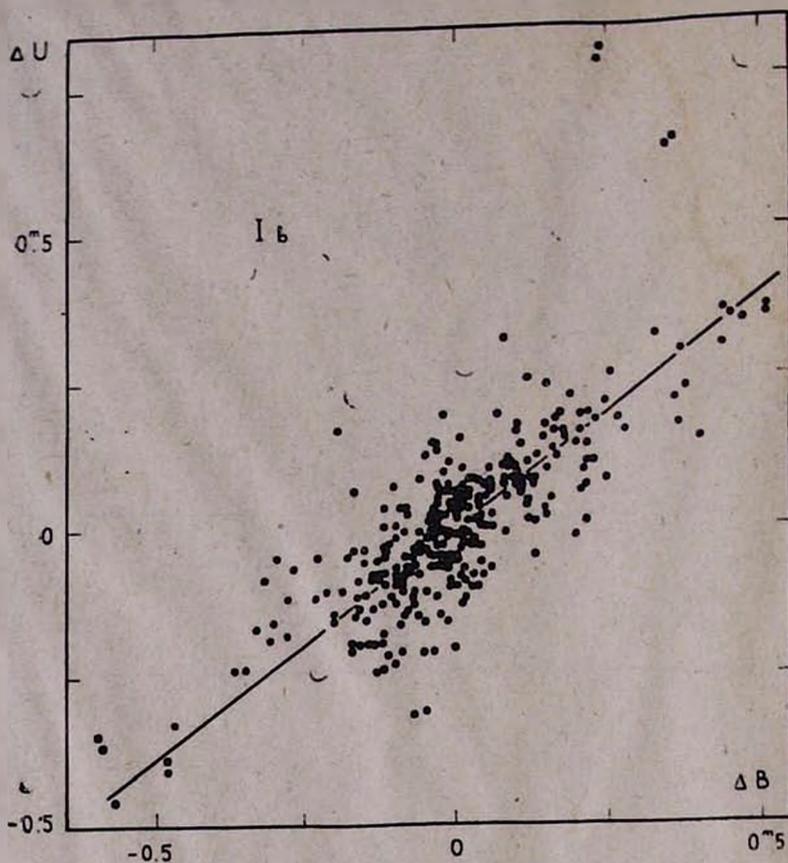


Рис. 9в

Рис. 9 а, б, в. Линейно-регрессионная зависимость отклонений блеска в полосах U и V системы UVV для группы М сверхгигантов: а—подкласс светимости Ia; б—подкласс светимости Iab; в—подкласс светимости Ib.

Таблица 9

Δt_i , дней	Количество определенный скорости	\bar{v} зв. вел. в день	σ_v	v_{\max} зв. вел. в день
10—20	146	0.0030	± 0.0002	0.0115
20—30	318	0.0031	0.0002	0.0200
30—40	180	0.0026	0.0002	0.0117
40—50	65	0.0030	0.0004	0.0112
50—60	60	0.0024	0.0003	0.0085
60—70	15	0.0031	0.0008	0.0100
70—80	11	0.0027	0.0008	0.0091
80—90	14	0.0016	0.0004	0.0041
90—100	2	0.0017	—	0.0031

Таблица 10

Δt_i дней	Количество определений скорости	\bar{v} зв. вел. в день	$\sigma_{\bar{v}}$	V_{\max} зв. вел. в день
10—20	33	0.0032	± 0.0006	0.0101
20—30	70	0.0029	0.0003	0.0108
30—40	31	0.0026	0.0005	0.0094
40—50	14	0.0028	0.0007	0.0088
50—60	12	0.0039	0.0011	0.0076
60—70	2	0.0061	—	0.0100
70—80	2	0.0069	—	0.0091
80—90	1	0.0019	—	0.0019
90—000	1	0.0031	—	0.0031

Таблица 11

Δt_i дней	Количество определений скорости	\bar{v} зв. вел. в день	$\sigma_{\bar{v}}$	V_{\max} зв. вел. в день
10—20	76	0.0030	± 0.0003	0.0119
20—30	160	0.0029	0.0002	0.0139
30—40	93	0.0025	0.0003	0.0117
40—50	32	0.0027	0.0005	0.0092
50—60	33	0.0018	0.0003	0.0059
60—70	8	0.0026	0.0009	0.0081
70—80	6	0.0014	0.0006	0.0040
80—90	8	0.0016	0.0006	0.0041
90—100	1	0.0004	—	0.0004

Таблица 12

Δt_i дней	Количество определений скорости	\bar{v} зв. вел. в. день	$\sigma_{\bar{v}}$	V_{\max} зв. вел. в день
10—20	37	0.0030	± 0.0005	0.0108
20—30	88	0.0035	0.0004	0.0200
30—40	56	0.0026	0.0003	0.0085
40—50	19	0.0037	0.0008	0.0112
50—60	15	0.0025	0.0006	0.0083
60—70	5	0.0027	0.0012	0.0095
70—80	3	0.0023	—	0.0041
80—90	3	0.0014	—	0.0040
90—100	0	—	—	—

Объяснить полученную связь вида распределений, приведенных на рис. 10 а, б, в, со светимостью селекциями наблюдений различного рода нам не удалось. Например, может показаться, что причиной различия параметров распределений на рис. 10 а, б, в служит различие в частотах наблюдений звезд каждого подкласса светимости.

Как следует из рис. 11 а, б, в, где представлены распределения интервалов времени между двумя последовательными наблюдениями, у

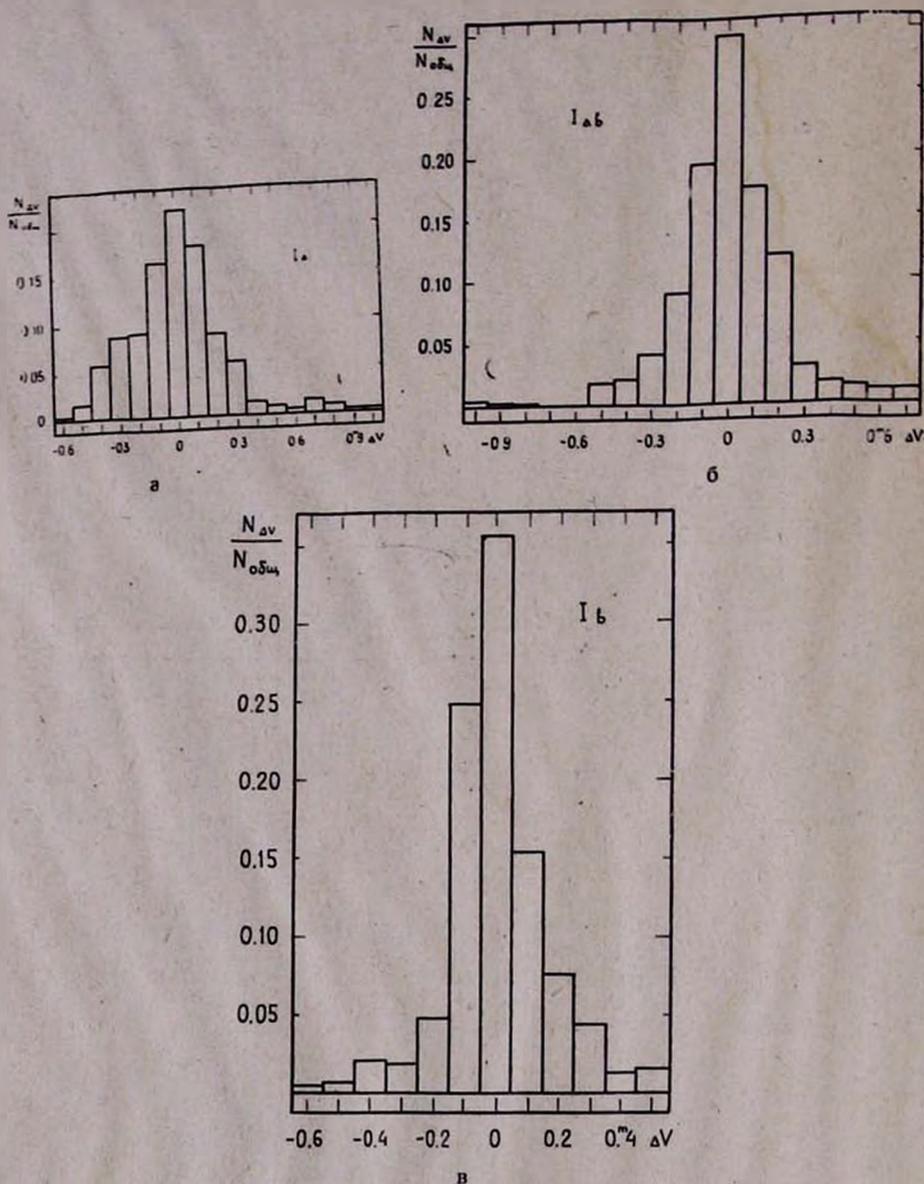
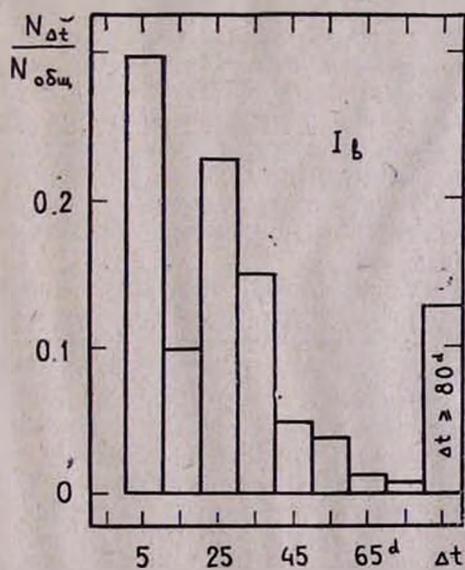
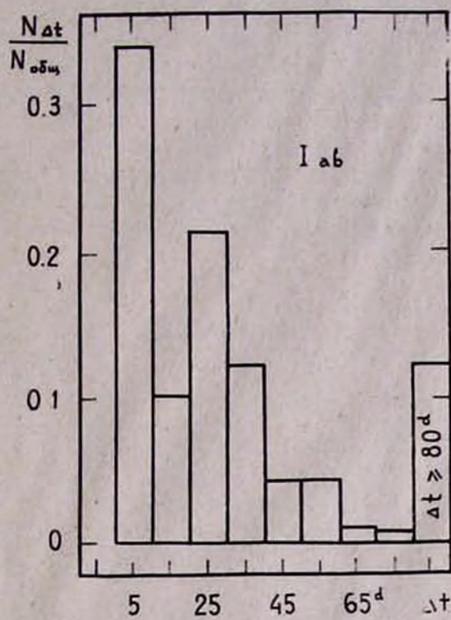
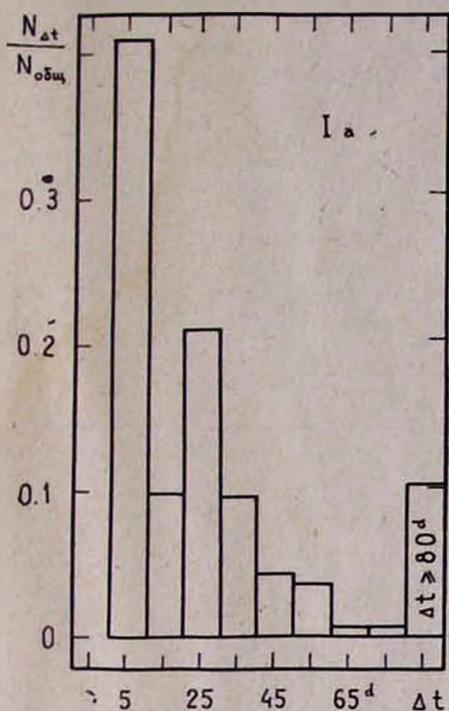


Рис. 10а, б, в. Распределение отклонений от среднего блеска в полосе V красных сверхгигантов, рассмотренных совместно по подклассам светимостей соответственно: а—Ia; б—Iab; в—Ib

звезд подкласса светимости Ia процент двух последовательных наблюдений, интервал времени между которыми ≤ 10 дням, выше, чем у звезд светимости Ib. Но это приводит только к возрастанию относительного количества минимальных отклонений блеска (порядка $\pm 0^m 05$) от среднего у группы звезд Ia. У нас, как следует из рис. 10 а, б, в, наблюдается явление, противоположное этому, а именно, относительное количество минимальных отклонений блеска от среднего у группы звезд Ia меньше, чем у звезд Ib.



в

Рис. 11а, б, в. Распределение интервалов времени между двумя последовательными наблюдениями для звезд: а—подкласса светимости Ia; б—подкласса светимости Iab; в—подкласса светимости Ib.

Факт корреляции параметров распределений, приведенных на рис. 10 а, б, в, со светимостью красных сверхгигантов легко объясняется, если предположить, что у этих звезд, подобно цефедам, существуют соотношения типа характерное время изменения блеска—светимость и средняя амплитуда—светимость.

Действительно, если средние амплитуды и характерные времена изменения блеска звезд подкласса светимости Ia превышают соответствующие величины у звезд Ib, то при наблюдениях с приблизительно одинаковой частотой ожидаемое относительное количество минимальных отклонений блеска от среднего значения у звезд Ib должно быть в среднем больше чем у звезд Ia. Это наглядно видно на рис. 12, где вертикальными линиями отмечены гипотетические моменты наблюдений.

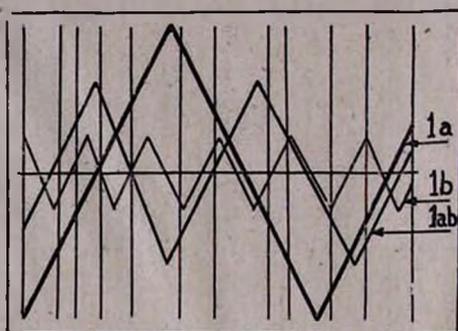


Рис. 12. Упрощенные кривые блеска красных сверхгигантов разных подклассов светимостей

В пользу данного объяснения говорит тот факт, что средние амплитуды, вычисленные по данным табл. 1 для подклассов светимостей Ia, Iab и Ib, получаются 1^m6 , 1^m4 и 1^m1 соответственно.

Данные ОКПЗ о характерных временах изменения блеска красных сверхгигантов малочисленны, и поэтому невозможно их сопоставить со светимостями этих звезд.

Результаты наших наблюдений позволяют оценить общее количество возможных переменных среди наблюдавшихся красных сверхгигантов по числу выявленных переменных, если известны точность измерений блеска и длительность в днях данной серии наблюдений.

Действительно, предположим, что наблюдаемые нами 68 красных сверхгигантов не являются известными переменными. Тогда посмотрим, сколько переменных можно выявить при данной точности измерения σ и при определенной длительности наблюдений T . Определим максимальные отклонения блеска всех звезд, наблюдаемых за время T , и, применяя критерий «трех сигм», выберем звезды, оказавшиеся переменными. Берется отношение количества этих звезд ($N_{\text{пер}}$) к общему числу наблюдавшихся звезд $N_{\text{общ}}$ (в нашем случае $N_{\text{общ}}=68$). Отношение $N_{\text{пер}}/N_{\text{общ}}$ вычисляется для различных точностей и для серий наблюдений разной продолжительности.

Результаты этих вычислений графически представлены на рис. 13. Из рисунка видно, что при фотоэлектрических точностях ($3\sigma_V = \pm 0^m06 - \pm 0^m09$) можно выявить практически все существующие переменные

красные сверхгиганты среди наблюдавшихся звезд, если наблюдения распределены в 400-дневном интервале времени. Тогда, как при фотографических точностях измерений ($3\sigma_V = \pm 0^m 3 - \pm 0^m 6$), если даже наблюдения распределены в 1000-дневном интервале времени, можно выявить лишь $\sim 1/3$ всех существующих среди наблюдавшихся, но неизвестных переменных красных сверхгигантов. При этом предполагается, что частота наблюдений каждой исследуемой звезды сильно не отличается от средней частоты наших наблюдений (приблизительно 5—6 наблюдений за год).

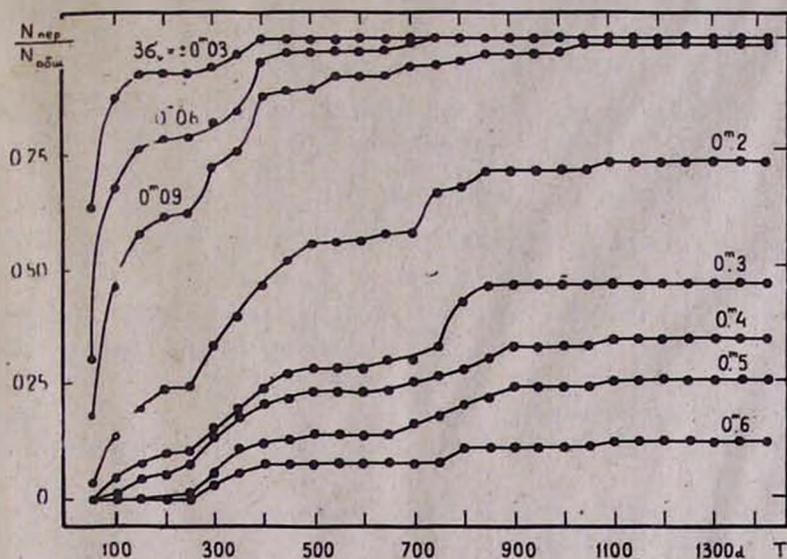


Рис. 13. Зависимость относительного количества выявленных переменных от ошибок измерений и от продолжительности наблюдений ($N_{\text{пер}}$ — количество выявленных переменных, $N_{\text{общ}}$ — количество существующих, но неизвестных переменных)

5. Выводы

Полученные нами результаты электрофотометрических UVB наблюдений 68 красных сверхгигантов показывают:

1. У многих звезд изменения блеска коррелируют с изменениями цветов. В таких случаях минимумы цветов, то есть наиболее красные цвета, наблюдаются вблизи максимумов блеска (рис. 1—5, табл. 4);
2. Красные сверхгиганты на диаграмме градиентов занимают вполне определенное место (рис. 7), несколько перекрываясь с миридами;
3. Существует линейно-регрессионная зависимость между изменениями блеска как в полосах V и B, так и в полосах U и B (рис. 8а, б, в и рис. 9а, б, в);
4. Изменения блеска в полосах V и B примерно равны и не намного превышают изменения блеска в полосе U;
5. Средняя скорость изменения блеска находится в пределах $0^m 002 - 0^m 003$ в день и не зависит от подкласса светимости красных.

сверхгигантов. Максимальная скорость изменения блеска в 5—6 раз превышает среднюю (табл. 9—12);

6. Есть основание предположить, что у красных сверхгигантов звезды более высоких светимостей (Ia) имеют большие амплитуды и более длинные характерные времена изменения блеска по сравнению со звездами сравнительно низких светимостей (Ib);

7. Однородность полученного нами наблюдательного материала позволяет прогнозировать ожидаемые результаты при обзорах проводимых с целью выявления новых переменных красных сверхгигантов.

30 октября 1980 г.

Հ. Վ. ԱՅՐԱՀԱՄՅԱՆ

ԿԱՐՄԻՐ ԳԵՐՉՍԿԱՆԵՐԻ ԷԼԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱԶՈՒՓԱԿԱՆ UBV ԴԻՏՈՒՄՆԵՐԻ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բերված են կարմիր գերհսկանների 1973—1977 թթ. ընթացքում կատարած էլեկտրալուսաչափական դիտումների արդյունքները:

Ելնելով դիտումների արդյունքների համասեռությունից, կարմիր գերհսկանների պայծառության և գույնի փոփոխությունների համար ստացվել են մի շարք վիճակագրական օրինաչափություններ:

Մասնավորապես, ցույց է տրված, որ որոշ գերհսկանների պայծառությունների փոփոխությունները կորելացվում են գույնի փոփոխությունների հետ (աղ. 4):

Որոշվել է կարմիր գերհսկանների տեղը պայծառության գրադիենտների դիագրամայի վրա (նկ. 7):

UBV սիստեմի առանձին շերտերում կարմիր գերհսկանների պայծառությունների փոփոխությունների միջև ստացվել են գծային-ռեգրեսիոն կապեր (նկ. 8 ա, Ը, Ե և 9 ա, Ը, Ե): Գնահատված է կարմիր գերհսկանների պայծառությունների ամպլիտուդների հարաբերությունը UBV սիստեմի բաց թողման շերտերում:

Որոշվել են կարմիր գերհսկանների պայծառությունների փոփոխման միջին և ամենամեծ արագությունները:

Պայծառությունների միջինից ունեցած շեղումների բաշխման ուսումնասիրությունը ցույց է տալիս, որ, հավանաբար, կարմիր գերհսկանների պայծառության փոփոխման միջին ամպլիտուդը և բնութագրական ժամանակամիջոցը կախված են այդ աստղերի լուսատվությունից և աճում են դեպի բարձր լուսատվությունների կողմը:

H. V. ABRAHAMIAN

THE RESULTS OF UBV ELECTROPHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF RED SUPERGIANTS

Summary

The results of electrophotometric observations of red supergiants, carried out 1973—1977 are presented.

The homogeneity of obtained observational data allowed to determine some statistical relations for brightness and colour variations of red supergiants.

Thus, it is shown, that in the case of many supergiants there exist a correlation between the brightness and colour variations (Table 4).

The position of red supergiants on the diagram of brightness gradient is determined (Figure 7).

The brightness changes of red supergiants in UBV bands show linear regression relation (Figure 8 a, b and 9 a b). The ratio of the amplitudes the brightness variations of red giants in UBV bands is estimated.

The mean and the maximum rates of brightness variations of red supergiants are determined.

The investigation of brightness amplitude distribution showed, that the mean amplitude of brightness changes of red supergiants and the characteristic time interval between them probably depend on the luminosity of the star and grow up on the high luminosity side.

ЛИТЕРАТУРА

1. J. Asbrook, R. L. Duncomb, A. J. J. van Woerkom, A. J., 59, 12, 1954.
2. И. А. Ключ, Переменные звезды, т. 20, 6, 563, 1978.
3. В. А. Амбарцумян, ДАН АрмССР, 16, 73, 1953.
4. R. Stothers, PASP, 84, 373, 1972.
5. R. M. Humphreys, Ap. J. Suppl. Ser., 38, No. 4, 1978.
6. Ю. Францман, Исследования солнца и красных гигантов, отв. ред. Балклавс, Рига, 1976.
7. Г. В. Абрамян, АЦ, 920, 5, 1976.
8. Г. В. Абрамян, АЦ, 1025, 1, 1978.
9. Г. В. Абрамян, Сообщ. Бюраканской обс., 52, 13, 1980.
10. Б. М. Кукаркин и др., Каталог звезд заподозренных в переменности, М., Наука, 1951.
11. N. M. White, R. F. Wing, Ap. J., 222, 209, 1978.
12. R. M. Humphreys, Astron. J., 75, 602, 1970.
13. Х. Харди, Методы астрономии, 157, М., Мир, 1967.
14. Е. И. Пустыльник, Статистические методы анализа и обработки наблюдений, М., Наука, 1968.
15. Ф. И. Лукацкая, Изменения блеска и цвета нестационарных звезд, Киев, Наукова думка, 1977.

Г. В. АБРАМЯН

МЕЖЗВЕЗДНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА 12 КРАСНЫХ СВЕРХГИГАНТОВ

1. Введение

Поляриметрическое исследование красных сверхгигантов затрудняется наличием в их излучении составляющей линейной поляризации межзвездного происхождения. В настоящее время межзвездная компонента линейной поляризации уверенно определена только для двух сверхгигантов— μ Сер и RW Сер [1,2], тогда как количество известных красных сверхгигантов с собственной поляризацией света по нашим данным составляет 39 [3].

В данной работе по результатам наших поляриметрических и UVV электрофотометрических наблюдений и по литературным данным, определена межзвездная составляющая линейной поляризации света 12 красных сверхгигантов и обсуждается вопрос связи изменений параметров собственной поляризации с изменениями блеска для 14 звезд указанного типа.

Для определения межзвездной поляризации света красных сверхгигантов разные авторы использовали различные методы [1, 2, 4, 5]. Мы отдали предпочтение методу, при котором по результатам поляриметрических и UVV электрофотометрических наблюдений близко расположенных к красному сверхгиганту окрестных звезд выводится межзвездная составляющая линейной поляризации красного сверхгиганта.

Поляриметрические (в полосе V системы UVV) и UVV электрофотометрические наблюдения отобранных звезд, расположенных в круге радиусом $\sim 1^\circ$ вокруг красных сверхгигантов, проводились в каскагеновском фокусе полуметрового телескопа АЗТ—14А Бюраканской астрофизической обсерватории в сентябре 1979 г. Техника и методика наших наблюдений описана в работе [3].

UVV фотометрия окрестных звезд проводилась дифференциальным способом, при котором блеск и цвета исследуемых звезд определяются относительно стандартных. В качестве стандартов использовались как звезды сравнений, так и контрольные звезды наших UVV наблюдений красных сверхгигантов, выполненные в 1973—1977 гг. UVV фотометрия стандартных звезд выполнена нами отдельно по методике Харди [6].

2. Межзвездная составляющая линейной поляризации света красных сверхгигантов

Case 23, WX Cas. Переменность параметров поляризации света этих двух звезд выявлена по результатам наших поляриметрических наблюдений [3, 7]. Для определения межзвездной составляющей поляризации света звезд *Case 23* и *WX Cas* использовались результаты

поляриметрических и UVV электрофотометрических наблюдений звезд
 разных спектральных классов, полученные Хилтнером [8]. Данные об
 этих окрестных звездах приведены в табл. 1 и 2 для Case 23 и WX Cas
 соответственно. Обозначения столбцов таблиц общепринятые. Значения
 степени поляризации, позиционного угла плоскости поляризации, блес-
 ка и цветов, а также спектральные классы приводятся согласно упомя-
 нутой работе Хилтнера, M_V и нормальные цвета здесь и далее приняты
 согласно работе Дютчмана, Дейвиса и Шильда [9]. Калибровка абсо-
 лютных величин и нормальных цветов, принятая этими авторами, в от-
 личие от Хилтнера, основывается на современных работах. Отношение
 $R = A_V / E_{B-V}$ для областей Case 23 и WX Cas принято равным 3.1 со-
 гласно работе [10]. Зависимость степени поляризации от общего визу-
 ального поглощения представлена на рис. 1 и 2 для областей Case 23 и
 WX Cas соответственно. На рис. 3 и 4 показаны положения и поляриза-
 ция окрестных звезд. Как видно из последних рисунков, разброс позици-
 онных углов в каждой области небольшой, что свидетельствует о при-
 сутствии в этих областях довольно регулярного магнитного поля. Этот
 факт дает основание считать, что позиционные углы плоскости меж-
 звездной поляризации света звезд Case 23 и WX Cas значительно не
 отличаются от средних значений позиционных углов плоскостей поля-
 ризации окрестных звезд каждой области. Степень межзвездной со-
 ставляющей поляризации можно определить из рис. 1 и 2, если из-
 вестны значения общего визуального поглощения света звезд Case 23
 и WX Cas. Для этой цели использовались значения $A_V = 3^m 21$ (Case
 23) и $A_V = 2^m 92$ (WX Cas), приведенные в работе Хемфри [11]. Пара-
 метры межзвездной составляющей поляризации света звезд Case 23 и
 WX Cas, определенные вышеуказанным способом, приведены в табл. 3.

Таблица 1

№	BD или H1	P%	θ°	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_0 - M_V$
1	H1 61	4.38	91	10.50	+0.53	-0.36	B2 III	-3.60	0.78	2.42	11.68
2	H1 62	4.61	96	11.04	+0.56	-0.26	B3 III	-3.10	0.78	2.42	11.72
3	+64° 83	5.07	96	8.79	+0.58	-0.35	B1 II	-5.00	0.83	2.57	11.25
4	H1 65	5.12	98	11.15	+0.51	-0.26	B3 IV	-2.50	0.73	2.26	11.39
5	+63° 97	6.82	98	8.50	+0.72	-0.16	B3 Ia	-6.80	0.94	2.91	12.39
6	+63° 102	7.14	102	10.00	+0.57	-0.41	B1 II	-5.00	0.82	2.54	12.46
7	H1 74	5.44	102	11.31	+0.45	-0.39	B2 V	-2.50	0.71	2.20	11.61
8	+63° 108	6.96	103	10.67	+0.68	-0.21	B3 III	-3.10	0.90	2.79	10.98
9	+64° 93	4.15	99	10.18	+0.45	-0.33	B2 III	-3.60	0.70	2.17	11.61
10	H1 78	5.16	98	11.06	+0.64	-0.25	B2 IV	-3.10	0.90	2.79	11.37
11	+64° 106	5.30	99	10.34	+0.69	-0.21	B1 V	-3.60	0.97	3.01	10.93

AZ Cas, V589 Cas = BD +60° 335. Собственная поляризация света
 этих двух сверхгигантов также обнаружена нами [3, 7]. Угловое
 расстояние между AZ Cas и V589 Cas составляет приблизительно один
 градус и оба они считаются членами ассоциации Cas OB8 [11], что и
 дало нам основание использовать одни и те же звезды для определения
 компоненты межзвездной поляризации света этих двух сверхгигантов.
 Список окрестных звезд с необходимыми данными приведен в табл. 4.
 Для первых 8 звезд приведены результаты наших поляриметрических и

№	BD или H1	P%	θ°	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_0 - M_V$
1	-60° 362	5.02	106	9.58	+0.64	-0.29	B2 II	-4.80	0.88	2.72	11.65
2	-60° 368	3.37	109	10.62	+0.61	-0.35	B1 III	-4.40	0.88	2.73	12.29
3	-61° 342	3.41	104	9.56	+0.44	-0.53	B0.5 II	-5.20	0.71	2.20	12.56
4	-59° 357	3.87	99	9.97	+0.47	-0.53	B0.5 IV	-4.40	0.77	2.39	11.98
5	-60° 369	3.67	103	9.28	+0.59	-0.29	B3 Ib	-5.70	0.77	2.39	12.59
6	H1 188	5.35	95	9.96	+0.43	-0.40	B1 V	-3.60	0.71	2.20	11.36
7	H1 190	7.74	102	11.17	+0.79	-0.26	B1 V	-3.60	1.07	3.32	11.45
8	+59° 364	5.21	97	8.04	+0.88	-0.37	A2 Ia	-7.50	0.95	2.95	12.59
9	-59° 367	4.98	99	9.77	+0.53	-0.52	O9.5 Ib	-5.80	0.79	2.45	13.12
10	H1 193	4.24	99	10.16	+0.75	-0.36	B1pe V	-3.60	1.03	3.19	10.57

Таблица 3

Название звезды	$q_M\%$	$u_M\%$	$p_M\%$	σ_M
Case 23	-5.96	-1.71	6.20	98
WX Cas	-4.91	-1.99	5.30	101

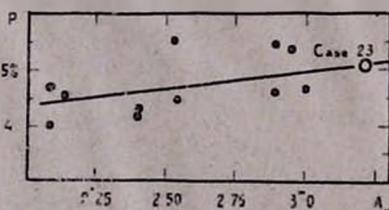


Рис. 1. Зависимость степени поляризации от общего поглощения в окрестности Case 23.

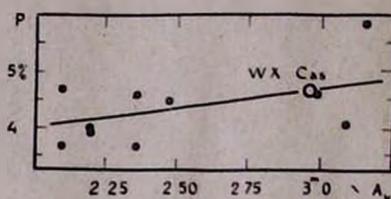


Рис. 2. Зависимость степени поляризации от поглощения в окрестности WX Cas.

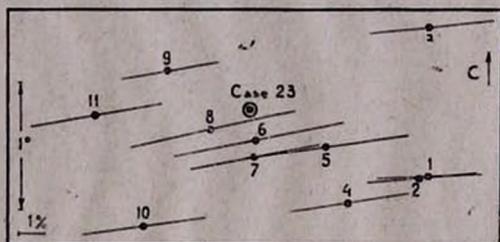


Рис. 3. Поляризация и расположение звезд в окрестности Case 23

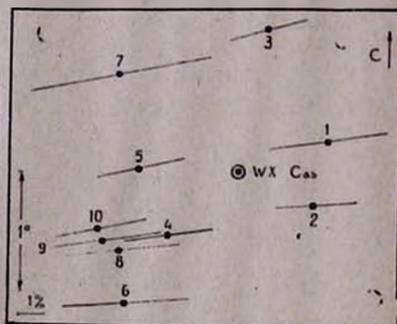


Рис. 4. Поляризация и расположение звезд в окрестности WX Cas

UVB электрофотометрических наблюдений, а для остальных—результаты Хилтнера [8]. Спектральная классификация звезд № 1—4 и 7 приводится по [12], звезд № 5 и 8—по [13], а для остальных—по Хилтнеру [8]. Значение R для области ассоциации Cas OB8 принято рав-

ным 3.1 согласно работе [10]. Расположение и поляризация окрестных звезд показаны на рис. 5, из которого видно, что межзвездная поляризация в этой области имеет хорошо выраженный упорядоченный характер. Зависимость степени поляризации, отношений q/A_V и u/A_V от общего визуального поглощения A_V показана на рис. 6 (q и u безразмерные параметры Стокса). Из двух нижних графиков этого рисунка видно, что в направлении AZ Cas и V589 Cas хорошо выделяются две области межзвездного поглощающего вещества. Ближайшая область, которая кончается на расстояниях, соответствующих $A_V = 2^m$, заметно деполаризует свет выходящей из второй—более удаленной области, что и приводит к искривлению линий зависимостей q/A_V и u/A_V от A_V .

Для выделения межзвездной составляющей поляризации света AZ Cas и V589 Cas из графиков, представленных на рис. 6, нужно определить общее визуальное поглощение света этих звезд. С этой целью была построена зависимость A_V от истинного модуля расстояния $V_0 - M_V$ для окрестных звезд. По этой зависимости, показанной на рис. 7, методом последовательных приближений находим, что $A_V = 2^m 30$ для AZ Cas и $A_V = 2^m 20$ для V589 Cas. Причем в первом приближении принято значение $A_V = R \times E_{B-V} = 2^m 56$ для AZ Cas и $A_V = R \times E_{B-V} = 2^m 45$ для V589 Cas по следующим соображениям. Звезда AZ Cas является двойной типа VV Сер. Согласно результатам наших UBV электрофотометрических наблюдений, красная компонента двойной системы AZ Cas во время затмения голубой компоненты, имела блеск $\bar{V} = 9^m 50$ и цвет $B - \bar{V} = +2^m 40$. По данным, приведенным Лии [14], красная компонента является звездой спектрального класса MO 1b. Принимая $M_V = -4^m 5$, $(B - V)_0 = +1^m 69$ и $R = 3.6$ для красной компоненты (по калибровочным данным Лии [14]), находим, что общее визуальное поглощение, определенное по избытку цвета, равно $2^m 56$. Это значение и использовалось как первое приближение для A_V .

В случае звезды V589 Cas было принято $\bar{V} = 8^m 96$, $B - \bar{V} = +2^m 41$ на основе результатов наших наблюдений [3], а $M_V = -4^m 5$, $(B - V)_0 = +1^m 73$ по калибровочным данным Лии [14] (согласно работе [15] звезда V589 Cas имеет спектральный класс M3.5 1b). Тогда A_V звезды V589 Cas, вычисленное по избытку цвета, получается равной $2^m 45$.

Используя определенные по окрестным звездам значения общего визуального поглощения $2^m 30$ для AZ Cas и $2^m 20$ для V589 Cas, из нижних графиков на рис. 7 находим следующие значения параметров межзвездной составляющей поляризации света этих звезд:

$$\begin{array}{ll} q_m = -3.77\% & P_m = 4.37\% \\ u_m = -2.21\% & \theta_m = 105^\circ \end{array} \quad \text{для AZ Cas,}$$

$$\begin{array}{ll} q_m = -3.52\% & P_m = 4.15\% \\ u_m = -2.20\% & \theta_m = 106^\circ \end{array} \quad \text{для V589 Cas.}$$

S Per. Звезда S Per принадлежит к группе красных сверхгигантов, входящих в состав ассоциации Per OB1. Переменность линейной поляризации света этого сверхгиганта открыли Дик и Дженингс [16].

Межзвездная составляющая поляризации света звезды S Per определялась с использованием поляриметрических, UBV фотометрических и спектральных данных о 13 звездах ранних спектральных классов из работы Хилтнера [8]. Список этих звезд приведен в табл. 5. Значение R для этой области принято равным 3.0 согласно работе Джонсона [17]. Картина поляризации окрестных звезд показана на рис. 8. Зави-

№	BD или H1	P%	σ°	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_o - M_V$
1	+60° 321	2.31	93	8.25	-1.46	+1.39	K2 III	0.80	0.30	0.93	6.52
2	+60° 351	4.61	105	9.11	-0.67	-0.23	B6 Iab	-6.35	0.70	2.33	13.13
3	+60° 336	5.39	101	9.09	-0.79	+0.08	B9 Iab	-6.25	0.81	2.51	12.83
4	+60° 337	5.61	96	9.95	-0.81	+0.49	A0 II	-3.25	0.87	2.70	10.15
5	+60° 349	3.24	101	10.52	-1.27	+0.87	G8 III	1.60	0.36	1.12	7.80
6	+60° 289	5.22	106	10.14	-0.54	-0.28	B2 II-III	-4.80	0.78	2.42	12.52
7	+60° 322	3.60	103	9.67	-0.57	-0.30	B2 III	-3.60	0.82	2.54	10.73
8	+60° 312	1.29	91	6.34	-0.01	-0.46	B5 Ib	-5.70	0.14	0.43	11.61
9	+59° 286	3.83	102	9.56	-0.30	-0.55	B1 III	-4.40	0.57	1.77	12.19
10	H1 146	3.09	104	10.37	-0.55	-0.27	B2 V	-2.50	0.81	2.51	10.36
11	+59° 296	3.73	97	8.67	-0.25	-0.54	B2 III	-3.60	0.50	1.55	10.72
12	+59° 297	2.86	98	8.52	-0.22	-0.69	B0.5 III	-4.70	0.50	1.55	11.67
13	H1 153	4.29	102	10.58	-0.62	-0.27	B3 II	-4.60	0.82	2.54	12.64
14	+60° 311	2.95	102	9.96	-0.28	-0.48	B2 III	-3.60	0.53	1.64	11.92
15	+62° 296	4.75	101	9.84	-0.54	-0.33	B1 IV	-4.00	0.82	2.54	11.39
16	+61° 312	5.16	110	9.22	-0.53	-0.41	B1 III	-4.40	0.80	2.48	11.14
17	+62° 297	4.75	100	9.14	-0.63	-0.36	B1 Ib	-5.70	0.86	2.67	12.17
18	+62° 300	3.55	108	9.96	-0.33	-0.54	B1 Vp	-3.60	0.61	1.89	11.67
19	+60° 331	5.30	98	8.95	-0.85	+0.08	B8 Iab	-6.40	0.89	2.76	12.59
20	H1 164	5.30	101	10.55	-0.66	-0.27	B1 II	-5.00	0.91	2.82	12.73
21	+60° 333	5.07	100	8.91	+0.77	-0.09	B5 Iab	-6.35	0.87	2.70	12.56
22	+60° 339	4.84	99	8.50	-0.66	-0.18	B6 Iab	-6.35	0.74	2.29	12.56
23	+60° 343	5.99	103	9.27	+0.59	-0.28	B2 II	-4.80	0.83	2.57	11.50
24	+62° 304	3.78	104	10.25	+0.47	-0.32	B3 III	-3.10	0.69	2.14	11.21
25	+60° 345	4.79	103	9.74	-0.59	-0.45	B1 II	-5.40	0.87	2.70	12.44
26	+59° 318	3.23	100	7.54	-0.44	-0.27	B8 Ia	-7.20	0.46	1.43	13.31

симость общего визуального поглощения от истинного модуля расстояния, построенная по данным табл. 5, приведена на рис. 9. А на рис. 10 представлена зависимость q/A_V и u/A_V от A_V . В предположении, что S Per входит в состав ассоциации Per OBI, определено общее визуальное поглощение ее света как среднее от соответствующих величин окрестных звезд, которое оказалось равным $2^m 20$. Из графика на рис. 10 с этим значением A_V получаем следующие параметры межзвездной компоненты линейной поляризации:

$$q_u = -2.42\% \quad P_u = 3.55\%$$

$$u_u = -2.60\% \quad \theta_u = 114^\circ.$$

Таблица 5

№	BD или H1	P%	σ°	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_o - M_V$
1	+56° 594	3.60	117	9.82	+0.33	-0.50	B1 V	-3.60	0.61	1.83	11.59
2	+58° 451	4.66	110	10.07	+0.52	-0.36	B1 III	-4.40	0.79	2.37	12.10
3	+58° 453	3.83	110	10.53	+0.45	-0.45	B1 V	-3.60	0.73	2.19	11.94
4	+56° 565	3.09	117	8.99	+0.51	-0.64	B1 V pe	-3.60	0.79	2.37	10.22
5	+58° 445	4.15	113	9.21	+0.41	-0.61	O5.5	-5.60	0.76	2.28	12.53
6	+57° 551	3.69	111	9.42	+0.40	-0.32	B3 V	-1.70	0.62	1.86	9.26
7	+56° 589	3.69	117	9.46	+0.41	-0.48	B1 III	-4.40	0.68	2.04	11.82
8	H1 298	3.96	114	10.56	+0.41	-0.44	B1 V	-3.60	0.69	2.07	12.09
9	H1 301	3.92	109	9.44	+0.43	-0.57	B0 IV	-4.80	0.75	2.25	11.99
10	+58° 461	3.23	115	9.76	+0.45	-0.51	B0.5 III	-4.70	0.72	2.16	12.30
11	+57° 559	3.50	115	9.89	+0.55	-0.42	B0.5 III	-4.70	0.82	2.49	12.10
12	H1 309	3.37	118	10.49	+0.43	-0.41	B2 IV	-3.10	0.69	2.07	11.52
13	+57° 568	3.60	117	7.17	-0.72	-0.28	B2 Ia	-6.80	0.89	2.67	11.30

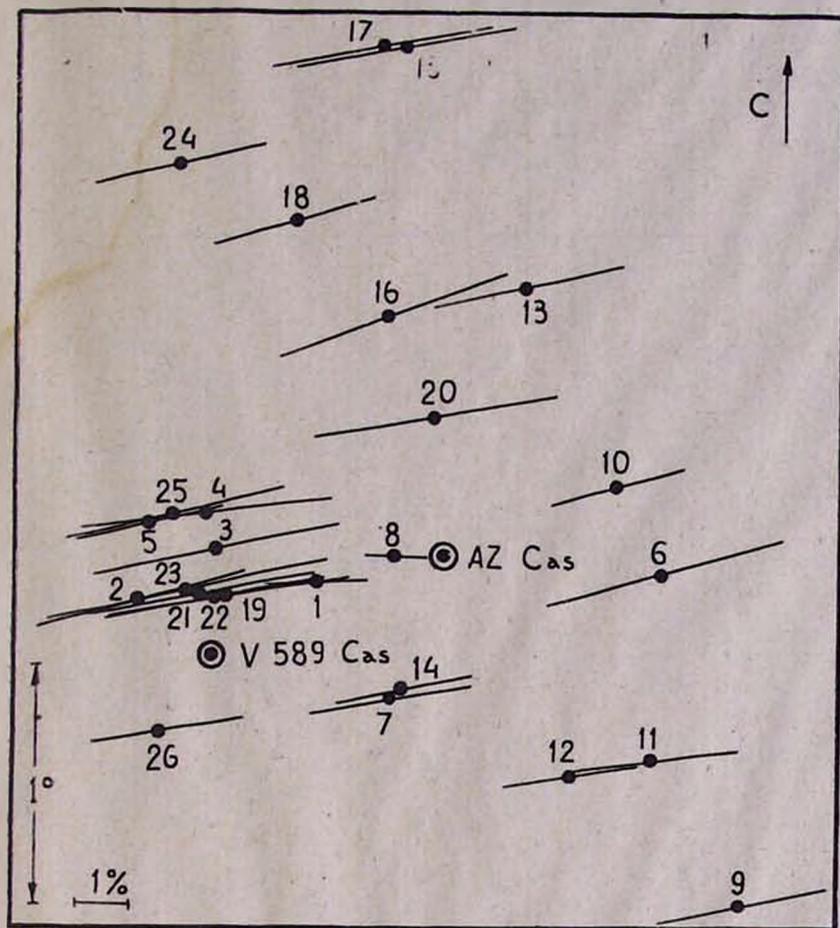


Рис. 5. Поляризация и расположение звезд в окрестности AZ Cas и V 589 Cas

$BD + 59^{\circ} 594$. Собственная линейная поляризация света звезды $BD + 59^{\circ} 594$ выявлена по результатам наших наблюдений [3].

