

Г. В. АБРАМЯН

## НОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ СВЕРХГИГАНТЫ СПЕКТРАЛЬНОГО КЛАССА М

С целью выявления новых звезд с переменной линейной поляризацией и с переменным блеском среди М сверхгигантов в Бюраканской астрофизической обсерватории в течение 1973—1977 гг. выполнено свыше 5000 поляриметрических и 2000 электрофотометрических наблюдений 78 звезд. В программу наблюдений, кроме известных переменных М сверхгигантов, вошли 22 звезды, которые не были известны как переменные. В данной работе приведены результаты электрофотометрических наблюдений этих 22 М сверхгигантов. Результаты наших наблюдений показывают, что 13 из них являются переменными с малой амплитудой изменения блеска. Предварительное сообщение об этом опубликовано в [1, 2].

Наблюдения велись одноканальным электрофотометром [3] на полуметровом телескопе АЗТ—14 А в системе UBV. Для осуществления цветовой системы близкой к UBV в комбинации с фотоумножителем ЕМІ—9502А были выбраны следующие светофильтры: U—UG1—1 мм+СЗС 21—1 мм, В—СС 5—2 мм, V—OG 515—2 мм. Коэффициенты перехода  $A_V$ ,  $A_{B-V}$ ,  $A_{U-V}$  из инструментальной цветовой системы к UBV, определенные из наблюдений стандартных звезд скопления NGC 6882/5 [4], приведены в табл. 1.

Таблица 1

Время набл.	$A_V$	$A_{B-V}$	$A_{U-V}$
1973—74	0.006	0.932	1.126
1974—75	0.000	0.948	1.098
1975—76	0.000	0.943	1.138
1976—77	0.000	0.929	1.097

Оценки блеска и цветов программных звезд проводились относительно звезд сравнений. Для каждой звезды была выбрана одна звезда сравнения и одна контрольная. UBV фотометрия звезд сравнений и контрольных проводилась нами по методике Харди [5].

Список наблюдаемых звезд приведен в табл. 2. В последних четырех столбцах таблицы даны номера звезд сравнений и контрольных по каталогу BD, а также их звездные величины и цвета в системе UBV.

Результаты наших электрофотометрических наблюдений приведены в табл. 3 и 4. В табл. 3 собраны данные о звездах, переменность блеска которых установлена по нашим наблюдениям. Часть результатов наблюдений звезд BD +35° 4077, +60° 335 и Case 23 опубликована в работе [1].

В табл. 4 приведены средние фотометрические характеристики тех звезд, у которых переменность блеска не обнаружена. Номера звезд

Звезда BD или Case	Спектр	Звезда сравнения и контроль- ная BD	$v$	$B-V$	$U-B$
		$+60^\circ$ 321	$8.25^m$	$+1.46^m$	$+1.39^m$
$+16^\circ$ 3936	M0 lab	$-60^\circ$ 317	9.60	$+0.45$	$+0.21$
		$-36^\circ$ 4036	9.17	$+1.14$	$+1.03$
$+35^\circ$ 4077	M3 lab	$-36^\circ$ 4046	8.78	$+0.25$	$-0.15$
		$-59^\circ$ 2327	7.55	$+1.29$	$+1.23$
$+58^\circ$ 2249	M1 ep1b+B2	$-59^\circ$ 2316	9.51	$+0.45$	$-0.02$
		$-59^\circ$ 2524	9.31	$+1.80$	$+1.86$
Case 75	M3.5 Ia	$-59^\circ$ 2453	9.19	$+1.57$	$+1.40$
		$+58^\circ$ 2495	9.04	$+1.61$	$+1.80$
Case 78	M2 Ib	$-59^\circ$ 2583	9.20	$+1.58$	$+1.17$
		$-59^\circ$ 2675	10.24	$+1.25$	$+1.00$
Case 81	M2 Ib	$-59^\circ$ 2661	8.84	$+1.46$	$+1.43$
		$-63^\circ$ 2073	8.97	$+1.16$	$+1.44$
$+63^\circ$ 2073	M0 Ib	$-63^\circ$ 2076	8.68	$+1.23$	$+0.89$
		$+63^\circ$ 75	9.08	$+1.68$	$+1.41$
Case 23	M1 lab	$-63^\circ$ 71	9.43	$+1.43$	$+1.09$
		$+56^\circ$ 340	8.33	$+1.73$	$+1.99$
$+55^\circ$ 388	M2 Ia	$+56^\circ$ 402	8.27	$+1.15$	$+0.93$
		$+60^\circ$ 321	8.25	$+1.46$	$+1.39$
$+60^\circ$ 335	M3 lab	$+60^\circ$ 317	9.60	$+0.45$	$+0.21$
		$+58^\circ$ 434	9.82	$+0.35$	$+0.17$
$+58^\circ$ 373	M2 lab	$+57^\circ$ 537	9.16	$+0.40$	$+0.16$
		$+58^\circ$ 443	9.82	$+0.35$	$+0.17$
$+57^\circ$ 524	M1 lab	$+57^\circ$ 537	9.16	$+0.40$	$+0.16$
		$+58^\circ$ 434	9.82	$+0.35$	$+0.37$
$+58^\circ$ 445	M2 lab	$+57^\circ$ 534	9.16	$+0.40$	$+0.16$
		$+55^\circ$ 531	8.80	$+0.44$	$+0.02$
$+56^\circ$ 595	M0 lab	$+55^\circ$ 526	9.49	$+0.15$	$+0.12$
		$+55^\circ$ 531	8.80	$+0.44$	$+0.02$
$+56^\circ$ 597	M0 lab	$+55^\circ$ 526	9.49	$+0.15$	$+0.12$
		$+55^\circ$ 531	8.80	$+0.44$	$+0.02$
$+56^\circ$ 609	M2 lab	$+55^\circ$ 526	9.49	$+0.15$	$+0.12$
		$+56^\circ$ 773	8.19	$+1.23$	$+1.00$
Case 31	M1 Ib	$+57^\circ$ 681	8.86	$+0.60$	$+0.40$
		$+60^\circ$ 624	9.50	$+1.83$	$+2.03$
Case 32	M0 Ia	$+60^\circ$ 615	9.47	$+1.61$	$+1.76$
		$+59^\circ$ 572	8.43	$+1.45$	$+1.41$
$+59^\circ$ 580	M1 Ib	$+59^\circ$ 575	9.88	$+1.29$	$+1.06$
		$+54^\circ$ 649	9.05	$+1.55$	$+1.39$
$+54^\circ$ 651	M0 lab	$+54^\circ$ 647	8.23	$+1.53$	$+1.44$
		$+30^\circ$ 897	8.04	$+1.70$	$+1.96$
$+29^\circ$ 897	M1 Ib	$+30^\circ$ 876	8.55	$+1.36$	$+1.28$
		$+05^\circ$ 1212	7.90	$+1.42$	$+1.66$
$+05^\circ$ 1198	M2 lab	$+05^\circ$ 1190	8.05	$+1.12$	$+0.97$

