К. Г. ГАСПАРЯН

UBV ФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗД С H_α ЭМИССИЕЙ В АГРЕГАТЕ ОРИОНА

1. Введение

В общей проблеме происхождения и эволюции звезд особое место занимает изучение нестационарных звезд, в частности, звезд типа Т Тельца. Хотя отдельные, наиболее интересные представители этой категории объектов довольно детально изучены, однако массовое исследование обычно ограничивалось только их классификацией. Между тем, для установления основных закономерностей в поведении этих объектов, как например, колориметрических характеристик звезд, получение и обработка наблюдательного материала массовым способом, к тому же достаточно однородного, более чем желательны. Это относится в первую очередь к звездам типа Т Тельца, присутствующим в звездных ассоциациях.

По некоторым соображениям к звездам типа Т Тельца следует также отнести неправильные переменные звезды с H_α эмиссией, обнаруженные в ассоциации Ориона. Большое количество таких звезд было обнаружено в Орионе еще в 1953 г. Аро [1]. Однако несмотря на то, что большинство звезд—членов агрегата Ориона достаточно подробно изучено [2—10], звезды с H_α эмиссией изучены в меньшей степени. Так, например, в обширной программе UBV фотометрии Уокера [2] среди 280 исследованных звезд в Орионе всего 12 звезд с H_α эмиссией. Так же, из 2000 звезд, входящих в каталог звездных величин и показателей цвета звезд в области ассоциации Орион I [10], всего 14 оказались звездами с H_α эмиссией, к тому же для некоторых отсутствуют U или B величины. По существу, первая попытка колориметрических наблюдений большого количества звезд с H_α эмиссией принадлежит Эндрюсу [5]: из 279 наблюденных им звезд 103 оказались с H_α эмиссией.

В настоящей статье приводятся результаты UBV фотометрии около 200 звезд с H_α эмиссией, рассеянных в агрегате Ориона.

2. Наблюдения

Наблюдательный материал был получен на 40″ телескопе системы Шмидта Бюраканской обсерватории в январе-феврале 1973 г. Основ-

ные наблюдательные данные приведены в табл. 1. Комбинация взятых нами пластинок и светофильтров дает наилучшее приближение к общепринятой системе UBV [11]. Как показали исследования характеристических кривых, согласование между нашей системой и системой UBV Джонсона таково, что нет необходимости строить цветовые уравнения.

Таблица 1

Основные наблюдательные данные

Цвет	Пластинка	Светофильтр	Количество обработанных пластинок	Экспозиция, *мин*
U	ZU—2	UG— 2	3	30÷60
U	Кодак 103а—0	UG— 2	3	20÷30
B	Кодак 103а—0	GG—13	6	10÷15
V	Кодак 103а—*D*	GG—11	4	15÷20

В качестве стандартов использованы звезды из списка Эндрюса [4], находящиеся в той же области Ориона, что и исследуемые звезды. Предельная звездная величина $\sim 17^m.9$ в U лучах.

Измерения изображений звезд проводились на микрофотометре

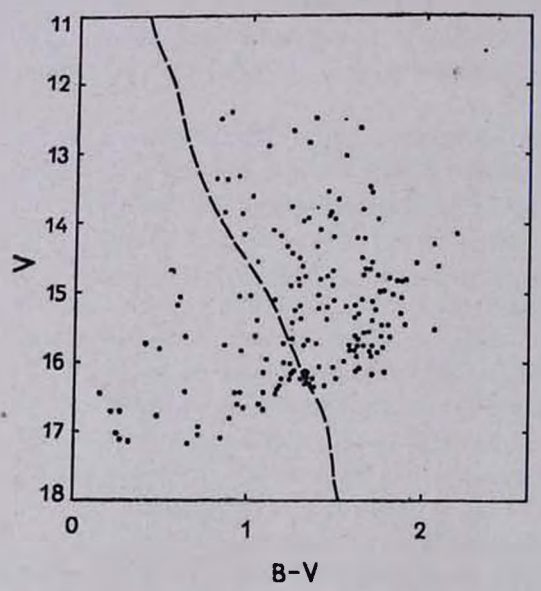

Рис. 1. Диаграмма зависимости V от B—V для звезд с H_α эмиссией в агрегате Ориона. Пунктирная линия— главная последовательность (взято из [5]).

МФ-2. Средние квадратические ошибки одного измерения составляют $\pm 0^m.26$; $0^m.18$; $0^m.15$ для U, B и V цветов соответственно.