При определении межзвездной компоненты поляризации света этого сверхгиганта, были использованы результаты наших поляриметрических наблюдений 9 звезд и данные о 3 звездах из работы Хилтнера [8]. Список окрестных звезд приведен в табл. 6. Спектральная двумерная классификация первых 9 звезд приводится согласно работе Р. А. Бартая [18], а остальных трех—по работе Хилтнера [8]. Общая картина поляризации в направлении звезды $BD + 59^{\circ} 594$ показана на рис. 11, а зависимости q/A_V и u/A_V от A_V приведены на рис. 12. Из этих рисунков видно, что разброс параметров поляризации не велик, что характерно для областей с однородным распределением поглощающего вещества и с регулярно-направленным галактическим магнитным полем. Общее визуальное поглощение $A_V = 2^m 80$ света звезды $BD + 59^{\circ} 594$ определено из рис. 13 методом последовательных приближений. В качестве первого приближения принято значение $A_V = R \times E_{B-V} = 3.1 \times$

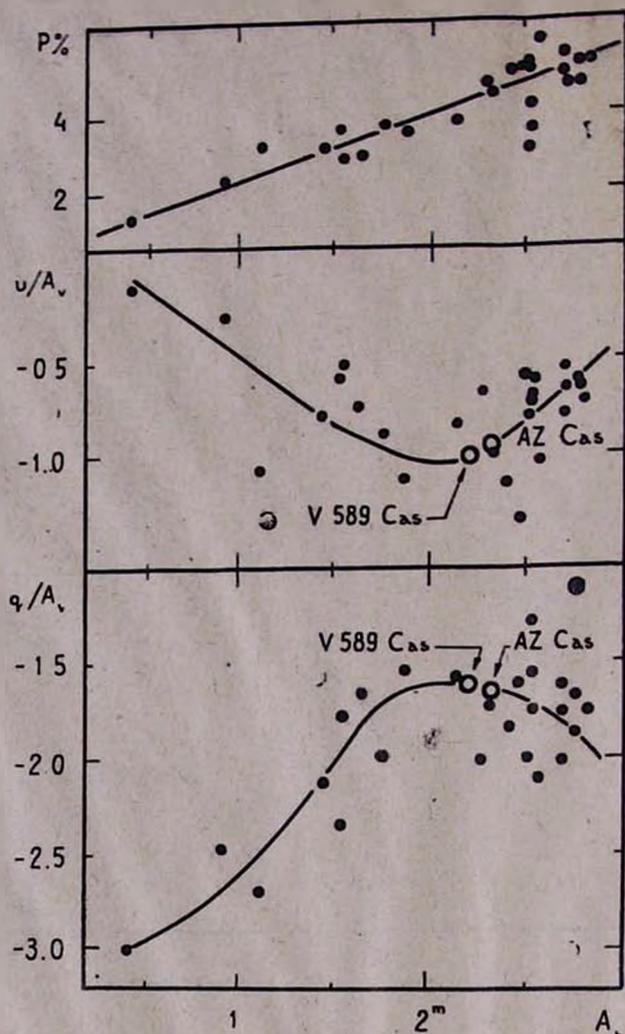


Рис. 6. Зависимость степени поляризации и отношений q/A_v и u/A_v от поглощения для области вокруг $AZ\ Cas$ и $V\ 589\ Cas$

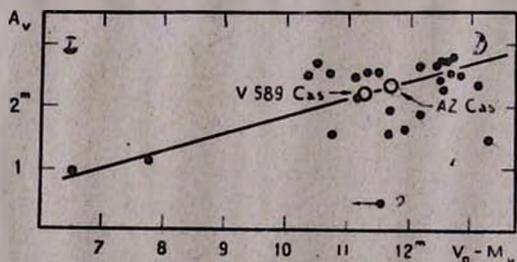


Рис. 7. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности $AZ\ Cas$ и $V\ 589\ Cas$

$\times 1^m 21 = 3^m 75$. Излучение звезды BD +59° 594 имеет следующие характеристики:

$$\begin{aligned} \bar{V} &= 8^m 98 & [3]; & & M_V &= -4^m 6 & [14]; & & Sp &= K5.6 \text{ Ib} & [15]. \\ \bar{B}-\bar{V} &= +2^m 81 & & & (B-V)_0 &= +1^m 6 & & & & & \end{aligned}$$

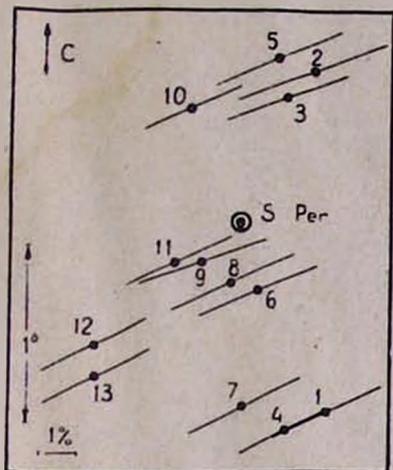


Рис. 8. Поляризация и расположение звезд в окрестности S Per

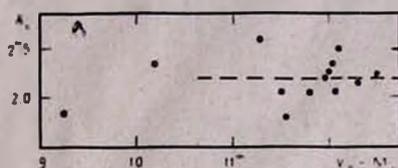


Рис. 9. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности S Per

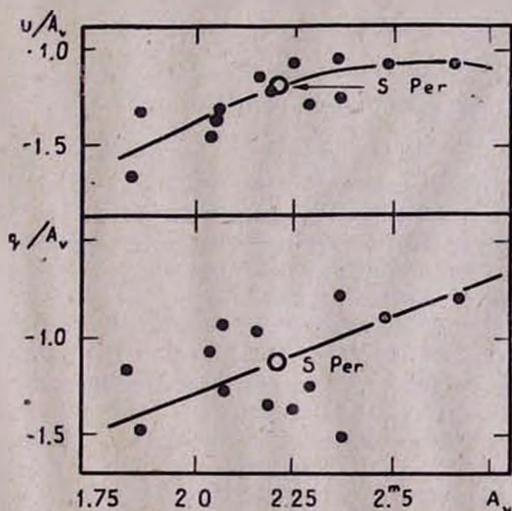


Рис. 10. Зависимость отношений q/A_v и u/A_v от поглощения для области вокруг S Per

Значение $R=3.1$ для области звезды BD +59° 594 было принято согласно [10].

По значению $A_v=2^m 80$ из рис. 12 получаем следующие параметры межзвездной составляющей поляризации света звезды BD +59° 594:

$q_{\alpha} = -3.70 \%$

$P_{\alpha} = 4.78 \%$

$u_{\alpha} = -3.02 \%$

$\theta_{\alpha} = 110^{\circ}$

Таблица 6

№	BD	P%	σ°	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_0 - M_V$
1	+59° 583	3.03	116	9.64	+0.29	+0.18	A0 V	1.00	0.31	0.96	8.68
2	-59° 588	1.10	115	7.26	+0.51	0.00	F5 III	1.70	0.09	0.28	5.28
3	-t0° 623	3.25	119	10.31	-0.38	+0.20	A1 V	1.30	0.37	1.15	7.86
4	+59° 590	2.82	116	9.24	+0.29	0.00	A0 IV	0.30	0.31	0.96	7.98
5	-59° 593	4.17	118	9.84	+0.41	-0.04	B8 III	-1.00	0.53	1.64	8.20
6	+60° 627	2.14	115	10.19	+0.58	+0.11	F3 V	3.27	0.21	0.65	6.27
7	-59° 596	2.27	115	9.94	+0.33	-0.03	B8 V	0.00	0.21	0.65	9.29
8	-59° 598	3.50	117	9.15	+0.44	-0.61	B9 V	0.50	0.52	1.61	7.54
9	—	4.14	122	10.96	+0.40	+0.06	B8 V	0.00	0.52	1.61	9.35
10	+59° 609	4.84	114	7.10	+0.51	-0.51	O9 IV	-4.90	0.83	2.57	9.43
11	+59° 611	5.12	104	8.86	-0.53	-0.43	B0.5 IV	-4.40	0.83	2.57	10.69
12	+59° 612	4.84	112	8.67	+0.66	-0.37	B1 V	-3.60	0.94	2.91	9.36

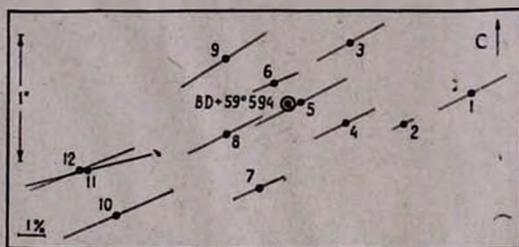


Рис. 11. Поляризация и расположение звезд в окрестности звезды BD +59° 594.

В1 Суг, ВС Суг. Собственную линейную поляризацию этих двух красных сверхгигантов открыл Серковский [19].

Угловое расстояние между *В1 Суг* и *ВС Суг* меньше одного градуса и оба они входят в состав ассоциации *Суг ОВ1* [11]. Область *Суг ОВ1* характеризуется значительной неоднородностью распределения межзвездного поглощающего вещества, что наглядно видно из рис. 14, на котором представлена зависимость A_V от истинного модуля расстояния для 18 звезд, расположенных вокруг *В1 Суг* и *ВС Суг*. Список этих окрестных звезд приведен в табл. 7. Поляриметрические и *UBV* электрофотометрические данные для 13 звезд из табл. 7 получены нами. Спектральные классы и классы светимостей этих звезд приводятся согласно [20]. Для остальных 5 звезд (отмеченных знаком *) использованы результаты Хилтнера [8]. Значение $R=3.4$, для области *Суг ОВ1* приняты согласно работе Джонсона [17]. Общая картина поляризации вокруг звезд *В1 Суг* и *ВС Суг* показана на рис. 15, из которого видно, что позиционные углы поляризации окрестных звезд сгруппированы вокруг значения 76° (пунктирная линия на рисунке).

Определение общего визуального поглощения света звезд *В1 Суг* и *ВС Суг* по окрестным звездам нецелесообразно из-за большого разброса их поглощений (рис. 14). Например, звезды № 12 и 15 имеют одинаковый модуль расстояния ($9^m 25$), тогда как их поглощения от-

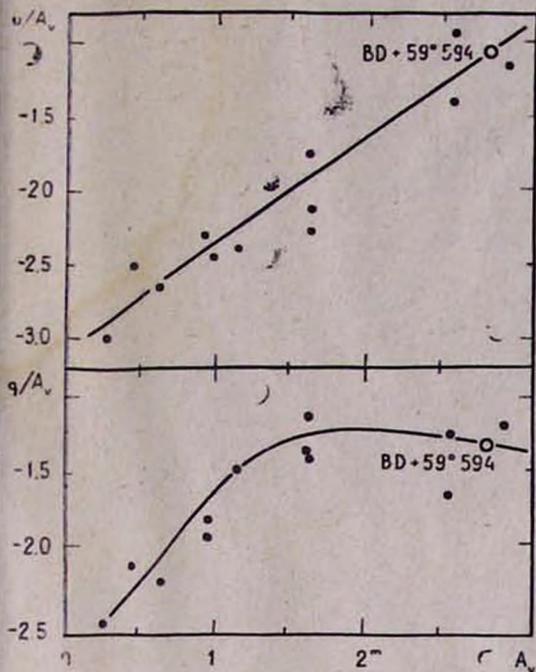


Рис. 12. Зависимость отношений q/A_v и u/A_v от поглощения для области вокруг звезды BD + 59° 594

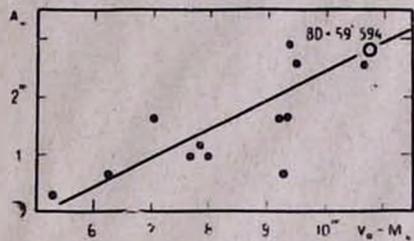


Рис. 13. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности BD + 59° 594

личаются на 3^m . Поэтому предпочтительно использовать значения A_v , полученные по избыткам цветов. Ошибки до 1^m в значениях A_v , связанные с присутствием околозвездного поглощающего вещества, при определении параметров межзвездной компоненты поляризации света звезд В1 Cyg и ВС Cyg не могут привести к большим ошибкам этих параметров, так как линии зависимостей q/A_v и u/A_v от A_v при значениях $A_v > 3^m$ почти горизонтальны (рис. 16). Значения A_v для звезд В1 Cyg и ВС Cyg принято принять равным $4^m 61$ и $5^m 44$ соответственно, согласно работе Хемфри [11]. По этим значениям из рис. 16 получаем следующие параметры межзвездной составляющей поляризации света этих двух звезд:

$q_m = -1.84 \%$	$P_m = 2.06 \%$	для В1 Cyg
$u_m = +0.92 \%$	$\theta_m = 77^\circ$	
$q_m = -2.18 \%$	$P_m = 2.43 \%$	для ВС Cyg.
$u_m = +1.09 \%$	$\theta_m = 77^\circ$	

RW Cyg. Собственная линейная поляризация света звезды *RW Cyg* обнаружена Е. Д. Арсенович [21].

Межзвездная составляющая поляризации света звезды *RW Cyg* получена по 7 окрестным звездам, приведенным в табл. 8. Поляризационные и *UBV* электрофотометрические данные пяти звезд из табл. 8 наши. Спектральные данные приводятся согласно работе [20]. Для

№	BD	P%	σ_0	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_0 - M_V$
1	+36° 3996	0.30	72	8.61	+0.05	-0.02	B9 V	0.50	0.13	0.44	7.87
2*	+36° 4001	1.38	102	9.68	+0.60	-0.32	B0.5 IV	-4.40	0.90	3.06	11.02
3*	+36° 4000	2.49	81	9.63	+0.81	-0.16	B0.5 Ia	-6.40	1.01	3.53	12.49
4*	+36° 4004	1.61	73	9.63	+0.90	-0.13	B0.5 III	-4.70	1.19	4.05	10.28
5	+37° 3889	0.17	78	8.65	-0.02	0.0	B8 III	-1.00	0.10	0.34	9.31
6	—	1.75	68	11.23	-0.67	-0.04	B3 III	-3.10	0.89	3.02	11.31
7	+36° 4017	0.32	81	9.17	-1.14	-1.03	K0 III	1.20	0.15	0.51	7.46
8*	+37° 389b	0.87	82	8.77	-0.72	-0.23	B0.11-III	-5.20	0.99	3.37	10.60
9*	+36° 4022	2.63	65	9.94	-0.83	-0.20	O9.5 II	-5.40	1.12	3.81	11.53
10	+36° 4027	0.15	66	8.78	-0.25	+0.15	A7 V	2.40	0.06	0.20	6.18
11	—	2.86	74	10.55	-1.18	+0.12	B0 III	-5.00	1.48	5.03	10.52
12	—	2.13	85	10.69	-0.89	-0.04	B2 V	-2.50	1.15	3.91	9.28
13	—	2.55	80	10.62	-1.06	+0.03	B0 III	-5.00	1.36	4.62	11.00
14	—	2.02	83	9.03	+1.18	+0.09	B0 I	-6.20	1.44	4.39	10.34
15	+36° 4049	0.97	88	8.59	+0.73	-0.15	B3 III	-3.10	0.95	3.23	8.46
16	+36° 4048	2.90	54	9.66	-1.27	-0.21	B0.1b	-5.80	1.53	5.20	10.26
17	+36° 4051	0.81	59	6.80	+0.14	-0.15	B5 V	-1.00	0.32	1.09	6.71
18	+37° 3899	0.46	75	9.57	+1.47	+1.61	K3 III	0.60	0.19	0.65	8.32

двух звезд (отмеченных знаком *) использованы результаты Хилтнера [8]. Отношение $R = A_V / E_{B-V}$ для области RW Cyg принято равным 3.4 согласно [17].

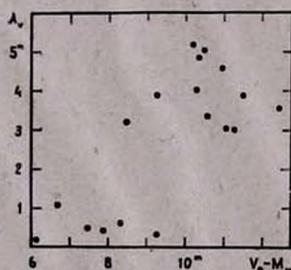


Рис. 14. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности BC Cyg и BI Cyg.

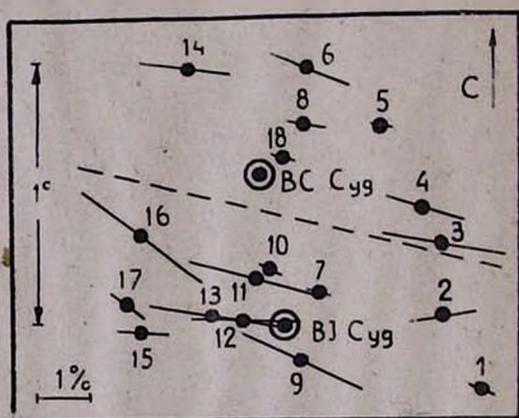


Рис. 15. Поляризация и расположение звезд в окрестности BC Cyg и BI Cyg.

Расположение и поляризация окрестных звезд показаны на рис. 17, а на рис. 18 приведена зависимость A_V от истинного модуля расстояния. Из рис. 18 видно, что определение A_V звезды RW Cyg по окрестным звездам нецелесообразно из-за большого разброса. Поэтому использовалось значение $A_V = 4^m07$, приводимое Хемфри [11]. По графикам зависимостей q/A_V и u/A_V от A_V (рис. 19) со значением $A_V = 4^m07$ получаем следующие параметры межзвездной составляющей поляризации света звезды RW Cyg:

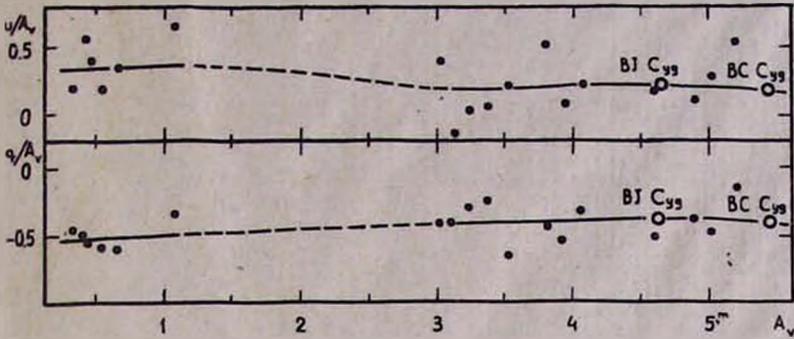


Рис. 16. Зависимость отношений q/A_V и u/A_V от поглощения для области вокруг звезд BC Cyg и BI Cyg

$$q_m = +1.55 \% \quad P_m = 1.65 \% \\ u_m = -0.57 \% \quad \theta_m = 170^\circ$$

Таблица 8

№	BD	P%	θ°	V	B-V	U-B	S p	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_0 - M_V$
1	+39° 4166	0.96	78	7.85	-0.02	-0.30	B8 III	-1.00	0.10	0.34	8.51
2	+39° 4169	2.27	78	9.80	+0.46	-0.39	B3 III	-3.10	0.68	2.31	10.59
3	+39° 4178	1.35	75	7.55	-0.01	-0.39	B5 V	-1.00	0.17	0.58	7.97
4	—	1.57	78	11.21	+0.73	+0.08	B9 III	0.50	0.81	2.75	7.96
5*	+40° 4179	0.92	20	9.65	+0.57	-0.43	O8 V	-5.00	0.90	3.06	11.59
6*	+40° 4185	0.69	158	9.82	+0.84	-0.16	B0 V	-4.20	1.16	3.94	10.08
7	+39° 4214	1.25	77	9.08	+0.14	+0.04	A0 IV	0.30	1.16	0.54	8.24

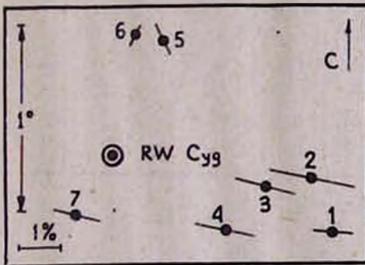


Рис. 17. Поляризация и расположение звезд в окрестности RW Cyg

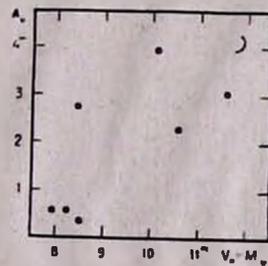


Рис. 18. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности RW Cyg

ST Cep. Переменность поляризации света звезды ST Cep открыл К. А. Григорян [22]. Межзвездная компонента поляризации света ST Cep вычислена по 12 окрестным звездам, приведенным в табл. 9. Измерения линейной поляризации, блеска и цветов 6 звезд выполнены нами. Для них спектральные классы приводятся согласно работе [23].

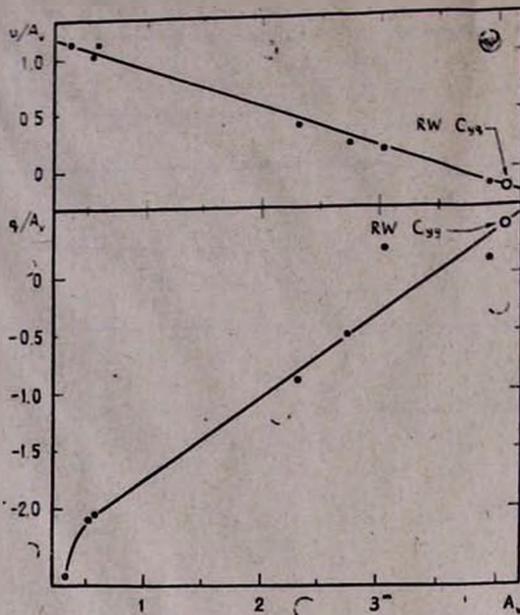


Рис. 19. Зависимость отношений q/A_v и u/A_v от общего поглощения для области вокруг RW Cyg

Звезды, отмеченные знаком * в табл. 9, приводятся из работы Хилтнера [8]. Поляризация окрестных звезд показана на рис. 20, из которого видно, что позиционные углы плоскости поляризации распределены довольно регулярно. Зависимость степени поляризации, отношений q/A_v и u/A_v от общего визуального поглощения показана на рис. 21. Из верхнего графика рис. 21 видно, что в направлении ST Cer (как и в случае звезды AZ Cas) расположены две области поглощающего вещества с разными поляризационными свойствами. Ближе находящаяся к наблюдателю область значительно деполаризует свет, выходящий из более удаленной области.

Зависимость общего визуального поглощения от истинного модуля расстояния показана на рис. 22. Поглощения окрестных звезд вычислены со значением $R=3.0$ [17]. Из рис. 22 методом последовательных приближений получаем $A_v=2^m05$ для звезды ST Cer. В качестве первого приближения было принято значение $A_v=R \times E_{B-V} = 3.6 \times 0^m70 = 2^m72$, вычисленное по следующим параметрам звезды ST Cer:

$$\begin{aligned} \overline{V} &= 8^m07 & [3]; & & M_V &= -6^m6 & [14]; & & Sp &= M2.6 \text{ Ia} & [15]. \\ \overline{B-V} &= +2^m43 & & & (B-V)_0 &= +1^m73 & & & & & \end{aligned}$$

Со значением $A_v=2^m05$ из двух нижних графиков рис. 21 получаем следующие параметры межзвездной составляющей поляризации света звезды ST Cer:

$$\begin{aligned} q_m &= -1.84 \% & P_m &= 3.78 \% \\ u_m &= +3.28 \% & \theta_m &= 60^\circ. \end{aligned}$$

Таблица 9

№	BD, HD или H ₁	P%	θ°	V	B-V	U-B	Sp	M _V	E _{B-V}	A _V	V ₀ -M _V
1*	+55° 2748	3.37	53	9.96	+0.44	-0.52	B0.5 V	-3.90	0.74	2.22	11.64
2	212985	0.53	52	8.42	+0.16	+0.13	A0 III	0.10	0.18	0.54	7.18
3	+55° 2756	3.45	58	9.36	+0.33	-0.49	B2 III	-3.60	0.53	1.59	12.37
4	+56° 2787	1.81	55	8.39	+1.94	+2.26	K7 II	-2.30	0.37	1.11	9.58
5	+55° 2757	3.44	61	9.80	+0.53	-0.39	B1 III	-4.40	0.80	2.40	11.80
6	+56° 2792	1.65	60	10.12	+0.27	+0.09	B9 V	0.50	0.35	1.05	8.57
7*	+56° 2794	3.09	56	6.65	+0.56	+0.24	A3 I a	-7.60	0.48	1.44	12.81
8*	H ₁ 1140	1.57	62	9.89	+0.60	-0.39	B0 IV	-4.80	0.92	2.76	11.93
9*	H ₁ 1137	2.21	59	10.49	+0.56	-0.47	B0.5 III	-4.70	0.84	2.52	12.67
10*	+55° 2770	3.23	61	10.10	+0.37	-0.54	B1.5 II	-5.20	0.62	1.86	13.44
11*	+55° 2771	3.46	63	9.70	+0.48	-0.54	B1 IV	-4.00	0.76	2.28	11.42
12	+56° 2808	0.97	51	9.37	+0.16	-0.18	B9 V	0.50	0.24	0.72	8.15

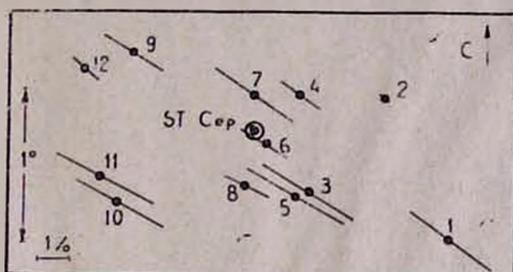


Рис. 20. Поляризация и расположение звезд в окрестности ST Cep

PZ Cas. Переменность поляризации света этой звезды выявлена нами [3]. Межзвездная составляющая поляризации света звезды *PZ Cas* определяется по 17 окрестным звездам (табл. 10). Измерения поляризации, блеска и цветов 11 звезд из табл. 10 выполнены нами. Для остальных приведены результаты Хилтнера [8] (эти звезды в табл. 10 отмечены знаком *). Спектральные классы и классы светимостей приводятся согласно работе Р. А. Бартая [18] (кроме звезд, отмеченных знаком *; для них приведены данные из [8]). Как видно из табл. 10 и из рис. 23 (где показана общая картина поляризации), позиционные углы плоскости поляризации окрестных звезд с незначительным разбросом сгруппированы вокруг значения 70°.

Зависимость A_V ($R=3.0$ [10]) от V_0-M_V показана на рис. 24, из которого методом последовательных приближений определяем $A_V = 2^m 50$ для звезды *PZ Cas*. В качестве первого приближения принято значение $A_V = R \times E_{B-V} = 3.6 \times 0^m 88 = 3^m 17$. При этом, исходили из следующих характеристик звезды *PZ Cas*:

$$\begin{aligned} \bar{V} &= 8^m 93 & M_V &= -6^m 6 & [14]; & Sp &= M2.8 \text{ Ia} & [15]. \\ \overline{B-V} &= +2^m 61 & [3]; & (B-V)_0 &= +1^m 73 \end{aligned}$$

Со значением $A_V = 2^m 50$ по графикам зависимостей q/A_V и u/A_V

от A_V (рис. 25), находим следующие параметры межзвездной поляризации света звезды PZ Cas:

$$\begin{aligned} q_M &= -1.60 \% & P_M &= 1.63 \% \\ u_M &= +0.35 \% & \theta_M &= 84^\circ. \end{aligned}$$

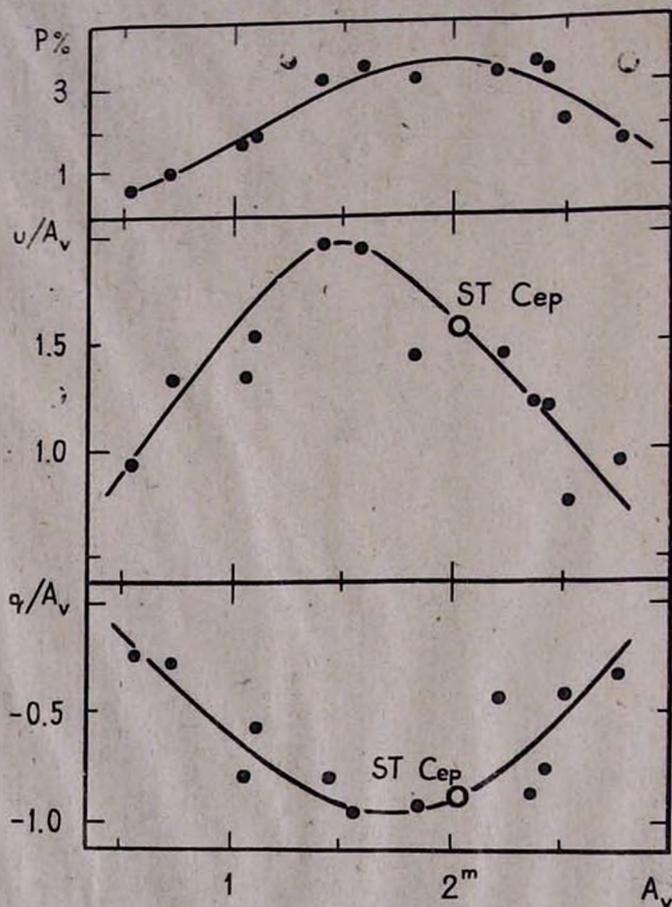


Рис. 21. Зависимость степени поляризации и отношений q/A_V и u/A_V от поглощения в области вокруг ST Cep

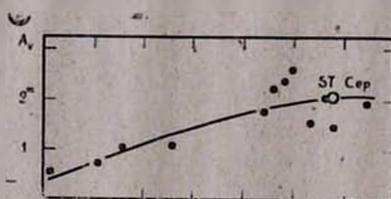


Рис. 22. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности ST Cep

Таблица 10

№	BD или H _I	P%	θ°	V	B-V	U-B	Sp	M _V	E _{B-V}	A _V	V ₀ -M _V
1	+61° 2489	1.83	78	10.39	+0.16	-0.21	B9 III	-0.40	0.24	0.74	10.05
2	+61° 2492	1.50	77	9.15	+0.11	-0.03	B8 IV	-0.70	0.23	0.71	9.14
3	+61° 2494	2.65	71	10.00	+0.53	-0.48	B8 II	-3.75	0.63	1.95	11.80
4	—	1.58	77	10.36	+0.20	-0.06	B9 III	-0.40	0.28	0.87	9.89
5	+61° 2495	1.64	74	9.89	+0.33	+0.21	A3 IV	1.20	0.25	0.78	7.91
6	+61° 2496	1.84	77	9.49	+0.21	-0.01	B9 III	-0.40	0.29	0.90	8.99
7	-60° 2604	2.09	78	9.67	+0.21	-0.06	B9 III	-0.40	0.29	0.90	9.17
8	-60° 2608	1.62	74	8.77	+0.10	-0.35	B8 V	0.00	0.22	0.68	8.09
9	—	2.99	79	10.13	+0.39	-0.30	B5 III	-2.20	0.57	1.77	10.56
10	+61° 2509	2.21	77	8.42	+0.46	-0.55	B0.5 Ib	-5.75	0.70	2.17	12.00
11	H _I 1226	2.86	62	9.78	+0.53	-0.45	B0.5 IV	-4.40	0.83	2.57	11.61
12	+61° 2508	1.77	74	9.30	+0.31	+0.20	A1 III	0.50	0.30	0.93	7.87
13	+60° 2615	1.38	70	9.10	+0.60	-0.40	B0.5 Ib	-5.75	0.85	2.64	12.21
14	+61° 2515	2.81	84	9.95	+0.43	-0.51	B0.5 V	-3.90	0.73	2.26	11.59
15	+61° 2526	1.11	90	8.77	+0.39	-0.50	B2 Ib	-5.70	0.60	1.86	12.61
16	+61° 2529	1.57	88	8.65	+0.53	-0.47	B1 Ib	-5.70	0.76	2.36	11.99
17	+61° 2533	1.20	54	5.42	+0.66	-0.01	A3 Ia	-7.60	0.74	1.29	10.73

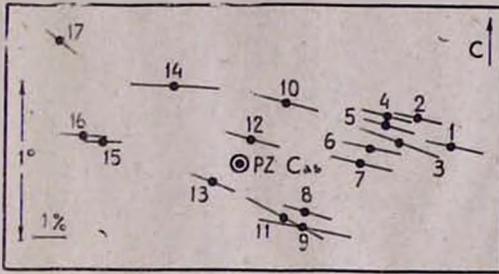


Рис. 23. Поляризация и расположение звезд в окрестности PZ Cas

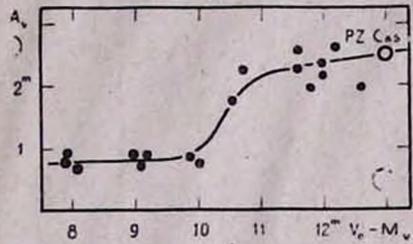


Рис. 24. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности PZ Cas

TZ Cas. О возможности существования собственной линейной поляризации в излучении TZ Cas сообщила Е. Д. Арсенович [21]. Результаты наших поляриметрических наблюдений тоже показывали наличие значительных изменений в поляризации света звезды TZ Cas [3].

Межзвездная составляющая поляризации света звезды TZ Cas выявлялась с помощью восьми окрестных звезд (табл. 11). Поляризационные и фотометрические данные пяти звезд получены нами. Спектральная классификация этих звезд приводится согласно [23]. Остальные три звезды (отмеченные знаком *) приводятся из работы Хилтнера [8].

Методика определения параметров межзвездной составляющей поляризации света звезды TZ Cas та же самая, что и в случае PZ Cas.