указаны в первом столбце, в следующих трех столбцах даны средние значения блеска  $\bar{V}$ , средние цвета  $B-V$  и  $U-B$ , в пятом столбце — среднее квадратичное отклонение результатов измерений блеска  $s_v$ , в шестом — число наблюдений  $n$  за 1973—1977 гг.

По результатам табл. 3 для каждой звезды вычислены средние квадратичные отклонения блеска  $s_v$  и цветов  $s_{B-V}$  и  $s_{U-B}$ . ( $s_{U-B}$  вычислено только для 7 звезд, остальные из-за слабости в полосе  $U$  не наблюдались). Значения  $s_v$ ,  $s_{B-V}$  и  $s_{U-B}$  приведены в табл. 5. В той же таблице даны средний блеск, средние цвета и число наблюдений за период 1974—1977 гг. Для сравнения в последних трех столбцах табл. 5 приведены средние квадратичные ошибки одного измерения блеска  $s_v$  и цветов  $s_{B-V}$ ,  $s_{U-B}$ , вычисленные по наблюдениям за

Таблица 3

JD244...	V	B-V	U-B
1	2	3	4

BD +35° 4077

2934.52	9.74	+3.00
2965.56	9.76	+3.04
2985.36	9.76	+3.07
2989.51	9.78	+3.03
3011.41	9.80	+2.97
3014.46	9.80	+3.04
3017.48	9.80	+2.94
3052.43	9.83	+3.10
3095.32	9.94	+3.00

Case 75

2244.52	11.02	+3.17
2250.50	11.02	+3.16
2254.50	11.02	+3.17
2273.47	11.01	+3.25
2276.45	11.02	+3.34
2311.44	10.95	+3.23
2335.44	10.95	+2.96
2340.44	10.95	+2.99
2368.38	10.97	+3.26
2397.28	10.95	+3.22
2427.32	11.02	+3.10
2607.52	10.85	+3.24
2628.49	10.83	+3.26
2631.48	10.82	+3.29
2638.53	10.90	+3.18
2667.47	10.88	+3.24
2691.45	10.85	+3.26
2746.38	11.00	+3.20
2981.53	11.23	+3.11
2987.55	11.22	+3.16
2990.58	11.24	+3.05
2992.50	11.29	+3.23
3018.50	11.35	+3.21
3050.42	11.25	+3.23
3092.30	11.25	+3.15

Case 78

2245.55	11.10	+2.89
2250.57	11.07	+2.93
2254.51	11.05	+2.97
2273.49	10.94	+3.00
2276.47	10.94	+2.98
2310.42	10.79	+2.96
2333.53	10.70	+3.01
2338.52	10.68	+2.98
2344.47	10.73	+3.01
2368.40	10.74	+2.97
2397.38	10.85	+2.92
2425.30	10.99	+2.89
2607.57	11.02	+2.87
2628.51	10.88	+2.92
2631.50	10.88	+2.93
2638.54	10.88	+2.93
2662.46	10.84	+2.90
2692.44	10.84	+2.91
2714.43	10.98	+2.89
2754.33	10.86	+2.95
2986.50	10.80	+2.92

