

Р. А. ЕПРЕМЯН

СПЕКТРОФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗД КЛАССОВ F, G, K В УЛЬТРАФИОЛЕТЕ

1. Введение

Среди объектов, наблюдаемых «Орионом-2», оказались также сравнительно слабые звезды типа F, G и K, непрерывные спектры которых почти не были исследованы в ультрафиолетовом диапазоне. Широкополосная фотометрия, выполненная с помощью ОАО-2 [1, 2], относится к ярким звездам и не обеспечивает достаточного разрешения для измерения непрерывного спектра. В настоящей работе приводятся результаты спектрофотометрических исследований в ультрафиолете большого количества звезд типа F, G, K до $10^m 5$, коротковолновые спектральные снимки которых получены с помощью «Ориона-2». Исследованные звезды взяты из областей неба вокруг α Aur, β Aur и γ Cas. Основные данные наблюдательного материала приведены в табл. 1.

Таблица 1

Основные данные наблюдательного материала

Область	Кадр	Экспозиция, мин
α Aur	F19, F20, F21	0.25; 1.5; 18.4
β Aur	F13	15.3
γ Cas	F16, F17, F18	1; 2.5; 16

Среди изученных нами 98 звезд типа F, G, K спектральные классы были известны всего для 60 звезд, а для остальных 38 звезд, предположительно классов F—G, спектральная классификация до сих пор не была проведена. В табл. 2 приведены список изученных нами звезд (по каталогу SAO) с известными спектральными классами, их координаты и фотовизуальные звездные величины. Список же звезд неизвестных классов представлен в табл. 3, где карты отождествления приведены в [3], а величины V взяты из [4]. Основной целью настоящей работы являлось определение относительного распределения энергии непрерывных спектров исследуемых звезд в диапазоне 3800—2300 Å. Наряду с этим была сделана попытка классифицировать звезды неизвестных классов, а также измерить эквивалентные ширины некоторых линий поглощения.

Таблица 2

Список исследованных звезд известных спектральных классов

Звезда SAO	Спектр	V	α (1950)	δ (1950)
1	2	3	4	5
011319	F0	8 ^m 9	00 ^h 41 ^m 0	+61°00'
021809	F0	8.6	00 50.6	58 56
021858	F0	8.8	00 53.8	59 23
022122	F0	8.7	01 11.6	59 45
040136	F0	8.6	05 10.0	45 30
040617	F0	8.0	05 45.1	45 13
040717	F0	8.9	05 53.1	46 38
040800	F0	8.2	05 58.8	46 39
040840	F0	5.9	06 01.5	42 59
011393	F	8.8	00 44.6	61 13
011398	F2	8.4	00 45.1	60 03
021935	F2	8.1	00 59.0	59 17
022011	F2	8.8	01 03.8	59 01
040036	F2	8.3	05 03.9	45 12
011326	F5	8.7	00 37.9	60 03
011417	F5	8.4	00 46.7	60 29
011523	F5	8.4	00 58.1	60 05
011529	F5	8.7	00 58.3	60 46
021723	F5	8.8	00 45.7	58 17
021726	F5	8.8	00 45.8	59 20
022022	F5	9.0	01 04.4	59 39
040370	F5	8.7	05 26.2	46 32
040689	F5	8.5	05 51.1	44 30
040729	F5	8.5	05 54.2	46 42
040771	F5	8.5	05 56.8	46 38
011511	F8	8.7	00 56.7	61 59
040733	F8	8.2	05 54.6	42 51
040777	F8	8.1	05 57.1	42 45
040780	F8	8.7	05 57.3	45 10
040827	F8	8.5	06 00.6	46 54
040830	F8	6.7	06 00.9	44 16
040836	F8	8.4	06 01.1	47 06
011547	G0	8.6	01 00.1	61 40
011602	G0	7.8	01 06.5	61 17
040124	G0	8.4	05 09.4	46 48
040856	G0	8.8	06 03.1	43 03
011401	G5	7.9	00 45.4	61 19
011507	G5	8.5	00 56.2	61 38
011515	G5	7.2	00 57.0	60 14
011544	G5	8.2	01 00.0	61 30
022028	G5	8.4	01 05.2	59 52
040053	G5	8.7	05 05.3	43 03
040142	G5	8.8	05 10.5	43 51
040146	G5	8.2	05 10.9	46 20
040158	G5	7.0	05 11.5	47 07
040213	G5	8.1	05 14.7	47 00
040289	G5	8.1	05 19.3	46 56
040726	G5	6.6	05 53.9	45 54
040742	G5	7.6	05 55.3	45 52
040769	G5	6.4	05 56.7	44 35
040818	G5	6.1	05 59.7	42 55
040859	G5	8.8	06 03.1	43 01
040921	G5	7.6	06 07.6	44 58
021832	K0	5.0	00 52.0	58 42
040242	K0	6.7	05 16.4	44 23