Соответствующие графики приведены на рис. 27 и 28. На рис. 26 показана картина поляризации вокруг TZ Cas. Параметры излучения TZ Cas следующие:

$$\begin{aligned} \bar{V} &= 9^m 23 & M_V &= -5^m 8 & Sp &= M2.6 \text{ Ia} & [15] \\ \bar{B-V} &= +2^m 59 & (B-V)_0 &= +1^m 53 & A_V &= 2^m 70 & (\text{из рис. 28}). \end{aligned} \quad [3]; \quad [14];$$

Для параметров межзвездной составляющей поляризации света звезды TZ Cas получены следующие значения:

$$q_m = -2.78 \% \quad P_m = 4.30 \% \\ u_m = +3.29 \% \quad \theta_m = 65^\circ.$$

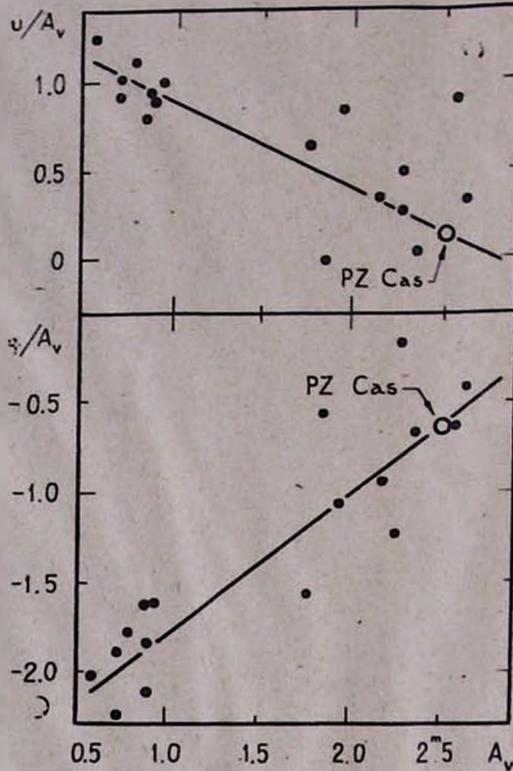


Рис. 25. Зависимость отношений q/A_V и u/A_V от поглощения для области вокруг PZ Cas

Таблица 11

№	BD или HD	P%	θ°	V	B-V	U-B	Sp	M_V	E_{B-V}	A_V	$V_0 - M_V$
1	+59° 2780	1.90	64	10.21	+0.46	+0.22	A2 IV	1.00	0.41	1.27	7.94
2	2235 ⁸⁰	1.37	53	9.13	+0.37	+0.16	A2 V	1.60	0.32	0.99	6.54
3*	+61° 2562	3.73	67	7.17	+0.71	-0.22	B3 1 a	-6.80	0.83	2.57	11.40
4*	+60° 2637	2.54	70	7.54	+0.51	-0.49	B1.5 1 b	-5.70	0.73	2.26	10.98
5*	+60° 2636	3.09	80	6.91	+0.71	-0.05	A0 1 a	-7.10	0.70	2.17	11.84
6	+59° 2788	1.48	65	9.19	+0.26	-0.14	B8 IV	-0.70	0.38	1.18	8.71
7	+59° 2787	2.27	75	10.30	+0.52	+0.10	A1 IV	0.70	0.51	1.58	8.02
8	+60° 2638	1.36	59	9.40	+0.39	+0.20	A2 IV	1.00	0.34	1.05	7.35

3. Собственная линейная поляризация света 14 красных сверхгигантов

Полученные выше параметры межзвездной составляющей поляризации вычитались из наблюдаемых нами значений параметров поляри-

Таблица 12

JD 244	P _V %	U _V ⁰	V				
1	2	3	4	1	2	3	4
Case 23							
2254.61	3.2	144	10.99	2339.65	1.1	174	9.31
2274.60	6.6	141	11.00	2344.56	1.4	174	9.28
2278.58	3.9	136	10.94	2374.43	0.1	151	9.28
2309.47	4.8	149	10.84	2397.46	1.0	5	9.20
2315.60	3.6	139	10.81	2427.40	0.2	41	9.25
2331.53	3.9	143	10.84	2630.59	1.0	12	9.26
2337.60	4.3	142	10.84	2635.57	0.7	149	9.28
2343.48	5.1	142	10.84	2662.60	0.7	111	9.43
2361.44	5.6	134	10.81	2698.58	0.8	110	9.47
2397.42	3.3	142	10.67	2745.44	0.5	46	9.30
2427.36	5.7	151	10.73	3002.64	0.6	173	9.23
2609.59	5.6	136	10.69	3018.59	0.8	162	9.20
2628.61	3.3	143	10.70	3050.52	0.8	61	9.23
2634.50	4.7	126	10.73	3095.42	0.8	174	9.25
2658.61	3.9	133	10.76				
2692.56	4.0	124	10.78	V 589 Cas			
2720.38	2.8	105	10.70	2255.64	2.6	171	9.03
2986.63	3.3	118	10.76	2273.62	0.3	157	9.07
2989.60	3.5	115	10.74	2311.53	0.9	53	9.13
3011.55	5.2	127	10.78	2334.50	2.0	164	8.91
3014.56	3.4	112	10.77	2339.65	0.5	31	8.89
3017.58	3.8	120	10.78	2344.55	0.7	26	8.75
3024.60	5.6	134	10.78	2374.40	1.2	179	8.76
3052.58	3.1	142	10.71	2397.47	2.0	172	8.97
3095.38	3.4	138	10.69	2427.40	1.5	172	9.10
				2630.58	1.1	145	8.89
				2635.56	0.6	90	9.15
				2662.60	0.7	120	8.91
				2698.58	0.5	84	8.80
				2745.44	0.9	62	8.89
				3002.62	0.6	91	9.08
				3018.58	0.7	84	9.07
				3050.51	1.3	75	8.91
				3095.42	0.6	66	9.04
				S Per			
				1950.60	5.2	147	10.29
				1978.62	4.8	149	10.18
				1990.60	8.3	151	10.16
				2275.66	1.8	136	9.22
				2310.61	0.4	159	8.81
				2333.66	2.5	147	8.63
				2340.49	0.8	177	8.70
				2345.67	1.7	164	8.58
				2425.47	3.1	6	8.69
				2476.35	3.1	147	8.66
				2631.65	1.5	158	9.26
				2662.67	3.0	136	9.55
				2698.64	3.5	151	9.95
				2720.50	2.0	138	10.25
				2830.34	0.9	10	11.33
				3013.61	2.4	164	10.35
				3018.60	3.2	145	10.32
				3050.54	2.0	141	10.08
				3098.44	1.6	1	9.68
WX Cas							
2310.49	1.0	38	9.96				
2333.59	1.8	31	10.01				
2338.60	0.9	29	10.04				
2343.56	1.7	29	10.04				
2374.47	1.7	22	9.98				
2425.37	2.0	29	10.00				
2480.34	1.5	25	9.99				
2630.00	1.7	20	10.01				
2635.60	1.9	20	10.05				
2662.62	0.8	39	10.01				
2691.60	1.0	0	10.04				
2714.58	2.1	5	10.03				
2753.44	1.9	20	10.06				
3012.66	1.4	11	10.06				
3019.58	1.6	58	10.08				
3051.59	1.9	17	10.03				
3098.42	1.7	3	9.99				
3189.31	1.9	23	10.03				
AZ Cas							
1931.59	1.8	177	9.25				
1948.63	2.2	174	9.25				
1978.50	1.7	175	9.26				
1983.51	2.6	152	9.29				
2255.62	2.5	139	9.23				
2273.60	1.6	116	9.23				
2311.51	0.3	35	9.23				
2334.51	0	33	9.29				

1	2	3	4
BD-59^o 594			
2310.54	1.0	146	8.84
2333.62	0.8	170	8.89
2338.69	1.1	161	8.89
2343.66	1.7	177	8.87
2374.53	0.9	166	8.89
2397.53	1.6	176	8.84
2429.43	1.5	176	8.80
2669.61	1.2	164	9.20
2698.69	1.1	25	9.17
2720.58	1.2	161	9.02
2755.51	1.8	3	8.92
3019.66	1.8	143	9.23
3050.65	1.9	151	9.27
3100.51	1.6	141	8.85
BI Cyg			
1931.55	1.9	98	8.88
1946.39	1.6	71	8.82
1949.40	1.9	77	8.77
1955.38	1.9	75	8.76
1978.34	1.8	84	8.77
2216.58	2.8	119	9.40
2240.47	3.7	160	9.48
2245.49	1.5	107	9.45
2251.42	2.6	98	9.49
2253.50	2.5	109	9.45
2272.50	2.2	102	9.48
2275.36	3.3	114	9.49
2311.38	1.9	96	9.50
2333.40	2.2	106	9.46
2339.41	1.9	106	9.50
2398.30	1.9	109	9.46
2567.59	1.2	106	8.83
2604.55	0.5	78	8.90
2607.44	0.4	109	8.89
2627.45	0.7	127	9.00
2630.49	0.6	118	9.03
2635.44	1.0	94	9.05
2656.43	1.0	87	9.16
2692.35	1.1	80	9.16
2721.34	1.1	121	9.12
2934.51	0.5	102	9.35
2965.54	1.2	119	9.46
2985.44	0.8	143	9.50
2989.50	2.0	109	9.52
3011.40	1.9	111	9.67
3014.45	1.1	102	9.67
3017.47	1.4	98	9.69
3052.42	2.0	79	9.67
3095.31	3.0	47	9.40
RW Cyg			
1926.49	3.3	103	8.32
1931.50	1.5	114	8.36
1946.47	1.4	116	8.39
1949.45	2.2	123	8.42
1955.42	2.3	115	8.42
1978.37	1.9	118	8.47
2212.53	0.5	73	8.42
2216.44	0.4	130	8.37

1	2	3	3
2245.47	0.6	5	8.50
2251.40	0.9	100	8.39
2254.44	0.5	161	8.39
2272.54	1.5	70	8.39
2276.39	1.2	67	8.40
2310.39	2.1	71	8.40
2333.42	3.0	63	8.53
2349.42	2.6	67	8.48
2570.54	2.0	94	8.76
2605.54	1.8	92	8.92
2608.50	2.6	91	8.92
2622.52	2.5	93	9.05
2629.44	2.6	88	9.05
2634.41	3.1	95	9.10
2653.41	2.8	94	9.17
2692.39	2.9	102	9.07
2720.31	1.9	103	8.85
2934.57	2.4	96	8.71
2965.57	2.7	104	8.73
2986.46	3.2	104	8.60
2987.44	3.3	102	8.59
2990.52	3.1	102	8.58
3012.44	3.5	107	8.53
3019.41	3.5	105	8.54
3051.36	3.1	114	8.66
3098.31	2.3	119	8.83
ST Cep			
1920.41	2.1	135	7.82
1922.57	1.5	157	7.82
1924.50	1.8	148	7.88
1932.51	2.1	145	7.86
1947.49	1.7	152	7.95
1951.33	2.0	139	7.97
1974.35	1.6	140	8.07
1983.35	2.2	138	8.11
2218.53	0.2	68	8.13
2244.48	0.7	157	8.07
2248.53	0.8	156	8.04
2252.60	0.7	148	8.05
2270.48	0.9	155	7.98
2275.48	1.4	159	7.93
2310.43	2.7	155	7.79
2333.49	2.2	154	7.75
2338.49	2.6	154	7.76
2344.46	2.0	150	7.78
2399.40	1.3	147	8.00
2607.50	0.8	106	7.91
2627.53	0.7	153	7.95
2631.47	1.0	137	7.96
2638.51	1.4	151	8.01
2662.41	1.3	139	8.15
2692.43	0.8	145	8.36
2721.44	1.5	125	8.52
2965.61	1.2	160	8.12
2986.48	1.0	149	8.29
2989.57	0.7	177	8.31
3011.47	1.3	143	8.41
3014.52	1.2	161	8.43
3017.55	1.1	138	8.43
3024.56	0.9	149	8.43
3052.54	1.2	145	8.38
3099.30	1.2	137	8.12

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	1	2	3	4
PZ Cas				3014.54	3.0	134	9.93
1930.52	2.9	122	9.45	3017.57	3.2	129	9.90
1948.51	3.2	124	9.53	3024.59	2.5	113	9.88
1951.40	2.5	129	9.60	3052.57	4.3	128	9.68
1974.42	2.8	126	9.63	3098.37	3.5	126	9.42
1983.43	2.7	127	9.68	μ Cep			
2227.53	2.8	112	8.85	1919.40	1.9	137	3.76
2245.59	2.1	119	9.75	1922.38	1.8	136	3.86
2250.61	1.9	114	8.69	1923.43	1.9	137	3.85
2253.60	2.8	115	8.71	1924.38	1.7	137	3.87
2272.49	2.5	126	8.62	1930.44	1.8	136	3.88
2275.60	2.1	117	8.66	1946.33	1.8	139	3.81
2312.49	1.9	105	8.64	1949.41	1.6	137	3.82
2335.46	2.5	102	8.59	1955.46	1.7	135	3.81
2339.56	1.8	113	8.57	1978.40	1.6	136	3.79
2344.52	2.0	104	8.65	1983.38	1.7	136	3.79
2398.39	1.7	100	8.60	2217.58	0.6	167	3.64
2429.35	2.4	72	—	2240.55	0.4	43	3.67
2608.60	1.4	129	8.57	2246.50	0.7	6	3.71
2627.60	1.1	146	8.66	2251.63	0.6	1	3.70
2631.55	1.2	110	8.68	2254.49	0.8	179	3.70
2638.60	1.7	108	8.68	2273.46	0.9	44	3.73
2667.51	0.8	100	8.79	2276.44	0.8	164	3.77
2691.46	1.3	109	8.92	2311.42	0.6	9	3.82
2714.44	1.3	109	8.93	2333.46	1.0	14	3.85
2746.41	0.7	101	8.98	2338.48	1.0	14	3.85
2986.58	1.9	117	9.19	2346.44	1.3	10	3.89
2987.60	2.4	104	9.24	2368.36	0.7	19	3.83
3011.56	2.4	102	9.11	2399.32	1.6	2	3.87
3013.53	3.0	108	9.07	2427.29	1.2	9	3.86
3019.48	2.2	117	9.07	2567.64	2.6	5	4.00
3051.45	1.8	119	8.97	2606.49	1.5	13	3.91
3092.33	2.3	135	8.77	2612.56	1.2	8	3.91
TZ Cas				2622.53	1.5	7	3.86
1930.57	6.3	122	9.19	2629.46	1.1	5	3.84
1948.58	4.6	128	9.26	2634.44	1.0	11	3.83
1951.54	5.0	133	9.31	2655.50	1.0	12	3.75
1975.33	4.2	118	9.43	2691.43	0.9	177	3.64
1983.47	4.5	125	9.47	2720.32	0.7	6	3.64
2227.57	4.8	136	9.00	2754.31	0.7	178	3.61
2245.61	3.8	131	9.11	2799.28	0.8	13	3.62
2251.60	3.7	131	9.10	2934.62	0.9	148	3.52
2254.55	4.1	127	9.10	2954.61	0.7	153	3.52
2273.52	4.2	131	9.13	2982.55	0.8	153	3.54
2276.50	4.0	133	9.13	2988.54	0.8	142	3.54
2309.44	3.2	126	8.98	2991.48	0.7	141	3.54
2331.47	3.8	131	8.93	3013.46	0.9	127	3.54
2338.55	4.1	130	8.90	3017.52	0.8	129	3.57
2345.46	4.3	125	8.90	3024.53	0.8	131	3.59
2398.42	3.4	124	8.97	3052.48	0.9	124	3.71
2430.34	3.2	135	9.10	3082.42	0.8	160	3.77
2609.56	3.2	138	8.84	3095.33	0.7	152	3.69
2628.55	3.1	142	8.71	RW Cep			
2631.53	3.2	138	8.68	1920.50	1.5	143	6.62
2638.58	2.9	122	8.70	1922.47	1.4	154	6.63
2662.56	2.8	125	8.70	1924.42	1.3	154	6.63
2698.53	3.0	119	8.88	1932.56	1.3	150	6.63
2745.34	3.2	121	9.31	1947.39	1.1	167	6.64
2986.60	3.0	133	9.96	1950.37	1.1	159	6.65
2989.60	2.5	131	9.98	1955.56	1.0	155	6.66
3011.50	2.5	121	9.91				

1	2	3	4
1978.42	0.9	142	6.63
2244.47	1.1	8	6.46
2248.51	2.0	178	6.53
2252.58	1.7	173	6.51
2270.33	1.6	1	6.54
2275.41	1.2	13	6.54
2309.39	1.5	166	6.60
2330.48	2.0	171	6.66
2331.42	2.1	168	6.63
2337.41	2.4	175	6.66
2343.41	1.6	174	6.67
2399.36	1.8	170	6.77
2429.31	0.3	148	6.78
2607.48	2.0	5	6.57
2628.27	0.9	3	6.52
2631.45	1.1	179	6.51
2638.50	1.6	2	6.54
2667.44	1.3	6	6.51
2714.40	1.4	1	6.53
2746.36	1.5	1	6.52
2965.60	1.9	13	6.63
2985.53	1.4	2	6.63
2989.56	1.5	9	6.61
3011.45	1.0	18	6.61
3014.51	0.9	20	6.62
3017.54	1.3	16	6.63
3024.55	1.6	12	6.65
3052.53	1.5	15	6.74
3099.28	1.7	9	6.71

1	2	3	4
ВС Суг			
2216.57	3.2	88	8.92
2240.48	3.6	86	8.88
2245.52	3.3	75	8.87
2251.43	2.3	84	8.87
2253.56	2.9	86	8.86
2272.53	2.8	96	8.88
2275.38	2.6	89	8.91
2311.37	2.7	62	9.03
2333.39	2.2	65	9.08
23 9.42	2.5	69	9.13
2398.32	3.7	89	9.30
2567.58	3.1	59	9.76
2604.56	3.1	77	9.71
2607.43	3.3	77	9.68
2627.45	2.8	77	9.68
2630.48	3.5	79	9.72
2635.45	3.4	86	9.73
2656.43	3.4	81	9.76
2692.36	3.9	80	9.88
2721.33	5.7	81	9.87
2934.51	1.7	82	9.17
2965.53	2.3	92	9.07
2985.44	1.8	89	8.84
2989.49	2.7	100	8.83
3010.40	2.9	96	8.67
3011.44	3.1	95	8.72
3014.44	2.2	107	8.71
3017.47	1.8	94	8.68
3052.42	2.6	97	8.72
3095.31	3.2	83	8.96

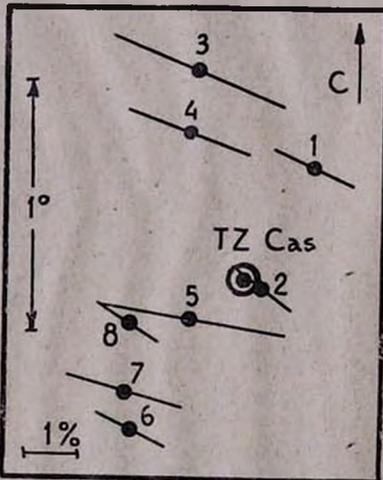


Рис. 26. Поляризация и расположение звезд в окрестности TZ Cas

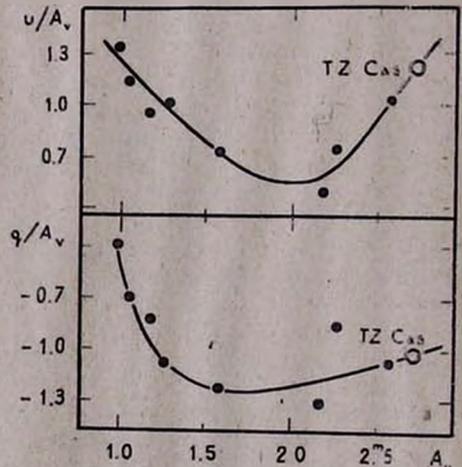


Рис. 27. Зависимость отношений q/A_v и u/A_v от поглощения для области вокруг TZ Cas

зации соответствующих красных сверхгигантов, приведенных в работе [3]. Для звезд μ Сер и RW Сер использовались параметры межзвездной поляризации, полученные Т. А. Поляковой [1, 2]. Значения параметров собственной поляризации приведены в табл. 12 для каждой звезды в отдельности. Обозначения столбцов таблицы общепринятые.

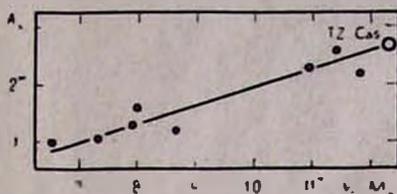


Рис. 28. Зависимость поглощения от истинного модуля расстояния для звезд в окрестности TZ Cas

Поведение параметров собственной поляризации света красных сверхгигантов в полосе V цветовой системы UVV со временем показано на рис. 29—42. На этих рисунках приведены также и полученные нами оценки блеска этих звезд. Точность этих оценок не ниже ± 0.03 . Из рис. 29—42 и из табл. 12 видно, что степень собственной поляризации света красных сверхгигантов в большинстве случаев меняется в широких пределах. Изменения иногда составляют 3—4%. Очень редко степень собственной поляризации достигает 6—8%.

На кривых можно выделить участки, где степень собственной поляризации претерпела значительные изменения при почти постоянном блеске звезды. Например, в интервале времени JD 2442000—2442400 блеск звезды V1 Cyg почти не менялся, тогда как степень собственной поляризации изменилась от 1.5 до 3.8% (рис. 35). Или участок JD 2442550—2442720, где изменение блеска звезды BC Cyg в $0^m 1$ сопровождалось изменением степени поляризации на 2,5% (рис. 36).

В некоторых случаях наблюдается заметная корреляция между изменениями блеска и степенью собственной поляризации. Коэффициент этой корреляции (r_{VP}), а также коэффициент корреляции между блеском и позиционным углом плоскости поляризации ($r_{V\theta}$) приведены в табл. 13 вместе со своими среднеквадратичными отклонениями. В шестом столбце этой таблицы приведены квантили $r_{0.05}$ γ -распределения для 5% уровня значимости и соответствующих объемов выборок при гипотезе $\rho = 0$ (отсутствие корреляции) [24]. Если окажется, что $|r_{VP}|$ или $|r_{V\theta}| > r_{0.05}$, то гипотеза $\rho = 0$ неверна и найденное значение коэффициента корреляции r_{VP} или $r_{V\theta}$ значимое, то есть с вероятностью 0.95 существует корреляция между блеском и степенью поляризации или между блеском и позиционным углом.

Из сопоставления соответствующих чисел столбцов 2 и 6 табл. 13 видно, что в случае звезды BC Cyg, RW Cyg, ST Сер, μ Сер и PZ Cas изменения степени собственной поляризации коррелируют с изменениями блеска этих звезд. У четырех из них при возрастании блеска наблюдается уменьшение степени собственной поляризации. Обратное этому явление наблюдается в случае звезды ST Сер (рис. 38).

На кривых хода позиционного угла собственной поляризации со временем особенно выделяются флуктуации, достигающие 80—100° (AZ Cas, V586 Cas, RW Cyg, ST Сер). Сопоставление участков этих сильных изменений позиционного угла с соответствующими участками кривых степени собственной поляризации показывает, что в большин-

Название звезды	Γ_{VP}	$\bar{\epsilon}_r$	$\Gamma_{V\theta}$	ϵ_r	$\Gamma_{0.05}$
Case 23	0.30	± 0.18	± 0.27	± 0.19	0.37
WX Cas	0.11	0.23	0.16	0.23	0.43
AZ Cas	-0.14	0.21	0.05	0.21	0.40
V 589 Cas	0.00	0.24	0.09	0.23	0.44
S Per	0.28	0.21	-0.23	0.22	0.43
BD+59° 594	0.30	0.24	-0.23	0.25	0.49
BI Cyg	0.36	0.15	0.32	0.15	0.32
BC Cyg	0.58	0.12	-0.23	0.13	0.35
RW Cyg	0.40	0.14	-0.05	0.17	0.32
ST Cep	-0.51	0.12	-0.08	0.17	0.32
PZ Cas	0.48	0.14	0.26	0.17	0.33
TZ Cas	-0.18	0.17	-0.24	0.17	0.33
μ Cep	0.67	0.08	-0.27	0.11	0.28
RW Cep	-0.21	0.17	0.31	0.15	0.31

стве случаев в этих участках степень собственной поляризации была минимальной (0.5—0.7%). При таких значениях собственной поляризации определение позиционного угла становится ненадежным и возможные ошибки при этом сильно увеличиваются, несмотря на то, что позиционные углы наблюдаемой поляризации измерены с достаточно хорошей точностью.

Если не считать эти сильные флуктуации, то позиционные углы собственной поляризации в остальных случаях меняются довольно плавно. Изменения в среднем составляют 30—40°. Как следует из табл. 13, ни в одном случае изменения позиционного угла плоскости собственной поляризации не коррелируют с изменениями блеска.

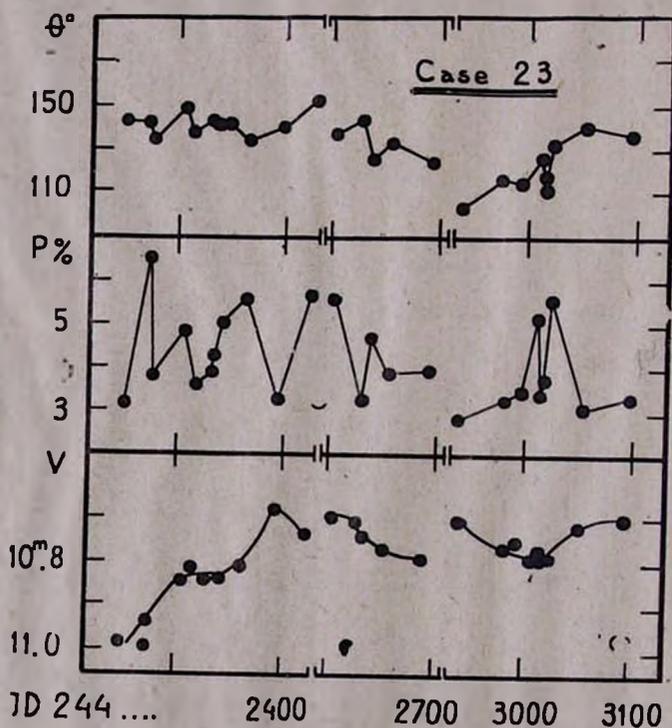


Рис. 29—42. Поведение параметров собственной поляризации и блеска красных сверхгигантов во времени

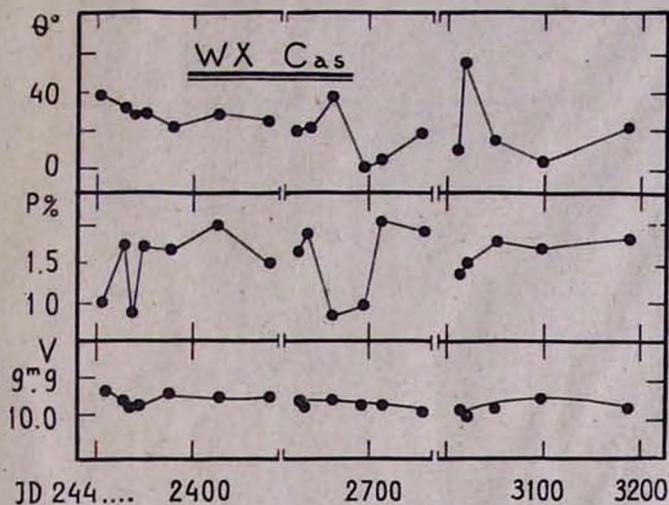


Рис. 30.

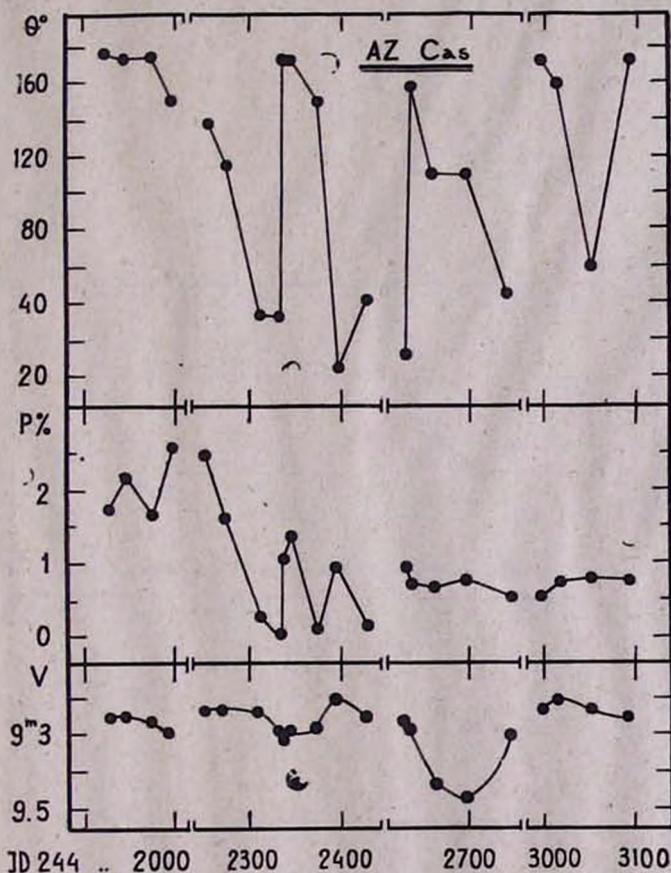


Рис. 31.

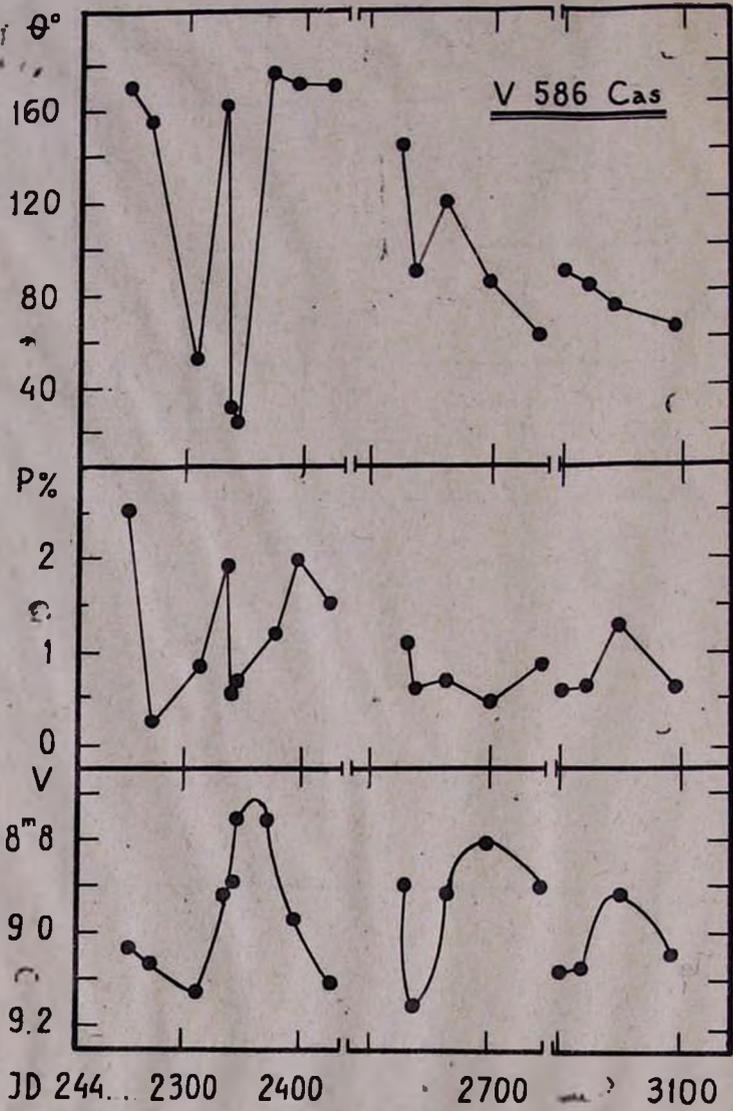


Рис. 32

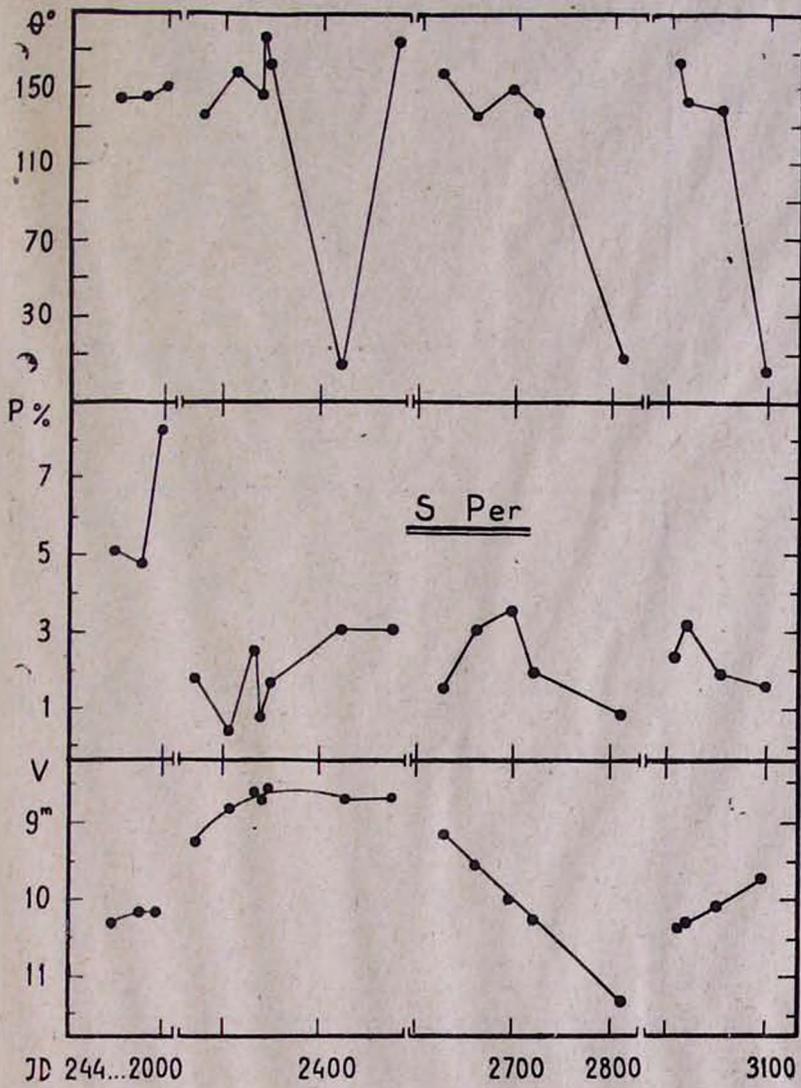


Рис. 33.

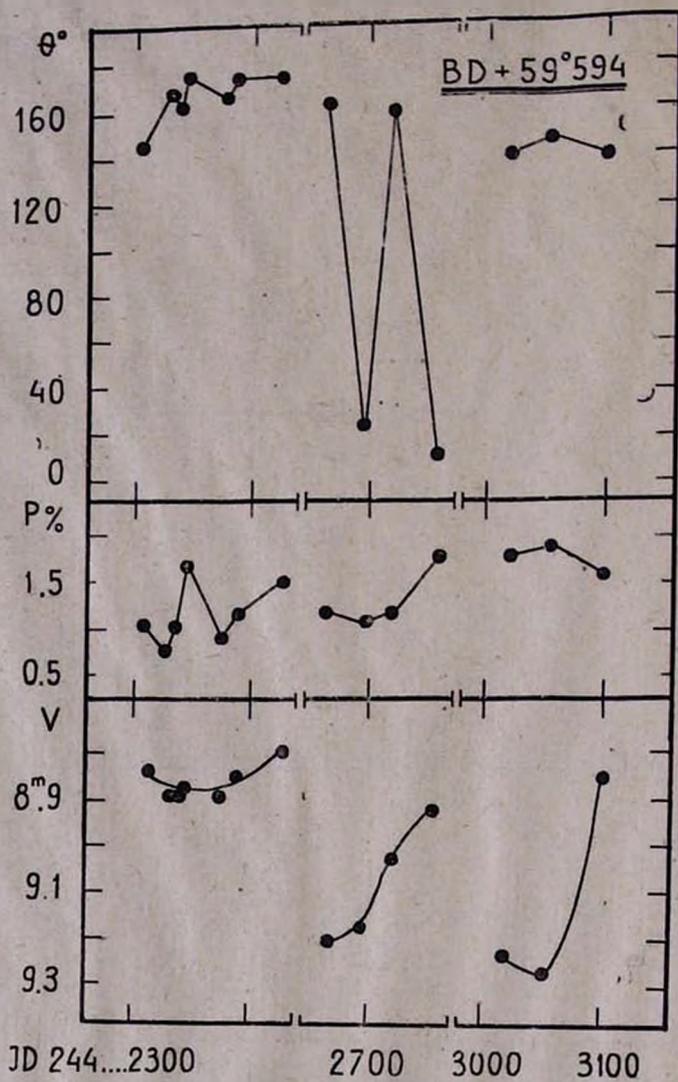


Рис. 34.

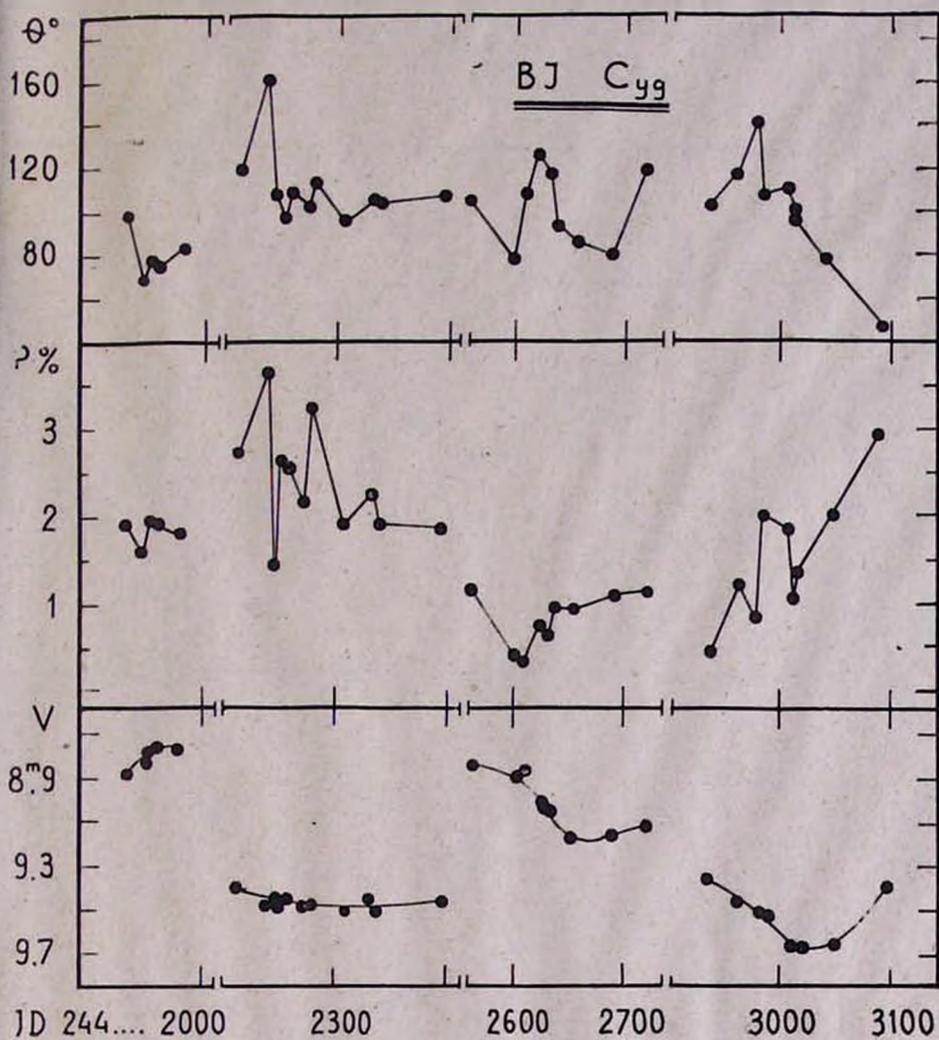


Рис. 35.

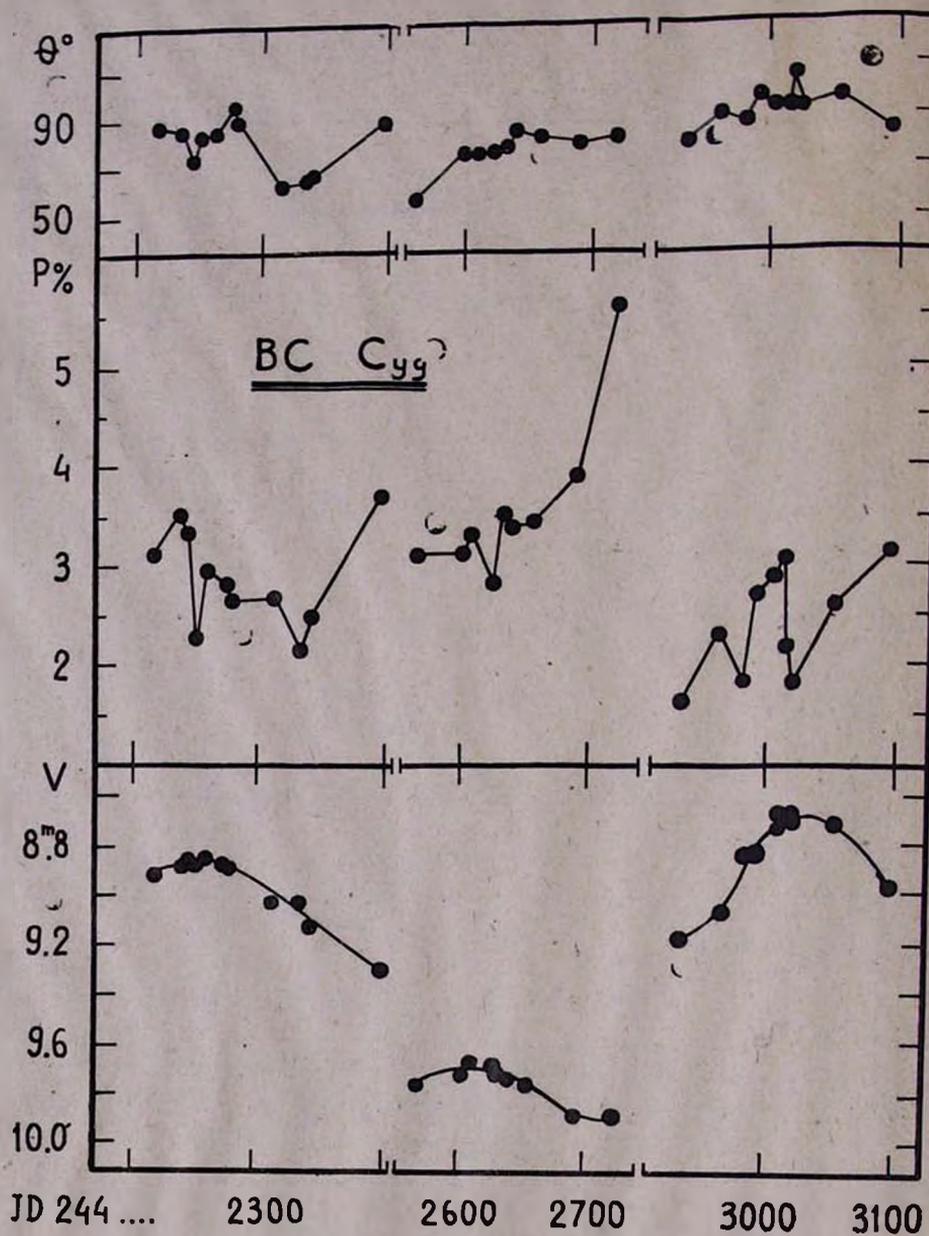


Рис. 36.

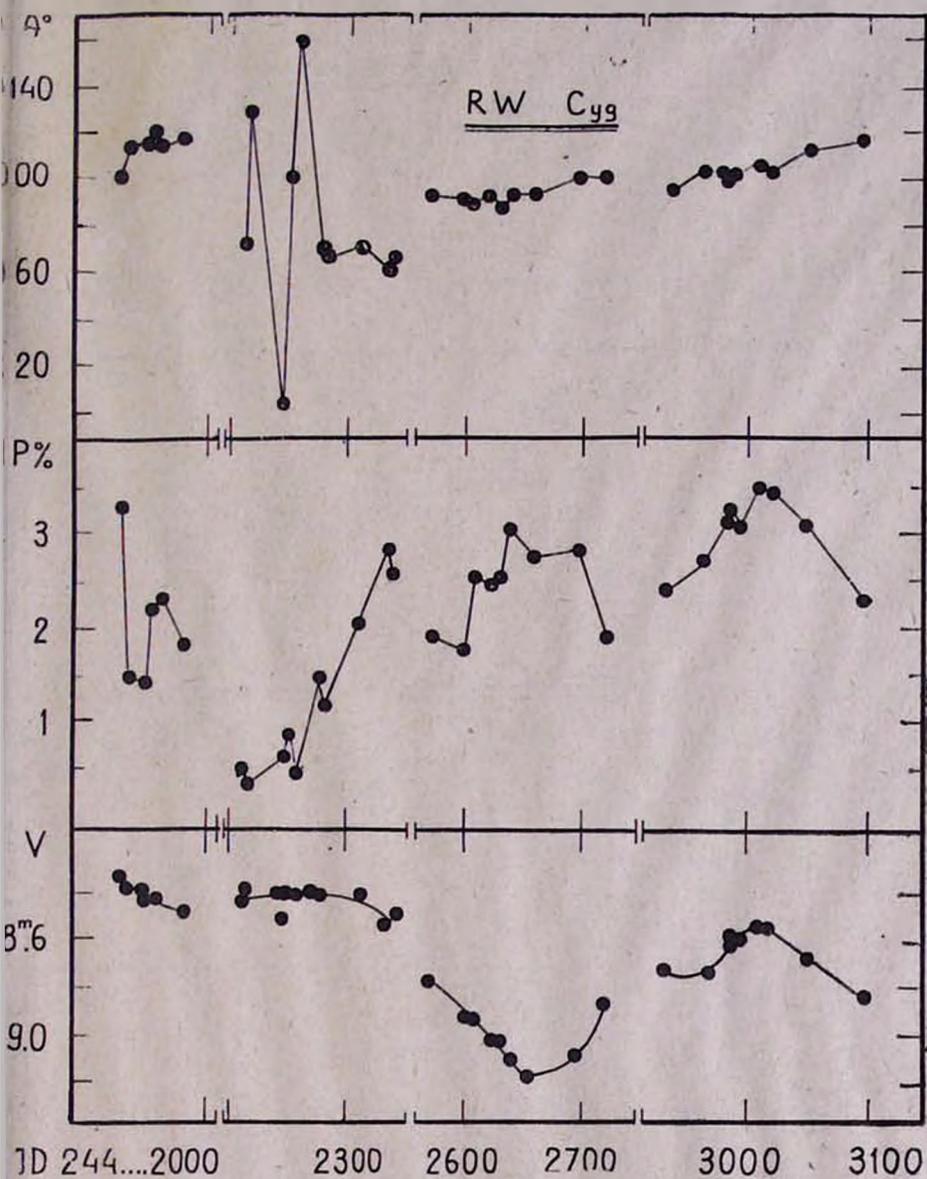


Рис. 37.