В табл. 2 приведены полученные нами основные фотометрические данные для звезд с H_α эмиссией в агрегате Орион. В первом столбце

приведены номера звезд с H_α эмиссией по Аро [1], во втором—найденные нами V величины, в третьем и четвертом—найденные нами U—B и B—V величины, в пятом—число измерений n в диапазоне (U—B—V), шестом—средние квадратические ошибки σ для каждого цвета.

Данные, приведенные в табл. 2, нанесены на рис. 1 в виде диаграмм зависимости V от B—V, где пунктирной линией показана главная последовательность, взятая из [5].

3. Обсуждение результатов

Сходство между спектральными, фотометрическими и т. п. характеристиками звезд типа Т Тельца и вспыхивающими звездами наводит на мысль об идентичности явлений, происходящих в атмосферах обоих типов звезд. Кроме того, на это указывает также тот факт, что многие звезды с H_α эмиссией в агрегате Ориона являются также вспыхивающими звездами. Поэтому при интерпретации физических процессов, протекающих в звездах типа Т Тельца, необходимо учитывать их родство со вспыхивающими звездами.

В настоящее время наиболее разработанной и всесторонне развитой теорией, объясняющей физические процессы как в звездах типа Т Тельца, так и в вспыхивающих звездах, является гипотеза «быстрых электронов» [12—14].

Согласно этой теории, вспышки и нерегулярные изменения блеска вызваны неупругими столкновениями инфракрасных фотонов звезды с электронами высокой энергии ($\sim$1.5 *Мэв*).

Эти взаимодействия между световыми фотонами и быстрыми электронами, при которых быстрые электроны передают часть своей энергии фотонам низкой частоты, вызывают соответствующие цветовые изменения, которые у звезд позднего спектрального класса K—M, каковыми являются вспыхивающие звезды и звезды типа Т Тельца, проявляются довольно сильно, в частности, в появлении ультрафиолетового эксцесса, а сами звезды становятся голубее.

В период вспышечной активности обычные вспыхивающие звезды, которые в нормальном состоянии на диаграмме U—B, B—V сконцентрированы вблизи главной последовательности, поднимаются вверх и влево. Между тем, на диаграмме U—B, B—V звезды типа Т Тельца в нормальном состоянии постоянно находятся выше главной последовательности—в той области, куда вспыхивающие звезды попадают лишь во время вспышек. Иначе говоря, звезды типа Т Тельца находятся в состоянии «перманентной вспышки» [13]. Если это так, то цветовые характеристики звезд типа Т Тельца должны находиться в согласии с тем, что предсказывает теория «быстрых электронов». Согласно этой теории существует теоретическая зависимость U—B$\sim$B—V для разных спектральных классов звезд, а также при разной степени ультрафиоле-

товой активности самих звезд. Эта теоретическая диаграмма, взятая из [14], приведена на рис. 2. Там же нанесены исследованные нами звезды с H_α эмиссией (данные табл. 2). Как следует из этого рисунка, почти все звезды, за редким исключением, лежат в пределах теоретически

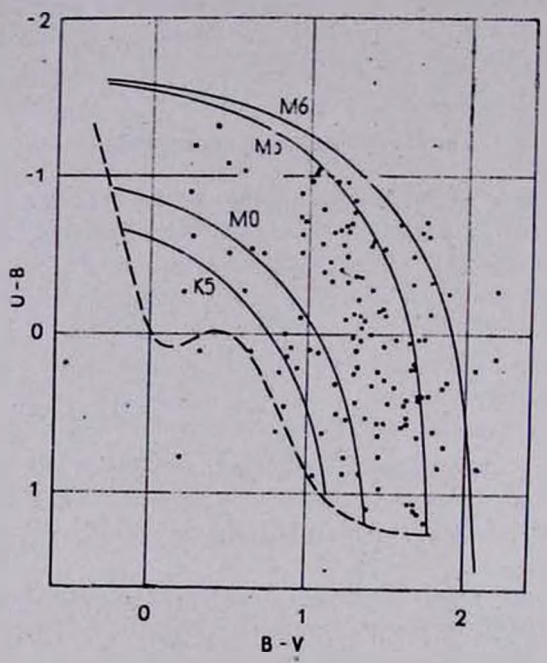

Рис. 2. Диаграмма зависимости U—B, B—V для звезд с H_α эмиссией в агрегате Ориона. Пунктирная линия— главная последовательность [15]. Теоретические треки для звезд спектральных классов K5, M0, M5 и M6 взяты из [14].