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5
040305	K0	8 ^m 5	05 ^h 20 ^m 4	43°55'
040329	K0	8.1	05 22.5	46 47
040352	K0	8.2	05 24.3	44 52
040196	K2	8.1	05 13.7	45 21
040341	K2	7.9	05 23.7	47 17

Таблица 3

Список исследованных звезд неизвестных спектральных классов

№ по [3]	Звезда SAO или AGK ₂	V [4]	z (1950)	z (1950)
30	+46°486	9 ^m 57	05 ^h 18 ^m 8	+46°18'
103	040359	—	05 24.9	+41 31
173	—	9.36	—	—
381	040330	9.12	05 22.5	+45 45
384	—	9.17	—	—
387	040301	9.26	05 20.1	+45 12
471	+45°524	9.24	05 17.4	+45 47
520	040286	9.28	05 19.1	+46 57
556	040284	9.20	05 19.0	+47 52
640	—	9.66	—	—
676	—	9.92	—	—
685	—	9.99	—	—
697	040234	9.40	05 15.9	+47 45
717	—	—	—	—
720	—	10.44	—	—
751	040171	9.90	05 12.0	+47 49
758	+48°554	9.40	05 12.8	+48 20
767	—	10.34	—	—
791	—	9.64	—	—
807	040118	8.94	05 09.3	+46 29
817	040140	9.74	05 10.3	+47 03
889	040096	9.52	05 08.3	+47 54
952	—	—	—	—
1032	—	9.84	—	—
1113	+44°537	9.71	05 15.9	+44 05
1150	—	9.88	—	—
1200	—	9.83	—	—
1342	040166	9.13	05 11.8	+44 09
1490	040191	8.35	05 13.5	+45 46
1693	+44°512	10.46	05 07.3	+44 18
1731	040045	9.36	05 04.6	+44 12
1737	040056	10.12	05 05.4	+44 26
1858	+46°462	9.73	05 07.7	+46 03
1888	—	9.19	—	—
1968	—	10.48	—	—
2016	—	10.25	—	—
2070	040007	9.75	05 01.7	+45 16
2106	—	9.68	—	—

Микрофотометрические записи спектрограмм были получены на само-регистрирующих микрофотометрах МФ-4 и ИФО-451, а их денситометрические измерения проводились с использованием единых для всех снимков «Ориона-2» характеристической и редуциционной кривых [5].

2. Непрерывные спектры звезд известных спектральных классов

Были найдены наблюдаемые величины относительных интенсивностей F_λ в спектрах изученных нами звезд спектральных классов F, G и K в области длин волн 3800—2300 Å (приняв интенсивность на длине волны 3200 Å за единицу); эти величины приведены в табл. 4 и 5. Расстояния большинства из исследуемых нами звезд хотя и неизвестны, но не превышают 200 пс. Поэтому результаты, приведенные в табл. 4 и 5, не исправлены за эффект межзвездного поглощения.

Остановимся на анализе полученных результатов для каждого спектрального подкласса в отдельности.