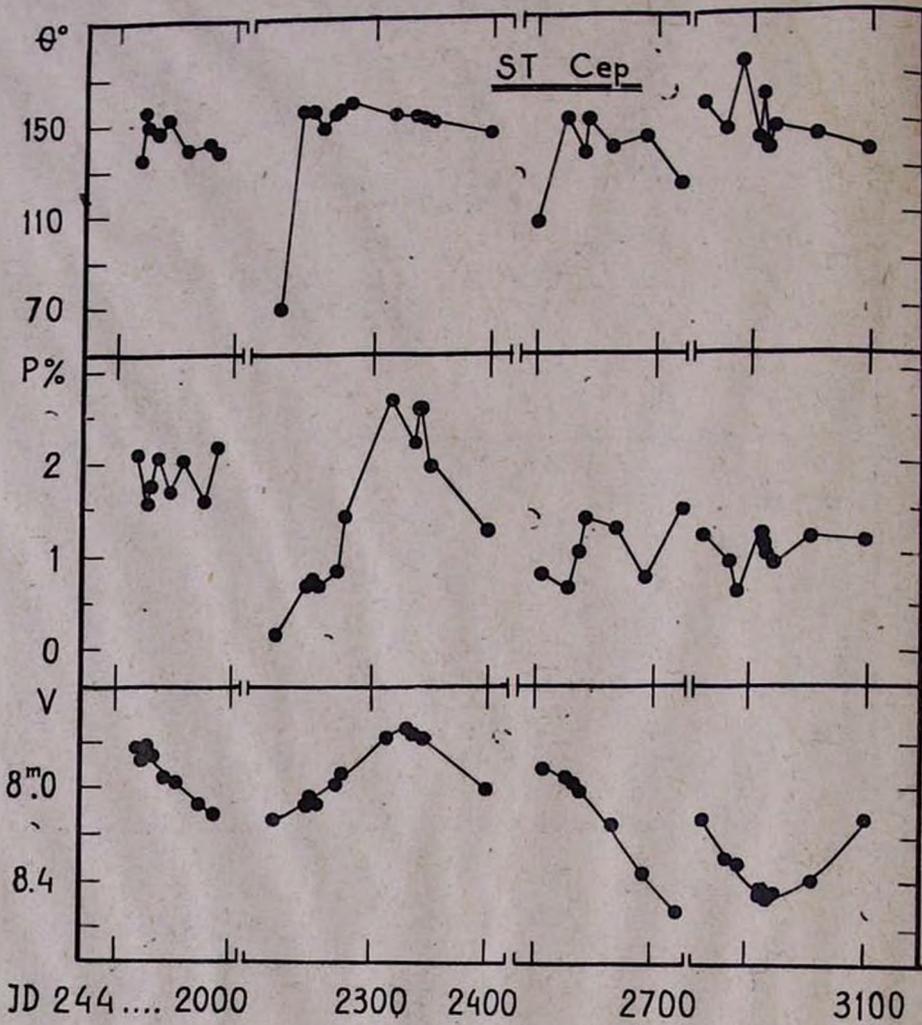


Рис. 38.

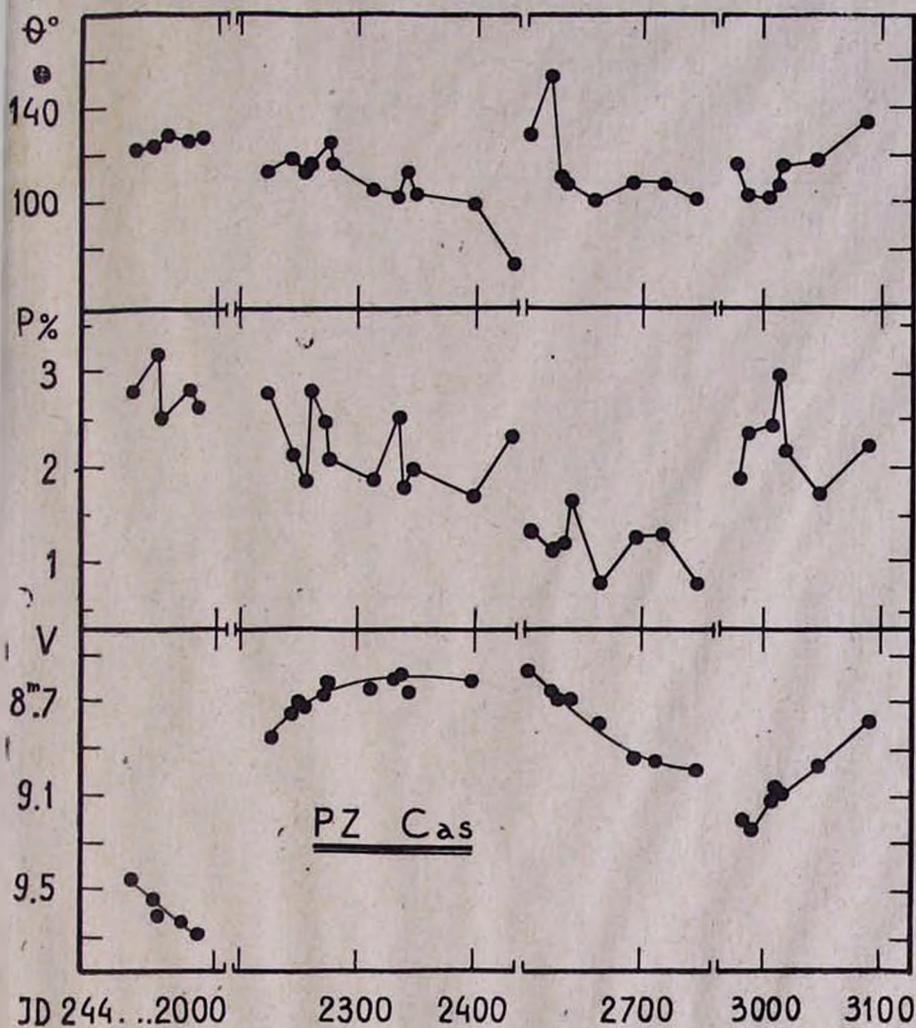


Рис. 39.

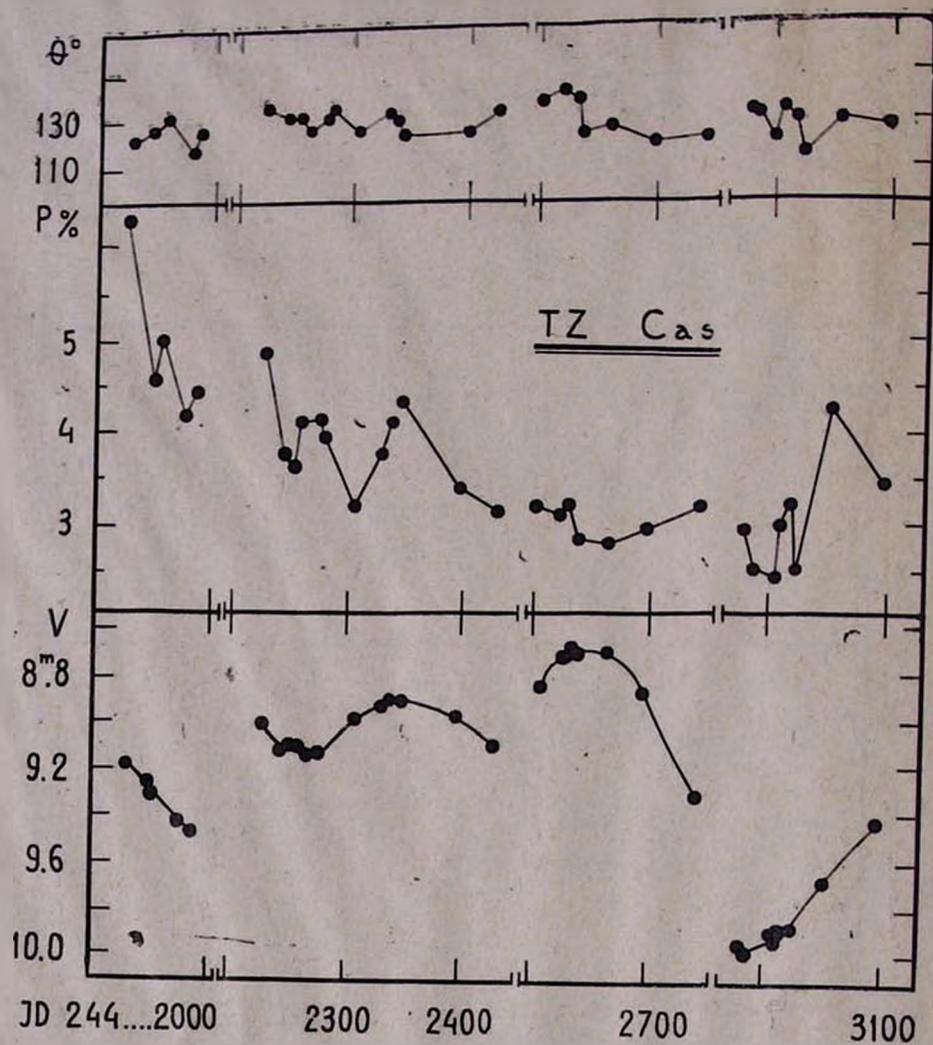


Рис. 40.

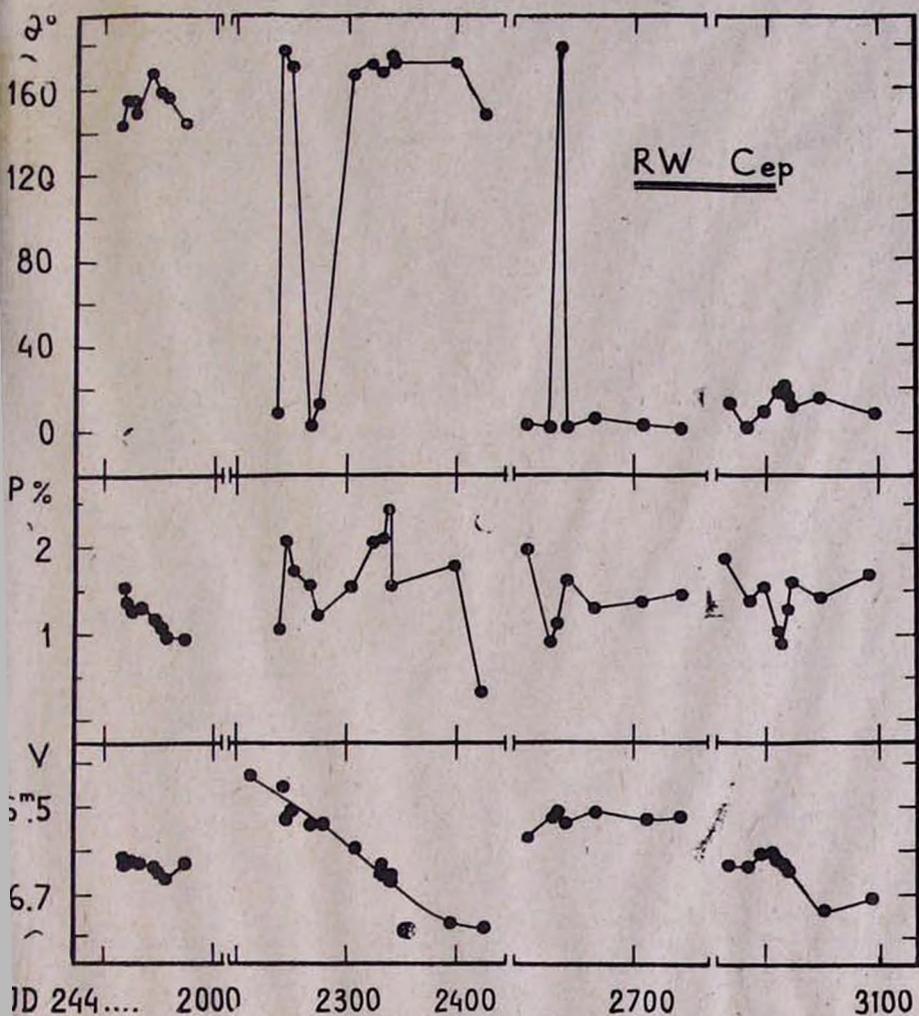


Рис. 41.

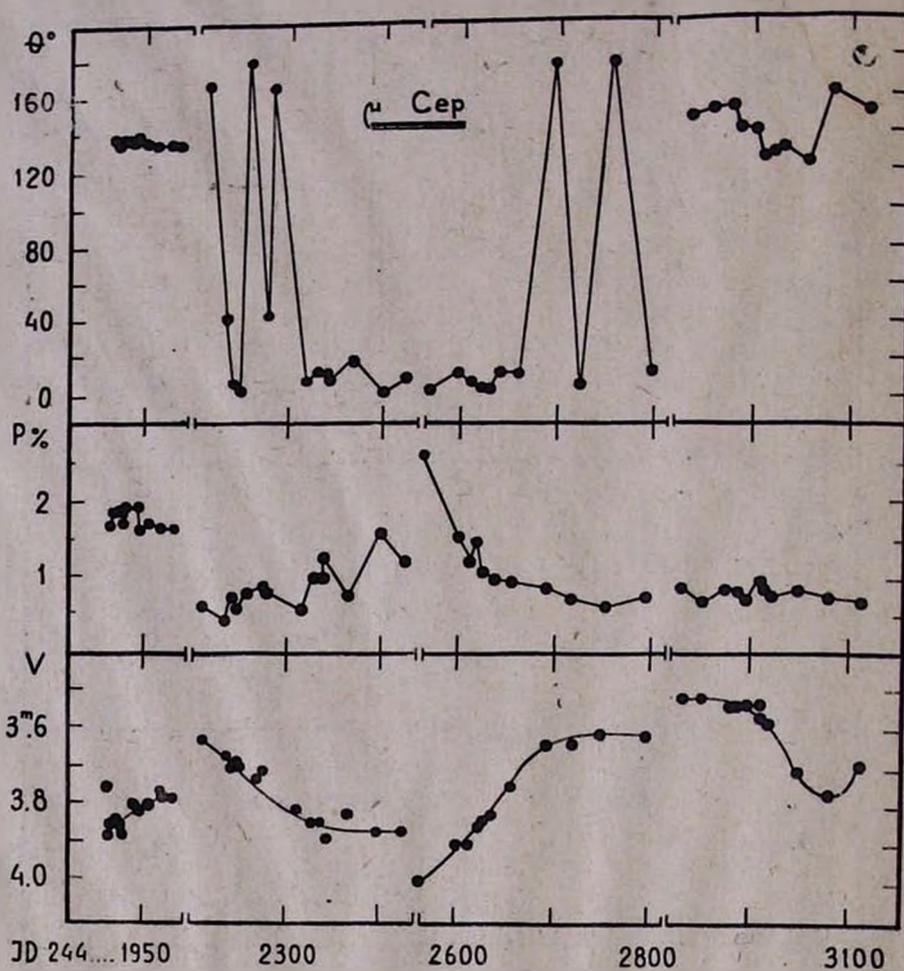


Рис. 42.

30 октября 1980 .

Հ. Վ. ԱՐԲՈՒՄՅԱՆ

12 ԿԱՐՄԻՐ ԳԵՐՉՍԿԱՆՆԵՐԻ ԼՈՒՅՍԻ ԳԾԱՅԻՆ ԲԵՎԵՌՈՒՑՄԱՆ ՄԻՋԱՍՏՂԱՅԻՆ ԲԱՂԱԳՐԻՉՆԵՐԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում հեղինակի կատարած բևեռաչափական և UBV էլեկտրալուսաչափական դիտումների արդյունքների, ինչպես նաև գրականությունից վերցրած տվյալների հիման վրա որոշվել են 12 կարմիր գերհսկանների լույսի բևեռացման միջաստղային բաղադրիչները:

Քննարկվում է նշված տիպի 14 աստղերի սեփական բևեռացման պարամետրերի և պայծառությունների փոփոխությունների միջև կապի հարցը: Ցույց է տրված, որ BC Cyg, RW Cyg, ST Cep, μ Cep և PZ Cas աստղերի սեփական բևեռացման աստիճանի փոփոխությունները կորելացված են այդ աստղերի պայծառությունների փոփոխությունների հետ: Նկատելի կորելացիա չի դիտվում սեփական բևեռացման հարթության դիրքային անկյան և կարմիր գերհսկանների պայծառությունների փոփոխությունների միջև:

H. V. ABRAHAMIAN

THE COMPONENTS OF INTERSTELLAR LINEAR LIGHT
POLARIZATION OF RADIATION OF 12 RED SUPERGIANTS

Summary

The results of author's electropolarimetric and UVB electrophotometric observations, as well as the published data of other authors, are used to determine the interstellar polarization component of radiation of 12 red supergiants.

The possible correlation between the parameters of intrinsic light polarization and brightness changes of 14 stars of mentioned type is examined. It is shown, that the changes of the amount of intrinsic light polarization of the stars BC Cyg, RW Cyg, ST Cep, μ Cep and PZ Cas are correlated with their brightness changes. There is not a noticeable correlation between the position angle of light polarization and the brightness changes of red supergiants.

ЛИТЕРАТУРА

1. Т. А. Полякова, *Астрофизика*, 10, вып. I, 53, 1974.
2. Т. А. Полякова, *Вестник ЛГУ*, 7, вып. 2, 143, 1976.
3. Г. В. Абрамян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 52, 24, 1980.
4. Р. А. Варданян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 35, 3, 1974.
5. Н. М. Шаховской, *Изв. КРАО*, 39, 11, 1969.
6. Х. Харди, *Методы астрономии*, 157, 1967.
7. Г. В. Абрамян, *А. Ц.*, 920, 5, 1976.

8. *W. A. Hiltner*, *Ap. J. Suppl. Ser.*, **24**, 389, 1956.
9. *W. A. Deutschman, R. J. Davis, R. E. Schild*, *Ap. J. Suppl. Ser.*, **30**, 97, 1976.
10. *M. J. Barlow et al.*, *M. N.*, **176**, 359, 1976.
11. *R. M. Humphreys*, *Ap. J., Suppl. Ser.*, **38**, 309, 1978.
12. *W. Buscombe*, *MK Spectral Classifications*, Evanston, 1977.
13. *V. M. Blanco et al.*, *Publ. U. S. Naval Obs.*, **21**, 9, 1968.
14. *T. A. Lee*, *Ap. J.*, **162**, 217, 1970.
15. *N. M. White, R. F. Wing*, *Ap. J.*, **222**, 209, 1978.
16. *H. M. Dyk, M. C. Jennings*, *Astron. J.*, **76**, 431, 1971.
17. *H. L. Johnson*, *Rev. Mexicana Astron. Astrof.*, **2**, 175, 1977.
18. *Р. А. Бартая*, *Бюл. Абастуманской обс.*, **51**, 3, 1979.
19. *K. Serkowski*, *Contrib. Kitt Peak Obs.*, **554**, 107, 1971.
20. *В. И. Ворошилов и др.*, *Каталог BV—величин и спектральных классов 18000 звезд*, Киев, 1976.
21. *Е. Д. Арсенович*, *Сообщ. Бюраканской обс.*, **44**, 91, 1972.
22. *К. А. Григорян*, *Сообщ. Бюраканской обс.*, **27**, 43, 1959.
23. *Ц. С. Радославова*, рукопись.
24. *Е. И. Пустильник*, *Статистические методы анализа и обработки наблюдений*, М., Наука, 1968.

Э. Я. ОГАНЕСЯН

ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ В ОКРЕСТНОСТИ М 13.1

При фотометрическом исследовании [1] голубых объектов в области размером 16 квадратных градусов, прилегающей к скоплению М 13, к юго-западу от него, были выявлены 35 переменных звезд.

Наблюдения проводились в трех участках спектра, соответствующих цветам UVV, на 40—52" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории в июне 1966 г. и июне—июле 1967 г.

Для фотометрической обработки было отобрано по пять фотопластинок в каждом цвете.

Ввиду недостаточности наблюдательного материала мы не могли судить об амплитуде изменения блеска и о показателях цвета этих звезд. В таблице поэтому приводятся лишь усредненные значения звездных величин в цвете В, а также наибольший интервал изменения блеска в каком-либо определенном цвете (цвет указывается в скобках).

Таблица

№ звезды	В	Интервал изменения блеска	№ звезды	В	Интервал изменения блеска
2	16 ^m 39	0 ^m 87 (U)	143	15 ^m 73	0 ^m 72 (B)
7	18.80	1.59 (V)	144	17.37	0.71 (U)
14	15.68	1.04 (B)	149	18.57	0.74 (V)
16	14.19	1.07 (B)	152	14.60	0.95 (B)
37	17.81	1.17 (U)	155	17.55	2.35 (U)
38	18.38	0.87 (V)	157	18.33	0.96 (V)
44	19.15	1.13 (U)	158	15.07	0.79 (B)
57	17.99	1.62 (V)	163	17.82	0.92 (V)
62	14.43	0.71 (B)	164	17.90	1.33 (V)
96	17.87	0.72 (V)	165	18.39	0.99 (V)
120	19.12	0.78 (U)	166	17.88	0.82 (B)
122	14.09	0.77 (B)	167	16.63	0.83 (B)
127	15.49	0.91 (B)	172	15.58	1.07 (B)
130	18.32	1.70 (V)	175	16.42	0.89 (B)
132	18.63	1.00 (U)	4'	17.60	1.02 (B)
133	16.18	1.19 (B)	21'	17.00	1.38 (B)
137	18.89	1.17 (B)	43'	18.45	1.57 (U)
140	17.81	0.81 (B)			

Нумерация звезд этой таблицы соответствует работе [1], где приведены карты для отождествления этих звезд, а также сведения о наблюдательном материале.

26 ноября 1979 г.

ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԱՍՏՂԵՐ M 13. I ՇՐՋԱԿԱՅՔՈՒՄ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Մ

Բերված է M 13 աստղակույտի շրջակայքում (I) կապույտ օբյեկտները UBV լուսաչափության ընթացքում հայտնաբերված 35 փոփոխական աստղերի ցուցակ:

Որոշված են այդ աստղերի պայծառությունները B գույնում և նրանց պայծառությունների փոփոխման մեծությունները:

E. Y. HOVANISSIAN

VARIABLE STARS IN THE VICINITY OF M 13. I.

Summary

The list of 35 variable stars found during the UBV photometry of the blue objects in the vicinity of M 13 is presented. The brightnesses of these stars in the B colour and intervals of their changes are determined.

ЛИТЕРАТУРА

1. Յ. Դ. Օգանեսյան, Сообщ. Бюраканской обс., 50. 5, 1978.

Н. Л. ИВАНОВА, М. Б. БАБАЕВ, А. А. ГУСЕИНЗАДЕ, Е. Б. ЗВЕРЕВА

СПЕКТР Р ЛЕБЕДЯ

Настоящая работа посвящена исследованию спектров уникального сверхгиганта Р Лебеда.

Большинство звезд группы Р Лебеда классифицировано как поздние В или ранние А, в то время как спектральный тип самой Р Лебеда относится к В1r (или В1qk) с некоторыми признаками более поздних типов [1]. Кроме того, по целому ряду свойств Р Лебеда отличается от других сверхгигантов класса В1: светимость этой звезды выше [2, 3], темп потери массы более быстрый [3], а процесс истечения материи из Р Лебеда совершенно не похож на истечение из других звезд ранних спектральных классов [4].

Несмотря на множество исследований, проблема Р Лебеда далека от разрешения и поэтому новые результаты по-прежнему представляют интерес.

В настоящей статье приведены результаты исследования распределения энергии в непрерывном спектре, спектрофотометрии линий (эквивалентные ширины, профили), измерений длин волн и лучевых скоростей Р Лебеда.

1. Распределение энергии в непрерывном спектре

Исследование непрерывного спектра произведено по 25 спектрам, полученным на телескопах 10" АСИ-5 Бюраканской обсерватории и АСТ—452 с 35° объективной призмой Шемахинской обсерватории. Наблюдения относятся к 1964, 1965, 1969 и 1976 гг. Изучалась спектральная область 3100—6500 А с дисперсиями 135 А/мм и 97 А/мм у H₂.

Измерения спектрограмм выполнены на микрофотометре Цейсса и трехканальном микрофотометре с увеличениями в 10 и 50 раз.

В качестве фотоматериала использованы пластинки ZU-2, WP-1 и Kodak OaO и OaF.

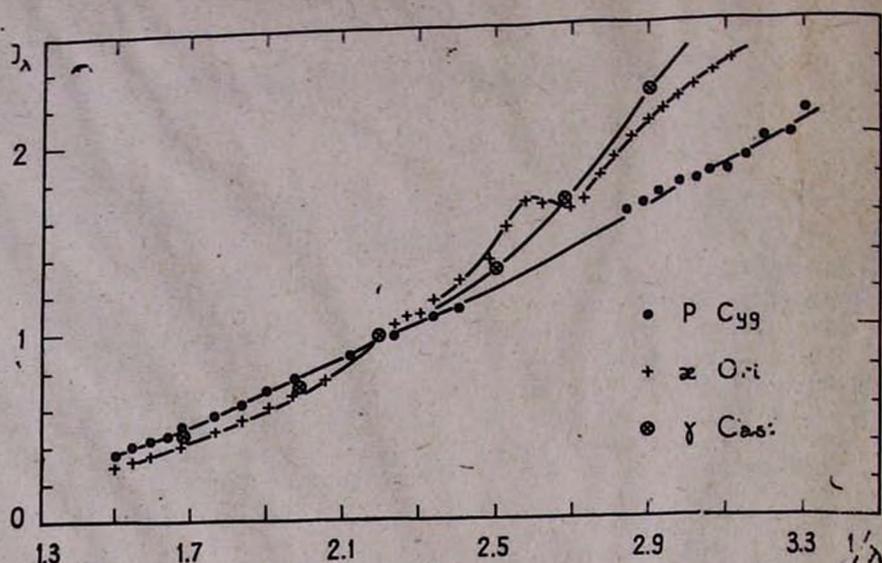
Для получения относительного распределения энергии в качестве звезд сравнения использовались звезды типа АО δ и b² Лебеда.

Для исправления за межзвездное поглощение использовались значения A_λ, полученные в результате специального исследования звезд области 2×2° вокруг Р Лебеда с модулями расстояния, предположительно близкими к модулю Р Лебеда [5].

Абсолютное распределение энергии в непрерывном спектре Р Лебеда мы получили, используя среднее распределение энергии в абсолютных единицах для звезд типа АО из работы [6].

На рис. 1 приведено сглаженное для области бальмеровского скачка абсолютное распределение энергии в Р Лебеда. Для сравнения на этом рисунке приведено распределение энергии в звездах α Ориона, спектральный класс В051 [6] и γ Кассиопеи [7]. Интенсивность в λ = 4480 А принята за единицу.

Во всей исследуемой спектральной области температура Р Лебеда ниже температуры α Ориона. В области 4500—6500 А распределение энергии в Р Лебеда сходно с распределением в звезде В0 γ Кассиопеи,



обнаруживающей, как известно [7], по сравнению с другими ранними В-звездами заметное покраснение.

Рис. 1. Абсолютное распределение энергии в непрерывном спектре Р Лебедя

2. Спектрофотометрия линий

Для исследования линейчатого спектра использовались пять спектрограмм, полученных в 1971—1972 гг. в фокусе куде двухметрового телескопа Шемахинской обсерватории с дисперсией 4 А/мм. Даты наблюдений и данные об использованном фотоматериале приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер пластинки	Дата	Фотоматериал
1	15. VII. 1971	Kodak OaO
2	16. VII. 1971	A-500
3	24. VII. 1971	A-500
4	9. VIII. 1971	A-500
5	10. VIII. 1972	A-500

Записи спектров сделаны на фотоэлектрическом микрофотометре «Лирифо», шкала регистрограмм—0.1 А/мм.

На спектрограммах присутствуют линии элементов: H, HeI, CII, NII, NIII, OI, OII, MgII, SiII, SiIII, SiIV, CaII, FeII и другие более слабые линии. Все линии—сложной структуры. Линии водорода состоят из трех или четырех компонент: почти несмещенных эмиссионных линий и нескольких смещенных в коротковолновую часть линий поглощения. Линии водорода прослеживаются в эмиссии до H₁₉—H₂₄, а в поглощении—до H₂₃—H₂₆.

При определениях эквивалентных ширин возникает неточность вследствие взаимных искажений эмиссий и поглощений. Для введения

соответствующих поправок строились вероятные контуры эмиссий в предположении их симметричности (дополнения к эмиссии обозначены пунктиром на рис. 2). Этот метод был применен ранее в работах [8—10].

В табл. 2 и 3 приведены исправленные значения эквивалентных ширины водорода и гелия (W'_a —относится к абсорбции, W_a —к эмиссии).

Эквивалентные ширины всех линий меняются со временем в пределах, не превышающих ошибки измерений. На рис. 2 иллюстрированы изменения со временем линий H_γ и 4026 HeI . По-видимому, в эпохи 1, 2 и 5 усилились как эмиссия, так и поглощение, а в эпоху 3 произошло ослабление линий: уменьшилась эмиссия в водородных линиях, линиях гелия и в линиях 3995 NII , 3806 SiIII , 4430 FeIII . Наблюдавшиеся в эпохи 1, 2 и 5 линии 3727 OII , 3791 SiIII , 3867 HeI , 4114 OII , 4481 MgII совершенно исчезли.

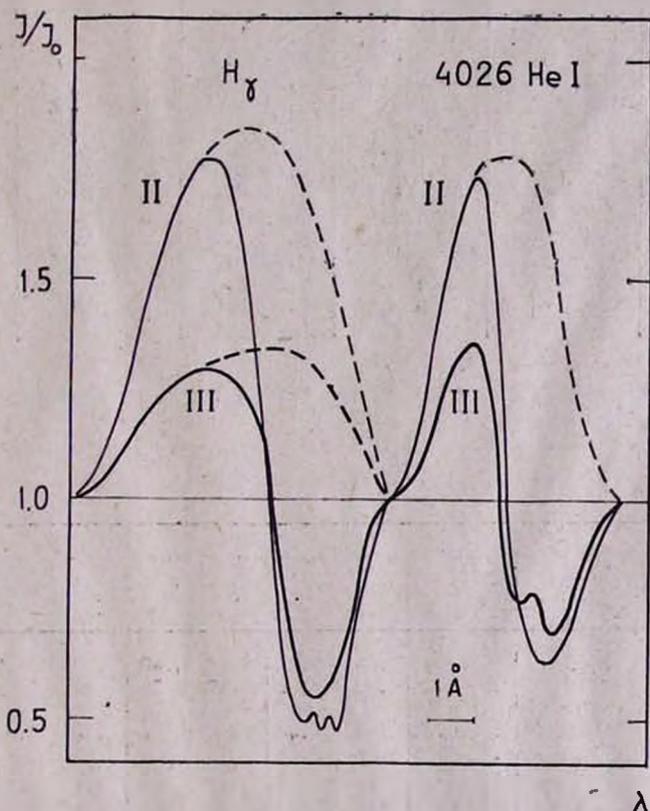


Рис. 2. Профили H_γ и 4026 HeI , относящиеся к моментам наблюдений II и III

Линия 3934 CaII , состоящая из межзвездной и звездной компонент (рис. 3), также показывает в момент наблюдений 5 небольшую эмиссию звездного происхождения. По эквивалентной ширине звездной компоненты кальция, равной в среднем 0.30 \AA , с помощью выведенного Билсом и Оуком [11] соотношения

$$r=34.8 \text{ К.}$$

где r —расстояние в парсеках, K —эквивалентная ширина межзвездной линии кальция в км/с, получаем для расстояния Р Лебеда значение 0.9 кпс.

Таблица 2

Линия	1*		2		3		4		5	
	W'_a	W'_c	$W'_a$	$W'_c$	$W'_a$	$W'_c$	$W'_a$	$W'_c$	$W'_a$	$W'_c$
H ₂₂	0.14	—			0.03	—			0.19	0.15
H ₂₂	0.17	—	0.10	—	0.06	—			0.28	0.30
H ₂₁	0.18	—	0.14	—	0.11	—			0.16	—
H ₂₀	0.22	—	0.16	—	0.09	—			0.15	—
H ₁₉	0.22	—	0.17	0.07	0.15	—			0.40	0.22
H ₁₈	0.29	0.02	0.26	0.08	0.14	—			0.31	0.15
H ₁₇	0.26	0.03	0.36	0.17	0.17	—			0.38	0.15
H ₁₆	0.40	0.30	—	—	0.51	0.25			0.32	—
H ₁₅	0.41	0.25	0.45	0.46	0.33	0.15			0.67	0.36
H ₁₄	0.51	0.23	0.71	0.67	0.42	0.28	0.54	0.38	0.78	0.33
H ₁₃	0.39	0.28	0.76	0.50	0.51	0.33	0.63	0.40	0.92	0.60
H ₁₂	0.69	0.46	0.83	0.60	0.64	0.28	0.58	0.33	0.90	0.60
H ₁₁	0.87	0.52	0.81	0.60	0.66	0.47	0.59	0.50	0.94	0.28
H ₁₀	0.84	1.13	1.09	0.78	0.72	0.45	0.66	0.50	1.32	1.04
H ₉	1.21	0.96	1.23	0.78	0.85	0.83	1.10	1.00	1.98	1.16
H ₈ —HeI	2.13	3.49	1.02	1.67	1.58	1.49	1.43	1.82	3.23	4.40
H ₇	2.28	4.36	2.53	2.85	1.25	1.38	1.55	2.31	2.43	4.26
H ₆			2.08	3.12	1.29	1.48			3.48	8.40
H ₅			1.86	4.45	1.32	2.72			3.92	9.82

* Нумерация 1, 2, 3, 4, 5 в табл. 2, а также и во всех последующих таблицах соответствует датам, приведенным в табл. 1.

Таблица 3

Переход	Линия	1		2		3		4		5	
		W'_a	W'_c	W'_a	W'_c	W'_a	W'_c	W'_a	W'_c	W'_a	W'_c
2'S—n'P	3965	—	—	0.65	0.48	0.48	0.40	0.80*	0.50	0.50*	1.39
2'P—n'S	4713	0.27	0.39	0.96	0.74	0.42	0.52	0.81	1.08	0.86*	1.14
	(OII, FeII)										
	4120	0.51	0.45	0.45*	0.40	0.26	—	0.26	0.84	0.69	0.84
	3867	0.15	0.13	0.30	0.09	Слабая		0.12	—	0.13*	—
2'P—n'D	4471	1.46	2.16	2.41	1.76	1.19	1.03	1.62	3.84	1.42*	2.33
	4026	1.80	2.24	1.15	1.04	0.66	0.56	1.31*	1.31	1.45	1.87
	3819	0.74	0.53	1.05*	0.72	0.68	0.63	0.88*	0.66	0.93*	0.59
	3554	0.22	0.13	0.07	—						
	3513	0.07	—								
2'P—n'D	4921			0.72	0.71	0.92	0.78	0.75	0.66	1.09	0.75
	4387	0.74	0.70	0.80	0.47	0.54	0.52	0.57*	0.42	1.25	1.17
2'P—n'D	4143	0.51	0.40	0.35	0.08	0.38	0.39	0.32*	0.15	0.53	0.38
	4009	0.31	0.20	0.26*	0.27	0.10	—	0.25	0.10	0.21	—
	(OII)										
	3926	0.12	—	Линия исчезла		Линии нет		0.40*	—	0.15*	—
	(OII)										

* Линии состоят из двух компонент,

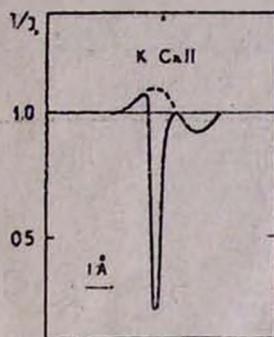


Рис. 3. Линия K Ca II в момент наблюдения 5

3. Лучевые скорости

Измерения длин волн производились по записям спектров, полученных на микрофотометре «Лирифо». Этот метод, уже проверенный ранее [12], обеспечивает достаточно хорошую точность (вероятная ошибка $\rho = \pm 2$ км/с и позволяет также измерять смещения отдельных компонент линий.

Гелиоцентрические лучевые скорости компонент поглощения представлены в табл. 4 (водород), 5 (гелий) и 6 (остальные элементы).

Лучевые скорости эмиссионных компонент изменяются в небольших пределах около среднего значения -15 км/с, представляющего, по всей вероятности, скорость звезды.

Таблица 4

Линия	v_r , км/с				
	1	2	3	4	5
H ₂₃	-142				
H ₂₂	-112	-154			-128 -164
H ₂₁	-128	-159			-96 -154
H ₂₀	-134	-153			-123 -164
H ₁₉	-130	-161			-112 -163
H ₁₈	-141	-138	-157		-117 -164
H ₁₇	-139	-148	-175		-109 -156
H ₁₆	-135	-166	-138		-156
H ₁₅	-131	-156	-141		-118 -164
H ₁₄	-134	-163		-165	-120 -159
H ₁₃	-132	-161-178	-165	-101-173	-121 -162
A ₁₂	-118	-149	-144	-108-172	-137 -156
H ₁₁	-133	-160	-143	-107-186	-136 -159
H ₁₀	-117	-159	-143	-108-172	-125 -160
H ₉	-133	-150	-158	-107-172	-164
H ₈ + He I	-188-219	-163-219	-174	-102	-165
H ₇ + H Ca II	-123-150-148	138-168	-133-173	-144-166	-138 -167
H ₆	-173-230	-165-216-176	-99	-178	-170
H ₅	-146-179-216	-176-224	-198	-174-196	-171
H ₄	-151-221	-160-230	-191	-174-206	-207

Линия	v _r , км/с				
	1	2	3	4	5
3867	-109		-99 -148	-103	-118 -168
3820	-111		-127	-111	-153
3927	-93	-133	-115	-114	-156
3965	-127 -160	-151	-206	-113 -167	-127 -159
4009	-90	-89	-150	-106	-112
4026	-124 -152	-136 -150	-151	-107 -154	-133
4121	-105 -156	-95 -140	-109 -161	-108 -169	-119
4143	-106	-89 -146	-142	-89 -127	-122
4388	-108	-95 -136		-97	
4472	-128 -155	-97 -173	-151	-167	-142
4713	-116 -168				-139
4922		-128		-140	

Таблица 6

Линия	v _r , км/с						
	1	2	3	4	5		
NII	3956	-105	-133	-90	-90	-101	
	3995	-104	-141	-119	-88	-108	
	4447	-88	-92		-83	-102	
	4601	-94	-114	-109	-101	-104	
	4607	-103	-105		-90	-103	
	4614	-78	-109	-145	-99, -128	-108	
	4621	-87	-103	-130	-92, -110	-117	
	4630	-115	-96	-107	-102 -138	-109	
	4643		-113		-86	-129	
	OII	3833		-70			
4072			-77		-60		
4349		-105	-74		-69	-77	
4351		-68	-50		-58		
4367		-48			-69	-72	
4396		-121	-166		-158	-148	
4415		-59			-72	-122	
4649			-68	-104		-92	
4662				-61	-86		
MgII	4481	-124	-95		-101	-108	
	SiIII	3806	-143	-179	-190		
		4254	-67	-89		-76	-78
		4553	-86	-86	-90	-83 -100	-103
		4568	-77	-88	-110	-79	-91
4575		-84	-96	-98	-74	-81	
SiIV	4089	-40	-79		-56	-68	
	4116	-52	-53		-42	-75	
FeIII	3600	-106					
	3603	-91					
	4420	-106	-143	-172	-106, -161		
	4430	-112	-139		-158	-129	
CaII	3934	-10, -138	-16, -159	-11, -120	-11, -173	-14, -144	

Трем компонентам поглощения в среднем можно приписать, с вероятной ошибкой ± 5 км/с, скорости -105 , -150 и -210 км/с.

По линиям HeI обнаруживаются две компоненты с соответствующими им скоростями -100 и -150 км/с.

Полученные скорости должны несколько отличаться от истинных в связи с искажающим влиянием эмиссии. Соответствующие поправки, из-за сложности структуры компонент поглощения, особенно в случае водорода и гелия, нам получить не удалось.

При построении зависимости лучевых скоростей абсорбционных линий от потенциалов ионизации мы для исключения эффекта «заполнения» абсорбции эмиссией выбрали из табл. 6 линии со слабой эмиссией или без эмиссии. Относительно линий водорода и гелия предполагаем, что в связи с их большими скоростями соответствующие поправки не внесли бы значительного изменения в соотношение лучевая скорость—потенциал ионизации.

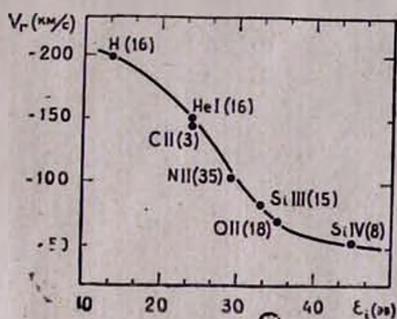


Рис. 4. Зависимости лучевых скоростей линий поглощения от потенциалов ионизации. Для H и HeI взяты значения V_r наименее искаженных эмиссией самых коротковолновых компонент поглощения. Число измеренных линий приводится в скобках.

На рис. 4 представлена вышеупомянутая зависимость, показывающая, что большим потенциалам ионизации соответствуют меньшие лучевые скорости абсорбционных линий.

4. Обсуждение результатов

Исследование высокодисперсионных спектрограмм Р Лебеда позволило выявить целый ряд деталей в профилях, в частности обнаружить многокомпонентность линий водорода и гелия, двойственность других линий, выделить межзвездную и звездную компоненты CaIIK.

Применение метода измерения лучевых скоростей непосредственно по записям спектров сделало возможным измерения смещений отдельных деталей линий.

Анализ значений эквивалентных ширин, полученных в работе, показал временные изменения этих величин: так 16 июня 1971 г. и 10 августа 1972 г. эмиссия и поглощение были более сильными, чем в другие даты наблюдений. Возможно причиной этого служили *небольшие*

изменения физических условий в оболочке звезды, так как это не сопровождается заметным изменением лучевых скоростей.

Полученная в работе зависимость лучевых скоростей линий поглощения от потенциалов ионизации подтверждает предположение [1] о стратификации в оболочке Р Лебеда: линии с большими потенциалами ионизации образуются глубже, чем линии с малыми потенциалами, истекающая с поверхности материя движется с ускорением наружу.

Следует заметить, что дублет Si IV 4068 и 4116, образующийся близко к звездной фотосфере, показывает скорость до -80 км/с, что подтверждает высказанное в работе [4] предположение о существовании «протяженной фотосферы» и наличии значительного ускорения материи ниже слоя с оптической глубиной $\tau = 1$.