1	2	3	4
2988.56	10.81	+2.80	
2995.55	10.89	+2.83	
3013.50	10.74	+2.89	
3018.52	10.69	+2.92	
3050.43	10.70	+2.85	
3099.32	10.68	+2.91	

Case 81

2221.55	9.96	+2.80
2244.55	9.97	+2.82
2250.52	9.97	+2.78
2254.53	9.97	+2.85
2273.50	9.97	+2.84
2276.48	9.97	+2.83
2309.53	10.06	+2.76
2331.44	10.10	+2.76
2337.44	10.13	+2.73
2343.43	10.13	+2.72
2398.35	9.96	+2.77
2427.33	9.99	+2.78
2607.61	10.05	+2.77
2628.53	10.05	+2.80
2631.52	10.04	+2.72
2638.57	9.99	+2.80
2662.55	9.95	+2.80
2698.52	9.95	+2.80
2721.37	9.94	+2.74
2772.33	9.92	+2.78
2986.53	9.86	+2.76
2989.58	9.87	+2.76
3011.49	9.95	+2.71
3014.54	9.97	+2.74
3017.56	9.91	+2.73
3024.58	9.97	+2.74
3052.56	9.95	+2.70
3098.36	9.88	+2.76

Case 23

2986.63	10.76	+2.80
2989.60	10.74	+2.74
3011.55	10.75	+2.79
3014.56	10.77	+2.74
3017.58	10.78	+2.78
3024.60	10.78	+2.72
3052.58	10.71	+2.76
3095.38	10.69	+2.70

BD +55° 388

2255.61	8.88	+2.10	+1.88
2273.60	8.91	+2.11	+1.84
2309.58	8.87	+2.11	+1.97
2315.64	8.92	+2.09	+1.92
2331.58	8.91	+2.09	+2.00
2337.62	8.92	+2.11	+1.96
2343.52	8.92	+2.11	+2.02
2425.35	8.96	+2.02	+1.89
2629.63	8.79	+2.05	+1.89
2634.58	8.79	+2.05	+1.85
2667.58	8.75	+1.99	+1.73
2691.57	8.84	+1.99	+1.69
2720.40	8.75	+2.00	+1.72

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
2989-65	8-84	+2-02	-1-94
3013-59	8-86	+2-06	+1-89
3017-62	8-86	+2-04	+2-02
3024-64	8-86	+2-07	+1-87
3052-62	9-03	+2-01	+1-81
3095-40	8-82	+2-03	+2-01
BD +60° 335			
3002-62	9-08	+2-38	—
3018-58	9-07	+2-40	—
3050-51	8-91	+2-37	+2-15
3095-54	9-04	+2-39	+2-18
BD +58° 445			
2276-59	8-28	+2-52	+2-76
2310-62	8-22	+2-48	+2-54
2333-68	8-30	+2-48	+2-75
2340-50	8-30	+2-46	+2-87
2345-63	8-30	+2-46	+2-80
2425-49	8-30	+2-46	+2-54
2476-39	8-29	+2-45	+2-48
2631-65	8-23	+2-47	+2-68
2662-68	8-33	+2-49	+2-42
2598-63	8-36	+2-44	+2-60
2720-52	8-27	+2-43	+2-52
3013-65	8-26	+2-49	+2-38
3018-64	8-25	+2-39	+2-51
3050-59	8-48	+2-43	+2-52
3095-49	8-38	+2-45	+2-29
BD +56° 595			
2278-63	8-49	+2-28	+2-50
2311-60	8-22	+2-23	+2-23
2335-59	8-15	+2-20	+2-36
2340-63	8-17	+2-23	+2-36
2346-62	8-15	+2-19	+2-30
2427-44	8-12	+2-23	+2-29
2634-66	8-11	+2-27	+2-35
2635-62	8-13	+2-22	+2-26
2668-54	8-16	+2-24	+2-26
2697-59	8-12	+2-22	+2-28
2721-60	8-15	+2-23	+2-26
2772-41	8-03	+2-23	+2-32
3014-62	8-11	+2-27	+2-28
3023-66	8-13	+2-25	+2-35
3051-67	8-20	+2-19	+2-21
3082-53	8-19	+2-19	+2-05
3100-43	8-13	+2-21	+2-31
BD +55° 509			
2635-65	8-23	+2-38	+2-41
2668-56	8-32	+2-36	+2-31
2697-65	8-25	+2-35	+2-23
2721-63	8-21	+2-34	+2-31
2799-32	8-19	+2-30	+2-34
3014-60	8-40	+2-44	+2-06
3019-60	8-41	+2-39	+2-14
3051-63	8-52	+2-34	+2-19
3082-51	8-53	+2-34	+2-13
3100-45	8-46	+2-36	+2-27