F0. Для девяти из исследуемых звезд, классифицированных по SAO как звезды типа F0, распределение энергии в непрерывных спектрах нанесено на рис. 1 (точки, там же приведены 3 звезды из [6]). Усредненное по результатам измерений всех звезд этого спектрального класса (здесь и далее привлечены также данные работы [6]) среднее распределение \bar{F}_λ представлено там же сплошной линией. На рис. 1 имеются точки, значительно отклоняющиеся от средней кривой. Как пример, отметим звезду

Таблица 4

Относительные потоки излучения F_λ в спектрах звезд (обозначения по каталогу SAO) известных спектральных классов (поток на 3200 Å принят за единицу)

$\lambda, \text{Å}$	011349	021809	021858	022122	040136	040617	040717	040800	040840	011393
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	0.60	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	0.61	—
2400	—	—	—	—	0.59	—	—	—	0.62	—
2450	—	0.76	0.72	—	0.61	0.61	—	0.60	0.63	—
2500	—	0.77	0.74	—	0.62	0.65	0.64	0.64	0.69	0.62
2550	—	0.77	0.75	0.60	0.42	0.65	0.65	0.66	0.70	0.63
2600	0.83	0.79	0.77	0.63	0.36	0.69	0.68	0.69	0.72	0.66
2650	0.85	0.63	0.78	0.68	0.75	0.68	0.72	0.73	0.76	0.69
2700	0.87	0.53	0.60	0.70	0.49	0.54	0.74	0.46	0.68	0.60
2725	0.80	0.56	0.54	0.33	0.53	0.57	0.58	0.48	0.70	0.58
2750	0.72	0.62	0.52	0.32	0.41	0.54	0.47	0.50	0.59	0.62
2775	0.87	0.55	0.52	0.38	0.42	0.68	0.57	0.43	0.64	0.58
2800	0.52	0.50	0.45	0.41	0.33	0.47	0.39	0.33	0.52	0.44
2850	0.76	0.55	0.50	0.54	0.60	0.74	0.50	0.49	0.69	0.70
2900	0.89	0.59	0.56	0.65	0.91	0.90	0.68	0.74	0.89	0.84
2950	0.94	0.74	0.78	0.77	0.94	0.93	0.91	0.86	0.93	0.88
2970	0.94	0.82	0.86	0.84	0.93	0.93	0.91	0.89	0.94	0.89
3000	0.95	0.95	0.96	0.91	0.96	0.94	0.93	0.94	0.96	0.90
3050	0.96	0.97	0.99	0.93	0.97	0.96	0.97	0.97	0.98	0.93
3100	0.98	1.00	1.00	0.96	1.00	0.98	0.99	1.00	1.00	0.96
3150	1.00	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	0.98
3250	1.01	1.01	1.00	1.01	0.99	1.00	1.00	1.01	0.99	1.01
3300	1.01	1.00	0.98	1.02	0.99	0.99	0.99	1.00	0.98	1.02
3350	1.00	0.99	0.97	1.02	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	1.02
3400	0.99	0.99	0.97	1.02	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	1.02
3450	1.01	1.00	0.98	1.04	0.98	0.98	0.98	0.99	0.96	1.05
3500	1.02	1.02	1.00	1.05	1.02	0.99	1.00	1.01	0.98	1.07
3600	1.05	1.02	0.98	1.07	1.03	0.98	1.01	1.02	0.96	1.07
3700	1.08	1.06	1.01	1.12	1.08	1.01	1.02	1.04	—	1.10
3800	1.19	1.18	1.12	1.22	1.19	1.12	1.12	1.14	—	1.19