Сделанная в работе попытка измерить расстояние до Р Лебеда по эквивалентной ширине линии CaIIK не претендует на большую точность. Тем не менее, полученное нами значение τ , равное 0.9 кпс, не выходит за пределы 0.6—1.8 кпс, принятых для Р Лебеда в настоящее время.

Распределение энергии в непрерывном спектре Р Лебеда, исправленное по мере возможности за межзвездное поглощение, свидетельствует о более низкой температуре у Р Лебеда, чем у других звезд спектрального класса ВI, что лишним раз подтверждает сделанные ранее высказывания [1, 13] о существовании у Р Лебеда протяженной атмосферы.

Ն. Լ. ԻՎԱՆՈՎԱ, Մ. Բ. ԲԱԲԱԵՎ, Ա. Հ. ՀՈՒՍԵՅՆՁԱԴԵ, Ե. Բ. ՉՎԵՐԵՎԱ

Ր ԿԱՐԱՊԻ ԱՍՏՂԻ ՍՊԵԿՏՐԸ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Բերված են Ր Կարապի աստղի սպեկտրում էներգիայի բաշխման ուսումնասիրություն, դժերի սպեկտրալուսաչափության (համարժեք լայնություններ, ուրվագծեր) և տեսագծային արագությունների չափման արդյունքները:

N. L. IVANOVA, M. B. BABAEV, A. A. GUSEINSADE, E. B. ZVEREVA

THE SPECTRUM OF THE P Cyg

Summary

The results of investigation of energy distribution in the continuum, the measurements of radial velocities and line profiles in the spectrum of P Cyg are given.

ЛИТЕРАТУРА

1. O. Struve, Ap. J. 81, 66, 1935.
2. И. М. Копылов, Изв. КрАО 20, 156, 1958.
3. J. B. Hutchings, Ap. J. 203, 438, 1976.

4. В. А. Амбарцумян, Л. В. Мирзоян, Т. П. Сноу, *Астрофизика* 14, 425, 1978.
5. Л. Лууд, Публ. Тартусской астрофиз. obs. 35, № 2, 189, 1966.
6. В. М. Терещенко, А. В. Харитонов, *Зональные спектрофотометрические стандарты*, Изд-во «Наука» КазССР, 1972.
7. N. L. Ivanova, J. D. Kuro and A. Ch. Mamatkazina, *Non-Periodic Phenomena in variable stars*, IAU Colloquium, Budapest, 1968.
8. R. A. Chobros, *Z. Ap.* 56, 113, 1962.
9. De Groot M., *Bull. of the Astr. Inst. of the Netherlands* 20, 225, 1969.
10. Л. Лууд, О. Голландский, Т. Ярыгина, Публ. Тартусской астрофиз. obs. 43, 250, 1975.
11. C. S. Beals, J. B. Oke, *MN* 113, 530, 1953.
12. Н. Л. Иванова, А. Н. Хотнянский, *Сообщ. Бюраканской obs.*, 50, 33, 1978.
13. D. Chalonge, L. Divan, *Ann. d. Astr.* 15, 201, 1952.

Л. К. ЕРАСТОВА

О ПОЛНОМ КОЛИЧЕСТВЕ НЕПРАВИЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД В АССОЦИАЦИИ Т1 ЕДИНОРОГА

Естественно считать, что одной из важнейших характеристик молодого звездного агрегата в целом является полное количество переменных звезд низкой светимости, показывающих неправильные колебания блеска типа RW Возничего.

После изучения кривой блеска каждой переменной можно попытаться классифицировать их по типам переменности, например, в смысле Паренаго [1]. Такое распределение переменных по классам в массовом масштабе тоже является важнейшей характеристикой звездного агрегата в целом. Однако это очень трудоемкая работа, требующая усилий многих наблюдателей в течение ряда лет. Мы поставили задачу получить из небольшого количества относительно качественных наблюдений представление о приблизительном количестве неправильных переменных звезд в ассоциации Т1 Единорога, пользуясь тем, что, пожалуй, это одна из немногих областей северного неба, когда сравнение только двух фотопластинок, полученных на крупных телескопах, приводит к выделению значительного количества переменных.

Мы воспользовались наблюдательным материалом, полученным Г. С. Бадаляном на 40—52" телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории в период 1963—1968 гг. Он состоит из ряда фотоснимков, снятых через разные промежутки времени на десенсибилизированных фотоэмульсиях Agfa или ORWO ZU 2 без фильтра, т. е. в фотографических лучах. Из этой коллекции было выбрано 10 пластинок наилучшего качества с предельной звездной величиной $m_{pg} \sim 18^m 5 - 19^m$ и из них образованы пары для блинкования. При блинковании рассматривалась область только самой ассоциации около S Единорога протяженностью по α от $06^h 34^m 0$ до $06^h 36^m 5$ и по δ от $+09^\circ 24'$ до $+10^\circ 15'$ для равноденствия 1900.0 года. Всего было проблинковано 10 пар пластинок, т. е. одна и та же пластинка могла входить в состав различных пар. Из них только две пары были образованы 4 совершенно разными пластинками.

На каждой паре пластинок ряд звезд показал изменения блеска. Они были отмечены как переменные. Из них некоторую, обычно большую, часть составляли уже известные переменные (N_1), другая часть состояла из звезд, о переменности блеска которых до сих пор не было ничего известно (N_2).

В таблице приводятся следующие данные: порядковый номер пары, далее номера сравниваемых пластинок, составляющих пару, разница эпох между временами получения каждой пластинки в паре в днях, количество уже известных переменных звезд и новых, обнаруженных в процессе блинкования.

При просмотре наблюдательного материала было выявлено некоторое количество переменных, безразличных к разнице наблюдатель-

ных эпох. Они одинаково хорошо выделяются как при разнице эпох в несколько дней, так и при разнице эпох в несколько месяцев или даже лет. Это такие переменные, как КХ, КУ, LX, NT, OQ Единорога. При увеличении промежутка времени между снимками, во-первых, растет количество выделяемых переменных при бликовании одной пары пластинок и обнаруживается переменность у ранее неизвестных как переменные звезд. Однако этот рост не безграничен и при разнице эпох в несколько месяцев и более выделяемое на одной паре пластинок среднее количество показавших изменения блеска переменных уже не зависит от разницы эпох. На основе описанного наблюдательного материала было найдено 43 звезды, показавших переменность блеска с амплитудой $\geq 1^m$.

Допустим, что в звездном агрегате до какой-то предельной звездной величины существует некоторое количество N неправильных переменных звезд, показывающих относительно высокий уровень активности. Положим далее, что за некоторый промежуток времени мы случайным образом сняли несколько снимков области, образовали некоторое количество пар для бликования и нашли некоторое количество переменных, допустим, n_1 . Понятно, что вероятность выделения каждой отдельной переменной будет зависеть не только от степени активности самой звезды, но и от разницы эпох получения сравниваемых снимков. Далее через произвольный промежуток времени, но значительно больший, чем промежутки времени между эпохами получения снимков, составляющих пары для бликования, мы опять снимаем некоторое количество снимков также случайно, как и в первую эпоху, и на них тоже выделим все возможные случаи переменной, положим, n_2 . Вообще говоря, эти величины не должны сильно отличаться друг от друга, если соблюдены те же самые условия съемки и обработки полученного материала. Из них некоторое количество переменных, положим, n_{12} , будет общим для обеих эпох. При сделанных выше допущениях эта величина будет указателем полного количества активных звезд в агрегате. Если их очень мало, то полное количество активных переменных при достаточно больших n_1 и n_2 указывает на большое количество активных звезд данного звездного агрегата. Если их очень много, то мы практически при каждом черпке выгребаем большую их часть.

Рассмотрим задачу более подробным образом. Пусть вероятность обнаружения какой-либо переменной в первую эпоху будет p_1 и для всех звезд одинакова. Во втором сезоне, поскольку пары для бликования составлялись уже другим способом, она будет другой и тоже одинаковой для всех звезд, положим, p_2 . Тогда количество выделенных переменных в первом случае будет

$$n_1 = p_1 N, \quad (1)$$

а во втором случае—

$$n_2 = p_2 N. \quad (2)$$

Если эти события независимы, то

$$n_{12} = p_1 p_2 N. \quad (3)$$

Отсюда из формул (1—3) и определяется полное количество переменных в звездном агрегате:

$$N = \frac{n_1 n_2}{n_{12}}. \quad (4)$$

Вообще говоря, данная задача является часто встречающейся в астрофизике задачей определения числа объектов, способных произвести какое-либо событие по статистике этих событий и их повторения.

В применении к нашему случаю это означает, что для уверенной оценки необходимо соблюдение следующих условий:

1. В звездном агрегате имеется достаточно много переменных.
2. Они показывают достаточно высокий уровень активности. При этом, чем лучше наблюдательный материал, тем больше можно обнаружить более слабых и менее активных звезд. Поэтому оцениваемое количество переменных ограничено как звездной величиной, так и амплитудой изменений блеска переменных.
3. Количество переменных и характер изменений их блеска не изменились за промежуток времени между эпохами получения каждого серии снимков.

Покажем, что используя вышеприведенную формулу, мы в действительности получаем нижнюю границу количества всех переменных, имеющихся в звездном агрегате.

Понятно, что в реальном случае для каждой отдельно взятой звезды мы имеем свою вероятность обнаружения, в первую эпоху p_1 , во вторую — p_2 . При сделанных выше допущениях и для простоты рассуждений примем, что $p_1 \sim p_2$ и тогда

$$n_1 = \sum_k p_k N_k, \quad (5)$$

$$n_2 = \sum_k p_k N_k, \quad (6)$$

а

$$n_{12} = \sum_k p_k^2 N_k. \quad (7)$$

Пусть

$$p_k \sqrt{N_k} = f_k, \quad \sqrt{N_k} = g_k. \quad (8)$$

Известно, что имеет место неравенство:

$$\left(\sum_k f_k g_k \right)^2 \leq \sum_k f_k^2 \sum_k g_k^2. \quad (9)$$

Отсюда

$$\left(\sum_k p_k N_k \right)^2 \leq \sum_k p_k^2 N_k \sum_k N_k, \quad \sum_k N_k = N \quad (10)$$

или

$$n_1 n_2 \leq n_{12} N, \quad N \geq \frac{n_1 n_2}{n_{12}}. \quad (11)$$

Для оценки полного количества звезд в данном случае в качестве другой эпохи нами были использованы данные Уокера [2], который наблюдал эту область с декабря 1953 г. по декабрь 1955 г. Понятно, что 10 лет и более вполне достаточный срок, чтобы считать, что изменения блеска переменных в данные два сезона не коррелируют друг с другом. Он проблинковал 5 пар пластинок, на которых в ограниченной нами области им было выделено 65 переменных. К сожалению, мы не в состоянии сравнить наши пластинки с пластинками, использованными Уокером, однако количество выделенных им переменных заставляет думать, что или предельная звездная величина его пластинок больше нашей, или качество его пластинок несколько лучше и он смог выделять переменные с меньшими изменениями блеска, или действуют оба фактора. При этом 23 переменных были выделены в обе эпохи наблю-

дений. Отсюда общее количество переменных в данном звездном агрегате вплоть до $18^m 5-19^m pg$ с амплитудами изменений блеска около или $> 1^m$ при сделанных нами допущениях о характере переменности блеска более $N > 120$. Заметим, что к настоящему времени в каталоге переменных звезд [3] и его дополнениях [4] общее количество переменных типа RW Возничего в данной области сравнимо с этой величиной. Это говорит о том, что количество достаточно активных переменных даже в таком молодом звездном агрегате, каковым является П1 Единорог, не так уж и велико. Однако следует еще раз подчеркнуть, что сделанная нами оценка является нижней границей полного количества таких переменных.

Таблица

№	№ пластинок	Разница эпох	N_1	N_2
1	11-13	0 ^d 8	5	0
2	11-17	2.9	4	0
3	11-35	1097.9	15	6
4	12-14	0.8	7	0
5	12-19	24.8	10	1
6	12-47	1583.7	8	2
7	13-17	2.1	8	0
8	13-35	1097.1	11	6
9	13-42	1427.2	8	2
10	13-46	1582.9	6	3

Заметим, что типичные вспыхивающие звезды, обнаруживаемые фотографическим способом, не будут засорять наши данные, поскольку общая продолжительность всех экспозиций для таких оценок небольшая, в общей сложности не превышает 1—2 часов.

Недавно аналогичным способом в том же звездном агрегате была получена оценка полного количества звезд, имеющих эмиссионную линию H_{α} [5]. Их оказалось несколько меньше, ~ 100 .

Благодарю акад. В. А. Амбарцумяна за стимулирующие консультации в процессе выполнения данной работы.

22 июля 1980 г.

Լ. Կ. ԵՐԱՍՏՈՎԱ

Կ 1 ՄԻՆԵՐՉՅՈՒՐԻ ԱՍՏՂԱՍՓՅՈՒՌՈՒՄ ԱՆԿԱՆՈՆ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԱՍՏՂԵՐԻ ԼՐԻՎ ՔԱՆԱԿՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Առաջարկվում է անկանոն փոփոխական աստղերի լրիվ քանակության գնահատման մեթոդ աստղային ագրեգատում: Այն օգտագործվում է Մի-նդջուր աստղային ագրեգատում այդպիսի փոփոխականների լրիվ քանակության գնահատման համար: Այդ տիրույթում լուսանկարչական ճառագայթներում $18^m 5-19^m$ -ից ավելի պայծառ $\Delta \geq 1^m$ ամպլիտուդի պայծառության փոփոխություններով փոփոխականների լրիվ քանակությունը 120-ից ավել է:

L. K. ERASTOVA

ON THE TOTAL NUMBER OF IRREGULAR VARIABLES
IN THE TI MON ASSOCIATION

Summary

A method of estimation of the total number of the irregular variable stars in stellar aggregate is presented. It is used for determination of the total number of these variables in the Monoceros stellar aggregate. The total number of this type variables brighter than $m_{pg} = 18^m.5 - 19^m$ with an amplitude $\geq 1^m$ in photographic light exceed 120

ЛИТЕРАТУРА

1. П. П. Паренаго, Труды ГАИШ, 25, 1954.
2. M. F. Walker, Ap. J. Suppl. Ser., 2, № 23, 365, 1956.
3. Б. В. Кукаркин и др., ОКПЗ II, М., Наука, 1970.
4. Б. В. Кукаркин и др., ОКПЗ, первое, второе и третье дополнения, 1971, 1974, 1976.
5. G. W. Marcy, A. J., 85, 230, 1980.

О ПЫЛЕВЫХ ОБОЛОЧКАХ ЗВЕЗД ТИПА Т ТЕЛЬЦА

Звезды типа Т Тельца—это звезды, находящиеся на ранних стадиях эволюции [1]. Об этом свидетельствует их расположение в молодых группировках—Т-ассоциациях [2]. С молодостью этих звезд связаны, по-видимому, такие их особенности, как наличие у них ультрафиолетовых [3] и инфракрасных избытков [4], а также линий поглощения с фиолетовой стороны эмиссионных линий [5]. Согласно В. А. Амбарцумяну [6], ряд наблюдаемых особенностей звезд типа Т Тельца объясняется тем, что во внешних областях этих звезд происходит распад сверхплотного дозвездного вещества, сопровождающийся быстрым освобождением значительной энергии.

Наблюдениям звезд типа Т Тельца посвящено много работ. В частности, результаты наблюдений в инфракрасной области спектра указывают на то, что звезды этого типа имеют инфракрасные избытки, обусловленные, вероятно, оболочками, содержащими частицы силикатов [7—10]. Нами сделана попытка определения температуры, размеров, плотностей и масс пылевых оболочек семи звезд типа Т Тельца Т Tau, RY Tau, SU Aur, RW Aur, GW Ori, V 380 Ori, R Mon с использованием результатов фотометрических наблюдений [7, 9, 10] в диапазоне длин волн от 0,36 до 11,0 мкм. Оказалось, что исправленное за межзвездное поглощение распределение интенсивностей излучения в ближней ИК-области (до 3—4 мкм) достаточно хорошо представляется в виде суммы двух планковских распределений. Первое из этих распределений обусловлено излучением самой звезды и соответствует ее эффективной температуре. Второе распределение обусловлено, очевидно, пылевой оболочкой. Полагая, что излучение пыли тепловое, была подобрана соответствующая планковская температура, наиболее полно удовлетворяющая данному распределению. Как видно из рис. 1, инфракрасные избытки в интервале длин волн от 1,0 до 3,5 мкм довольно хорошо удалось объяснить тепловым излучением пылевой оболочки. Из тех же рисунков видно, однако, что в более далекой ИК-области остаются заметные избытки. Эти избытки обусловлены, по всей видимости, наличием второй, более холодной и более массивной и протяженной оболочки. Подбором соответствующих температур вторых оболочек удалось полностью описать наблюдаемые распределения излучения рассмотренных звезд во всем исследованном диапазоне длин волн от 0,36 до 11,0 мкм. Определенные таким образом температуры первых и вторых оболочек приводятся в таблице. Воспользовавшись полученными значениями температур мы оценили $r_{об}$ —радиусы первых оболочек по формуле, приведенной в [11],

$$\frac{r_{об}}{r_{*}} = \left\{ 1 - \left[1 - \frac{5k\tau(6)T_{об}^4 [2 + (m')^2 + (m'')^2 + (2m'm'')]^2}{2h\sigma\tau(5)T^4 m'm''} \right]^2 \right\}^{-1/2}, \quad (1)$$

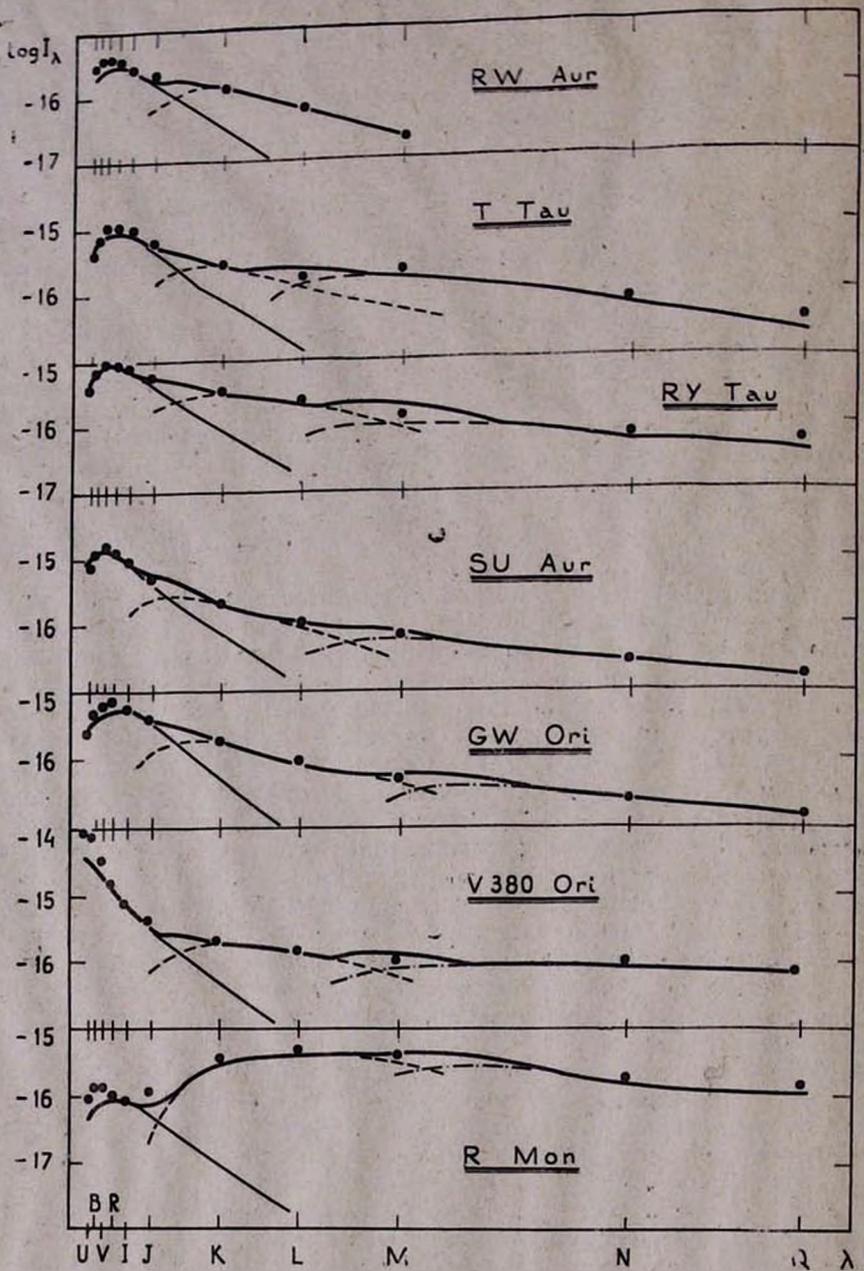


Рис. 1. Зависимость интенсивности излучения от длины волны: ● распределение энергии наблюдаемой звезды; — планковское распределение при эффективной температуре звезды; - - - планковское распределение при эффективной температуре 1-ой оболочки; — · — планковское распределение при эффективной температуре 2-ой оболочки; — — — интегральное излучение звезды и двух ее оболочек.

где $m' = 1.7$ и $m'' = -0.1$ — коэффициенты при действительной и мнимой частях показателя преломления силикатных частиц, $\sigma = 7.15 \cdot 10^{23}$ сек. а (6) и (5) — функции Римана. Вычисленные по этой формуле радиусы оболочек приводятся в таблице. Значения радиусов звезд v_* были рассчитаны по светимостям данных звезд, приведенным Мендозой [4].

Далее были оценены интегральные излучательные поверхности как первых, так и вторых пылевых оболочек по формуле:

$$S = \frac{4\pi R^2 I_\lambda}{\varepsilon B_\lambda(T)}, \quad (2)$$

где R — расстояние от Земли до данной звезды, взятое из [4], I_λ — наблюдаемая спектральная плотность, ε — излучательная способность силикатных пылинок, $B_\lambda(T)$ — планковская функция. При этом значения I_λ и $B_\lambda(T)$ для первых оболочек рассчитывались для длины волны $\lambda = 2.2$ мкм, на которой все наблюдаемое излучение идет от первой оболочки. В случае же второй оболочки принималось $\lambda = 5.0$ мкм по той же причине. При расчете значений S мы полагали, что $\varepsilon = 0.7$. Принимая ориентировочно, что радиус и плотность пылинок равны соответственно $r_n = 10^{-5}$ см и $\rho = 1$ г/см³, мы находим полное число пылинок в оболочке и полную массу M пыли:

$$N = \frac{S}{\pi r_n^2} \quad (3)$$

и

$$M = \frac{4}{3} N \pi r_n^3 \rho. \quad (4)$$

Результаты соответствующих расчетов приведены в таблице и представлены на рис. 2 и 3.

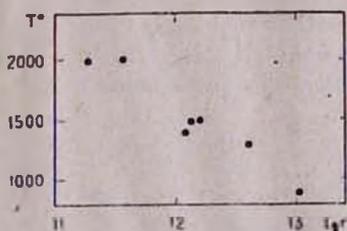


Рис. 2. Зависимость температуры первых оболочек от радиуса оболочек

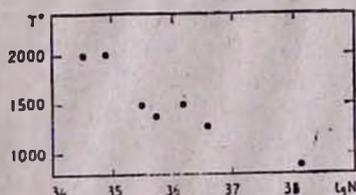


Рис. 3. Зависимость температуры первых оболочек от количества пылинок в ней

Как выяснилось, имеются довольно четкие корреляции между некоторыми из определенных нами параметров первых, более горячих оболочек рассмотренных звезд. На рис. 2 приводится диаграмма температура оболочки — радиус оболочки. На рис. 3 — диаграмма температура оболочки — количество пылинок в оболочке. На рис. 4 — диаграмма радиус оболочки — количество пылинок в оболочке.

Из рис. 2 и 3 видно, что как количество пыли в оболочке, так и ее радиус уменьшаются с увеличением температуры. Уменьшение температуры оболочки с увеличением радиуса (рис. 2) вполне понятно.

Ведь инфракрасное излучение оболочки обусловлено, как известно, переизлучением пылью части излучения самой звезды. Чем больше радиус оболочки, тем меньшая часть излучения звезды идет на нагрев пыли и тем меньше, следовательно, должна быть температура оболочки. Уменьшение количества пыли с увеличением температуры оболочки (рис. 3) также понятно. Эта зависимость обусловлена, по-видимому, испарением пылинок—процессом, происходящим более интенсивно в более горячих оболочках.

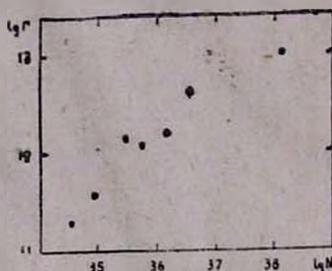


Рис. 4. Зависимость радиуса первых оболочек от количества пыли в ней.

Из рис. 4 следует, что количество пыли увеличивается с увеличением радиуса оболочки. Эта зависимость, на первый взгляд, кажется несколько странной. Исходя из того предположения, что пыль образуется на поверхности звезды и, удаляясь от нее, постепенно испаряется, следовало бы ожидать обратной зависимости, а именно, уменьшения количества пыли с удалением от звезды. Мы же видим, что при расширении оболочки количество пыли в ней увеличивается. Очевидно, что при тех плотностях, которые имеются в этих оболочках, о конденсации пыли не может быть и речи. Остается допустить, что в удаляющихся от звезд оболочках образование пыли продолжается в результате каких-то иных процессов. Возможно, что это происходит в результате деления сверхплотного дозвездного вещества.

Как видно из таблицы, масса пылевой материи во вторых, более холодных оболочках рассмотренных звезд приблизительно на два порядка превышает массу первых, горячих оболочек. Вероятно, вторые оболочки образуются при постепенном накоплении выбрасываемой из звезд пыли в их более далеких окрестностях. Из соотношения пылевых масс вторых и первых оболочек следует, что в течение стадии Т Тельца происходит около 100 дискретных выбросов пыли. Если принять длительность стадии Т Тельца 10^6 , то рекуррентный выброс пылевой оболочки происходит у этих звезд в среднем раз в 10^4 лет. Исходя из того, что близкие к звезде горячие оболочки наблюдаются у всех рассмотренных звезд, следует, что время существования этих оболочек порядка 10^4 лет.

В заключение отметим, что, хотя в данной работе использована двухоболочечная модель, не исключено, что в действительности может иметь место более сложное распределение плотности и температур пыли вокруг звезд. В этом случае следует говорить не о дискретных выбросах пыли, а, возможно, о непрерывном ее истечении.

Կապույտ

Յեզա	Sp	T ₁ °K	T ₂ °K	r ₀₆ /r _☉	r ₀ սմ	N ₁	M ₁ /M _☉	M ₂ /M _☉
Կ Կա	K1 4840°K	1500	700	2,35	6,0 · 10 ²¹	2,0 · 10 ³⁵	3,2 · 10 ⁻¹³	1,7 · 10 ⁻¹¹
ԿԿ Կա	K1 4840°K	1400	600	2,92	4,2 · 10 ²¹	5,2 · 10 ³⁵	6,1 · 10 ⁻¹³	1,6 · 10 ⁻¹¹
ԿՏԱ Ար	G2 5500°K	2000	6,0	1,47	3,2 · 10 ²¹	8,2 · 10 ³⁴	9,6 · 10 ⁻¹⁴	1,2 · 10 ⁻¹¹
ԿՐՎ Ար	K1 4840°K	2000	—	1,14	2,2 · 10 ²¹	3,4 · 10 ³⁴	4,0 · 10 ⁻¹⁴	—
ԿԿՎ Օր	K2 4460°K	1500	500	1,97	8,0 · 10 ²¹	1,4 · 10 ³⁴	1,7 · 10 ⁻¹²	4,3 · 10 ⁻¹⁰
ԿՎ 380 Օր	A2 9000°K	1300	500	17,1	2,4 · 10 ²¹	3,8 · 10 ³⁴	4,4 · 10 ⁻¹²	2,1 · 10 ⁻¹⁰
ԿՐ Մոն	K1 4840°K	900	500	3,45	3,1 · 10 ²¹	1,4 · 10 ³⁵	1,6 · 10 ⁻¹⁰	3,4 · 10 ⁻⁹

Կրականյա աստրոֆիզիկական ասեւրատորիա
Երեւանի գոսոյարտեննիյ անիւերսիտետ

Յոս. Կ. Մելիկ-Ալաւերճիան, Գ. Կ. ԿոՎՄԱՍՅԱՆ

Կ ՅՈՒԼԻ ՏԻՊԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ՓՈՇԱՅԻՆ ԹԱՂԱՆԹՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Որոշված են Կ Յուլի տիպի 7 աստղի փոշային թաղանթների հատկանիշները: Յուլյց է տրված, որ այդ թաղանթների շափերի, զանգվածների և նրանց ջերմաստիճանների միջև կոպ կա: Փոշու քանակը թաղանթներում և թաղանթների շափերը աճում են նրանց ջերմաստիճանների նվազման հետ: Ընդ որում, աստղից հեռանալու հետ թաղանթների զանգվածները մեծանում են: Վերջինը թույլ չի տալիս բացատրել փոշու առաջացումը աստղի մըթնոլորտում դադի կոնդենսացման պատճառով:

YU. K. MELIK-ALAUERDIAN, G. H. TOVMASSIAN

ON THE DUST SHELLS OF T TAU TYPE STARS

Summary

The parameters of dust shells of seven T Tau type stars are determined. It is shown, that there are definite correlations between masses, sizes and temperatures of dust shells (see Fig. 2—4). The more is the

content of dust grains in the shells and the larger the diameters of shells, the less are their temperatures. Except, the masses of the shells increase with increasing of their distances from stars, which reject the possibility of formation of dust in the atmospheres of stars by condensation from gas.

ЛИТЕРАТУРА

1. G. H. Herbig, *Ap. J.*, 217, 693, 1977.
2. В. А. Амбарцумян, *АЖ*, 26, 3, 1949.
3. G. Haro, G. Herbig, *ТТВ*, 12, 1955.
4. E. Mendoza, *Ap. J.*, 143, 1010, 1966.
5. R. F. Sanford, *PASP*, 59, 134, 1947.
6. В. А. Амбарцумян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 13, 3, 1954.
7. E. Mendoza, *Ap. J.*, 151, 977, 1968.
8. M. Cohen, *MN*, 191, 499, 1980.
9. M. Cohen, *MN*, 161, 97, 1973.
10. F. C. Gillett, W. A. Stein, *Ap. J.*, 164, 77, 1971.
11. Л. М. Шульман, *Переменные звезды*, 19, № 6, (144), 549, 1975.

ПЕРЕМЕННОСТЬ ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯН 699

Маркарян 699 (III Zw 77) является сфероидальной, компактной галактикой. Согласно [1], в спектре четко наблюдаются несколько эмиссионных линий, а ультрафиолетовая часть континуума слаба. На снимке 200" телескопа [2] она выглядит звездообразной, с очень слабой и маленькой оболочкой. Фотографическая поверхностная яркость очень высокая. Радиальная скорость галактики—10250 км/с, абсолютная фотографическая величина при $H=50$ км/с Млс $M_p = -19^m7$.

Спектр этой галактики хорошо изучен. В работе [3] Марк 699 классифицирована как Sy I. Замечательной особенностью спектра является наличие сильной линии (FeII), которая наблюдается и у некоторых других сейфертовских галактик (как, например, у Марк 40). На обеих картах Паломарского обозрения Марк 699 имеет звездообразный вид с очень резкими краями и окружена слабой оболочкой, более яркой в синем цвете. Вокруг Марк 699 много галактик примерно такой же яркости. Она, возможно, находится на периферии богатого скопления галактик.

Марк 699 наряду с другими звездообразными объектами была включена в число галактик, систематически наблюдаемых нами на предмет выявления переменности. Наблюдения велись на 21" камере Шмидта Бюраканской обсерватории. Один снимок получен на эмульсии Кодак 103А—0, а остальные—на ORWO Zu—2 без фильтра. Измерения яркости галактики и звезд сравнения проводились на микрофотометре МФ—2. В общем получено и обработано 10 пластинок, которые охватывают период с июня 1974 г. по май 1979 г.

Благодаря большому полю 21" телескопа ($5^\circ \times 5^\circ$) на той же пластинке удалось получить также изображение квазара 3С 345, вокруг которого имеются фотографические и фотоэлектрические [4,5] стандарты. С помощью этих стандартных звезд вокруг Марк 699 была создана местная последовательность стандартов, состоящая из 11 звезд в промежутке от 14^m2 до 17^m0 . На рисунке приведена карта отождествления с обозначением стандартных звезд. Звезда с обозначением h оказалась переменной с амплитудой 0^m8 . В табл. 1 приведены фотографические звездные величины стандартных звезд. Для каждой звезды измерены три пластинки, и каждая пластинка по три раза. Средняя ошибка одного измерения не превосходит 0^m1 .

Таблица 1

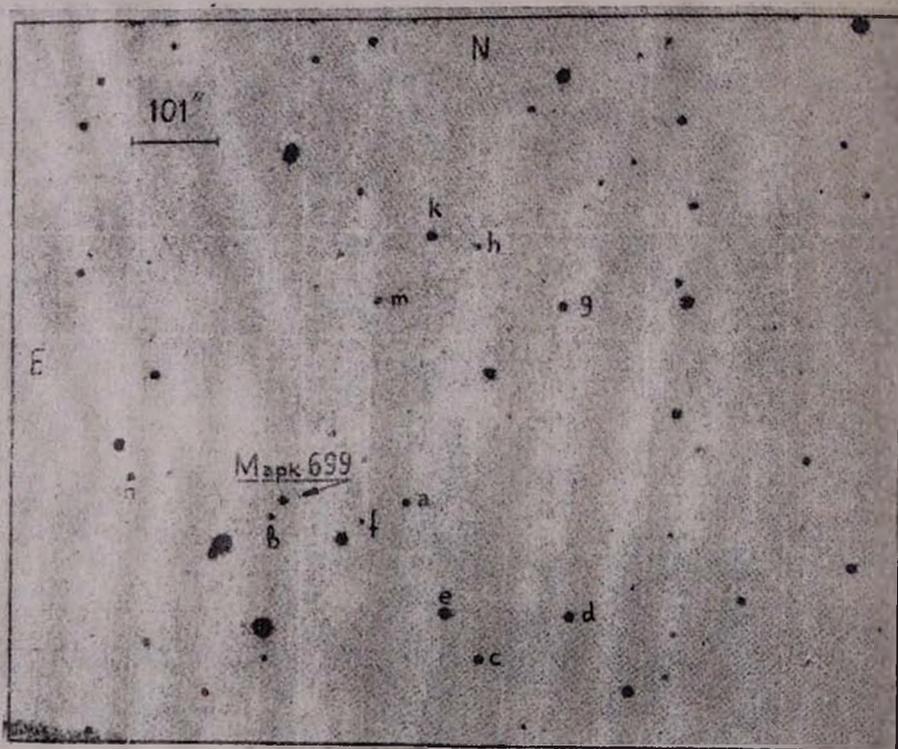
Звезда	m_{pg}	1	2	1	2
1	2	d	15.18	h	16.59
а	16.11	e	14.23	к	14.58
в	16.64	f	17.00	м	16.17
с	15.59	g	15.82	п	15.91

Результаты измерений Марк 699 приведены в табл. 2. Все величины являются средними по трем измерениям. В столбцах таблицы соответственно приведены дата наблюдений, юлианское время, использованные пластинки, длительность экспонирования и видимая звездная величина в фотографических лучах.

Таблица 2

Дата наблюдений	JD	Эмульсия	Эксп. в мин.	m_{pg}
20. VI. 1974	2442219.587	Кодак 103A—O	10	16.05
10. VIII. 1974	271.454	ORWO Zu—2	12	15.89
18. IX. 1974	310.396	.	19	16.00
28. III. 1976	866.677	.	18	15.92
04. VI. 1976	934.660	.	10	16.08
07. VI. 1978	2443667.621	.	17	16.05
10. VIII. 1978	731.511	.	18	15.97
25. VIII. 1978	747.399	.	18	15.95
26. IV. 1979	991.455	.	15	15.74
23. V. 1979	2444018.455	.	34	15.96

Как видно из данных табл. 2, Марк 699 является переменной галактикой, амплитуда изменения яркости которой составляет 0.3—0.4 звездной величины. Марк 699 имела максимальную яркость в апреле 1979 г.



Фотометрические измерения яркости на пластинках не выявляют оболочку вокруг ядра Марк 699. На всех наших пластинках изображения этого объекта не отличаются от звезд. Яркость ядра не увеличивается при увеличении диафрагмы микрофотометра. На основании этого мы приходим к выводу, что вклад оболочки в интегральную яркость галактики незначителен.

Таблица 3

Дата наблюдений	JD	m_{PK}
07. VI. 1978	2443667.621	16.38
26. IV. 1979	3991.455	16.65
23. V. 1979	4018.455	16.53

На трех пластинках измерены также фотографическая яркость переменного квазара ЗС 345. Результаты измерений приводятся в табл. 3, из которой видно, что ЗС 345 также показывает изменения яркости в пределах 0.3 звездной величины.

Կ. Ա. ՍԱՀԱԿՅԱՆ

ՄԱՐԿԱՐՅԱՆ 699 ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՅԻ ՊԱՅՆԱՌՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բերված են Մարգարյան 699 գալակտիկայի լուսանկարչական լուսաչափության արդյունքները, Պայծառության փոփոխության դիտված ամպլիտուդը կազմում է մոտ 0^m3—0^m4:

K. A. SAHAKIAN

VARIABILITY OF GALAXY MARKARIAN 699

Summary

The results of photometric measurements of Markarian 699 are given. The observed amplitude of brightness variation is about 0^m3—0^m4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Е. Маркарян, В. А. Липовецкий, *Астрофизика*, 10, 307, 1974.
2. F. Zwicky, *Ap. J.*, 143, 192, 1966.
3. R. W. O'Connell, K. A. Kingham, *PASP*, 90, 244, 1978.
4. D. W. Goldsmith, T. D. Kinman, *Ap. J.*, 142, 1693, 1965.
5. R. J. Anglone, *A. J.*, 76, 412, 1971.

А. П. МАГТЕСЯН

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ, ЦВЕТА И КЛАССЫ ЯДЕР ГАЛАКТИК В ГРУППАХ

Как известно, имеется корреляция между структурой скоплений и их морфологическим составом. В частности, при переходе от более концентрированных скоплений к менее концентрированным происходит уменьшение относительного количества галактик типов D, E, SO [1]. То же самое наблюдается при переходе от центральных частей скоплений к их периферийным частям [2]. В [3] показано, что увеличение относительного количества спиралей с удалением от ядра скопления сопровождается уменьшением показателей цвета спиральных галактик. При переходе от наиболее плотных скоплений к разреженным и к полю происходит увеличение массы нейтрального водорода спиральных галактик [4]. Этот же переход сопровождается увеличением относительного количества галактик отдельных морфологических типов, содержащих эмиссионные линии в спектрах ядер [5].

Иными словами, можно заключить, что спиральные галактики по своим свойствам ближе к эллиптическим, если в их окрестности сравнительно много эллиптических галактик, а последние, в свою очередь, ближе к спиральным, если в их окрестности сравнительно много спиральных галактик.

В настоящем сообщении с точки зрения зависимости свойств галактик от пространственной плотности и морфологического состава исследованы группы галактик. С этой целью использован составленный И. Д. Караченцевым [6] список групп галактик, для которых известны лучевые скорости не менее трех членов. Плотные подгруппы более разреженных групп исключены из рассмотрения. Рассмотрена зависимость морфологических типов галактик, их показателей цвета $B-V$ и $U-V$ и бюраканских классов ядер [7] от морфологического состава групп и пространственной плотности. Морфологический состав будем характеризовать параметром $P = \frac{n_E + n_{SO}}{n_E + n_{SO} + n_S}$, равным отношению числа эллиптических и линзовидных галактик к полному числу галактик в группе. В качестве характеристики пространственной плотности использованы средние гармонические линейные расстояния между членами групп

$\bar{R} = (\bar{R}_{II}^{-1})^{-1}$, приведенные в [6]. Морфологические типы и цвета галактик взяты из [8], а класс ядер из [9].

Морфологические типы галактик. Статистические данные о морфологических подтипах спиральных галактик приведены в табл. 1. Для наглядной иллюстрации различий между группами с разными P и \bar{R} в таблице приведены не частоты встречаемости $\nu_{P < 0.25}$ и $\nu_{P > 0.25}$, а отношения частот $K = \frac{\nu_{P < 0.25}}{\nu_{P > 0.25}}$, где $\nu_{P < 0.25}$ относительные количества

спиральных галактик разных подтипов в группах с $P \leq 0.25$ и данным ΔR , а $\nu_{P > 0.25}$ те же величины для групп с $P > 0.25$. Рассмотрение величины K исключает влияние неравномерного распределения галактик по подтипам в пространстве. То же самое относится и к табл. 2, где приведены аналогичные данные для эллиптических и линзовидных галактик, только здесь рассматриваются отношения $K = \frac{\nu_{P \leq 0.7}}{\nu_{P > 0.7}}$. Здесь и далее по параметру P группы разделены на две части таким образом, чтобы количества галактик в них были примерно одинаковы. Этим и объясняется то обстоятельство, что граничным при рассмотрении спиральных галактик является значение $P = 0.25$, а в случае эллиптических

и линзовидных — $P = 0.7$. По параметру \bar{R} группы разделены на две или три части, и деление производилось также таким образом, чтобы в подгруппах содержались примерно равные количества галактик.

Из табл. 1 видно, что для спиральных галактик отношение K увеличивается при переходе от ранних подтипов к поздним. Иными словами, в группах с $P \leq 0.25$ относительно много спиралей поздних подтипов, а при $P > 0.25$ много спиралей ранних подтипов. Можно также заметить уменьшение градиента рассматриваемого отношения при переходе к разреженным группам.