ожидаемых треков зависимости U—B~B—V. Более того, большинство этих звезд рассеяно в области, лежащей между треками, соответствующими спектральным классам от M0 до M5, к которым принадлежит подавляющее большинство звезд с H_α эмиссией.

Таким образом, колориметрические данные звезд с H_α эмиссией, их необычные цвета и поведение достаточно хорошо согласуются с выводами гипотезы быстрых электронов.

Еще в 1955 г. Аро и Хербиг [16], оригинальным способом разделяя звезды, сильно активные в ультрафиолете, определили их долю среди звезд с H_α эмиссией. Этот способ основан на сравнении ультрафиолетового и желтого изображений звезды, сфотографированных на одной и той же пластинке (метод мультиизображений). При этом сильно активными в ультрафиолете считались звезды, у которых изображение в ультрафиолете равно или ярче изображений в желтых лучах. Таким

образом, при осуществлении такого разделения, условие U—V =0 можно принять в качестве некоего количественного выражения. Применим это условие в отношении исследованных нами звезд, используя уже полученные величины U—B и B—V. С этой целью на диаграмме U—B, B—V нанесена линия U—V=0, выше которой звезды в U-лучах ярче, чем в V-лучах. В результате найдено, что из 190 звезд с H_α эмиссией 49 звезд, то есть ~ 26 %, являются активными в ультрафиолете.

В области, находящейся выше линии U—V=0, оказалось много звезд с высокой H_α активностью (рис. 3). Звезды же с наименьшей H_α интенсивностью в основном лежат ниже линии U—V=0. Все это находится в согласии с ранее сделанными выводами Аро и Хербига, согласно которым аномальные ультрафиолетовые эксцессы свойственны звездам, у которых интенсивность H_α эмиссии выше средней. Ультрафиолетовый эксцесс очень редко встречается у звезд со слабой H_α эмиссией, что и видно из рис. 3.

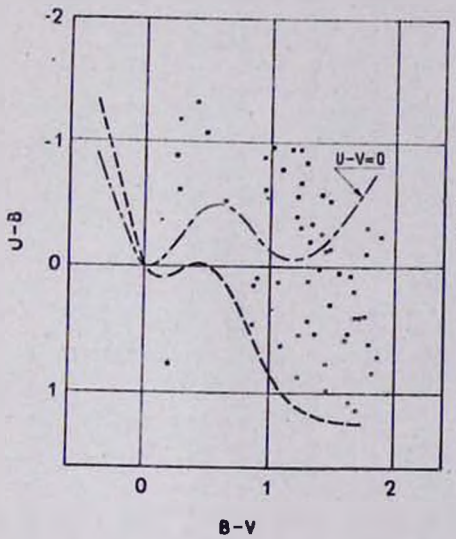

Рис. 3. Связь между ультрафиолетовым эксцессом и интенсивностью H_α эмиссии у звезд с H^α эмиссией в агрегате Ориона. ●—звезды с высокой H_α интенсивностью; ○—звезды с наименьшей H_α интенсивностью.

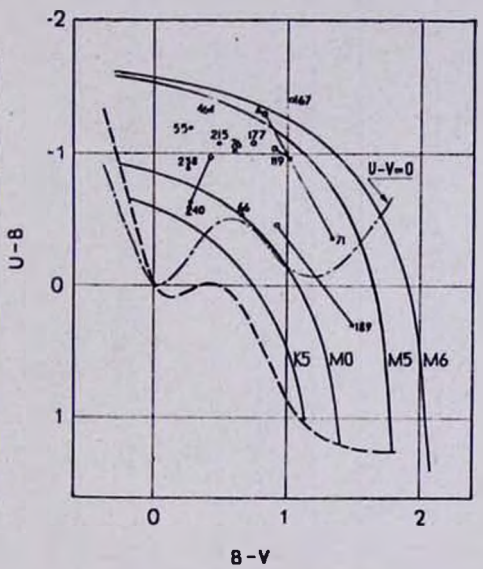

Рис. 4. Положение звезд, особо активных в ультрафиолете, на диаграмме U—B, B—V. ●—измерения автора; ○—измерения Эндрюса [5]; ▲—измерения Хербига [9].