λ, А	011398	021935	022011	040036	011326	011417	011523	011529	021723	021726
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	0.57	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	0.58	—	—	—	—	—	—
2450	—	—	—	0.59	—	—	—	—	—	—
2500	0.63	—	—	0.49	—	0.33	—	—	—	—
2550	0.64	—	—	0.39	—	0.38	0.37	0.43	0.46	0.46
2600	0.69	0.65	0.66	0.40	0.47	0.45	0.44	0.48	0.48	0.50
2650	0.74	0.70	0.68	0.71	0.54	0.48	0.48	0.54	0.53	0.55
2700	0.49	0.73	0.72	0.53	0.58	0.54	0.48	0.58	0.60	0.63
2725	0.56	0.75	0.74	0.49	0.49	0.57	0.51	0.52	0.60	0.64
2750	0.49	0.77	0.76	0.42	0.53	0.60	0.46	0.48	0.56	0.54
2775	0.51	0.69	0.75	0.48	0.41	0.57	0.39	0.52	0.63	0.64
2800	0.43	0.59	0.69	0.35	0.25	0.48	0.31	0.34	0.48	0.66
2850	0.51	0.54	0.67	0.69	0.59	0.61	0.51	0.48	0.59	0.71
2900	0.61	0.64	0.86	0.86	0.74	0.71	0.73	0.60	0.62	0.77
2950	0.89	0.88	0.89	0.88	0.79	0.77	0.78	0.79	0.78	0.79
2970	0.91	0.89	0.89	0.89	0.81	0.79	0.60	0.80	0.80	0.80
3000	0.92	0.91	0.91	0.91	0.83	0.81	0.82	0.83	0.83	0.82
3050	0.94	0.94	0.94	0.93	0.90	0.86	0.88	0.89	0.88	0.87
3100	0.96	0.96	0.97	0.96	0.94	0.92	0.94	0.94	0.94	0.93
3150	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.96	0.97	0.98	0.97	0.98
3250	1.01	1.01	1.01	1.01	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03
3300	1.01	1.01	1.01	1.01	1.05	1.05	1.04	1.05	1.05	1.05
3350	1.02	1.02	1.01	1.01	1.06	1.07	1.05	1.06	1.07	1.06
3400	1.02	1.02	1.01	1.01	1.07	1.08	1.06	1.10	1.08	1.07
3450	1.03	1.04	1.02	1.03	1.10	1.12	1.10	1.12	1.11	1.10
3500	1.05	1.06	1.05	1.06	1.15	1.16	1.16	1.18	1.16	1.15
3600	1.07	1.08	1.07	1.08	1.20	1.18	1.21	1.23	1.22	1.20
3700	1.12	1.12	1.10	1.10	1.25	1.23	1.28	1.29	1.26	1.23
3800	1.20	1.26	1.25	1.23	1.37	1.43	1.41	1.38	1.35	1.31

λ, А	022022	040370	040689	040729	040771	011511	040733	040777	040780	040827
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2450	—	—	—	0.34	—	—	—	—	—	—
2500	—	0.36	—	0.40	—	—	0.40	—	—	—
2550	—	0.40	0.43	0.44	—	—	0.45	0.39	0.52	0.33
2600	—	0.22	0.48	0.50	0.49	0.35	0.51	0.48	0.38	0.36
2650	0.53	0.50	0.52	0.48	0.54	0.41	0.56	0.54	0.40	0.40
2700	0.59	0.57	0.55	0.43	0.58	0.48	0.47	0.54	0.47	0.46
2725	0.61	0.42	0.60	0.40	0.49	0.47	0.40	0.60	0.48	0.44
2750	0.60	0.31	0.63	0.35	0.42	0.42	0.45	0.60	0.33	0.43
2775	0.57	0.41	0.63	0.37	0.46	0.49	0.46	0.60	0.31	0.41
2800	0.54	0.24	0.57	0.28	0.38	0.39	0.38	0.48	0.22	0.40
2850	0.68	0.44	0.55	0.47	0.53	0.50	0.54	0.52	0.37	0.44
2900	0.77	0.73	0.64	0.76	0.63	0.70	0.74	0.76	0.55	0.70
2950	0.82	0.77	0.81	0.73	0.81	0.74	0.74	0.79	0.67	0.62
2970	0.83	0.78	0.82	0.77	0.82	0.76	0.67	0.81	0.71	0.64
3000	0.84	0.81	0.85	0.85	0.85	0.79	0.81	0.83	0.79	0.78
3050	0.89	0.86	0.90	0.90	0.90	0.85	0.86	0.88	0.84	0.85
3100	0.93	0.92	0.93	0.94	0.95	0.91	0.93	0.93	0.91	0.91
3150	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98	0.96	0.96	0.97	0.96	0.96
3250	1.03	1.03	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04	1.03	1.04	1.04
3300	1.04	1.06	1.05	1.04	1.04	1.05	1.06	1.05	1.06	1.06
3350	1.04	1.07	1.05	1.04	1.05	1.08	1.08	1.06	1.07	1.08
3400	1.05	1.10	1.06	1.05	1.05	1.09	1.10	1.06	1.08	1.11
3450	1.07	1.14	1.09	1.08	1.08	1.14	1.15	1.09	1.12	1.15
3500	1.12	1.20	1.14	1.13	1.12	1.22	1.20	1.13	1.19	1.22
3600	1.15	1.23	1.17	1.18	1.17	1.26	1.21	1.15	1.25	1.29
3700	1.23	1.25	1.22	1.23	1.25	1.36	1.25	1.19	1.31	1.38
3800	1.35	1.32	1.34	1.36	1.39	1.62	1.37	1.33	1.51	1.60