Таблица 1

Отношение $K = \frac{\nu_{P \leq 0.25}}{\nu_{P > 0.25}}$ для подтипов спиральных галактик в группах с разными плотностями. В скобках приведены суммарные количества галактик ($n_{P \leq 0.25} + n_{P > 0.25}$), по которым вычислены K

Т и п	$K = \frac{\nu_{P \leq 0.25}}{\nu_{P > 0.25}}$			
	0 кпс $< \bar{R} < 100$ кпс	100 кпс $< \bar{R} < 400$ кпс	$\bar{R} > 400$ кпс	Все галактики
Sa—Sab	0,19 (13)	0,67 (15)	0,90 (12)	0,53 (40)
Sb—Sbc	0,76 (12)	0,89 (17)	0,65 (24)	0,73 (53)
Sc—Scd	2,14 (9)	1,33 (14)	0,90 (12)	1,35 (35)
Sd—Irr	(∞) (7)	3,00 (14)	3,44 (11)	5,00 (22)

Таблица 2

Отношение $K = \frac{\nu_{P \leq 0.7}}{\nu_{P > 0.7}}$ для эллиптических линзовидных галактик в группах с разными плотностями. В скобках приведены суммарные количества галактик ($n_{P \leq 0.7} + n_{P > 0.7}$), по которым вычислены K

Т и п	$K = \frac{\nu_{P \leq 0.7}}{\nu_{P > 0.7}}$			
	0 кпс $< \bar{R} < 100$ кпс	100 кпс $< \bar{R} < 400$ кпс	$\bar{R} > 400$ кпс	Все галактики
E	1,10 (31)	0,65 (28)	0,67 (22)	0,83 (81)
SO	0,85 (18)	1,46 (26)	1,67 (21)	1,24 (67)

Из табл. 2 следует, что при $\bar{R} > 100$ кпс сходную тенденцию, хотя и менее отчетливую, проявляют также эллиптические и линзовидные галактики (в группах с $P \leq 0.7$ сравнительно много линзовидных галактик, а при $P > 0.7$ эллиптических).

О показателях цвета. Рассмотрим зависимость показателей цвета $B-V$ и $U-B$ от морфологического состава P и параметра \bar{R} .

Результаты приведены в табл. 3—5. В последовательных столбцах приведены следующие величины: среднее гармоническое линейное расстояние между галактиками в группах; относительное количество эллиптических и линзовидных галактик; число галактик, по которым вычислен средний показатель цвета $B-V$; среднее значение этого показателя цвета; статистическая значимость разностей средних показателей цвета $B-V$ в группах с разными морфологическими составами; число галактик, по которым вычислен средний показатель цвета $U-B$; среднее значение этого показателя цвета; статистическая значимость разностей средних показателей цвета $U-B$ в группах с разными морфологическими составами.

Из табл. 3—5 видно, что средние показатели цвета группы галактик, имеющих разные морфологические составы, различаются. Статистические значимости этих различий в плотных группах довольно высоки. Исключение составляют линзовидные галактики, в случае которых

Таблица 3
Средние цвета S-галактик в группах различной плотности и морфологического состава

\bar{R}	P	$n_s(B-V)$	$\langle B-V \rangle_s$	α	$n_s(U-B)$	$\langle U-B \rangle_s$	α
0—100	≤ 0.25	19	0.48 ± 0.21	0.002	8	-0.25 ± 0.22	0.004
	> 0.25	14	0.70 ± 0.13		7	0.17 ± 0.20	
101—610	≤ 0.25	44	0.59 ± 0.16		24	0.05 ± 0.25	
	> 0.25	23	0.59 ± 0.16		14	0.07 ± 0.21	
> 1000	≤ 0.25	5	0.64 ± 0.12		4	0.02 ± 0.25	
	> 0.25	23	0.57 ± 0.18		13	-0.14 ± 0.18	
все галактики	≤ 0.25	68	0.56 ± 0.18		36	-0.02 ± 0.26	
	> 0.25	60	0.61 ± 0.17		34	0.01 ± 0.22	

Таблица 4
Средние цвета E-галактик в группах различной плотности и морфологического состава

\bar{R}	P	$n_E(B-V)$	$\langle B-V \rangle_E$	α	$n_E(U-B)$	$\langle U-B \rangle_E$	α
0—100	≤ 0.7	17	0.84 ± 0.05	0.02	5	0.40 ± 0.03	0.07
	> 0.7	15	0.89 ± 0.05		9	0.47 ± 0.07	
> 100	≤ 0.7	17	0.85 ± 0.05		12	0.42 ± 0.07	0.01
	> 0.7	16	0.88 ± 0.05		13	0.49 ± 0.06	
все галактики	≤ 0.7	27	0.85 ± 0.05	0.02	17	0.42 ± 0.06	0.01
	> 0.7	31	0.88 ± 0.05		22	0.48 ± 0.07	

Таблица 5

Средние цвета SO-галактик в группах различной плотности и морфологического состава

\bar{R}	P	$n_{SO}(B-V)$	$\langle B-V \rangle_{SO}$	α	$n_{SO}(U-B)$	$\langle U-B \rangle_{SO}$	α
0-100	≤ 0.7	3	0.77 ± 0.04		2	0.16 ± 0.11	
	> 0.7	12	0.85 ± 0.06		6	0.37 ± 0.21	
> 100	≤ 0.7	24	0.79 ± 0.10		14	0.35 ± 0.14	
	> 0.7	13	0.83 ± 0.07		10	0.40 ± 0.09	
все галактики	≤ 0.7	27	0.79 ± 0.10	0.05	16	0.33 ± 0.15	
	> 0.7	25	0.84 ± 0.07		16	0.39 ± 0.14	

статистические значимости различий в показателях цвета невелики, вследствие малочисленности объектов, по которым вычислены средние показатели цвета $B-V$ и $U-B$. Наблюдается уменьшение рассматриваемых разностей в рассеянных группах. Для спиральных галактик эта разница уменьшается очень сильно и даже меняет знак. По этой причине группы в табл. 3 по \bar{R} разделены на три части. Отметим, что в [6]

групп с $610 \text{ кпс} < \bar{R} < 1000 \text{ кпс}$ нет. Из табл. 3 видно, что в отдельности для $P \leq 0.25$ и $P > 0.25$ средний цвет спиральных галактик монотонно меняется с величиной \bar{R} , причем для $P \leq 0.25$ эта зависимость возрастает, а для $P > 0.25$ убывает. Таким образом, голубые спиральные галактики встречаются как в сравнительно плотных группах с малым значением P ($\bar{R} \leq 100 \text{ кпс}$, $P \leq 0.25$), так и в разреженных группах с большим значением P ($\bar{R} > 1000 \text{ кпс}$, $P > 0.25$).

Из табл. 4 и 5 видно, что эллиптические и линзовидные галактики несколько голубее в группах с малым значением P .

Бюраканская классификация ядер. Изучена также зависимость

бюраканских классов ядер галактик от тех же величин \bar{R} и P . Для спиральных галактик гистограммы распределения бюраканских классов ядер для групп с различными \bar{R} и P приведены на рис. 1

Из рис. 1г видно, что галактики групп, имеющих разные морфологические составы, в среднем отличаются и своими ядрами. В группах с $P > 0.25$ доминируют ядра класса 3, а в группах с $P \leq 0.25$, наоборот, таких галактик мало и преобладают ядра классов 2 и 5. Из рис. 1а, б, в видно, что класс ядер галактик зависит и от плотности групп, по крайней мере в группах с $P \leq 0.25$ (в разреженных группах наблюдается уменьшение относительного количества ядер класса 3).

Поскольку эллиптические и линзовидные галактики относятся преимущественно к бюраканскому классу 3, то эти результаты свидетельствуют о том, что по классам ядер спиральные галактики в группах с большим значением параметра P близки к эллиптическим.

Заключение. Результаты настоящей работы показывают, что с точки зрения зависимости морфологического состава от плотности группы галактик сходны со скоплениями—в плотных группах имеется избыток галактик ранних морфологических типов. Это подтверждается и бюраканской классификацией галактик, свидетельствующей о том, что объекты класса 3, характерного для эллиптических галактик, чаще встречаются

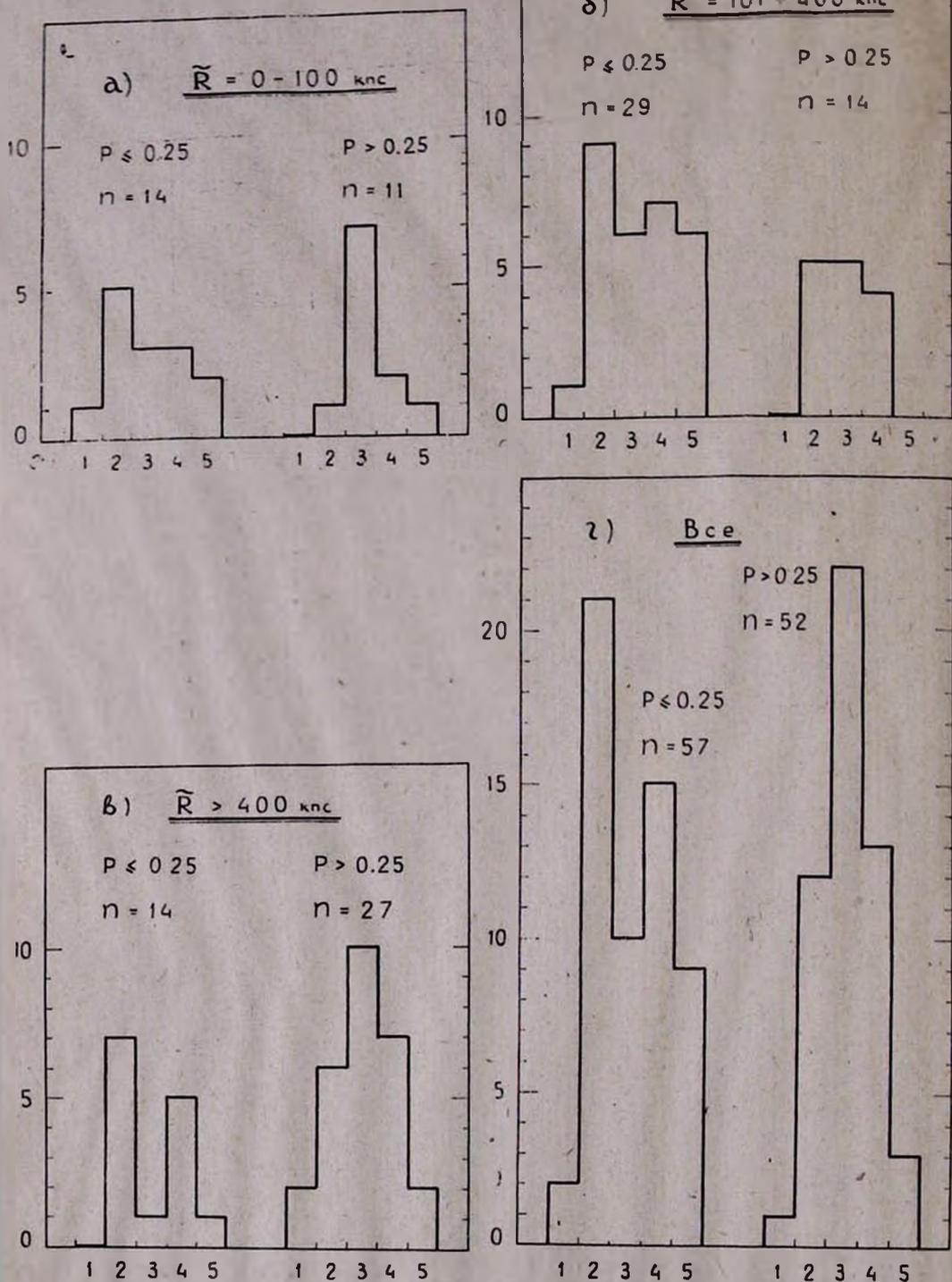


Рис. 1. Гистограммы распределения бюраканских классов ядер спиральных галактик в группах различной плотности и морфологического состава;

(а')—при $0 \text{ кпс} < \tilde{R} < 100 \text{ кпс}$; б)—при $100 \text{ кпс} < \tilde{R} < 400 \text{ кпс}$; в)—при $\tilde{R} > 400 \text{ кпс}$; г)—все галактики

в плотных группах, а объекты классов 2 и 5—в разреженных. Наконец, зависимость цветов галактик от плотности и морфологического состава групп также подобна аналогичной зависимости в скоплениях галактик—в группах высокой плотности избыток галактик ранних типов сопровождается более голубым цветом объектов всех морфологических типов.

Автор благодарен М. А. Аракеляну за ценные замечания и интерес к работе.

Ա. Պ. ՄԱՀՏԵՍՅԱՆ

ԳԱԼԱԿՏԻԿԱՆԵՐԻ ՄՈՐՓՈԼՈԳԻԱԿԱՆ ՏԻՊԵՐԸ, ԳՈՒՅՆԵՐԸ ԵՎ
ԿՈՐԻՋՆԵՐԻ ԳԱՍԵՐԸ ԽՄԲԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրվել է խմբերում գալակտիկաների մորֆոլոգիական տիպերի, գույնների ու կորիզների դասերի կախումը խմբի խտությունից և նրանցում էլիպտիկական ու ուսանյակաձև գալակտիկաների հարաբերական քանակից: Պարզվել է, որ խմբերում և կույտերում գալակտիկաները իրենց պահում են նման ձևով:

A. P. MAHTESSIAN

THE MORPHOLOGICAL TYPES, COLOURS AND NUCLEAR
CLASSES OF GALAXIES IN GROUPS

Summary

The dependence of the morphological types, colours and Byurakan classes of galaxies in groups upon their space density and relative quantity of elliptical and lenticular galaxies is considered. It is shown, that properties of galaxies in groups are similar to that in rich clusters.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. White, Ap. J., 226, 591, 1978.
2. J. Melnik, W. L. W. Sargent, Ap. J., 215, 401, 1977.
3. H. Butcher, A. Oemler, Ap. J., 226, 559, 1978.
4. A. B. Zacos, Доклад на конференции «Строение и физика галактик», Боржом, 1980.
5. G. R. Gtster, M. N., 183, 633, 1978.
6. И. Д. Караченцев, Проблемы космической физики, 5, 201, 1970.
7. A. Т. Каллоглян, Г. М. Товмасян, Сообщ. Бюраканской обс., 36, 31, 1964.
8. G. de Vaucouleurs, A. de Vaucouleurs, H. G. Corwin, Jr., Second Reference Catalogue of Bright Galaxies, The University of Texas Press, 1975.
9. Классификация центральных частей 711 галактик, Сообщ. Бюраканской обс., 47, 43, 1975.

В. Г. Панаджян

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕРЦАЮЩИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ

Известно, что межпланетные мерцания радиоисточников широко используются в исследовании их структуры. Для этой цели пригодны различные параметры межпланетных мерцаний: 1) уменьшение индекса мерцаний исследуемого радиоисточника по отношению к индексу мерцаний калибровочного источника [1]; 2) спектр флуктуаций [2—5], моменты флуктуаций третьего и четвертого порядка [6]. В данном сообщении с целью изучения структуры мерцающих радиоисточников используется частотная зависимость максимального значения индекса мерцаний на кривой $F(r)$, т. е. $F^{\max}(v)$.

Индекс мерцаний межпланетных мерцаний радиоисточников есть функция частоты принимаемого радиозлучения и радиального расстояния межпланетных неоднородностей от Солнца — r . Причем на данной частоте v_0 имеется такое значение $r=r_0$, где индекс мерцаний максимален $F=F^{\max}$. Очевидно, что максимальное значение F^{\max} могут иметь квазиточечные радиоисточники. При этом максимальное значение $F^{\max}_{\text{точ}}(v)$ квазиточечного радиоисточника может быть использовано как калибровочное, а зависимость $F^{\max}(v)$ исследуемого радиоисточника даст определенную информацию о структуре исследуемого радиоисточника.

В качестве калибровочного радиоисточника в [7] нами был использован PKS 1148—00. Но, как показали исследования этого радиоисточника, он не является однокомпонентным: его спектр разлагается на три простых спектра, каждый из которых доминирует в определенной области частот [8]. На рис. 1. приведена частотная зависимость максимальных значений индекса мерцаний радиоисточника PKS 1148—00 в диапазоне частот $102,5 \div 2695$ МГц, построенная по экспериментальным значениям индекса мерцаний в точке максимума на кривой $F(r)$. Как видно из приведенного рисунка, значения F^{\max} радиоисточника PKS 1148—00 на частотах $v > 327$ МГц составляют 0.9—0.95, а на сравнительно низкой частоте $v = 102,5$ МГц F^{\max} этого радиоисточника составляет 0,8—0,85. Как показано в [8], уменьшение индекса мерцаний радиоисточника PKS 1148—00 на 102,5 МГц обусловлено уменьшением относительной плотности потока компактной компоненты на этой частоте. То есть значение F^{\max} квазиточечного радиоисточника на частоте $v = 102,5$ МГц должно достигать тоже 0.9—0.95. Следовательно, на частотах $v \geq 102,5$ МГц всякие расхождения экспериментальных зависимостей $F^{\max}(v)$ от значений $F^{\max}_{\text{точ}}(v)$ надо рассматривать как проявление структуры исследуемых радиоисточников.

Рассмотрим $F^{\max}(v)$ радиоисточника, состоящего из двух компонент—протяженной компоненты, не вносящей вклада в мерцания, и

компактной компоненты, обеспечивающей наблюдаемые мерцания интенсивности. Пусть $S_k(\nu) \sim \nu^{\alpha_k}$ — плотность потока компактной компоненты, $S(\nu) \sim \nu^{\alpha}$ — плотность потока радиоисточника как целого, $\Delta S^{\max}(\nu)$ — мерцающая плотность потока в точке максимума на кривой $F(r)$. Поскольку

$$F^{\max}(\nu) = \frac{\Delta S^{\max}(\nu)}{S(\nu)}, \quad \text{а} \quad \Delta S_k^{\max}(\nu) = S_k(\nu) \cdot F_{\text{точ}}^{\max}(\nu)$$

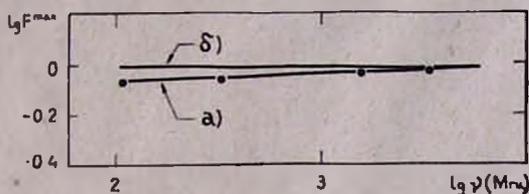


Рис. 1. а) частотная зависимость максимальных значений индекса флуктуаций межпланетных мерцаний радиоисточника PKS 1148—00; б) та же зависимость квазиточечного радиоисточника

в случае, когда компактный компонент точечный, то

$$F^{\max}(\nu) \sim \nu^{\alpha + \beta - \alpha_k}, \quad (1)$$

где β показатель степени в зависимости $F_{\text{точ}}^{\max}(\nu) \sim \nu^{\beta}$. При выведении (1) не учитывалась редукция индекса мерцаний, обусловленная конечными значениями угловых размеров мерцающего компонента радиоисточника. Учет собственных угловых размеров мерцающего компонента приведет к появлению в (1) независящего от частоты некоего коэффициента, что не изменит вида зависимости (1). Сопоставление экспериментальной зависимости $F^{\max}(\nu)$ исследуемого радиоисточника и соотношения (1) позволяет отличать двухкомпонентный мерцающий радиоисточник (состоящий из протяженной и компактной компонент) от радиоисточника с более сложной структурой. В случае двухкомпонентного радиоисточника можно определить спектральный индекс компактного компонента α_k , приравняв показатель степени (1) и экспериментальной зависимости $F^{\max}(\nu)$. Если экспериментальная зависимость $F^{\max}(\nu)$ исследуемого радиоисточника имеет более сложный вид, чем (1), то надо полагать, что данный мерцающий радиоисточник имеет более сложную структуру.

Рассмотрим частотные зависимости $F^{\max}(\nu)$ нескольких радиоисточников, построенные по имеющимся в литературе зависимостям $F(r)$ [8—20] (рис. 2). Как видно из этого рисунка, частотные зависимости радиоисточников ЗС 138, ЗС 273 и СТА 21 не могут быть объяснены ни моделью квазиточечного радиоисточника, ни моделью двухкомпонентного радиоисточника (состоящего из протяженной и компактной компонент), т. е. эти радиоисточники в указанном на рис. 2. диапазоне частот имеют минимум два компактных компонента. Зависимости же $F^{\max}(\nu)$ радиоисточников ЗС 2, ЗС 48, ЗС 144, ЗС 237 и ЗС 279 в указанном на рис. 2 диапазоне частот, согласно соотношению (1), могут быть объяснены моделью двухкомпонентного радиоисточника, состоящего из компактной и протяженной компонент.

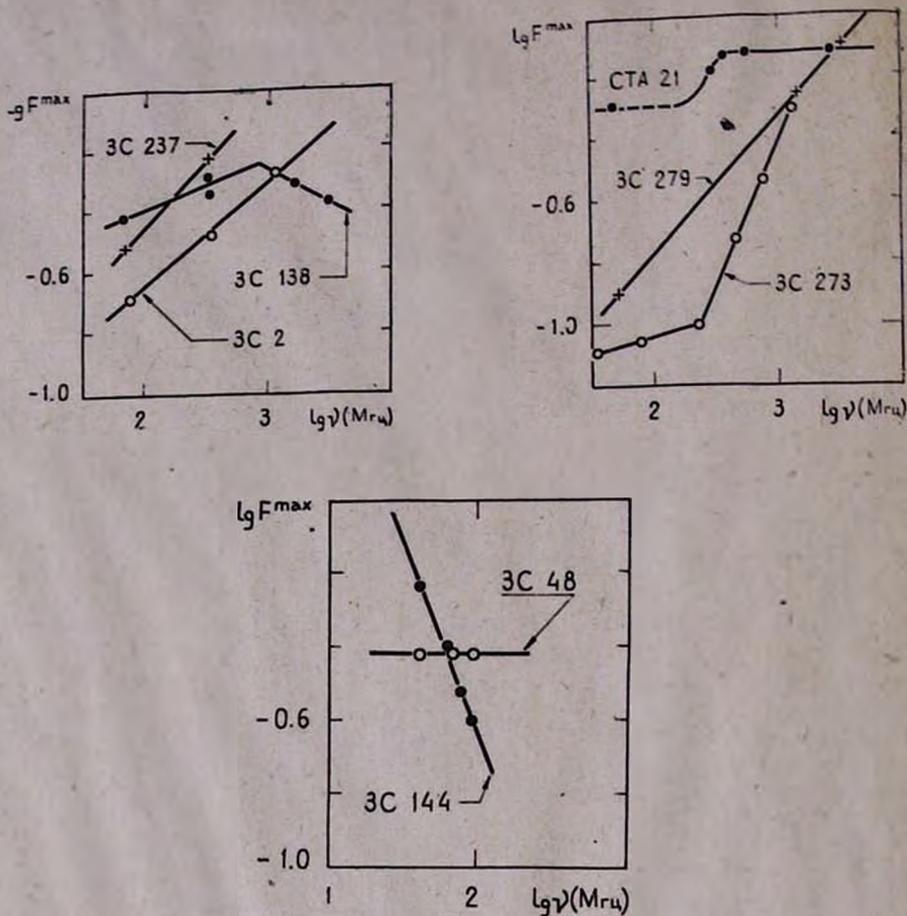


Рис. 2 Частотные зависимости максимальных значений индексов флуктуаций межпланетных мерцаний радиосточников: 3C 2; 3C 138; 3C 237; STA 21; 3C 279; 3C 273; 3C 48; 3C 144

24 ноября 1980 г.

Վ. Գ. ՓԱՆԱԶՅԱՆ

ԱՌԿԱՅԵՈՂ ՌԱԴԻՈԱՂԲՅՈՒՐՆԵՐԻ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՄԻ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո մ

Քննարկված է PKS 1148—00 ռադիոաղբյուրի միջմոլորակային առկայծումների գործակցի առավելագույն արժեքի հաճախային կախումը: Ստացված եզրակացություններն օգտագործված են մի քանի ռադիոաղբյուրների կառուցվածքը հետազոտելու համար:

V. G. PANAJIAN

ON THE POSSIBILITY OF FINE STRUCTURE STUDY OF
SCINTILLATING RADIO SOURCES

Summary

The frequency dependance of maximum value of the interplanetary scintillation index of the radio source PKS 1148—00 is studied. The obtained results are used for analysing the fine structure of scintillating radio sources.

ЛИТЕРАТУРА

1. L. T. Little, A. Hewish, M. N., 134, 211, 1966.
2. M. H. Cohen, E. J. Gunderman, Ap. J., 155, 645, 1969.
3. M. Marlans, Radio Sci., 10, 115, 1975.
4. R. G. Milne, Austr. J. Phys., 29, 201, 1976.
5. В. Н. Шишов, Т. Д. Шишова, А. Ж., 56, 613, 1979.
6. G. Bourgois, Astron. Astrophys., 21, 33, 1972.
7. В. Г. Панаджян, Сообщ. Бюраканской обс., 49, 50, 1976.
8. V. R. Venugopal, A. V. Pynzar et al., M. N. (In press).
9. G. Swarup, J. Sci. Industr. Res., 36, 569, 1977.
10. G. Bourgois, Astron. Astrophys., 2, 209, 1969.
11. G. Bourgois, C. Cheynet, Astron. Astrophys., 21, 25, 1972.
12. A. C. S. Readhead, A. Hewish, Mem. R. A. S., 78, part 1, 1974.
13. M. N. Cohen, E. J. Gunderman, D. E. Harrls, Ap. J., 150, 767, 1967.
14. L. T. Little, A. Hewish, M. N., 138, 393, 1968.
15. Pramesh Rao, S. M. Bhandari, Ananthakrishnan, Austr. J. Phys., 27, 98, 1970.
16. D. E. Harris, A. Zeissig, R. V. Lovelace, Astron. Astrophys., 8, 98, 1970.
17. A. Hewish, S. J. Burwell, M. N., 150, 141, 1970.
18. M. H. Cohen, E. J. Gunderman, L. E. Sharp, Ap. J., 147, 449, 1967.
19. В. Т. Панаджян, Астрофизика, 5, 291, 1969.
20. Т. Д. Антонова, В. Г. Панаджян, А. В. Пынзари, ЛЖ., 48, 19, 1971.

Ю. К. МЕЛИК-АЛАВЕРДЯН, Р. А. МУРАДЯН, А. Н. ФРАДКИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Для астрофизических наблюдений необходимо знание прозрачности атмосферы в исследуемом диапазоне. Особенно большое значение это имеет для наблюдений в ИК-диапазоне спектра, содержащего многочисленные полосы поглощения веществ, входящих в состав атмосферы. Для организации службы слежения за состоянием атмосферы было решено использовать приемник ИК-излучения на основе нелинейного преобразования частоты вверх, над созданием которого ведутся работы в Бюраканской астрофизической обсерватории. Возможность непрерывного сканирования по ИК-спектру делает ап-конвертор перспективным для этой задачи.

В данной работе сообщается о создании экспериментальной установки для измерения прозрачности атмосферы в диапазоне 1,6—2,1 мкм и испытании ее в Бюракане и на высокогорной станции близ перевала Селим Ехегнадзорского района Армянской ССР.

Метод нелинейного преобразования ИК-излучения в видимый диапазон (ап-конверсия), предложенный в 1962 г. Армстронгом и Бломбергенем [1], заключается в смешении в нелинейном кристалле излучений ИК-источника и накачки (лазерного излучения) с получением на выходе волны суммарной частоты в видимой области. При этом выбором длины волны накачки можно добиться попадания суммарного излучения в нужную, удобную для обработки область, в нашем случае в область максимальной чувствительности используемого фотоэлектронного умножителя. Низкий уровень шумов, четкие пространственные и частотные избирательности, возможность работы в режиме счета фотонов делают такой преобразователь весьма перспективным. Так, в [2—5] сообщалось об использовании детектора на основе нелинейного преобразования частоты для наблюдения галактического центра и звезд в ближнем ИК-диапазоне. Подробно теория преобразователя и особенности его применения в астрофизических исследованиях приведены в работах [6], [7].

Для получения преобразования нами была собрана установка, схема которой приведена на рис. 1. Излучение от лазера накачки 1 проходит через красный фильтр 2, огрезающий коротковолновое спонтанное излучение лазера, фокусируется линзой 3 в кристалл 4. Излучение ИК-источника 5 формируется системой линз 6' и 6'' и отразившись от плоского зеркала 8, попадает в тот же кристалл 4. ИК-фильтр 9 срезает видимую часть излучения источника. В нелинейном кристалле происходит суммирование ИК и лазерного излучений. Фильтр 10 на выходе из кристалла срезает лазерное излучение и пропускает суммарное. Линза 11 фокусирует выходной пучок на фотокатод фотоэлектронного умножителя 12. Сигналы с ФЭУ усиливаются импульсным

усилителем 13 и подаются на частотомер 14. Во избежание засветки элементы схемы 2, 3, 4, 8, 9 помещены в светонепроницаемый кожух. ИК, лазерное и суммарное излучения проходят через систему диафрагм 7.

В качестве лазера накачки использовался одномодовый He—Ne лазер с длиной волны излучения 0.6328 мкм, мощностью 30 мвт. Преобразование производилось в нелинейном кристалле LiIO_3 длиной 20 мм, срезанном под углом 30° к оптической оси. Фильтры 2 и 11 подобраны таким образом, что при их наложении срезается все излучение засветки и лазера накачки и на ФЭУ попадает только то излучение, которое генерируется внутри прибора.

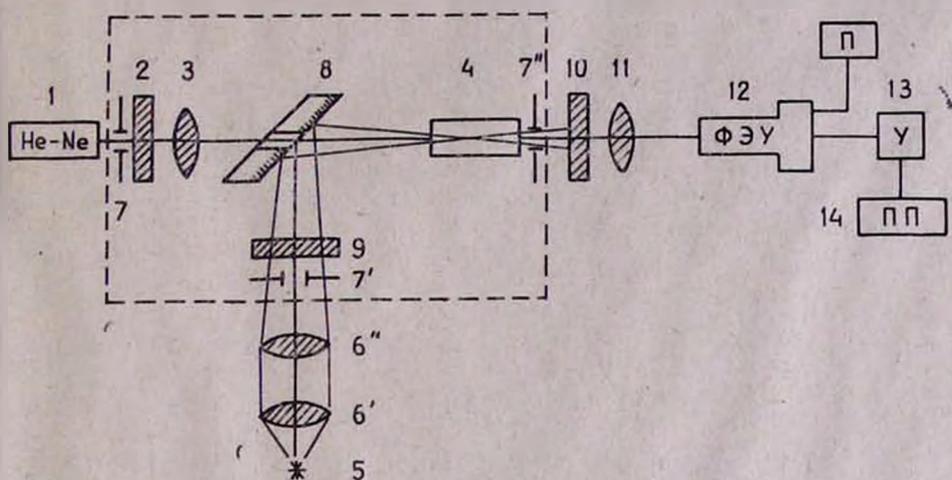


Рис. 1 Принципиальная схема установки

В установке использовался ФЭУ—79, импульсный усилитель с шириной полосы 10 МГц, пересчетный прибор ЧЗ—34. Оптико-механическая часть прибора была рассчитана и изготовлена Институтом физики АН БССР.

В лабораторных условиях были измерены основные параметры и характеристики преобразователя. Перестройка преобразователя по ИК-спектру при повороте кристалла на 14° осуществлялась от 1.55 до 2.15 мкм, что на длинах волн суммарного излучения соответствует перестройке от 0.46 до 0.48 мкм. Сканирование осуществлялось поточечно через промежутки 0.56° или в длинах волн через 240 \AA . Точность установки кристалла по углу составляла $20''$, что соответствует точности установки по длинам волн в 15 \AA .

Ширина полосы преобразования зависит от апертур взаимодействующих пучков [8]. Меняя фокусирующую оптику, мы получили ширины полос от 300 до 2000 \AA , в то время как согласно [6] ширина полосы должна составлять 50 \AA . Столь большое различие объясняется тем, что в расчетах ширины полосы в работе [6] предполагались идеальные параллельные пучки, а в нашем случае сходимости ИК-пучка достигала $6''$ внутри кристалла. Во время измерений прозрачности атмосферы ширина полосы преобразования составляла 2000 \AA .

Чувствительность преобразователя определялась путем сравнения пороговых потоков преобразователя и предварительно откалиброванного по стандартным звездам фотоэлемента. Пороговая чувствитель-

ность преобразования оказалась равной 10^{-10} Вт/Гц. коэффициент преобразования составлял 10^{-6} . Пороговая чувствительность приемника суммарного излучения (ФЭУ—79) составляла 10^{-16} Вт/Гц.

По окончании лабораторных измерений параметров приемника мы приступили к измерению прозрачности атмосферы.

Состояние атмосферы можно оценить по содержанию поглощающего вещества в ней. Для этого существуют эмпирические методы расчета пропускания в любой нужной области спектра по заранее определенному количеству поглощающей компоненты. В области 1.6—2.1 мкм основной поглощающей компонентой атмосферы является водяной пар.

При расчетах пропускания в узких спектральных интервалах обычно используются результаты модельного представления спектров, которые позволяют получить аналитическую зависимость для функции спектрального пропускания. Однако эта зависимость сложна и это затрудняет ее применение к практическим измерениям. С целью упрощения этой задачи, группой авторов [9] разработан эмпирический метод расчета функции пропускания, основанный на следующих из модельных представлений спектров соотношениях. В нем параметры модели служат параметрами подгонки под экспериментальные данные.

В работах [10], [11] рассмотрена возможность использования соотношений

$$\tau_{\Delta\nu} = 1 - \text{sh} \beta \int [\exp(-y \text{ch} \beta)] J_0(iy) dy \quad (1)$$

и

$$\tau = \exp \left[\frac{-Aw}{\sqrt{1 - Dw/\rho^{2k}}} \right]$$

для описания функции спектрального пропускания паров H_2O , CO_2 , CO в узких спектральных интервалах $\Delta = 5 \div 20 \text{ см}^{-1}$.

Дана также аппроксимация этого соотношения выражением

$$\tau_{\Delta\nu} = \exp[-\beta_0 (\omega P_0^{n_0/m_0})^{m_0}] \quad (2)$$

при давлениях $P_0 \leq 1$ атм. Здесь ω —масса поглощающего вещества, выраженная в сантиметрах осажденной воды. P_0 —эффективное давление, выраженное в атмосферах, m_0 , n_0 , β_0 —некоторые параметры, определяемые из экспериментальных данных. Методика расчета этих параметров дана в работе [12].

$P_0 = P_{N_2} + B P_{\text{H}_2\text{O}}$, где B —коэффициент самоуширения. Все эти параметры для большинства компонент земной атмосферы (H_2O , CO_2) в области спектра $0.7 \div 50$ мкм определены и затабулированы в работах [13], [14] для среднего $\Delta = 5 + 20 \text{ см}^{-1}$ и низкого $\Delta = 0.025 + 0.1$ мкм спектрального разрешения. Там же оценена погрешность этого метода ($5 \div 7\%$) в условиях земной атмосферы, где $P \leq 1$ атм.

Из формулы (2) путем несложных преобразований можно получить выражение, определяющее массу поглощающего вещества в атмосфере по параметрам подгонки и экспериментально определяемому поглощению $\tau_{\Delta\nu}$:

$$\omega = \sqrt[m_0]{\frac{\ln \tau_{\Delta\nu}}{-\beta_0 P_0^{n_0}}} \quad (3)$$

В исследуемом диапазоне $1.6 \div 2.1$ мкм поглощение обусловлено в основном парами воды. Поэтому в табл. 1 нами приводятся параметры

m , n , β , B для паров воды из [13, 14]. Эти значения и были использованы в приведенных ниже вычислениях содержания паров воды в атмосфере.

Таблица 1

$\gamma_{\text{см}}^{-1}$	m	n	β	B
5800	0,8	0,75	0,089	7,5
5750	0,8	0,7	0,115	7,5
5700	0,75	0,68	0,135	—
5650	0,65	0,56	0,250	—
5600	0,58	0,46	0,581	—
5550	0,58	0,46	0,54	7,00
5500	0,58	0,46	2,92	6,5
5450	0,58	0,46	5,58	6,0
5400	0,58	0,46	4,67	5,8
5350	0,58	0,46	7,17	—
5300	0,58	0,46	3,95	—
5250	0,58	0,46	4,55	—
5200	0,58	0,47	2,56	—
5150	0,58	0,48	1,75	—
5100	0,62	0,51	0,81	—
5050	0,75	0,60	0,31	7,0
5000	0,75	0,60	0,16	—

Для измерения пропускания атмосферы преобразователь ИК-излучения был состыкован с седеростатом, предоставленным нам для этой цели Пулковской обсерваторией. Излучение Солнца, отразившись от плоского зеркала слежения, попадает на сферическое зеркало, фокальная плоскость которого совмещена с диафрагмой 7' (рис. 1). Фокусное расстояние зеркала седеростата равно 500 мм, а его диаметр—150 мм. Плоское зеркало седеростата при помощи электромотора вращается со скоростью 1 об/сутки, осуществляя таким образом слежение за Солнцем.

При наблюдениях учитывался вклад шума засветок, флуктуации аппаратуры, дрейф чувствительности приемника, зависимость эффективности преобразования от длины волны преобразуемого излучения. Солнце принято за черное тело и излучение его в этом небольшом интервале частот считалось по формуле Планка. Полученные значения пропускания атмосферы приводились к зениту.

Таблица 2

Бюракан, 1979 г.

Селим, 1979 г.

Дата	Время	К-во осаж-ден. воды (мм)
26. VI	11ч 00мин	9,3
26. VI	12ч 20мин	8,7
26. VI	13ч 45мин	9,8
26. VI	14ч 25мин	9,0
29. VI	10ч 10мин	10
29. VI	11ч 50мин	7,5
29. VI	16ч 40мин	8,3
4. VII	10ч 00мин	11
5. VII	10ч 00мин	10,5
5. VII	10ч 00мин	9,5

Дата	Время	К-во осаж-ден. воды (мм)
6. IX	11ч 00мин	4,5
6. IX	12ч 00мин	5,0
6. IX	13ч 45мин	5,3
6. IX	15ч 00мин	5,0
6. IX	16ч 00мин	5,3

Результаты проведенных в разное время измерений прозрачности атмосферы приведены на рис. 2 и 3. Рис. 2 относится к измерениям атмосферы в Бюракане, а рис. 3—на высокогорной станции близ перевала Селим Ехегнадзорского района Армянской ССР. Находя из этих кривых функции прозрачности атмосферы по приведенным выше формулам определяем содержание воды в миллиметрах осаждаемой воды.

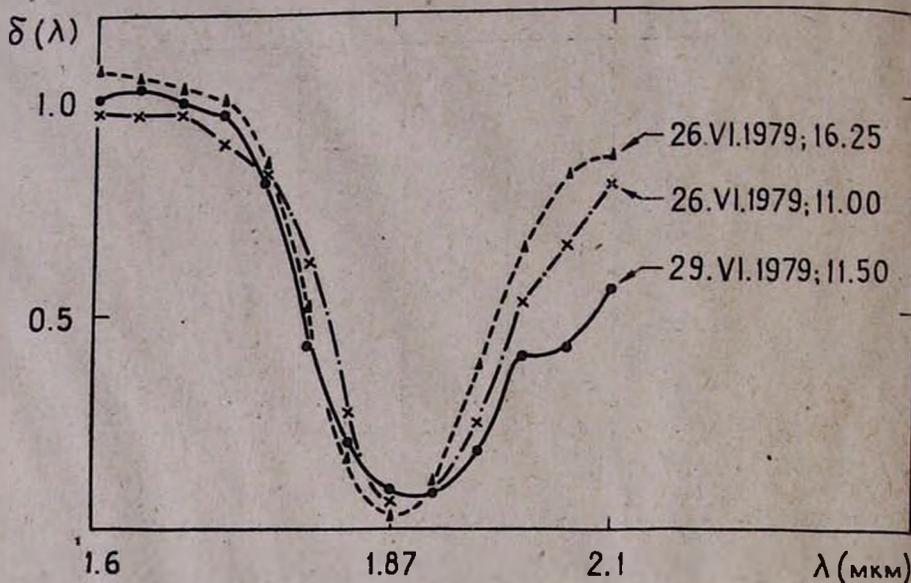


Рис. 2. Некоторые кривые пропускания $\delta(\lambda)$ атмосферы в Бюракане (даты и время измерений даны на рисунке)

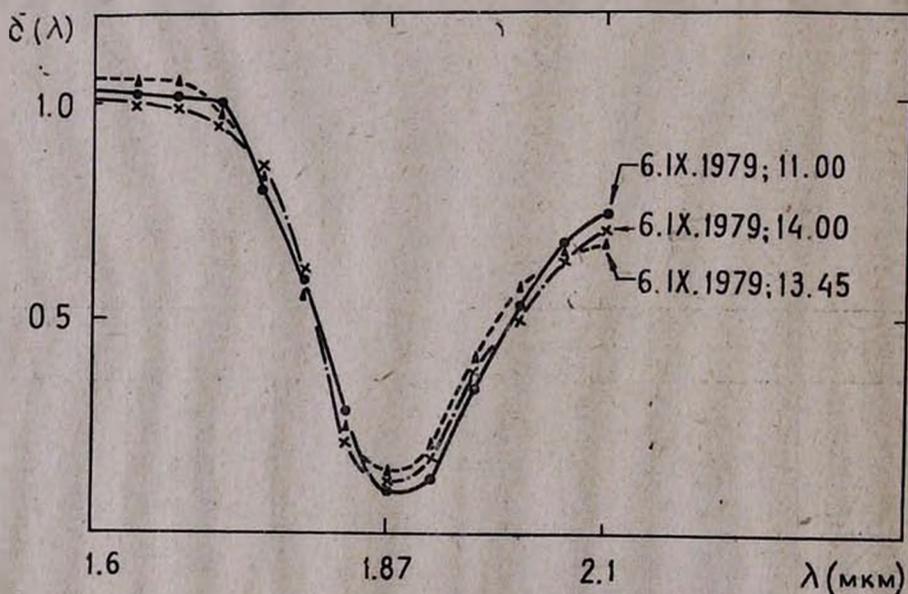


Рис. 3. Некоторые кривые пропускания $\delta(\lambda)$ атмосферы на станции Селим (даты и время измерений даны на рисунке)

В качестве примера в табл. 2 приводятся некоторые результаты этих измерений.

Эти результаты показывают, что Селимская наблюдательная станция, вероятно, весьма перспективна для ИК-наблюдений. Поэтому в дальнейшем мы предполагаем провести систематические измерения содержания воды на Селиме в разное время года.