1	2	3	4
Case 31			
2311-62	9-89	+2-77	—
2335-63	9-93	+2-77	—
2340-54	9-96	+2-77	—
2345-52	9-96	+2-78	—
2397-58	9-90	+2-80	—
2427-49	9-84	+2-84	—
2479-39	9-91	+2-81	—
2668-64	9-87	+2-82	—
2691-65	9-90	+2-73	—
2697-61	9-96	+2-75	—
2714-49	9-85	+2-78	—
2720-55	9-86	+2-78	—
2745-55	9-84	+2-74	—
2835-32	10-01	+2-74	—
3017-66	10-08	+2-86	—
3082-60	9-99	+2-67	—
3100-48	10-01	+2-68	—
BD +29° 897			
2340-68	7-49	+2-29	+2-50
2345-55	7-47	+2-28	+2-47
2426-49	7-37	+2-31	+2-49
2430-34	7-36	+2-32	+2-45
2476-39	7-34	+2-29	+2-46
2480-45	7-35	+2-33	+2-23
2488-38	7-36	+2-26	+2-29
2502-34	7-35	+2-28	+2-33
2507-35	7-37	+2-28	+2-39
2745-56	7-29	+2-29	+2-79
2755-57	7-32	+2-30	+2-51
2779-50	7-31	+2-29	+2-50
2830-38	7-37	+2-30	+2-49
2859-33	7-37	+2-31	+2-46
2860-31	7-35	+2-32	+2-50
2866-32	7-37	+2-34	+2-51
3051-69	7-32	+2-31	+2-45
3082-62	7-29	+2-32	+2-41
3098-54	7-33	+2-29	+2-47
3168-45	7-73	+2-10	+2-39
3189-39	7-51	+2-27	+2-28
BD +05° 1198			
2426-51	8-08	+1-93	+1-96
2479-43	8-07	+1-94	+1-87
2488-35	8-01	+1-97	+1-88
2503-39	7-93	+1-95	+1-81
2507-34	7-95	+1-95	+1-90
2745-64	7-96	+2-00	+1-95
2779-58	8-04	+2-01	+1-95
2830-46	8-16	+2-03	+1-96
2860-34	8-14	+1-99	+2-02
3098-65	7-94	+1-99	+1-95
3168-54	8-02	+1-97	+1-97
3189-48	8-06	+2-03	+1-90



сравнения, проводившимся совместно с программными. Как видно из последних столбцов табл. 5, точность одного измерения блеска  $V$  и цвета  $B-V$  не ниже  $\pm 0^m.03$ , а цвета  $U-B$  —  $\pm 0^m.08$ .

Таблица 4

Звезда BD или Case	$\bar{V}$	$\overline{B-V}$	$\overline{U-B}$	$s_V$	$n$
+16° 3936	6.29 <sup>m</sup>	+2.05 <sup>m</sup>	+2.16 <sup>m</sup>	0.03 <sup>m</sup>	31
+58° 2249	5.58	+1.34	+0.02	0.03	26
+53° 2073	10.20	+2.44	—	0.03	25
+58° 373	8.68	+2.25	+2.36	0.03	14
+57° 524	8.68	+2.39	+2.40	0.03	16
+56° 597	8.48	+2.28	+2.43	0.03	10
Case 32	9.77	+2.13	—	0.02	7
+59° 580	9.93	+2.35	—	0.01	13
+54° 651	9.32	+2.57	—	0.03	13

Таблица 5

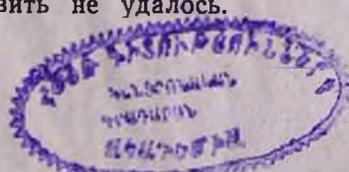
Звезда BD или Case	$\bar{V}$	$s_V$	$\overline{B-V}$	$s_{B-V}$	$\overline{U-B}$	$s_{U-B}$	$n$	$\sigma_V$	$\sigma_{B-V}$	$\sigma_{U-B}$
+35° 4077	9.68 <sup>m</sup>	0.10 <sup>m</sup>	+3.05 <sup>m</sup>	0.10 <sup>m</sup>	—	—	29	0.02 <sup>m</sup>	0.03 <sup>m</sup>	—
Case 75	11.03	0.16	+3.19	0.09	—	—	25	0.03	0.02	—
Case 78	10.85	0.12	+2.92	0.05	—	—	27	0.01	0.01	—
Case 81	9.98	0.07	+2.77	0.04	—	—	28	0.02	0.02	—
Case 23	10.79	0.08	+2.78	0.05	—	—	25	0.02	0.03	—
+55° 388	8.87	0.07	+2.06	0.04	+1.89	0.10	19	0.02	0.02	0.08
+60° 335	8.96	0.13	+2.41	0.07	+2.36	0.15	18	0.02	0.02	0.06
+58° 445	8.30	0.07	+2.47	0.03	+2.57	0.17	15	0.03	0.03	0.04
+56° 595	8.16	0.09	+2.23	0.03	+2.29	0.09	17	0.03	0.02	0.02
+56° 609	8.35	0.13	+2.36	0.04	+2.24	0.11	10	0.02	0.02	0.03
Case 31	9.93	0.07	+2.77	0.05	—	—	17	0.03	0.03	—
+29° 897	7.38	0.10	+2.29	0.05	+2.45	0.11	21	0.02	0.03	0.05
+05° 1198	8.03	0.08	+1.98	0.03	+1.93	0.06	12	0.02	0.01	0.06