Таблица 4 (продолжение)

λ, A	040830	040836	011547	011602	040124	040856	011401	011507	011515	011544
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	0.22	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2450	0.23	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2500	0.27	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2550	0.30	—	—	—	0.30	—	—	—	—	—
2600	0.35	0.37	0.34	0.35	0.25	0.31	—	0.34	0.29	0.30
2650	0.39	0.41	0.39	0.39	0.39	0.37	—	0.38	0.32	0.33
2700	0.34	0.43	0.38	0.45	0.37	0.42	0.38	0.43	0.37	0.36
2725	0.35	0.46	0.37	0.43	0.34	0.44	0.41	0.45	0.36	0.38
2750	0.32	0.47	0.37	0.39	0.30	0.46	0.43	0.46	0.33	0.41
2775	0.33	0.38	0.38	0.36	0.34	0.48	0.46	0.42	0.39	0.43
2800	0.25	0.38	0.39	0.38	0.25	0.38	0.49	0.37	0.30	0.46
2850	0.40	0.51	0.42	0.58	0.42	0.48	0.53	0.47	0.52	0.52
2900	0.58	0.69	0.56	0.63	0.66	0.66	0.57	0.64	0.58	0.57
2950	0.74	0.67	0.71	0.72	0.65	0.70	0.63	0.70	0.63	0.63
2970	0.70	0.66	0.73	0.74	0.63	0.72	0.64	0.71	0.64	0.64
3000	0.71	0.78	0.77	0.77	0.66	0.76	0.68	0.75	0.69	0.68
3050	0.85	0.86	0.83	0.84	0.80	0.82	0.75	0.80	0.75	0.74
3100	0.91	0.91	0.90	0.90	0.67	0.89	0.83	0.86	0.85	0.84
3150	0.96	0.96	0.94	0.95	0.93	0.95	0.92	0.93	0.92	0.92
3250	1.05	1.04	1.05	1.04	1.05	1.05	1.07	1.05	1.06	1.07
3300	1.06	1.06	1.07	1.06	1.09	1.09	1.14	1.09	1.12	1.13
3350	1.08	1.08	1.11	1.09	1.12	1.13	1.18	1.12	1.18	1.17
3400	1.10	1.10	1.14	1.12	1.15	1.16	1.24	1.16	1.20	1.23
3450	1.15	1.14	1.20	1.18	1.20	1.21	1.32	1.21	1.28	1.31
3500	—	1.20	1.28	1.25	1.29	1.29	1.45	1.29	1.37	1.43
3600	—	1.26	1.37	1.34	1.35	1.38	1.55	1.36	1.48	1.57
3700	—	1.34	1.41	1.41	1.38	1.47	1.68	1.48	1.60	1.70
3800	—	1.54	1.66	1.62	1.45	1.68	1.91	1.66	1.91	1.95