В левом верхнем углу диаграммы U—B, B—V находится группа звезд типа NX Моп, то есть звезд, особо активных в ультрафиолете. К числу уже известных представителей этого типа звезд [13, 14] (Haro 46 = HS Ori, Haro 66 = CE Ori, Haro 189 = AU Ori, Haro 71 = VY Ori, Haro 119 = BC Ori) можем отнести звезды Haro 167, Haro 177 = XY Ori и Haro 240, взятые из [5], а также, на основе данных

Таблица 2

№ по Aro	V	U—B	B—V	n(U—B—V)	σ(U—B—V)
1	2	3	4	5	6
1	17m17	0m11	0m32	1—4—4	—+0 m19—20
3	13·91	0·76	1·46	5—6—4	02— 12—15
4	15·59	—0·49	1·66	2—6—3	08— 15—05
5	13·98	—0·37	1·31	3—3—4	20— 14—12
6	14·12	—0·45	1·14	3—5—4	29— 29—31
7	13·34	0·21	0·94	6—5—4	22— 16—13
9	16·23	—0·09	1·24	4—6—4	28— 13—10
10	14·64	0·42	1·31	5—6—4	12— 30—06
11	16·25	—0·09	1·36	3—5—4	39— 12—18
12	13·86	0·96	1·47	5—6—4	14— 16—08
13	16·81			0—0—4	—— ——21
14	16·18	—0·04	1·34	2—6—4	42— 09—11
15	17·57			0—0—3	—— ——24
16	15·23	—0·14	1·45	6—6—4	20— 12—09
17	16·73			0—0—4	—— ——11
18	14·11	0·32	1·41	6—5—4	26— 08—04
20	14·98	—0·62	1·76	6—6—4	39— 20—07
21	15·12	—0·34	1·15	3—6—4	15— 25—11
24	15·78	—0·70	1·58	4—5—3	08— 16—12
25	15·79	—0·13	1·77	2—3—4	03— 21—20
26	17·12			0—0—2	—— ——04
28	17·08			0—0—3	—— ——05
29	16·45	0·11	0·64	3—3—4	05— 17—47
30	14·80	—0·22	1·32	4—6—4	31— 44—22
31	15·20	0·57	1·61	2—6—4	48— 22—11
32	15·98	—0·39	1·10	1—4—4	—— 13—53
34	16·24	0·49	1·19	2—5—4	02— 11—13
35	17·06		0·72	0—3—3	—— 16—31
36	17·02			0—0—1	—— ——11
39	16·08	—0·28	1·41	2—3—4	58— 36—18
40	16·32		1·35	0—1—4	—— ——27
41	15·05	0·00	1·40	5—6—4	33— 26—14
45	12·90	0·62	1·10	6—6—3	06— 16—16
46	15·74	—1·32	0·41	4—6—4	32— 24—32
47	15·84	—0·63	0·96	6—4—4	28— 29—05
48	15·58	0·21	1·69	2—6—4	11— 09—06
50	15·76		1·39	0—4—4	—— 26—22
51	14·90	—0·85	1·29	4—6—4	18— 26—08
53	15·31	0·70	1·87	1—6—4	—— 07—08
54	15·87		1·74	0—5—4	—— 12—05
55	17·24	—1·19	0·27	2—3—3	17— 10—33
57	16·95	—0·51	0·72	4—5—2	22— 20—23
60	16·82	0·08	0·90	1—1—3	—— ——29
61	15·79	0·38	1·71	1—6—4	—— 10—12
63	17·19		0·66	0—1—3	—— ——09
64	16·00		1·55	0—6—4	—— 10—07
65	15·21	1·01	1·29	3—6—4	23— 33—07
66	15·65	—0·53	0·64	5—6—4	33— 18—25
67	13·63	0·10	1·02	3—5—4	15— 33—33
68	16·18	—0·49	1·25	5—6—4	13— 15—17
69	16·24		1·51	0—5—4	—— 10—10
70	14·98	1·17	1·77	3—6—4	07— 10—17
71	15·72	—0·36	1·34	5—6—4	28— 03—08
72	13·82	0·05	1·65	5—6—4	26— 28—15
73	15·43	0·41	1·71	3—6—4	33— 13—14
74	14·81	—0·77	1·29	5—6—4	31— 19—15
76	15·21	—1·04	0·59	3—5—4	28— 24—38
77	16·02	—0·41	1·21	5—6—4	31— 09—09