Величины  $\sigma_V$ ,  $\sigma_{B-V}$ ,  $\sigma_{U-B}$  были вычислены для всех звезд сравнения (включая и звезды сравнений известных переменных  $M$  сверхгигантов). По этим величинам построена зависимость  $\sigma_V$ ,  $\sigma_{B-V}$ ,  $\sigma_{U-B}$  от величин  $V$ ,  $B$ ,  $U$  соответственно (рис. 1 а, б, в, точки). На этих рисунках кружками показаны значения среднеквадратичных отклонений  $s_V$ ,  $s_{B-V}$ ,  $s_{U-B}$  для  $M$  сверхгигантов из табл. 5. Как видно из рис. 1 а, б, в, оценка точности наших наблюдений реальная и, кроме того, основывается на большом количестве наблюдений (около 2000 наблюдений звезд сравнения).

Из табл. 5 и из рис. 1 а, б, в видно, что среднеквадратичные отклонения блеска  $M$  сверхгигантов намного превышают ошибки измерения блеска. Исходя из этого факта, можно уверенно сказать, что все 13  $M$  сверхгигантов, приведенные в табл. 5, являются переменными звездами.

По данным табл. 3 построены зависимости блеска и цветов от времени (рис. 2.1—2.13), из которых видно, что амплитуды изменения блеска и цветов не велики ( $0^m.1$ — $0^m.5$ ). В большинстве случаев при увеличении яркости в полосе  $V$  звезды становятся более красными.

Из-за малочисленности наших наблюдений тип переменности найденных нами переменных установить не удалось.



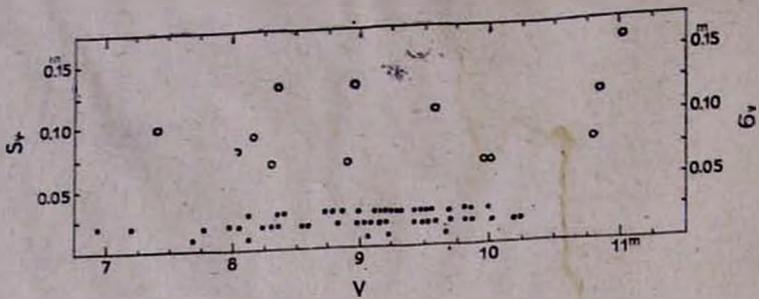


Рис. 1а. Зависимость среднеквадратичной ошибки одного измерения блеска V (●) и среднеквадратичного отклонения блеска переменных M сверхгигантов (○) от блеска в полосе V.

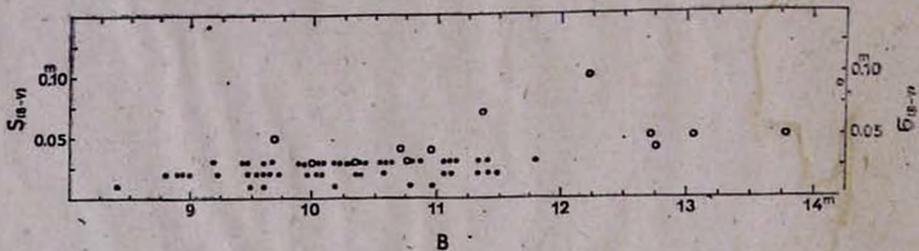


Рис. 1б. Зависимость среднеквадратичной ошибки одного измерения цвета B—V (●) и среднеквадратичного отклонения цвета B—V переменных M сверхгигантов (○) от блеска в полосе B.

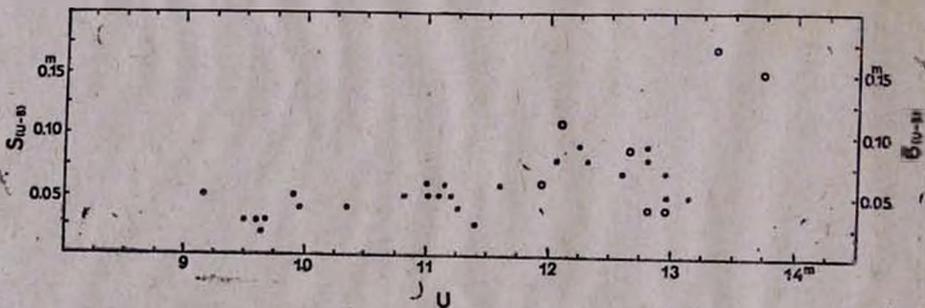


Рис. 1в. Зависимость среднеквадратичной ошибки одного измерения цвета U—B (●) и среднеквадратичного отклонения цвета U—B переменных M сверхгигантов (○) от блеска в полосе U.