Յու. Կ. ՄԵԼԻԿ-ԱԼԱՎԵՐԴՅԱՆ, Ռ. Ա. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ, Ա. Ն. ՖՐԱԴԿԻՆ

ԻՐԿԻՐԻ ՄԹՆՈՂՈՐՏԻ ԹԱՓԱՆՑԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒՄԸ
ԻՆՖՐԱԿԱՐՄԻՐ ՃԱՌԱԳԱՅԹՄԱՆ ՈԶ-ԳՈՒՅԻՆ ՁԵՎԱՓՈՒԽԻՉԻ
ՕԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

Ա մ փ ո փ ու մ

Չափված է նրկրի մթնոլորտի թափանցելիության ինֆրակարմիր (1.6—2.1) մկմ տիրույթում: Դիտումները կատարված են նոր տիպի ինֆրակարմիր քնդունիչ սարքի օգնությամբ, որը ինֆրակարմիր ճառագայթումը ձևափոխում է տեսանելի ալիքների տիրույթի: Ստացված է Բյուրականում և Սելիմի կայանում մթնոլորտում պարունակվող ջրի գոլորշու բանակը:

YU. K. MELIK-ALAVERDIAN, R. A. MOURADIAN, A. N. FRADKIN
SEARCH OF ATMOSPHERE TRANSPARENCY WITH THE
INFRARED NONLINEAR UP-CONVERTOR

Summary

The measurements of atmosphere transparency in the infrared region (1.6—2.1 μ) in Byurakan and Selim Station were made.

The nonlinear up-convertor is used for it.

The content of water vapor in the atmosphere in terms of condensed water is determined.

ЛИТЕРАТУРА

1. I. A. Armstrong, N. Blombergen, Phys. Rev., 127, 1918, 1966.
2. H. A. Smith, H. Mahr, JQEC. Jap., 10, 82, 1970.
3. T. R. Gurski, H. W. Epps, S. P. Maran, Nature, 249, 638, 1974.
4. Գ. Ն. Ազիբաբյան, Յու. Կ. Մելիկ-Ալաверդյան, Գ. Մ. Դովմասյան, АИ 876, 4, 1975.
5. Գ. Ն. Ազիբաբյան, Յու. Կ. Մելիկ-Ալաверդյան, Тезисы докладов II Всесоюзной научно-технической конференции по фотометрии, М. 1976.
6. Յու. Կ. Մելիկ-Ալաверդյան, Ա. Ն. Ֆրիդկին, Сообщ. Бюраканской обс., 50, 95, 1978.
7. Յու. Կ. Մելիկ-Ալաверդյան, Ա. Բ. Ֆրիդկին, Сообщ. Бюраканской обс., 50, 107, 1978.
8. Ե. Ն. Антонов, В. Գ. Колошиников, Оптика и спектроскопия, 36, 4, 1974.
9. Ն. Ն. Москаленко, Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, 1969, 5, № 9.
10. Ն. Ն. Москаленко, С. Օ. Мирумлянц, Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, 6, 11, с. 1110—1126, 1970.
11. Ն. Ն. Москаленко, Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, 1971, 7, № 7, с. 808—810.
12. Բ. Մ. Голубицкий, Ն. Ն. Москаленко, Функции спектрального пропускания в полосах паров H_2O и CO_2 , Изв. АН СССР, Физика атмосферы и океана, 1968, 4, № 3 с. 346—359.
13. Ն. Ն. Москаленко, С. Օ. Мирумлянц, Изв. вузов СССР, 1971, № 6, с. 7—11.
14. Կ. Կ. Кондратьев, Ն. Ն. Москаленко, Тепловое излучение планет, Л., Гидрометеоиздат, 1977.

Р. С. АСАТРЯН, Г. Х. ХАЧАТРЯН, Э. М. ФАПНБЕРГ,
Ж. В. ХАЧАТРЯН, Г. А. ПОГОСЯН

ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ АТМОСФЕРНОЙ ЭКСТИНКЦИИ В БЮРАКАНЕ

Изучение атмосферной экстинкции с целью обнаружения ее изменений в течение одной наблюдательной ночи представляет значительный интерес. В недавно опубликованной работе [1] экспериментально обнаружено, что даже в лучшие фотометрические ночи величина атмосферной экстинкции может изменяться в пределах от нескольких сотых до $0^m 1$ с периодами от нескольких минут до 1.5 ч. Ясно, что такие колебания атмосферной экстинкции существенно понижают реальную точность электрофотометрических наблюдений. Автор работы [2] считает, что эти изменения небольшие и сравнительно быстрые, а, например, Хяни [3] описывает изменения прозрачности атмосферы, доходящие до 10—12% за время от 4—5 мин до 1—1.5 ч. В [4] высказано предположение, что изменения прозрачности в течение суток, вероятно, связаны как со смесью воздушных масс, так и с изменением теплового режима и конвективной неустойчивости в нижних слоях атмосферы. Авторы полагают, что все эти процессы имеют пространственные масштабы от 10^2 м до 10^2 км.

Для выбора метода обработки электрофотометрических наблюдений звезд и оценки реальной точности полученных результатов большое значение имеет учет изменений величины атмосферной экстинкции. В [1] показано, что изменения экстинкции происходят одновременно во всех областях спектра, и для контроля стабильности экстинкции достаточны наблюдения звезд в одном спектральном интервале (например, в системе V). Поэтому в настоящей работе приводятся результаты проведенных нами наблюдений по атмосферной экстинкции в системе V. Наблюдения проводились в период с июня по сентябрь 1979 г. в БАО (п. Сараванд, высота 1600 м). Наблюдения велись с помощью звездного электрофотометра (простая телескопическая система) с диаметром входного объектива 80 мм и угловым полем зрения $15'$. В качестве приемника излучения служил ФЭУ—79, перед которым устанавливался комбинированный (ЖС—18+СЗС—21) фильтр [5], соответствующий системе V. Фотометр работал в режиме счета фотонов, отсчеты при измерениях снимались с цифрового частотомера ЧЗ—35А. Стабильность работы электрофотометра в течение ночи периодически контролировалась с помощью радиолюминесцентного источника излучения (РЛИ). Стабильность работы всей аппаратуры в течение всего периода наблюдений оставалась постоянной в пределах $\pm 0.5\%$.

Для наблюдений нами были выбраны 5 экстинкционных звезд, список и основные характеристики которых представлены в таблице. В первом столбце дано название звезды, со второго по четвертый даны соответственно: звездная величина V по [6], спектральный класс [7] и число n ночей, при которых проводились наблюдения данной звезды. Звезды в данную ночь измерялись 20—30 раз на зенитных расстояниях

до $z \leq 55^\circ$, кроме четырех ночей (25/26.VI, 19/20.VII, 31/I.VIII и 23/24.IX), когда число измерений было меньше 20. Внеатмосферные звездные величины m_0 экстинкционных звезд в инструментальной системе фотометра определялись долгим методом Бугера, а коэффициенты экстинкции по формуле:

$$K_v(T) = [m(T) - m_0] / M(z), \quad (1)$$

где $M(z)$ — воздушная масса на данном зенитном расстоянии, а $m(T)$ — инструментальная звездная величина в момент времени T . Далее, после обработки результатов наблюдений, с помощью формулы (1) нами получены мгновенные коэффициенты экстинкции $K_v(T)$.

Таблица
Основные характеристики экстинкционных звезд

Звезда	V	Sp	n
μ Peg	m 3.48	G6	3
ρ Cyg	4.02	G5	1
λ Peg	3.95	G6	4
ε And	4.37	G3	4
λ Aur	4.71	G0	1

Следует отметить, что полученные нами значения $K_v(T)$ не исправлены на эффект Форбса по следующим причинам:

1. Вследствие его крайней незначительности ($\sim 0^m 01$) в лучах V [8].
2. Ввиду того, что рабочий диапазон воздушных масс при проведении нами наблюдений находился в интервале $M(z) = 1-2$.
3. Выбранные нами звезды принадлежат спектральному классу G.

Зависимость K_v от звездного времени для всего периода проведенных наблюдений графически показана на рис. 1 и 2. Изучение представленных графиков хода экстинкции в течение ночи позволяет сделать следующие выводы:

1. Изменения экстинкции в течение одной наблюдательной ночи могут достигать весьма значительных величин, до $0^m 10-0^m 15$ (в V лучах).
2. Так как промежуток между двумя последовательными наблюдениями данной звезды примерно 7—15 мин, то мы могли определить изменения экстинкции с характерным периодом от 15—20 мин до 1.5—2 ч, что полностью совпадает с результатами, полученными в [1, 3].
3. С целью установления достоверного характера хода экстинкции в течение одной ночи, нами были проведены наблюдения одновременно двух-трех звезд, что отчетливо видно из рис. 2а, б.
4. Некоторая стабильность в ходе экстинкции, обнаруженная по нашим наблюдениям, проявляется в течение полутора-двух часов, на что указывают графики на рис. 1а, д, е и 2а.

Согласно [9], изменения величины атмосферной экстинкции вызваны в основном аэрозольной компонентой, находящейся в слое воздуха высотой до ~ 3 км. Количество аэрозоля меняется в течение ночи, но, очевидно, при этом имеются пространственные неоднородности в его распределении, которые при наличии ветра перемещаются в атмосфере, и размеры таких движущихся «облаков» аэрозоля могут отличаться во много раз. Вероятно, разница в абсолютных величинах K_v на рис. 2а,

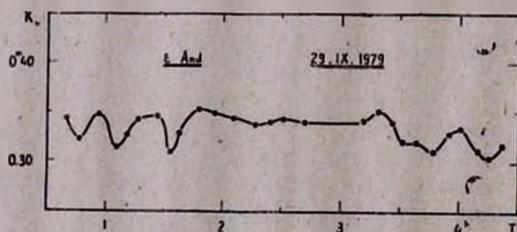
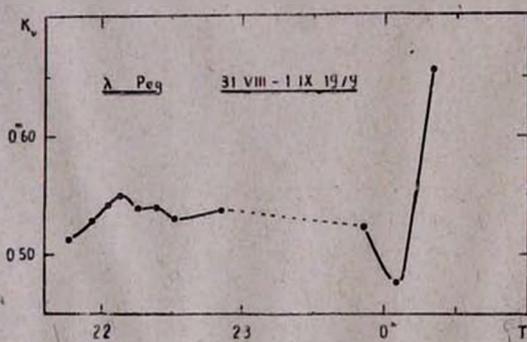
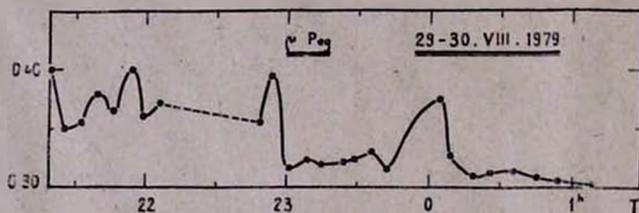
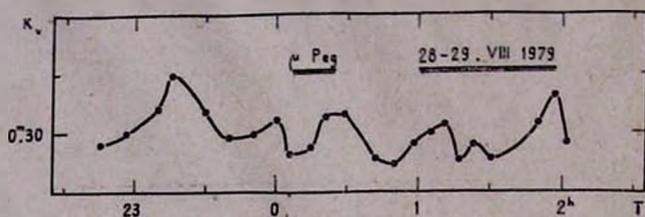
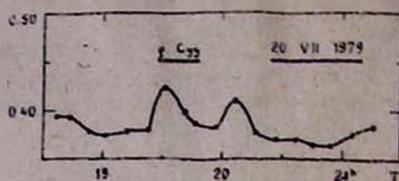
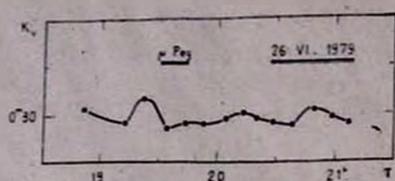


Рис. 1а,б,в,г,д,е. Изменение атмосферной экстинкции в течение одной наблюдательной ночи

б, в, связана именно с существованием «облаков» разных размеров, движущихся по разным направлениям в атмосфере. Ясно, что в этой разнице имеется и доля точности определения внеатмосферных инструментальных звездных величин наблюдаемых звезд.

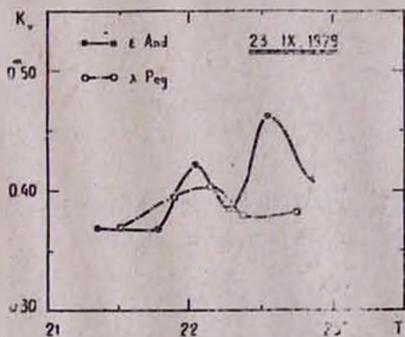
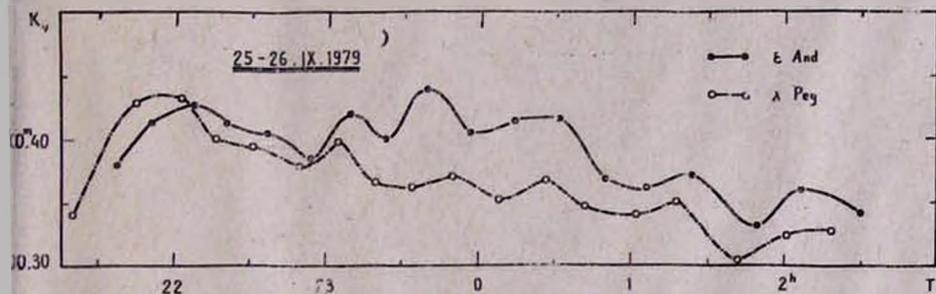
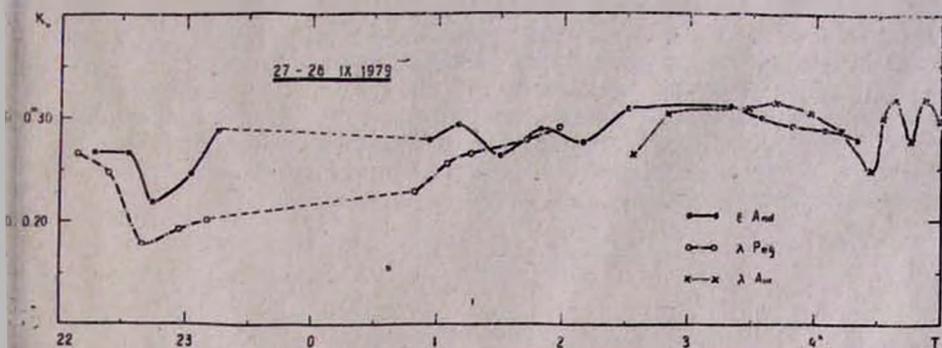


Рис. 2а,б,в. Изменения атмосферной экстинкции в данную ночь, определенные по разным звездам

Из результатов обработки проведенных нами наблюдений сделана попытка обнаружения сезонных изменений среднего (по месяцам) значения атмосферной экстинкции K_v в период лето—осень 1979 г. Эта зависимость показана на рис. 3, из которого следует, что прозрачность атмосферы ухудшается с начала до конца лета, а к осени начинает улучшаться.

В заключение следует еще раз отметить, что такие изменения атмосферной экстинкции существенно понижают реальную точность существующих методов наблюдений, особенно при наблюдении нестационарных объектов, когда наблюдения переменного источника и звезды сравнения выполняются последовательно. При этом изменение блеска обусловленное изменением атмосферной экстинкции, может быть приписано изменению наблюдаемого нестационарного объекта. С целью окончательного решения всех вопросов, связанных с определением атмосферной экстинкции, следует организовать при крупных обсерваториях специальные службы прозрачности атмосферы, которые занимались бы только определением атмосферной экстинкции по разным направлениям неба в течение всей наблюдательной ночи.

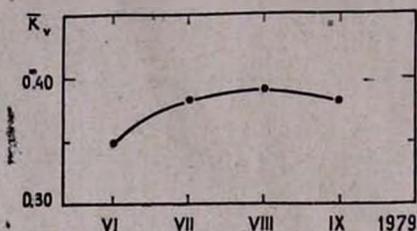


Рис. 3. Сезонная зависимость атмосферной экстинкции в период лето—осень 1979 г.

Авторы глубоко признательны Э. И. Терезу за ценные советы и обсуждение настоящей работы, а также выражают благодарность А. Т. Дарбиняну, А. А. Карапетяну и Г. В. Петросяну за оказанную помощь при обработке результатов наблюдений.

14 марта 1980 г.

Ռ. Ս. ԱՍԱՏՐՅԱՆ, Գ. Խ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ, Է. Մ. ՅԱՅԵՐԵԳ, Ժ. Վ. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ,
Հ. Ա. ՊՈՂՈՍՅԱՆ

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆՈՒՄ ՄԹԵՆՈՂՈՐՏԱՅԻՆ ԷՔՍՏԻՆԿՑԻԱՅԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում բերված են մեկ դիտողական գիշերվա ընթացքում Բյուրականում մթնոլորտային էքստինկցիայի փոփոխությունների շափման արդյունքները V գույնում: Ընտրված 5 պայծառ աստղերի էլեկտրալուսաչափական դիտումները կատարված են 1979 թ. հունիս-սեպտեմբեր ամիսներին, 80 մմ տրամագծով և 15 անկյունային րոպե տեսադաշտով աստղային էլեկտրալուսաչափի օգնությամբ: Ստացված արդյունքները վկայում են, որ մեկ գիշերվա ընթացքում մթնոլորտային էքստինկցիայի փոփոխությունները կարող են հասնել մինչև $0^m 10 - 0^m 15$: էքստինկցիայի դիտված փոփոխությունները կատարվում են 15—20 րոպ. մինչև 1,5—2 ժամ հաճախությամբ: Մի

քանի զիշերվա ընթացքում դիտված է մթնոլորտային էքստինկցիայի որոշակի կայունություն 1,5—2 ժամ տևողությամբ:

Փորձ է կատարված դիտումների արդյունքներից ստանալ էքստինկցիայի միջին արժեքների փոփոխությունը ամառ-աշուն ժամանակի համար: Ամառնը դիտված է մթնոլորտի թափանցիկության վատացում, իսկ աշնանը այն սկսում է լավանալ:

R. S. ASATRIAN, G. KH. KHACHATRIAN, E. M. FINEBERG
G. V. KHACHATRIAN, H. A. POGOSIAN

ON THE VARIATIONS OF ATMOSPHERIC EXTINCTION IN BYRAKAN

Summary

This paper presents the results of atmospheric extinction variations measurements during one observational night in V—system. The electrophotometric observations of five chosen bright stars were carried out from June to September, 1979. with stellar spectrophotometer with diameter 80 mm and the field of view 15. The obtained results show, that the variations of atmospheric extinction during one night can reach $0^m 10 - 0^m 15$. Variations of extinction take place during 15—20 min to 1.5—2 hours. It was observed some stability of the atmospheric extinction during 1.5—2 hours. The average values of the variations of atmospheric extinction for the period summer-autumn, 1979. It was shown that the transparency of atmosphere incises in autumn.

ЛИТЕРАТУРА

1. Э. И. Терез, АЖ., 55, 1313, 1978.
2. В. Б. Никонов, Изв. КрАО, 54, 3, 1976.
3. У. Хяни, Публ. Тартуской астрофиз. общ., 40, 211, 1972.
4. Н. И. Кожевников, В. Ф. Ситник, А. Т. Хлыстов, в сб. Атмосферная оптика, М., Наука, 1968, стр. 148.
5. Методы исследования переменных звезд, под ред. В. Б. Никонова, М., Наука, 1971, стр. 235.
6. В. Nicolet, Astron. Astrophys. Suppl., 34, 1, 1978.
7. A. Beshvar, Katalog—1950, 0. Praha, 1964.
8. В. Б. Никонов, Бюлл. Абастуманской общ., 14, 94, 1953.
9. Astrophysics, Part A, Optical and Infrared, ed. N. Carleton, Academic Press, New York, London, 1974, p. 140.

Р. А. ВАРДАНЯН, О. Х. ТОРОСЯН, Л. Г. АХВЕРДЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ ПЛАНЕТ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Как известно [1], малые планеты (МП) делятся в основном на две группы—углеродные (тип С) и силикатные (тип S). Эти две группы отличаются тем, что у типа С в основном геометрическое альbedo $p < 0,07$ а у типа S— $p > 0,07$. Кроме того, МП типа С чаще всего имеют большие полуоси орбит $a > 2,8$ а. е., а для МП типа S в основном $a < 2,6$ а. е.

В настоящее время примерно для 200 МП определены из наблюдений геометрические альbedo и, следовательно, средние диаметры (D). Цель настоящей работы заключается в том, чтобы, используя статистические закономерности, оценить диаметры МП с неизвестным альbedo.

Оценка типа МП. С целью определения типа МП рассмотрим зависимость абсолютных звездных величин $V(1,0)$ МП от a . В табл. 1 приведены эти данные, взятые из Эфемерид малых планет (ЭМП) [2]. В первом столбце приводятся интервалы величины a . Для каждого интервала даны средние значения $V(1,0)$ (второй столбец), дисперсия абсолютных величин $\sigma(V(1,0))$ (третий столбец), количество МП (четвертый столбец).

Как видно из табл. 1, абсолютные величины МП увеличиваются с увеличением a , а дисперсия абсолютных величин для больших полуосей в интервале 2,6—2,8 а. е. (где, как известно, одинаково часто встречаются и S- и C-астероиды) принимает максимальное значение. На основании табл. 1 можно было бы определить тип МП, исходя из значения a , то есть считать МП, у которых $a > 2,8$ а. е., углеродными, а МП с $a < 2,6$ а. е.—силикатными. Однако при таких условиях оказывается, что вероятность правильного определения типа МП составляет 70—80% (для МП с известным p).

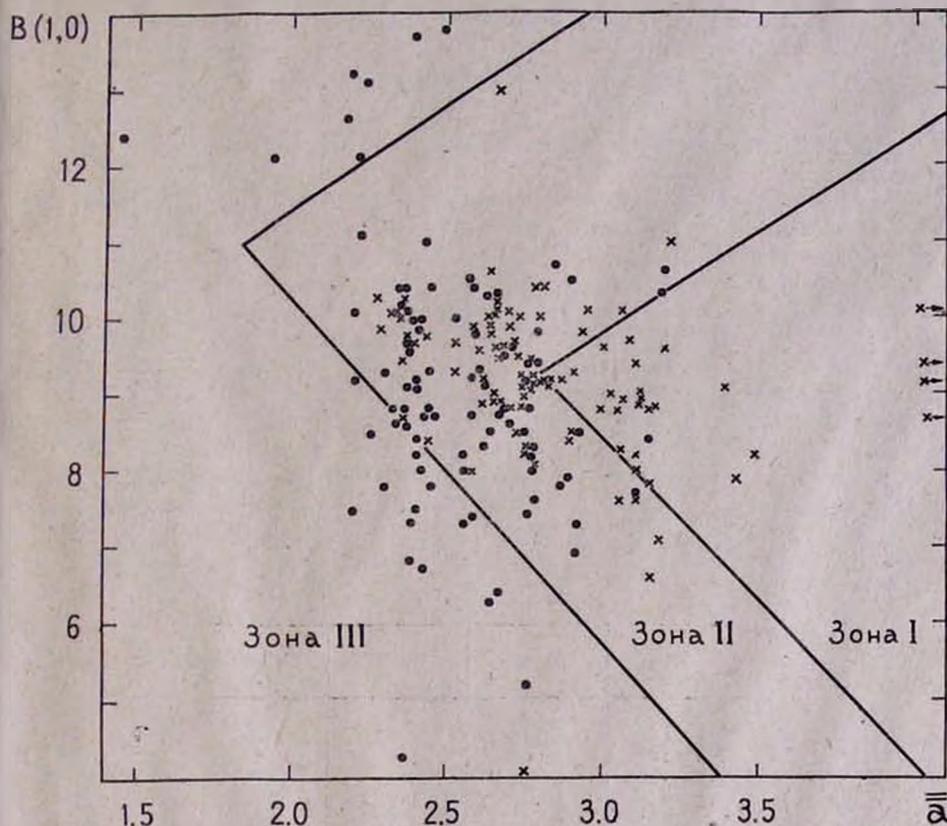
Для того, чтобы с большей достоверностью отделить эти два типа МП, рассмотрим зависимость $V(1,0)$ от a . Эта зависимость приведена на рисунке, где точками обозначены МП типа S, а крестиками—типа С. Для отделения углеродных МП от силикатных на рисунке выделены три зоны. Зона I включает в себя МП типа С, зона II—МП типа С и S, зона III—МП типа S. Как видно из рисунка, МП, входящие в эти зоны, удовлетворяют следующим условиям:

1. Зона I (С-астероиды)—абсолютные величины удовлетворяют условию $y_2 \leq V(1,0) \leq y_1$, где $y_1 = 2,70a + 1,60$, а $y_2 = -4,44a + 21,72$.

2. Зона II (С-, S-астероиды)—абсолютные величины удовлетворяют условию $y_2 \leq V(1,0) \leq y_1$ ($y_1 = 2,70a + 6,0$, $y_2 = -4,44a + 19,06$) и не удовлетворяют 1-му условию.

3. Зона III (S-астероиды)—абсолютные величины не удовлетворяют условиям 1 и 2.

Наличие отмеченных трех зон может объясняться следующими причинами, а именно: поскольку МП типа С в основном наблюдаются на больших расстояниях $a > 2,8$ а.е., а их геометрическое альbedo



Зависимость между абсолютной звездной величиной $V(1,0)$ и большой полуосью орбиты \bar{a} . Точками обозначены S-астероиды, а крестиками—С-астероиды.

$p < 0,07$, то естественно ожидать, что их абсолютные звездные величины из-за наблюдательной селекции должны быть ограничены сверху.

Что касается ограничения абсолютных звездных величин снизу, то это необходимо, поскольку в противном случае силикатные МП с большими альbedo могли бы попасть в I зону.

Третье условие объясняется тем, что МП типа S имеют геометрическое альbedo $p > 0,07$, $a < 2,6$ а.е. и, следовательно, могут наблюдаться как с большими, так и малыми абсолютными величинами.

Расчеты показывают, что при выполнении условия 1 с более чем 90% вероятностью выделяются углеродные МП, с такой же вероятностью выделяются силикатные МП при выполнении 3-го условия.

Налагая вышеуказанные условия на абсолютные звездные величины и большие полуоси орбит, мы определили тип МП, приведенных в ЭМП [2].

Средние диаметры МП. После выделения из ЭМП углеродных и силикатных МП мы определили их диаметры ($D(S)$, $D(C)$). С этой целью для МП с известными диаметрами [3] были построены зависимости $B(1,0) - \lg D$ для обоих типов МП в отдельности, которые выражаются следующими эмпирическими формулами (полученным методом наименьших квадратов):

$$\lg D(C) = -0,20 B(1,0) + 4,01$$

$$\lg D(S) = -0,22 B(1,0) + 3,85.$$

Вычисленные по этим формулам диаметры приведены в табл. 2 (тип S) и 3 (тип C).

Для определения ошибки вычисленные диаметры были сопоставлены с известными. В табл. 4,5 приводятся номера МП, альbedo p , известные диаметры $D_{изв}$ и вычисленные диаметры $D_{выч}$ из [3]. Как следует из табл. 4,5, различие в основном обусловлено отклонением геометрического альbedo от средних значений ($P(C) = 0,035$, $P(S) = 0,15$).

Отметим, что при сопоставлении полученных нами диаметров с диаметрами МП, приведенными в работе [4], оказалось, что резкие отличия в значениях диаметров наблюдаются у тех МП, которые классифицированы как U или E, то есть для тех типов МП, величины диаметров которых чаще всего в [4] приводятся под вопросом.

Вычисления показывают, что у 90% МП средняя ошибка $D_{выч}$ относительно $D_{изв}$ составляет 10%. Вследствие чего вычисленные нами диаметры МП, представленные в табл. 2,3, можно считать достаточно точными и использовать их для статистических целей.

Таблица 1

a	B(1,0)	$\sigma(B(1,0))$	n
1.0—1.5	16.14	1.54	9
1.5—2.1	14.66	1.47	25
2.1—2.2	13.75	0.97	60
2.2—2.3	13.52	1.27	207
2.3—2.4	12.69	1.97	158
2.4—2.5	12.13	1.79	124
2.5—2.6	12.00	1.77	139
2.6—2.7	11.65	1.64	207
2.7—2.8	11.04	1.60	216
2.8—2.9	11.49	1.21	121
2.9—3.0	10.97	1.23	98
3.0—3.1	11.41	1.11	196
3.1—3.2	11.11	1.27	321
3.2—3.3	11.28	1.21	63
3.3—3.6	10.37	1.26	45
3.6—5.0	10.61	0.99	30
5.0—5.5	10.34	1.12	22

Таблица 2

№	Д(с)								
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	919	647	12	929	7	1150	4	1358	11
2	531	649	5	930	13	1151	4	1364	9
3	292	650	8	933	8	1153	8	1367	5
4	832	682	8	935	5	1155	10	1370	4
6	251	685	10	937	9	1156	6	1374	4
7	239	689	8	939	8	1164	6	1375	11
8	168	699	9	950	13	1166	12	1376	7
9	186	700	13	951	10	1168	10	1377	5
11	145	703	7	956	8	1169	5	1378	9
14	177	707	8	960	5	1170	9	1381	10
15	306	711	13	963	8	1179	3	1382	8
18	145	719	1	967	9	1182	12	1386	4
20	168	722	9	969	8	1183	10	1387	5
27	97	724	4	970	8	1185	8	1391	10
29	186	728	6	985	5	1188	10	1393	9
40	102	730	4	989	8	1190	9	1394	11
43	72	736	16	1009	1	1192	7	1396	50
44	131	749	10	1011	7	1193	9	1399	3
63	119	750	10	1012	9	1195	4	1401	11
149	16	763	6	1016	9	1198	1	1402	4
192	107	765	6	1019	6	1204	8	1403	7
220	14	770	16	1025	6	1205	3	1405	5
228	6	782	13	1026	4	1216	8	1412	7
244	8	800	12	1030	4	1217	4	1414	7
249	13	802	8	1034	7	1218	5	1415	8
254	9	809	9	1037	3	1219	9	1418	10
265	11	810	5	1045	6	1221	0.5	1419	11
281	11	813	9	1047	8	1224	11	1422	7
290	9	819	9	1050	6	1225	8	1429	8
291	11	822	12	1052	10	1226	9	1430	9
296	8	823	11	1053	8	1230	4	1432	8
298	13	825	10	1055	11	1235	3	1435	4
299	10	827	6	1056	11	1236	11	1441	5
315	6	831	8	1058	9	1239	8	1446	6
330	8	836	5	1060	5	1244	12	1447	11
341	13	837	10	1063	13	1249	10	1448	5
343	12	841	8	1065	6	1250	5	1451	6
367	17	843	5	1066	5	1257	10	1453	7
391	15	851	10	1076	10	1267	8	1454	5
421	10	853	13	1077	6	1270	5	1455	5
422	17	854	8	1078	11	1272	8	1460	7
428	11	855	11	1080	7	1273	6	1466	6
433	14	857	11	1083	6	1274	9	1468	4
434	17	864	5	1088	11	1278	13	1472	6
440	14	865	9	1089	11	1279	7	1473	8
453	17	869	9	1090	11	1290	7	1475	5
463	11	870	10	1094	10	1293	9	1476	4
496	10	871	7	1097	9	1296	12	1478	8
512	16	878	1	1103	8	1307	9	1480	5
525	9	881	8	1104	8	1310	11	1486	4
540	16	883	7	1106	10	1311	6	1490	11
548	13	887	4	1110	8	1314	5	1492	5
553	8	896	10	1117	9	1316	4	1493	12
557	10	898	8	1120	10	1318	9	1494	6
571	11	900	10	1126	7	1322	5	1495	8
574	7	901	11	1130	8	1324	7	1496	6
587	8	902	8	1131	3	1325	9	1500	5
594	7	905	15	1133	9	1335	4	1501	7
603	8	913	7	1134	3	1338	6	1504	10
632	9	915	10	1139	5	1342	8	1506	9
641	7	916	12	1141	4	1344	6	1507	4
646	5	917	13	1147	8	1355	6	1509	6

№		Д(с)							
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1511	5	1629	6	1740	5	1865	1	1979	4
1513	5	1630	13	1743	10	1866	5	1980	2
1514	8	1632	12	1744	5	1876	2	1981	0.5
1515	6	1634	4	1747	5	1879	6	1982	8
1518	7	1636	8	1750	4	1883	5	1983	6
1522	7	1637	24	1752	4	1834	5	1987	11
1523	8	1638	11	1756	6	1895	4	1988	4
1525	7	1639	15	1757	6	1888	10	1989	9
1526	4	1640	4	1759	6	1892	9	1990	6
1527	7	1641	13	1763	5	1896	4	1991	4
1528	8	1642	13	1766	8	1897	5	1994	8
1530	4	1643	7	1768	5	1899	6	1995	7
1531	10	1646	7	1769	6	1900	8	1996	9
1536	4	1648	10	1770	6	1905	6	1997	5
1538	2	1651	10	1772	9	1906	7	1998	11
1543	8	1952	5	1773	9	1907	9	2001	6
1544	10	1656	5	1775	9	1909	8	2002	9
1549	7	1660	5	1779	3	1914	8	2004	6
1550	8	1661	5	1781	6	1915	0.5	2005	8
1551	7	1663	4	1784	8	1916	2	2006	6
1559	9	1664	7	1785	6	1917	1	2007	10
1562	8	1666	8	1789	5	1919	4	2011	6
1563	6	1667	8	1790	6	1920	2	2012	5
1565	7	1668	8	1793	7	1921	2	2013	9
1566	1	1671	10	1797	6	1923	5	2014	11
1568	9	1675	9	1798	7	1924	5	2015	8
1573	6	1676	5	1800	6	1925	8	2017	4
1575	6	1677	8	1803	9	1926	9	2018	2
1577	3	1682	5	1804	8	1928	6	2019	8
1580	2	1685	2	1806	6	1929	20	2021	4
1584	14	1688	9	1807	6	1931	5	2024	5
1586	8	1694	7	1810	7	1932	4	2026	8
1587	11	1696	5	1813	8	1933	5	2028	3
1590	10	1697	9	1814	5	1934	6	2029	5
1591	9	1699	5	1816	4	1935	5	2030	4
1593	4	1700	7	1817	9	1937	9	2031	5
1594	8	1703	5	1818	3	1938	6	2033	4
1598	5	1704	6	1820	4	1942	5	2034	6
1600	5	1705	5	1821	4	1943	1	2035	10
1601	7	1706	6	1822	4	1944	4	2036	6
1602	9	1707	8	1823	6	1945	8	2037	4
1607	11	1709	6	1829	7	1946	6	2038	8
1608	7	1710	4	1830	11	1948	8	2042	6
1610	4	1713	5	1831	9	1949	4		
1614	19	1715	8	1837	4	1950	6		
1615	22	1717	8	1842	8	1951	2		
1616	14	1718	4	1846	5	1959	6		
1618	12	1720	5	1850	5	1960	8		
1619	11	1722	10	1854	8	1964	5		
1620	2	1727	5	1855	7	1965	9		
1621	11	1729	8	1856	8	1966	4		
1622	8	1733	5	1857	7	1967	6		
1623	18	1736	9	1862	1	1972	5		
1627	5	1738	7	1863	1	1976	7		
1628	20	1739	7	1864	2	1978	5		

Таблица 3

№		Д(с)							
1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
24	231	175	100	423	201	713	100	1256	66
31	278	176	127	451	221	721	80	1166	83
47	145	181	160	466	145	733	92	1268	100
48	242	184	127	469	100	747	175	1269	110
49	183	190	192	478	167	748	110	1317	110
61	175	199	100	483	115	758	139	1390	96
62	110	202	167	488	160	760	121	1404	88
65	265	209	192	489	115	762	139	1437	145
76	160	211	160	490	127	769	92	1439	58
86	110	212	127	491	100	776	167	1467	105
87	221	221	160	499	92	786	96	1512	76
90	139	225	121	500	110	788	121	1529	55
92	253	238	139	508	127	790	152	1578	43
94	175	241	175	509	110	804	145	1583	110
95	167	245	115	522	100	814	100	1617	38
96	152	250	175	528	100	849	160	1624	42
100	152	259	145	530	100	884	105	1625	60
104	127	260	83	536	133	909	121	1626	18
106	175	268	121	545	127	911	167	1631	18
107	231	276	133	566	145	912	133	1633	48
108	139	279	110	570	96	927	92	1635	27
117	145	283	127	579	133	940	80	1647	50
120	167	303	100	588	133	944	38	1746	66
121	221	325	96	595	139	958	60	1748	46
122	152	334	192	602	115	1028	83	1749	58
130	253	357	127	617	145	1038	46	1754	76
133	160	360	121	618	121	1093	100	1867	76
137	160	361	121	624	183	1143	133	1868	73
147	110	366	110	639	133	1144	63	1869	76
150	145	372	201	643	76	1162	87	1870	42
152	115	375	211	659	115	1172	133	1871	31
153	175	381	121	665	110	1173	96	1872	50
154	201	382	110	667	76	1177	80	1873	46
159	133	388	133	683	121	1180	92	1902	76
165	175	401	92	690	167	1202	52	1911	55
168	145	414	73	692	92	1208	110		
171	110	420	133	702	183	1212	66		

Таблица 4

№	p	Д _{СЗВ}	Д _{ВМЧ}
1	0.054	1003	919
24	0.030	234	231
31	0.030	370	278
47	0.027	158	145
65	0.022	309	265
94	0.029	188	175
95*	0.019	230	167
106*	0.053	139	175
107	0.037	211	231
120	0.034	173	167
130*	0.050	173	253
137	0.033	150	160
159	0.035	140	133
211	0.030	166	160
238	0.029	154	139
241	0.030	200	175
360	0.034	130	121
371	0.028	126	121
451	0.026	276	221
502	0.029	137	115
617	0.037	147	145
624	0.038	179	183
747	0.024	205	175
790	0.025	176	152
804	0.048	141	145
1172	0.044	130	133
1173	0.034	92	96

№	p	Д _{СЗВ}	Д _{ВМЧ}
2	0.074	608	531
3	0.151	247	292
4*	0.229	538	832
6	0.164	201	251
7	0.154	209	239
8	0.144	151	168
9	0.139	151	186
11	0.126	150	145
14	0.152	158	177
15	0.155	272	306
18	0.144	150	145
20	0.164	131	168
27	0.147	108	97
29	0.140	195	186
40	0.123	100	102
43	0.113	85	72
44*	0.377	82	131
63	0.128	91	119
192	0.165	94	107
367	0.140	20	38
433	0.174	23	14
434*	0.300	11	17
782	0.141	15	13
887	0.166	4	4
1011	0.156	7	7
1052	0.140	12	10
1058	0.140	13	9
1566	0.166	1	1
1620	0.181	3	2
1685	0.124	3	2

Ռ. Ա. ՎԱՐԴԱՆԻԱՆ, Օ. Խ. ԹՈՐՈՍԻԱՆ, Լ. Գ. ՀԱԿՎԵՐԴԻԱՆ

ՓՈՔՐ ՄՈՂՈՐԱԿՆԵՐԻ ՏՐԱՄԱԳԾԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ
ՎԻՃԱԿԱԳՐԱԿԱՆ ԵՂԱՆԱԿՈՎ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում բերված են 756 փոքր մոլորակների վիճակագրական եղանակով որոշված տիպերը (C կամ S) և տրամագծերը:

R. A. VARDANIAN, O. KH. TOROSIAN, L. G. HAKHVERDIAN

DETERMINATION OF DIAMETERS OF MINOR PLANETS BY
STATISTICAL METHOD

Summary

The type (C or S) of 756 minor planets and their diameters, determined by statistical method, are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Н. Симоненко, Метеориты—осколки астероидов, 1979, М., Наука, 104.
2. Эфемериды малых планет на 1979 год, Л., Наука, 1978.
3. C. J. Lagerqvist, Photographic Photometry of Asteroids, Astron. Astrophys. Suppl., 31, 372—373, 1978.
4. E. Bowell, C. Chapman, J. Gradie, D. Morrison, B. Zellner, Taxonomy of Asteroids, 35, 322—326, 1978.

А. Т. ГАРИБДЖАНЯН, С. М. КАРАПЕТЯН

О КАЛИБРОВКЕ СПЕКТРОГРАММ, ПОЛУЧЕННЫХ КАМЕРАМИ С ПРЕДОБЪЕКТИВНОЙ ПРИЗМОЙ

При калибровке спектрограмм, полученных на Бюраканском метровом телескопе системы Шмидта с предобъективной призмой, возникла необходимость ступенчатой градации яркостей изображений для целей последующей фотометрии.

На щелевых спектрографах, как известно, это делается с помощью ступенчатого ослабителя, установленного на щели лабораторного или астроспектрографа. В нашем случае было бы возможным спектрографирование аналогичного ослабителя, смонтированного на щели специального коллиматора. Однако при этом диаметр объектива (или зеркала) такого коллиматора должен был бы быть порядка 1 м, чтобы работать на все отверстие телескопа. Кроме того, следует учесть, что около 20% входного зрачка нашего телескопа системы Шмидта экранируется в его центральной области кассетной частью. Из-за трудностей реализации указанной установки мы решили применить специальную полуавтоматическую восьмиступенчатую диафрагму с дискретно-переменной пропусканием, которая устанавливалась на входном зрачке телескопа.

На рис. 1 показан общий вид используемой нами диафрагмы. Эта диафрагма на телескопе устанавливалась таким образом, чтобы ее отверстия не экранировались кассетной частью или держателями. Для калибровки диафрагма освещалась какой-нибудь яркой звездой, желательного спектрального класса АО. Пропускаемость этой диафрагмы варьировалась путем изменения числа открытых секторов—отверстий.

На рис. 2 показан пример калибровочной шкалки, полученной с помощью фотографирования спектров звезды γ Тг1 спектрального класса АО, при различных пропусканиях нашей диафрагмы. Очевидно, что положение каждой точки на характеристической кривой, построенной с использованием этой диафрагмы, определится пропускаемостью суммарной площади открытых на диафрагме секторов—отверстий при фотографировании соответствующей спектрограммы.