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
79	14·59	0·24	1·96	4—4—3	11—33—13
80	15·64		1·61	0—6—4	——13—04
81	12·85	0·87	1·34	6—6—4	16—15—16
82	15·03	0·83	1·83	2—6—4	30—16—09
83	14·53	1·06	1·65	3—6—4	06—12—07
84	12·65	0·52	1·63	6—6—4	22—18—07
85	15·93		1·62	0—6—3	——11—13
87	15·79	—0·32	1·66	2—3—4	13—14—15
88	14·35	—0·57	1·22	6—6—4	14—14—13
91	13·37	0·61	0·81	3—5—4	05—33—06
92	16·03	—0·69	1·24	3—2—4	19—12—28
93	13·76	1·14	2·43	1—4—4	——13—16
94	16·48			0—0—4	————16
96	15·24	0·38	1·73	1—5—4	——15—08
97	16·45	—0·64	1·16	2—4—4	30—10—34
98	17·10		0·85	0—3—4	——11—08
99	17·22			0—0—2	————20
101	13·58	0·55	1·45	6—6—4	20—13—15
102	17·46			0—0—3	————08
103	15·49	—0·78	1·90	2—4—4	20—28—18
104	14·68	0·18	1·68	3—5—4	03—03—11
106	14·23	0·55	1·49	6—5—4	24—07—11
107	16·46	—0·79	1·09	3—5—4	28—12—09
108	15·24	—0·56	1·40	3—6—4	07—27—05
112	14·69	1·06	1·69	3—5—4	45—14—09
113	14·91	—0·17	1·48	5—6—4	27—16—07
114	16·16		1·26	0—1—4	————15
116	14·83	0·33	1·86	3—6—4	17—20—10
119	15·07	—0·97	1·01	5—6—4	25—22—12
120	15·12	—0·11	1·49	1—3—3	——19—07
121	16·25	0·10	1·31	1—4—4	——08—17
122	16·69			0—0—4	————05
124	12·41	0·21	0·89	6—5—4	11—06—05
125	15·40	0·23	1·45	3—5—4	14—24—11
127	15·11		1·65	0—5—4	——23—18
131	13·95	0·02	1·74	5—6—4	31—14—15
132	16·63	—0·74	0·95	2—4—3	43—17—33
134	15·64		1·76	0—2—4	——38—11
135	15·64	—1·02	1·04	3—5—4	20—26—06
136	13·77	0·87	1·24	6—6—4	25—09—16
137	15·21	0·03	1·56	2—4—4	14—12—15
138	12·51	0·24	0·83	6—6—3	09—13—06
139	15·77	0·00	0·86	4—5—4	37—15—44
140	15·83		1·59	0—3—4	——14—06
141	15·86		1·61	0—4—4	——21—19
142	15·48		1·80	0—6—4	——23—05
143	16·18		1·34	0—1—4	————05
144	15·09		1·87	0—6—4	——18—16
145	16·70		1·30	0—1—3	————07
147	16·62		1·20	0—1—4	————12
148	13·53	1·09	1·69	5—6—4	22—07—15
150	12·50	0·52	1·37	5—5—4	21—19—06
151	14·73	0·22	1·66	4—6—4	11—10—03
152	17·09			0—0—4	————28
153	15·93		1·70	0—2—4	——28—20
154	12·69	0·76	1·25	3—5—4	27—32—13
155	15·80	0·44	1·62	2—6—4	08—12—17
157	14·71	—0·54	1·48	5—5—4	28—21—09
159	14·57	0·88	1·05	4—5—4	20—12—12
160	16·17	—0·57	1·09	3—5—3	12—09—18
161	16·39	—0·96	1·17	3—2—1	35—18——
162	16·19	—0·64	1·71	1—3—4	——13—19