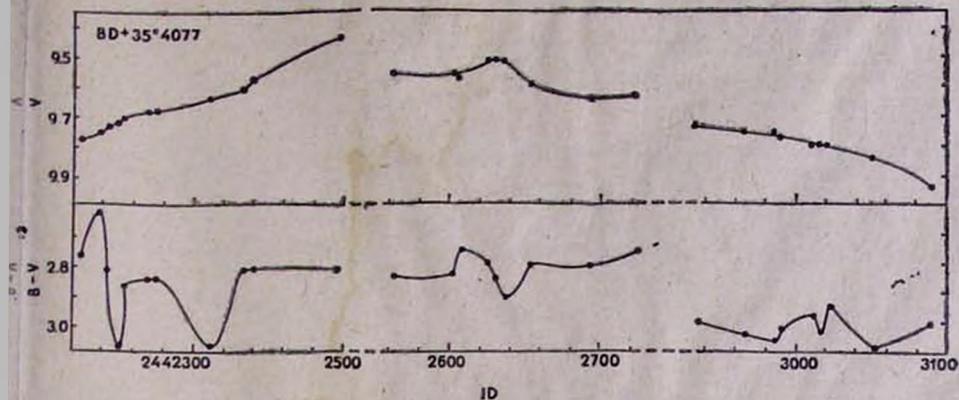
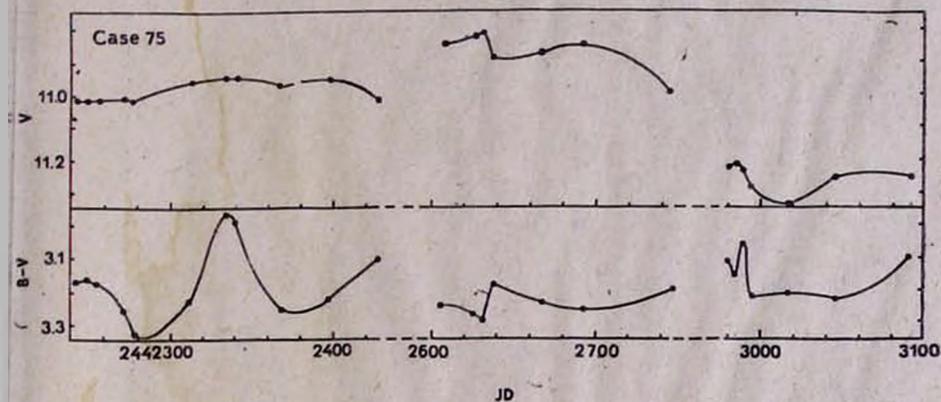
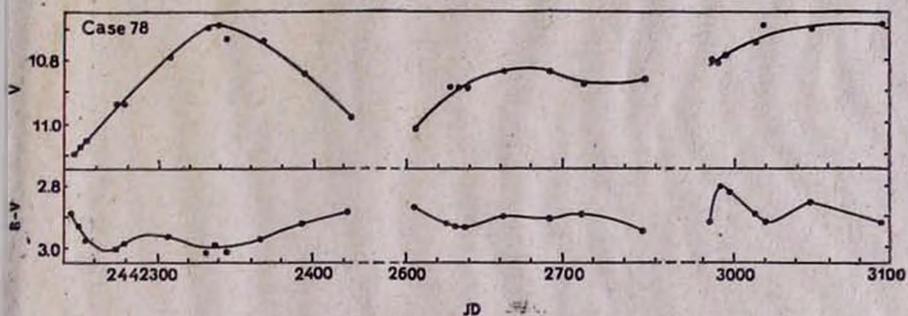


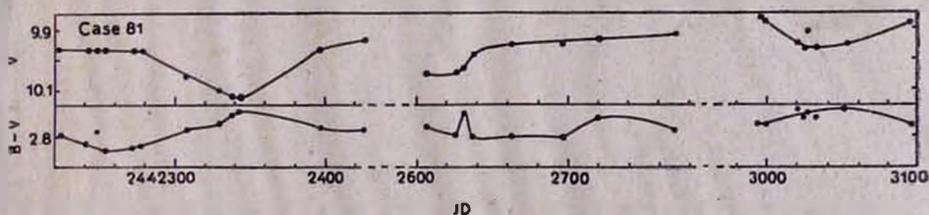
Рис. 2.1—2.13 Зависимость блеска V и цветов B-V, U-B от времени



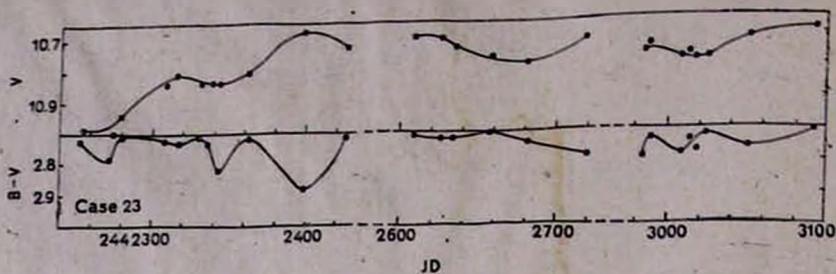
22.