Очевидно, что

$$\lg I_n \cdot t \sim \lg \sum_{l=1}^n S_l,$$

где I_n —интенсивность падающего излучения, t —время выдержек, а S_l —площадь l -того сектора отверстия. Значения величин пропускания в случае нашей диафрагмы приведены в таблице. В этой таблице для простоты принято $S_1=1$.

Эти значения пропускаемости и определяют плотности почернения на фотографической пластинке, а зависимость этих плотностей от соответствующих пропусканий выражается характеристической кривой. В принятой шкале обеспечивается достаточно равномерное распределе-

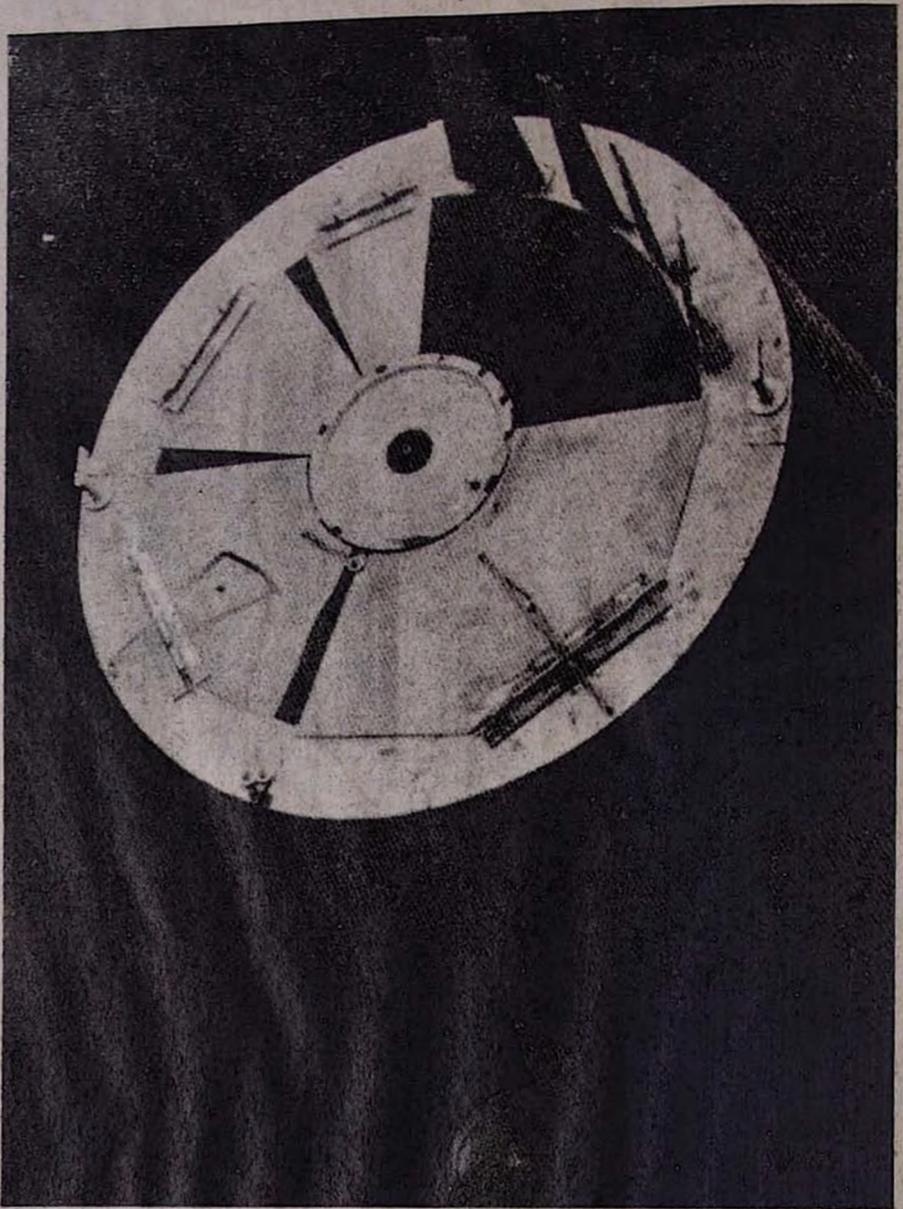


Рис. 1. Общий вид применяемой диафрагмы
Таблица

n	$\lg \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\gamma-1}$	n	$\lg \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{\gamma-1}$
1	0.00	5	0.52
2	0.20	6	0.64
3	0.35	7	0.80
4	0.48	8	1.00

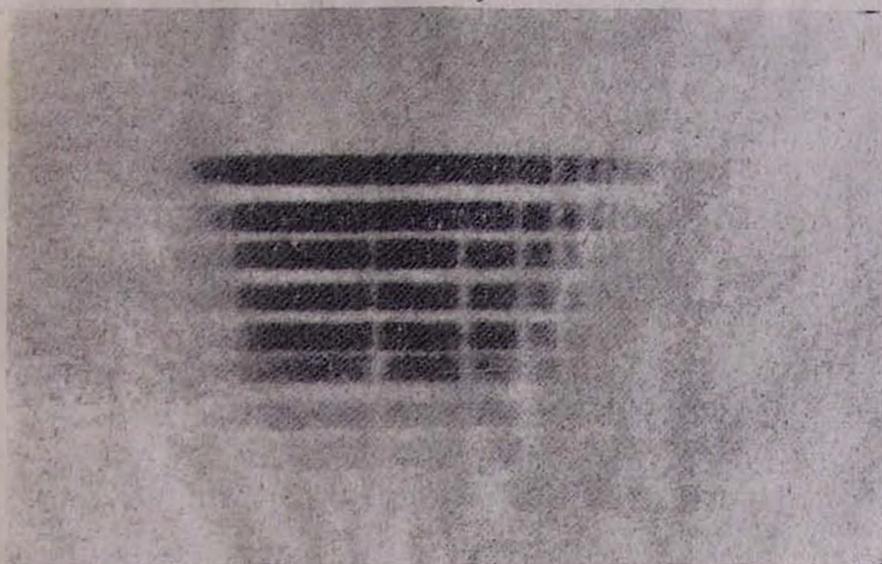


Рис. 2. Пример калибровочной шкалки

ние значений пропускаемости, что гарантирует использование в основном прямолинейной части характеристической кривой в заданном интервале плотностей почернения.

На рис. 3 показан пример характеристической кривой, полученной с помощью указанной диафрагмы.

Калибровочные свойства указанной диафрагмы были проверены

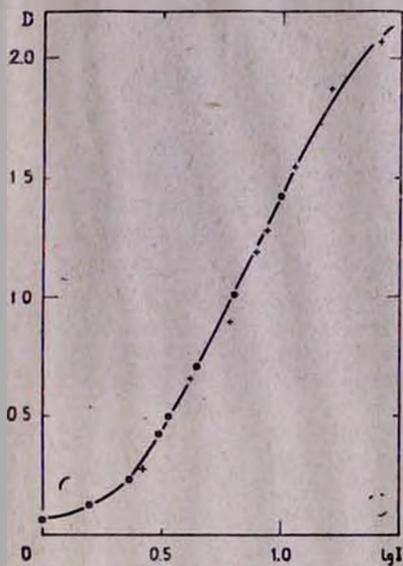


Рис. 3. Характеристическая кривая, полученная применением диафрагмы; крестики и точки две разные по яркости звезды на одной пластинке

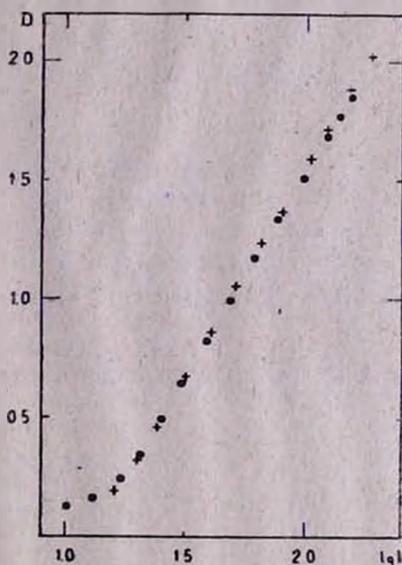


Рис. 4. Сравнение характеристической кривой, полученной применением диафрагмы (крестики), с характеристической кривой, полученной применением лабораторного спектрографа (точки)

путем сравнения калибровки спектров, полученной с ее помощью, с калибровкой, осуществленной на обычном лабораторном спектрографе. Для этой цели был использован лабораторный спектрограф ИСП-51 Абастуманской астрофизической обсерватории АН Грузинской ССР. При регистрации плотностей спектрограмм использовался микрофотометр ИФО—451.

Сравнение характеристических кривых, полученных двумя разными способами (шкалки снимались на частях одной пластинки), показало их согласие в пределах 5%. Пример сравнения двух характеристических кривых приведен на рис. 4.

Следует отметить следующие преимущества предлагаемого нами метода калибровки спектрограмм, полученных с предобъективной призмой:

1. Выбором в качестве калибровочной звезды стандартной звезды, с известным распределением энергии в спектре, можно сократить количество требуемых наблюдений.

2. Наличие восьми градаций разного почернения спектров стандартной звезды дает возможность выбрать среди них в качестве спектра сравнения оптимальный, в смысле почернения, для исследуемой части спектра.

3. Применение диафрагмы позволяет снимать стандартную яркую ($3-5^m$) звезду и исследуемую слабую ($3-12^m$) звезду с почти одинаковыми выдержками.

4. Применение метода исключает возможность внесения в измерения вероятных систематических ошибок оптической системой лабораторного спектрографа.

И заключение добавим, что аналогичная калибровка тремя сменными диафрагмами была осуществлена ранее на 25 см телескопе—спектрографе АСИ-5 Бюраканской астрофизической обсерватории [1].

Ա. Տ. ԴԱՐԻԲԺՅԱՆԻԱՆ, Ս. Մ. ԿԱՐԱՊԵՏԻԱՆ

ՕՐՅԵԿՏԻՎԱՅԻՆ ՊՐԻԶՄԱ ՈՒՆԵՅՈՂ ԴԻՏԱԿՈՎ

ՍՍՍՅՎԱՆԾ ՍՊԵԿՏՐՈԳՐԱՄՆԵՐԻ ՍԱՆԴՂԱԿԱՎՈՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Բյուրականի աստղադիտարանի Շմիդտի սիստեմի մետրանոց աստղադիտակի համար պատրաստված դիսկրետ-փոփոխական դիաֆրագմի օգնությամբ սանդղակավորվել են օբյեկտիվային պրիզմայով ստացված սպեկտրոգրամները: Համեմատությամբ լաբորատոր սպեկտրոգրաֆով կատարած սանդղակավորման հետ ցույց է տվել բավարար համընկում:

A. T. GHARIBJANIAN, S. M. KARAPETIAN

ON THE CALIBRATION OF OBJECTIVE PRISM SPECTROGRAMMS Summary

In order to calibrate the spectrogramms obtained with an objective prism on the 1-m Schmidt telescope a changable stepped diaphragm has been used. The comparison of calibrations carried out by this methode with those carried oyt by a laboratory spectrograph showed a good agreement between them.

ЛИТЕРАТУРА

1. Л. В. Мирзоян, Сообщ. Бюраканской обс., 7, 1951.

Ю. В. КУБЕРСКИЙ, В. А. МАЛАРЕВ

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Требования современной астрономической науки заставляют все шире применять телевизионные системы для поиска, наблюдения и гидрирования (слежения) по звездам. При этом значительно сокращается время, затрачиваемое на эти операции, по сравнению с существующими методами. Большой выигрыш во времени получается также при использовании телевизионной астрономической системы для фокусировки оптического телескопа. Эти обстоятельства позволяют в конечном счете значительно повысить эффективность использования рабочего времени телескопа.

Для управления телескопом телевизионная система может быть использована как в искателе (самостоятельном оптическом приборе), так и в системе местного гидрирования по свету, собираемому главным зеркалом.

Поскольку система местного гидрирования предусматривает отбор участка общего поля телескопа, то, исходя из небольшой вероятности попадания в этот участок достаточно яркой звезды, удобной для гидрирования, необходимо повышать чувствительность телевизионной системы.

Повышение чувствительности телевизионной поисковогидрирующей астрономической системы является одним из основных направлений развития подобного рода систем. В настоящее время наблюдается тенденция к замене фотографической камеры электронными устройствами в виде компактных телевизионных камер с высокой чувствительностью, причем чувствительность таких камер должна значительно превосходить чувствительность глаза.

Задачу повышения чувствительности телевизионных астрономических систем можно успешно решать, применяя синтезированные конструкции из электронно-оптического преобразователя (ЭОП) и высокочувствительной передающей трубки, например, секона или суперкремникона, соединенных с помощью элементов волоконной оптики. В настоящее время у нас в стране разработано несколько типов электронно-оптических преобразователей, позволяющих повысить чувствительность телевизионного тракта астрономических систем. При этом достигается большой выигрыш в экспозиции, дающей возможность производить наблюдение большего количества объектов за одну ночь наблюдений.

Отечественные ЭОП отличаются друг от друга [1] по габаритам, угловому размеру поля зрения и т. д. Они предназначены для различных задач визуального наблюдения при плохой видимости. Специфической особенностью применения ЭОП является обнаружение объектов в пороговых условиях, при этом решающую роль играют пороговые характеристики. Шумы ЭОП, наблюдаемые на экране (темновой фон, много-

электронные скитилляции, результаты обратной световой связи, автоэлектронная эмиссия и др.), существенно снижают контраст изображения, поэтому определение разрешающей способности ЭОП необходимо оценивать с учетом пороговой контрастной чувствительности глаза, соответствующей яркости экрана при конкретной освещенности фотокатода ЭОП.

В последнее время все более широкое распространение получает метод получения высокого усиления яркости, свободный от недостатков каскадного соединения ЭОП, при котором имеют место большие потери света между секциями. Он связан с использованием вторично-эмиссионного умножения электронов в каналах. Каналы собраны в матрицу—микрочанальную пластину (МКП),—которая размещается между фотокатодом и катодолуминесцентным экраном. Электронное изображение переносится с фотокатода на входную поверхность микрочанальной пластины либо с помощью электронной линзы, либо в равномерном поле. Разбитое каналами на элементы электронное изображение усиливается по интенсивности и переносится в равномерном ускоряющем поле с выхода МКП на экран.

Использование в ЭОП МКП позволяет сравнительно легко осуществлять автоматическую регулировку яркости, изменяя потенциал на МКП, что очень важно при гидировании звезд различной яркости. Автоматическая регулировка яркости вызвана необходимостью расширить яркостный диапазон звезд, воспроизводимых на экране видеоконтрольного устройства телевизионной астрономической системы. Воспроизведение на экране звезд, исходя из возможностей передающих трубок, возможно в пределах 6 звездных величин ~ 250 раз (от самой слабой до самой яркой), в то время как на экране требуется воспроизводить звезды в пределах 20 звездных величин (от 2^m до 22^m). Таким образом требуется автоматическая регулировка яркости в диапазоне $\sim 10^4$ раз. Это значительно расширит возможности телевизионной астрономиче-

Таблица 1

Параметры	Однокамерные RCA (США)						ОП с микрочанальной пластиной (США)				
	8857/V1	8857/V2	4814/V1	4814/V2	8605/V1	8605/V2	L-4261	L-4263	S33031C	S33079	Mullard (Англия)
Диаметр рабочего поля фотокатода мм	18	18	25	25	40	40	18	40	18	25	18
Наибольшее напряжение, кВ	13	13	15	15	16	16	7,5	7,5	7	7	10
Интегральная чувствительность, мкА/лМ	>175	160	>175	160	>175	160	250	250	250	250	200
Усиление (световое)	>55	>22	>65	>22	>65	>22	25000	25000	Регулируемое до 100 000		
Разрешающая способность, пар. лин/мм	64	64	64	64	57	57	~ 30	~ 30	35	35	38
Электронно-оптическое увеличение	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	1	1	1	1	1

ской системы. О параметрах зарубежных однокамерных ЭОП с волоконно-оптическими окнами и ЭОП с микроканальным усилением можно судить по табл. 1 [1].

Для сочленения с ЭОП могут быть использованы телевизионные передающие трубки секон и суперкремникон. Эти трубки отличаются высокой чувствительностью ($\sim 10^{-2} \div 10^{-3}$ лк) и достаточно высокая разрешающая способность по полю ($\sim 500 \div 600$ линий). Кроме того, в секоне можно использовать эффект накопления сигнала, что в конечном счете значительно повышает его чувствительность. Основные параметры секонов и суперкремниконов приведены в табл. 2 [2].

Таблица 2

Тип трубки	Освещенность на фотокатоде, лк	Разрешающая способность, лин	Глубина модуляции на 400 лин	Темновой ток, нА	Обратный сигнал через 40 мс, %
Секон	$5 \cdot 10^{-2}$	500 ÷ 550	20	1	5
Суперкремникон	$5 \cdot 10^{-3}$	600	20	30	10 ÷ 15

Чувствительность суперкремникона обеспечивает усиление фототока в $800 \div 1000$ раз и равна нескольким тысячным долям люкса.

Конструктивно секон и суперкремникон абсолютно идентичны, но суперкремникон требует большего ускоряющего напряжения в секции переноса (до 10 кВ) по сравнению с секоном (до 7 кВ).

При испытаниях передающей телевизионной камеры на суперкремниконе в БАО АН Армянской ССР на телескопе ЗТА-2,6 м в первичном фокусе была получена предельная проникающая способность— 16^m , что вполне соответствует предварительным расчетам чувствительности камеры с суперкремниконом для телескопа с диаметром зеркала 2,6 м.

При сочленении секона или суперкремникона с однокамерным ЭОП можно получить выигрыш в усилении до двух порядков, но при некотором снижении разрешающей способности. Таким образом, можно предположить, и лучшие результаты показывают это, что наиболее чувствительным может оказаться только синтез ЭОП с МКП с одной из передающих трубок этого типа, например, с суперкремниконом.

Наибольший выигрыш, вероятно, можно получить, используя в этих целях суперкремникон, но не следует забывать, что при работе с малыми освещенностями (менее 10^{-3} лк) [3] отношение сигнал/шум будет весьма малым, что может существенно повлиять на вероятность опознавания объектов при пороговых условиях освещенности. При низких освещенностях шумы трубки превышают шумы предварительного усилителя.

Одним из методов повышения чувствительности современных телевизионных передающих трубок к свету является использование импульсного режима работы или так называемого режима накопления.

В литературе уже описывались [4, 5] данные исследований в режиме накопления передающих трубок типа суперортикон по точечным объектам. Эти исследования показали, что чувствительность суперортиконов в режиме накопления увеличивалась и росло отношение сигнал/шум. Указывалось, однако, что этот режим целесообразно использовать при малом количестве кадров накопления, так как при их увеличении заметного эффекта не было достигнуто.

Измерения, проведенные нами, показали, что накопление сигнала

на мишени передающей трубки типа секон можно с успехом проводить в достаточно широких пределах. Порог чувствительности секонов уменьшается с увеличением времени накопления от 1 до 20000 кадров. При увеличении числа кадров накопления выше этого предела начинает проявляться структура мишени и сигнал от фона темного тока. Измерения также показали, что накопление 128 кадров повышает чувствительность секона в 100 раз, что приблизительно равно увеличению чувствительности на $4 \div 5$ звездных величин.

Что касается суперкремниконов, то данных по их работе в режиме накопления не имеется, хотя по материалам зарубежной печати суперкремниконы позволяют накапливать сигнал на своей мишени в достаточно широких пределах [6].

Большую перспективу в плане повышения чувствительности телевизионных астрономических систем представляет использование цифровой электронно-вычислительной машины (ЦЭВМ) как накопительной системы. Амплитуды видеопульсов в области линейного участка световой характеристики трубки пропорциональны яркости объекта, а их длительность—его размеру. Согласование работы телевизионной системы и ЦЭВМ производится специальным блоком ввода информации, включающим в себя кодирующее устройство и устройство ввода дополнительных данных: координаты наблюдаемой области, момент и условия наблюдений и т. д. Большой объем памяти машины может позволить накапливать сигнал достаточно длительное время [7].

Создание передающих камер на твердотельных многоэлементных фотоприемниках—приборах с зарядовой связью (ПЗС)—привело к созданию нового класса телевидения—твердотельного. Внедрение ПЗС в прикладное телевидение окажет большое влияние на развитие малокадрового телевидения. Принципиальной особенностью малокадрового телевидения является доставка видеoinформации в суженной полосе видеочастот, причем устройства обработки и кодирования видеoinформации допускают использование необратимых операций, тогда как в вещательном телевидении кодирование возможно только в рамках обратимых операций. Применение ПЗС в малокадровом телевидении позволит получить большое отношение сигнал/шум, так как сигнал на выходе матрицы велик и практически не зависит от скорости считывания, что существенно упрощает построение видеоусилителя. Повышение отношения сигнал/шум ведет к увеличению разрешающей способности, что в итоге ведет к повышению чувствительности. Применение малокадрового телевидения на ПЗС может дать ряд преимуществ по сравнению с вещательным телевидением, а именно: сдвиг спектральной чувствительности в длинноволновую область, упрощение преобразования в цифровую форму и возможность ввода узкополосного сигнала в ЦЭВМ.

Важным требованием к современной телевизионной астрономической системе является запись изображения на экране. В настоящее время широко применяются запоминающие электронно-лучевые трубки, способные накапливать информацию, сохранять ее в течение определенного времени и воспроизводить ее в визуальной или электрической форме [8]. Эти трубки могут быть использованы в запоминающих устройствах (ЗУ) телевизионных астрономических систем для длительного воспроизведения информации после одноразового экспонирования. Это даст возможность отождествления (сравнения) наблюдаемого участка звездного неба с астрономическими каталогами с достаточной быстротой и качеством. Наиболее перспективными в настоящее время для использования в телевизионных астрономических системах являют-

ся запоминающие электронно-лучевые трубки типа «Литокон». Они построены по типу видиконов с применением окисно-кремниевой мозаичной мишени и имеют высокую разрешающую способность, воспроизводят до 10 градаций яркости, имеют большой срок службы и обладают высокой механической прочностью. «Литокон» выполнены в габаритах одно- и полуторадюмовых видиконов, что позволит применить для них стандартные отклоняющие системы для обычных видиконов, выпускаемых нашими предприятиями.

Основные характеристики запоминающих электронно-лучевых трубок такого типа приведены в табл. 3.

Таблица 3

Тип, форма	Диаметр, дюйм	Разрешающая способность	Время записи	Время стирания	Время считывания, мин	Число полукадров	Выходн. сигнал, мкА
Литокон 1M—800H PLP (США)	1	800 линий на диаметр	1 кадр	—	12÷15	10	1,8
Литокон 1M—1200H PLP (США)	1,5	1200 линий на диаметр	—	—	10	—	0,5
Лабораторный образец RCA (США)	1	400 линий на высоту раstra	1 кадр (33мс)	1÷4 кадра (130 мс)	Несколько минут	6÷8	—
SP—5105 Silvanclia (США)	1,5	1000 линий на диаметр	—	—	15	—	—
1238 Thomson CSF (Фр.)	1	800 линий на диаметр	1 кадр	1 кадр	10÷15	7	0,2
1239 Thomson CSF (Фр.)	1,5	1200 линий на диаметр	1 кадр	1 кадр	10÷15	7	0,2

Опыт разработки и эксплуатации телевизионных астрономических систем управления оптическими телескопами БТА-6 м (Специальная астрофизическая обсерватория АН СССР) и ЗТА-2,6 м (Бюраканская астрофизическая обсерватория АН Армянской ССР) [9—11] показывает, что без таких систем невозможно управление телескопом на современном уровне. С помощью телевизионных астрономических систем должны осуществляться: поиск и отождествление звездных объектов, выбор звезды, удобной для гидирования, наведение на звезду чувствительного элемента, полуавтоматическое и автоматическое гидирование телескопа, фокусировка изображения телескопа и контроль его качества.

В табл. 4 приведены расчетные значения яркости звезд, которые можно наблюдать в фокальных плоскостях телескопов, имеющих различные диаметры главных зеркал.

Таблица 4

Д, мм	300	700	1000	2600	6000
Глаз	14 ^m .5	16 ^m .3	17 ^m .1	19 ^m .1	21 ^m .1
Сочлененная система	15 ^m .5	17 ^m .3	18 ^m	20 ^m	22 ^m
Сочлененная система с накоплением	18 ^m	19 ^m .5	20 ^m .5	22 ^m .5	25 ^m .5

Исходя из вышесказанного, можно сделать заключение, что телевизионная астрономическая система может быть синтезирована для наблюдения слабых звездных объектов, их визуального контроля и гидирования по любой из звезд поля.

ՅՈՒ. Վ. ԿՈՒԲԵՐՍԿԻ, Վ. Ա. ՄԱԼԱՐԵՎ

ԱՍՏՂԱԳԻՏԱԿԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՀԵՌՈՒՍԱՍԻՍԵՄԵՆՆԵՐԻ
ՁԳԱՑՆՈՒԹՅԱՆ ԲԱՐՁՐԱՑՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՎԵՐԱԲԵՐՑԱԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Դիտարկված են աստագիտական հեռուստատեսիոնային կատարելագործման հարցերը՝ կապված ժամանակակից հաղորդիչ խողովակների, էլեկտրոնաօպտիկական ձևափոխիչների և հիշող խողովակների հետ: Բերված են ՁՏԱ—2.6 մ աստղադիտակի վրա կատարված փորձարկումների արդյունքները:

U. V. KUBERSKI, V. A. MALAREV

ON THE SENSITIVITY IMPROVEMENT OF THE MODERN
ASTRONOMICAL TV SYSTEMS

Summary

The problems connected with improvement of television astronomical system on the basis of modern transmission tubes, image-tubes and memory are considered. The results of experiments with the telescope 3TA—2.6 m are presented.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Берковский, В. А. Гаванин, И. Н. Зайдель, Вакуумные фотоэлектронные приборы, М., Энергия, 1976.
2. Г. С. Вильдгерубе, И. К. Малахов, Р. М. Степанов, В. А. Урвалов, Техника кино и телевидения, № 10, с. 42, 1977.
3. Г. А. Суцьев, В. А. Михайлов, Техника телевидения, вып. 2, с. 95, 1977.
4. Н. Н. Лобов, В. А. Обороин, Л. Л. Полосин, Труды РРТИ, вып. 33, 1972.
5. Н. Н. Лобов, Л. Л. Полосин, А. М. Бражков, Труды РРТИ, вып. 33, 1972.
6. A. Stirling, Colgate, Elliott P. Moore, John Colburn, Sit vidicon with magnetic intensifier for astronomical use. Applied optics, vol 14, № 6, June 1975.
7. Телевизионная астрономия. Под ред. В. Б. Никонова, ГРФМЛ, М., Наука, 1974.
8. Р. С. Харчикян, В. Л. Македонский, Техника кино и телевидения, № 12, с. 44, 1975.
9. В. А. Маларев, ОМП, № 7, с. 32, 1977.
10. В. А. Маларев, А. Б. Медведев, Е. М. Неплохов, Системы гидирования телескопов в сб. «Новая техника в астрономии», М.—Л. Наука, № 6, с. 72, 1979.
11. В. А. Маларев, Г. А. Тамбовский, Фотографическая камера с телевизионным гидированием в сб. «Новая техника в астрономии», М.—Л. Наука, № 6, с. 81, 1979.

ԲՅՈՒՐԱԿԱՆԻ ԱՍՏՂԱԳԻՏԱՐԱՆԻ ՀԱՂՈՐԴՈՒՄՆԵՐ
СООБЩЕНИЯ БЮРАКАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

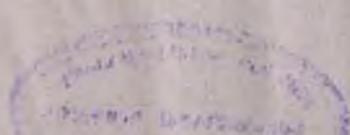
ՊՐԱԿ LIII В Ы П У С К

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ UVV НАБЛЮДЕНИЙ КРАСНЫХ СВЕРХГИГАНТОВ	Г. В. Абрамян	3
МЕЖЗВЕЗДНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА 12 КРАСНЫХ СВЕРХГИГАНТОВ	Г. В. Абрамян	40
ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ В ОКРЕСТНОСТИ M13. I.	Э. Я. Оганесян	77
СПЕКТР Р ЛЕБЕДЯ.	Н. Л. Иванова, М. Б. Бабаев, А. А. Гусейнзаде, Е. Б. Звезрева	79
О ПОЛНОМ КОЛИЧЕСТВЕ НЕПРАВИЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ЗВЕЗД В АССОЦИАЦИИ Т1 ЕДИНОРОГА	Л. К. Ерастова	88
О ПЫЛЕВЫХ ОБОЛОЧКАХ ЗВЕЗД ТИПА Т ТЕЛЦА	Ю. К. Мелик-Алавердян, Г. Г. Товмасын	93
ПЕРЕМЕННОСТЬ ГАЛАКТИКИ МАРКАРЯН 699	К. А. Саакян	99
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ, ЦВЕТА И КЛАССЫ ЯДЕР ГАЛАКТИК В ГРУППАХ	А. П. Магтесян	102
ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ МЕРЦАЮЩИХ РАДИОИСТОЧНИКОВ	В. Г. Панаджян	108
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЗРАЧНОСТИ ЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ НЕЛИНЕЙНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ.	Ю. К. Мелик-Алавердян, Р. А. Мурадян, А. Н. Фрадкин	112
ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ АТМОСФЕРНОЙ ЭКСТИНКЦИИ В БЮРАКАНЕ	Р. С. Асатрян, Г. Х. Хачатрян, Э. М. Файнберг, Ж. В. Хачатрян, Г. А. Погосян	118
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ МАЛЫХ ПЛАНЕТ СТАТИСТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	Р. А. Варданян, О. Х. Торосян, Л. Г. Ахвердян	124
О КАЛИБРОВКЕ СПЕКТРОГРАММ, ПОЛУЧЕННЫХ КАМЕРАМИ С ПРЕДОБЪЕКТИВНОЙ ПРИЗМОЙ	А. Т. Гарибджянян, С. М. Карапетян	131
К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ ТЕЛЕВИЗИОННЫХ АСТРОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	Ю. В. Куберский, В. А. Маларев	135



Ր Ո Վ Ա Ն Դ Ա Կ Ո Ի Թ Յ Ո Ի Ն

2. Վ. Աքրահամյան—Կարմիր գերհսկանների էլեկտրալուսալափական UBV դիտումների արդյունքները	3
2. Վ. Աքրահամյան—12 կարմիր գերհսկանների լույսի գծային բեռնացման միջաստղային բաշարդրիչները	40
Է. Յա. Հովհաննիսյան—Փոփոխական աստղեր M 13. I շրջակայքում	77
Ն. Ի. Իվանովա, Մ. Բ. Բարակ, Ա. Ա. Հուսեյն-Ձադև, Ն. Բ. Ջվեբևա—P Կարապի աստղի սպեկտրը	79
Լ. Կ. Կոստոնովա—Միեղջյուրի աստղասփյուռում անկանոն փոփոխական աստղերի լրիվ շատակության մասին	88
Յու. Կ. Մելիք-Ալավերդյան, Գ. Հ. Թովմասյան—T Յուլի տիպի աստղերի փոշային թաղանթների մասին	93
Կ. Ա. Սանակյան—Մարզարյան 699 զայակտիկայի պայծառության փոփոխությունը	99
Ա. Պ. Մահտեսյան—Գայակտիկաների մորֆոլոգիական տիպերը, գույները և կորիզների դասերը խմբերում	102
Վ. Գ. Փանաջյան—Առկայծող ուղիղադրյունների կառուցվածքի հետազոտության մի նարավորության մասին	108
Յու. Կ. Մելիք-Ալավերդյան, Ռ. Ա. Մուրադյան, Ա. Ն. Յրադկին—Երկրի մթնոլորտի թափանցելիության հետազոտումը ինֆրակարմիր ճառագայթման ոչ-գծային ձևափոխիչ օջևեթյամբ	112
Ի. Ս. Առատրյան, Գ. Խ. Խաչատրյան, Է. Մ. Յայնբեգ, Ժ. Վ. Խաչատրյան, Հ. Ա. Պոզոսյան—Բյուրականում մթնոլորտի էքստինկցիայի փոփոխությունների մասին	116
Ի. Ա. Վաղանյան, Օ. Խ. Թորոսյան, Լ. Գ. Հախվերդյան—Փոքր մուգրակների տրամագծերի որոշումը միճակագրական եղանակով	124
Ա. Տ. Դաբիրջանյան, Ս. Մ. Կաբապետյան—Օբյեկտիվային պրիզմա ունեցող դիտակով ստացված սպեկտրոգրամների սանդղակավորման մասին	131
Յու. Վ. Կուրևսկի, Վ. Ա. Մալաբյով—Աստղագիտական ժամանակակից հեռուստասփյուռմանների զգայնության բարձրացման հարցի վերաբերյալ	135



CONTENTS

<i>H. V. Abrahamian</i> —The Results of UBV electrophotometric observations of red supergiants	3
<i>H. V. Abrahamian</i> —The components of interstellar linear light polarization of radiation of 12 red supergiants	40
<i>E. Y. Hovanissian</i> —Variable stars in the vicinity of M 13.1	77
<i>N. L. Ivanova, M. B. Babaev, A. A. Guseinsade, E. B. Zvereva</i> —The spectrum of the P Cyg	79
<i>L. K. Erastova</i> —On the total number of irregular variables in the Tl Mon association	88
<i>Yu. K. Melik-Alaverdian, G. H. Tovmassian</i> —On the dust shells of T Tau Type stars	93
<i>K. A. Sahakian</i> —Variability of the galaxy Markarian 699	99
<i>A. P. Mahtessian</i> —The morphological types, colours and nuclear classes of galaxies in groups	102
<i>V. G. Panajian</i> —On the possibility of the fine structure study of scintillating radio sources	108
<i>Yu. K. Melik-Alaverdian, R. A. Mouradian, A. N. Fradkin</i> —Search of atmosphere transparency with the infrared nonlinear up-converter	112
<i>R. S. Asatryan, G. Kh. Khachatryan, E. M. Fineberg, G. V. Khachatryan, H. A. Pogosian</i> —On the variations of atmospheric extinction in Byurakan	118
<i>R. A. Vardanian, O. Kh. Torosian, L. G. Hachverdian</i> —Determination of diameters of minor planets by statistical method	124
<i>A. T. Gharibjanian, S. M. Karapetian</i> —On the calibration of objective prism spectrograms	131
<i>U. V. Kuberski, V. A. Malarev</i> —On the sensitivity increase of the modern astronomical TV systems	135

УДК 524.33+524.352

Результаты электрофотометрических UBV наблюдений красных сверхгигантов. Абрамян Г. В. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 3—39.

В работе приведены результаты UBV наблюдений 56 переменных красных сверхгигантов, выполненных автором в 1973—1977 гг.

Исходя из однородности результатов наблюдений, получены некоторые статистические закономерности изменения блеска и цветов красных сверхгигантов. В частности, показано, что у многих звезд изменения блеска коррелируют с изменениями цветов. Определено место красных сверхгигантов на диаграмме градиентов блеска. Получены линейно-регрессионные связи между изменениями блеска красных сверхгигантов в отдельных полосах системы UBV. Оценено отношение амплитуд блеска красных сверхгигантов в полосах системы UBV. Определена средняя и максимальная скорость изменения блеска красных сверхгигантов.

Изучение распределений отклонений блеска от средних значений показывает, что как средняя амплитуда, так и характерное время изменения блеска красных сверхгигантов зависят от светимости этих звезд и возрастают в сторону высоких светимостей.

Таблиц 12, рисунков 13, библиографий 15.

УДК 524.33+524.352

Межзвездная составляющая линейной поляризации света 12 красных сверхгигантов. Абрамян Г. В. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 40—76.

По результатам поляриметрических и UBV электрофотометрических наблюдений автора и по литературным данным определена межзвездная составляющая линейной поляризации света 12 красных сверхгигантов.

Обсуждается вопрос связи изменений параметров собственной поляризации с изменениями блеска для 14 звезд указанного типа. Показано, что в случае звезд BC, Cyg, RW Cyg, ST Ser, μ Ser и PZ Cas изменения степени собственной поляризации коррелируют с изменениями блеска этих звезд. Заметной корреляции между изменениями позиционного угла плоскости собственной поляризации и блеска красных сверхгигантов не обнаружено.

Таблиц 13, рисунков 42, библиографий 24.

УДК 523.841.3

Переменные звезды в окрестности M13.1. Оганесян Э. Я. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 77—78.

Приведен список 35 переменных звезд, выявленных при UBV-фотометрии голубых объектов в окрестности M13.1. В нем указаны яркости звезд в цвете В и интервалы изменения блеска в период наших наблюдений.

Таблица 1, библиография 1.

УДК 524.352.

Спектр Р Лебедя. Ивинова Н. Л., Бабаев М. Б., Гусейнзаде А. А., Зверева Е. Б. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 79—87.

Даны результаты исследования распределения энергии в непрерывном спектре, спектрофотометрии линий (эквивалентные ширины, профили), измерений длин волн и лучевых скоростей.

Таблиц 6, рисунков 4, библиографий 13.

УДК 523.851

О полном количестве неправильных переменных звезд в ассоциации Т1 Единорога. Ерастова Л. К. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 88—92.

Предлагается метод оценки полного количества неправильных переменных звезд в звездном агрегате. Он используется для оценки полного количества таких переменных в звездном агрегате Единорога. Полное количество таких переменных ярче $m_{pg}=18^m-19^m$ с амплитудой изменений блеска в фотографических лучах $\geq 1^m$ превышает 120.

Таблица 1, библиографий 5.

УДК 523.842

О пылевых оболочках звезд типа Т Тельца. Мелик-Алавердян Ю. К., Товмасын Г. Г. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 93—98.

Определены параметры пылевых оболочек семи звезд типа Т Тельца. Показано, что между массами, размерами и температурами этих оболочек есть определенная зависимость. Количество пыли в оболочках и ее размеры тем больше, чем меньше температура данных оболочек. При этом количество пыли в оболочках увеличивается с удалением от звезды. Последнее исключает возможность предположения о конденсации пыли в атмосферах звезд.

Таблица 1, рисунков 4; библиографий 11.

УДК 523.852

Переменность галактики Маркарян 699. Саакян К. А. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 99—101.

Приведены данные фотометрии Маркарян 699 в фотографических лучах. Наблюденная амплитуда переменности составляет 0.3—0.4 зв. вел.

Таблиц 3, рисунок 1, библиографий 5.

УДК 523.855

Морфологические типы, цвета и классы ядер галактик в группах. Мастесян А. П. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 102—107.

Изучена зависимость морфологических типов, показателей цвета и бюраканских классов ядер галактик в группах от их пространственной плотности и относительного количества эллиптических и линзовидных галактик. Показано, что поведение галактик в группах подобно их поведению в богатых скоплениях.

Таблиц 5, рисунок 1, библиографий 9.

УДК 523.164

Об одной возможности исследования структуры мерцающих радиосточников. Панабян В. Г. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 108—111.

Рассмотрена частотная зависимость максимального значения индекса флуктуаций радиосточника PKS 1148—00. Полученные результаты использованы в исследовании структуры мерцающих радиосточников.

Рисунков 2, библиографий 20.

УДК 522.59

Исследование прозрачности земной атмосферы с помощью нелинейного преобразователя инфракрасного излучения. Мелик-Алавердян Ю. К., Мурадян Р. А., Фрадкин А. Н. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 112—117.

Произведено исследование прозрачности земной атмосферы в области 1.6—2.1 мкм. В качестве приемника излучения использован нелинейный преобразователь инфракрасного излучения в видимую область (ап-конвертор). Определено содержание паров воды в атмосфере в Бюракане и на высокогорной станции близ перевала Селим.

Таблиц 2, рисунков 3, библиографий 14.

УДК 523.105

Об изменениях атмосферной экстинкции в Бюракане. Асатрян Р. С., Хачатрян Г. Х., Файнберг Э. М., Хачатрян Ж. В., Погосян Г. А. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 118—123.

Приведены результаты измерений изменений атмосферной экстинкции в Бюракане в течение одной наблюдательной ночи в системе V. Электрофотометрические наблюдения 5 выбранных ярких звезд были проведены в период июнь—сентябрь 1979 г. с помощью звездного электрофотометра диаметром 80 мм и угловым полем зрения 15 мин. дуги. Полученные результаты показывают, что изменения атмосферной экстинкции в течение одной ночи могут достигать до $0^m 10$ — $0^m 15$. Такие изменения экстинкции происходят с периодами от 15—20 мин. до 1.5—2 ч. Наблюдалась некоторая стабильность экстинкции длительностью 1.5—2 ч.

Сделана попытка из результатов проведенных наблюдений получить сезонные изменения средних значений атмосферной экстинкции в период лето—осень 1979 г. Летом наблюдается ухудшение прозрачности атмосферы, а к осени она улучшается.

Таблица 1, рисунков 3, библиографий 9.

Определение размеров малых планет статистическим методом. Варданян Р. А., Торосян О. Х., Ахвердян Л. Г. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 124—130.

В работе приведены тип (С или S) и диаметры 756 малых планет, определенные статистическим методом.

Таблиц 5, рисунок 1, библиографий 4.

УДК 520.82/87+520.3/6

О калибровке спектрограмм, полученных камерами с предобъективной призмой. Гарибджанян А. Т., Карапетян С. М. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 131—134.

Изготовлена дискретно-переменная диафрагма, с помощью которой калиброваны спектрограммы, полученные на метровом телескопе системы Шмидта Бюраканской астрофизической обсерватории с предобъективной призмой. Сравнение данной калибровки с калибровкой, выполненной на лабораторном спектрографе, показало их удовлетворительное соответствие.

Таблица 1, рисунков 4, библиография 1.

УДК 520.82/87+520.3/6

К вопросу повышения чувствительности современных телевизионных астрономических систем. Куберский Ю. В., Маларев В. А. «Сообщения Бюраканской обсерватории», 1982 г., вып. LIII, стр. 135—140.

Рассмотрены вопросы, связанные с совершенствованием телевизионных астрономических систем на основе современных передающих трубок и электронно-оптических преобразователей, а также запоминающих трубок. Приведены результаты испытаний, полученные на телескопе ЗТА-2.6м.

Таблиц 4, библиографий 11.