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
163	13·86	0·45	0·86	6—5—3	23—17—07
164	16·32		1·33	0—2—4	——13—23
165	13·39	0·14	0·87	4—4—1	06—13——
166	14·63	0·83	2·08	3—6—4	33—09—10
167	16·35		1·18	0—4—4	——12—10
168	15·32	0·56	1·63	3—6—4	25—25—11
169	14·24		1·62	0—5—3	——12—16
170	14·35	1·09	1·39	4—5—3	13—09—08
173	14·86	0·30	1·88	5—6—4	23—11—18
175	15·15	1·12	1·71	1—5—4	——16—16
176	15·83	—0·51	0·49	3—5—4	07—27—18
177	16·71			0—0—4	————24
178	15·47	0·38	1·77	1—5—4	——11—12
179	14·21	0·33	1·18	3—5—4	12—15—38
180	13·05	0·33	1·55	3—4—3	06—15—13
182	14·83	—0·59	1·41	5—3—4	24—03—11
183	15·65		1·81	0—5—4	——22—18
184	16·28			0—0—4	————22
185	14·46	0·53	1·25	6—5—4	15—14—20
187	14·80	0·61	1·80	4—5—3	13—15—15
188	15·76	—0·65	1·20	6—3—4	32—16—14
189	16·09	0·29	1·49	3—5—4	10—04—16
190	14·80	0·63	1·45	5—6—4	18—09—09
192	16·64	0·11	1·05	1—4—4	——11—30
195	16·46	—0·11	0·95	2—3—1	18—06——
196	13·88	—0·51	0·96	6—4—3	16—16—12
198	16·73	—0·26	0·22	3—5—4	21—32—19
200	15·42	—1·04	1·05	5—6—4	15—23—35
201	14·92	—0·96	1·24	6—6—4	36—27—16
202	16·71		1·11	0—2—4	——15—14
203	15·35		2·01	0—5—4	——13—19
204	14·31	0·22	2·06	5—6—3	21—11—09
205	15·37		1·61	0—5—4	——07—07
206	15·68	—0·33	1·25	6—6—4	31—12—06
207	13·69	0·43	1·51	3—4—4	13—11—19
208	16·70		1·09	0—4—4	——10—09
209	14·52	0·13	1·29	3—5—3	17—19—04
210	15·44	—0·65	1·25	6—6—4	13—37—14
213	15·39	0·24	1·30	4—6—4	34—21—17
214	16·13		1·62	0—2—4	——01—39
215	16·80	—1·08	0·48	5—6—4	11—25—41
216	14·57	0·64	1·70	3—6—4	04—27—19
217	16·23	—0·11	1·33	2—5—4	22—04—32
218	16·36		1·44	0—1—3	————05
219	14·24	—1·09	1·66	5—6—4	33—30—24
221	16·38		1·38	0—4—4	——12—16
222	16·46		0·93	0—6—3	——12—10
226	14·16	0·14	2·19	4—6—4	26—33—12
228	15·08	—0·89	0·95	5—4—4	20—57—17
229	10·31	0·77	0·21	3—3—4	17—33—03
230	14·77	—0·71	1·74	3—5—4	24—21—10
231	15·28	—0·70	1·27	5—6—4	16—29—13
232	15·46	—0·28	2·19	1—4—3	——21—26
233	16·69		0·98	0—3—3	——14—10
234	16·11		1·63	0—3—3	——14—26
236	13·57	0·03	1·70	6—6—3	13—13—12
237	13·98	0·08	1·49	3—5—4	12—19—31
238	17·04	—0·90	0·25	4—6—2	23—17—36
239	15·04	—0·27	0·60	4—5—3	23—22—22
240	16·73	—0·62	0·27	5—1—3	30————24
241	14·18	—0·72	0·97	3—6—3	18—20—20
242	15·69	0·41	1·63	3—3—3	24—17—08

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
244	15·78	0·20	1·32	3—3—2	28—16—14
245	13·96	—0·03	1·34	5—6—3	27—12—13
246	16·14	—0·33	1·78	1—2—3	——11—22
247	15·56		2·06	0—2—3	——34—38
248	15·87		·1·70	0—1—3	————31
252	14·84	—0·26	1·89	6—4—3	41—12—23

настоящей работы, Haro 55, Haro 76=AO Ori, Haro 215 и Haro 238. Положение всех этих звезд на диаграмме U—B, B—V показано на рис. 4. Проведено сопоставление данных Хербига [9], Эндрюса [5] и автора.

Представляет интерес характер изменения колориметрических показателей этих звезд. В частности, как часто или как долго могут удаляться эти звезды от главной последовательности. К сожалению, наши данные еще не достаточны для однозначного ответа на этот вопрос. Однако локализация этих звезд в верхнем левом углу диаграммы как будто указывает на их постоянное присутствие в определенной области диаграммы. Во всяком случае большие перемещения этих звезд еще не указывают на их рекурентность; при их чрезвычайно высокой активности они могли бы перемещаться больше, чем остальные звезды с H_α эмиссией.