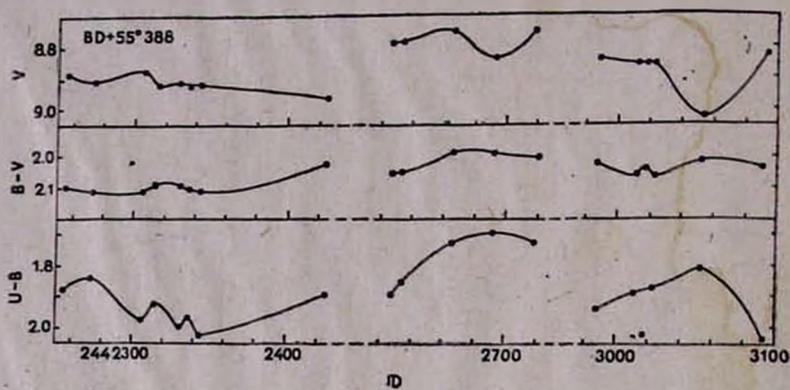
2.3



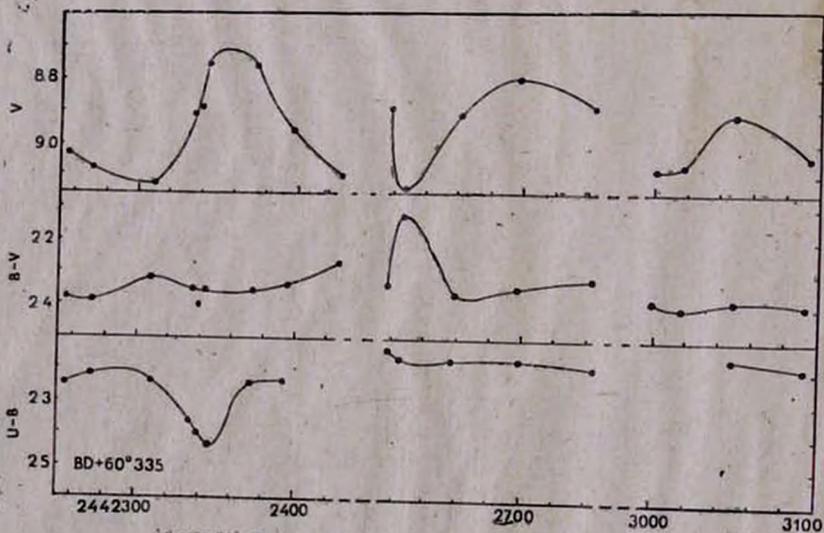
2.4



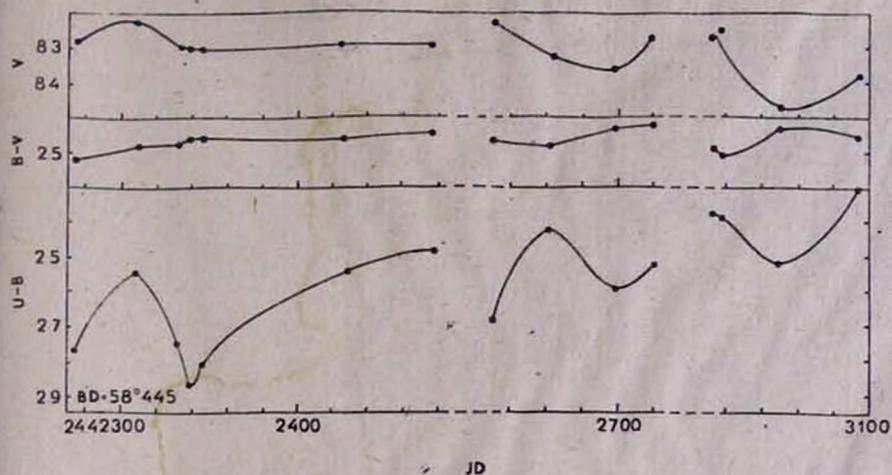
2.5



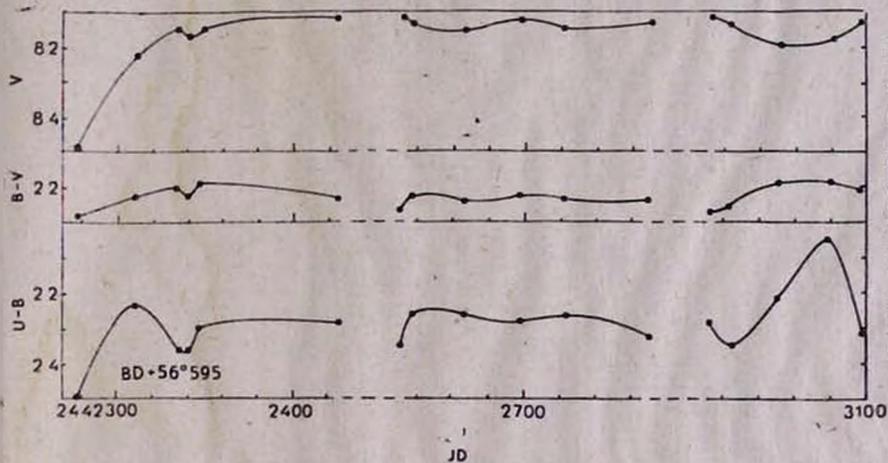
2.6



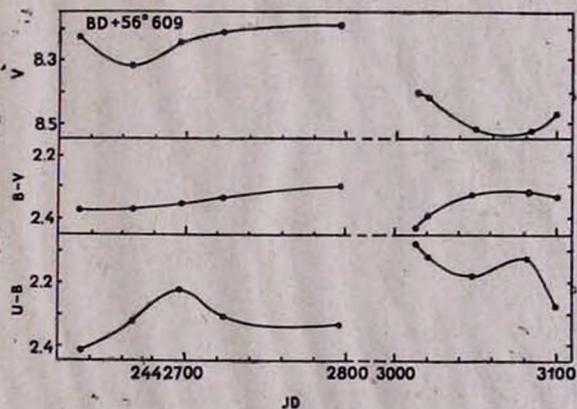
2.7



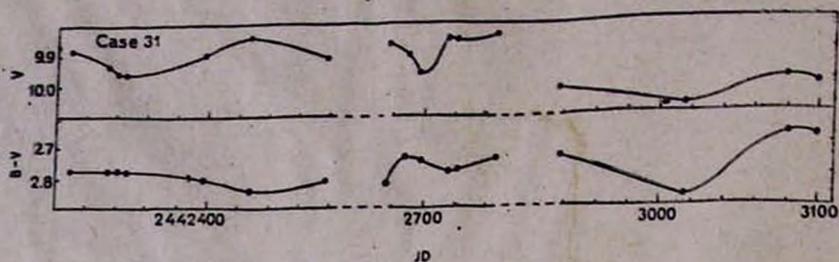
2.8



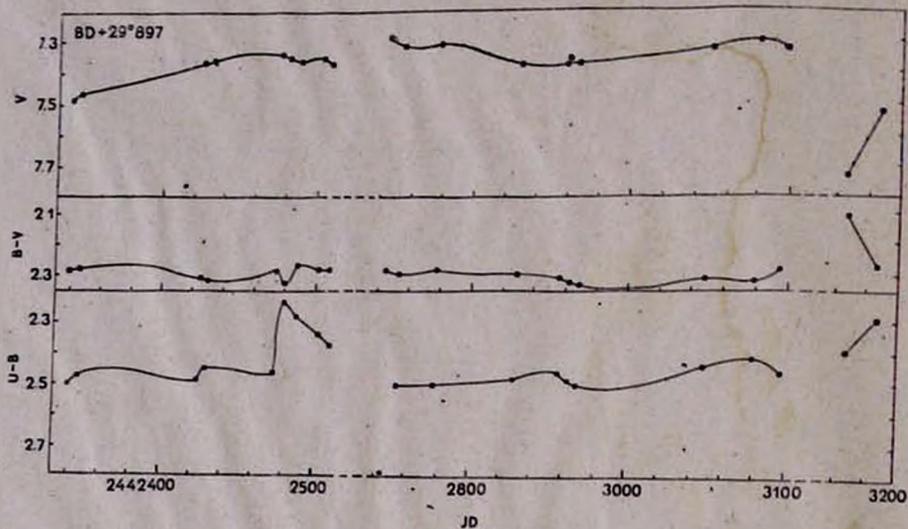
2.9



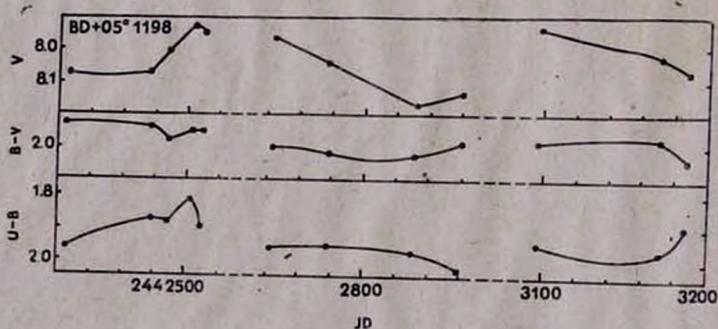
2.10



2. 11



2.12



2.13

28 сентября 1978 г.

Հ. Վ. ԱԲՐԱՀԱՄՅԱՆ

## M ՍՊԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՍԻ ՆՈՐ ՓՈՓՈԽԱԿԱՆ ԳԵՐՀՍԿԱՆԵՐ

Ա մ փ ո փ ու մ

Իշխատանքում հաղորդվում է M սպեկտրալ դասի 13 գերհսկանների պայծառության փոփոխության հայտնաբերման մասին: Բերված են այդ աստղերի 1974—77 թթ. ընթացքում կատարված UBV էլեկտրալուսաչափական դիտումների արդյունքները:

H. V. ABRAHAMIAN

## NEW VARIABLE M SUPERGIANT STARS.

Summary

The discovery of light variation of 13 M spectral type supergiant stars is reported. The UBV data of photoelectric observations of these stars, accomplished in 1974—1977, are given.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Г. В. Абрамян, АЦ, 920, 5, 1976.
2. Г. В. Абрамян, АЦ, 1025, 1, 1978.
3. К. А. Григорян, Сообщ. Бюраканской обс., 27, 55, 1959.
4. А. А. Ноог, Н. L. Johnson and oth., Naval obs. Publ., ser. 2, 17, 343.
5. Х. Харди, «Методы астрономии», 157, М., «Мир», 1967.