Пространственное распределение звезд с сильным ультрафиолетовым избытком (у которых $U \geqslant V$), по нашим данным, не отличается от распределения остальных звезд с H_α эмиссией. Скудность материала не позволила нам рассмотреть этот вопрос более детально.

Автор считает приятным долгом принести свою благодарность профессору Г. А. Гурзадяну за постоянное внимание и ценные обсуждения, а также О. С. Чавушяну за помощь при получении наблюдательного материала.

1 октября 1974 г.

Гарнийская лаборатория
космической астрономии

Ղ. Գ. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ

ՕՐԻՈՆԻ ՀԱՄԱԿԱՐԳՈՒՄ H_α ԳԾՈՒՄ ԱՌԱՔՈՒՄ ՈՒՆԵՑՈՂ ԱՍՏՂԵՐԻ UBV ԳՈՒՆԱՉԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ամփոփում

Բերված են Օրիոնի համակարգում H_α գծում առաքում ունեցող աստղերի UBV գունաչափության արդյունքները։ Ստացվել են UBV գունաչափական տվյալներ 200 աստղերի համար։ Դիտված սահմանային աստղային մեծությունը U գույնում հասնում է մինչև 17,^{m} 9։

Արդյունքները բերված են աղյուսակներում և պատկերված են գրաֆիկներում։ Բերված են U—B~B—V *և* V~B—V *դիագրամները։*
Ուսումնասիրված աստղերը U—B~B—V դիագրամում գտնվում են գլխավոր հաջորդականությունը պատկերող կորից զգալիորեն վերև, որը վկայում է նրանցում գոյություն ունեցող ուլտրամանուշակագույն ավելցուկի մասին։ Գտնված է ուղղակի կապ այդ ուլտրամանուշակագույն ավելցուկի և H_α *առաքման գծի ինտենսիվության միջև։*
Չնայած զգալի ցրմանը, հետազոտված աստղերը U—B~B—V *դիագրամում հիմնականում ընկած են արագ էլեկտրոնների վարկածով կանխատեսած տիրույթում։*

L. G. GASPARIAN

UBV PHOTOMETRY OF H_α STARS IN ORION AGREGATE

Summary

The results of UBV photometry of H_α emission stars in the Orion association are presented. The photometric UBV data for 200 emission stars are obtained. Limiting U-magnitude of the observed stars is $\sim 17^m.9$.

The essential part of observed stars are located above the main sequence on the U—B, B—V diagram, which indicate the existence of an ultraviolet excess in their spectrum. A relationship between the ultraviolet excess and the intensity of H_α is established. The observed stars are scattered between the boundaries of the U—B~B—V curves predicted theoretically by the fast-electrons hypothesis.

ЛИТЕРАТУРА

1. *G. Haro*, Ap. J., 117. 1, 73, 1953.
2. *M. F. Walker*, Ap. J., 155, 447, 1969.
3. *A. D. Andrews*, IAU, IV Colloq. Non-Periodic Phenomen ir Var. Stars, p. 137. Budapest, 1969.
4. *A. D. Andrews*, Bol. Obs. Ton. y Tac., 5, No. 34, 195, 1970.
5. *A. D. Andrews*, Bol. Obs. Ton. y Tac., 6, No. 38, 161, 1972.
6. *M. T. Brück*, Publ. R. Obs. Edinburgh, 7, 63, 1971.
7. *M. T. Brück*, Publ. R. Obs. Edinburgh, 7, 85, 1972.
8. *M. T. Brück*, Publ. R. Obs. Edinburgh, 7, 8, 93, 1972.
9. *G. H. Herbig, K. N. Rao*, Ap. J , 174, 401, 1972.
10. *В. Н. Синческул*, Каталог звездных величин, показателей цвета и спектральных классов звезд в области ассоциации I Ориона, изд-во «Наукова думка», Киев, 1971.
11. *В. Л. Страйжис*, Методы исследования переменных звезд, изд-во «Наука», 225, 1971.
12. *Г. А. Гурзадян*, Астрофизика, 1, 3, 319, 1965.
13. *Г. А. Гурзадян*, Вспыхивающие звезды, изд-во «Наука», 1973.
14. *G. A. Gurzadyan*, Bol. Obs. Ton. y Tac., 5, No. 35, 255, 1970.
15. *Х. К. Арп* и др., Происхождение и эволюция звезд, Изд. иностр. лит., М, 24, 1962.
16. *G. Haro, G. H. Herbig*, Bol. Obs. Ton. y Tac., No. 12, 1955.