λ, A	022028	040053	040142	040146	040158	040213	040289	040726	040742	040769
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2500	—	—	—	—	0.20	—	—	—	—	—
2550	—	—	0.28	0.24	0.17	—	0.25	0.21	—	—
2600	—	0.28	0.30	0.20	0.25	0.26	0.29	0.26	—	0.21
2650	—	0.30	0.33	0.21	0.30	0.29	0.34	0.26	0.34	0.20
2700	0.39	0.24	0.33	0.40	0.29	0.26	0.25	0.19	0.38	0.17
2725	0.41	0.22	0.34	0.37	0.33	0.30	0.25	0.19	0.41	0.19
2750	0.44	0.18	0.25	0.38	0.29	0.25	0.26	0.22	0.45	0.22
2775	0.46	0.23	0.39	0.41	0.38	0.38	0.36	0.25	0.43	0.27
2800	0.48	0.17	0.23	0.25	0.35	0.24	0.28	0.20	0.33	0.21
2850	0.52	0.25	0.38	0.35	0.39	0.35	0.51	0.26	0.44	0.42
2900	0.58	0.46	0.58	0.60	0.56	0.52	0.46	0.56	0.58	0.34
2950	0.63	0.52	0.55	0.54	0.55	0.56	0.46	0.63	0.49	0.25
2970	0.65	0.50	0.55	0.54	0.50	0.54	0.55	0.54	0.50	0.33
3000	0.68	0.53	0.69	0.58	0.66	0.65	0.65	0.69	0.57	0.43
3050	0.76	0.71	0.76	0.75	0.72	0.73	0.73	0.75	0.73	0.66
3100	0.85	0.80	0.83	0.83	0.82	0.83	0.82	0.85	0.82	0.79
3150	0.93	0.90	0.91	0.92	0.92	0.90	0.91	0.93	0.92	0.89
3250	1.07	1.07	1.06	1.07	1.08	1.05	1.07	1.06	1.08	1.08
3300	1.12	1.15	1.12	1.12	1.15	1.10	1.14	1.13	1.15	1.15
3350	1.17	1.19	1.18	1.17	1.20	1.15	1.22	1.19	1.22	1.25
3400	1.23	1.26	1.29	1.20	1.28	1.23	1.26	1.24	1.28	1.35
3450	1.29	1.34	1.29	1.26	1.36	1.31	1.35	1.32	1.38	1.48
3500	1.38	1.44	1.38	1.34	1.48	1.42	1.45	1.41	1.47	1.66
3600	1.50	1.48	1.46	1.42	1.62	1.53	1.55	1.51	1.59	2.00
3700	1.58	1.55	1.53	1.51	1.75	1.66	1.70	1.62	1.67	2.24
3800	1.78	1.66	1.91	1.80	1.97	1.92	1.96	1.86	1.98	2.51

λ, A	040818	040859	040921	021832	040242	040305	010329	040352	040196	040341
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2450	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2500	0.19	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2550	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2600	0.22	—	0.30	—	—	—	—	—	—	—
2650	0.26	—	0.35	0.23	0.23	0.22	0.23	0.18	—	—
2700	0.22	—	0.43	0.23	0.28	0.27	0.26	0.23	0.19	0.21
2725	0.18	—	0.37	0.26	0.29	0.25	0.26	0.23	0.22	0.23
2750	0.20	0.43	0.32	0.28	0.32	0.25	0.25	0.22	0.26	0.25
2775	0.20	0.39	0.44	0.29	0.34	0.24	0.25	0.24	0.29	0.27
2800	0.15	0.34	0.34	0.31	0.36	0.16	0.26	0.18	0.33	0.30
2850	0.22	0.43	0.51	0.38	0.42	0.27	0.44	0.36	0.40	0.37
2900	0.52	0.56	0.62	0.46	0.47	0.49	0.41	0.48	0.45	0.43
2950	0.37	0.62	0.67	0.52	0.52	0.34	0.33	0.41	0.51	0.48
2970	0.43	0.63	0.68	0.54	0.54	0.40	0.36	0.33	0.53	0.51
3000	0.45	0.67	0.71	0.58	0.58	0.60	0.58	0.46	0.57	0.55
3050	0.63	0.74	0.78	0.65	0.67	0.68	0.66	0.66	0.64	0.64
3100	0.79	0.83	0.86	0.76	0.77	0.79	0.77	0.77	0.75	0.76
3150	0.90	0.92	0.93	0.88	0.89	0.89	0.89	0.89	0.86	0.87
3250	1.08	1.08	1.06	1.12	1.09	1.09	1.09	1.09	1.12	1.10
3300	1.16	1.14	1.10	1.23	1.18	1.17	1.18	1.18	1.26	1.20
3350	1.25	1.19	1.14	1.36	1.25	1.24	1.28	1.27	1.42	1.29
3400	1.31	1.25	1.18	1.48	1.32	1.32	1.38	1.37	1.59	1.41
3450	1.41	1.32	1.26	1.65	1.44	1.41	1.51	1.51	1.77	1.57
3500	1.51	1.40	1.34	1.80	1.55	1.52	1.65	1.66	1.97	1.72
3600	1.70	1.51	1.45	1.98	1.74	1.64	1.85	1.85	2.23	1.96
3700	1.86	1.65	1.48	2.27	1.92	1.81	2.01	2.09	2.42	2.23
3800	2.09	1.86	1.66	2.75	2.25	2.08	2.36	2.34	2.74	2.56

SAO 022122, распределение энергии которой очень хорошо совпадает со средней кривой, соответствующей классу F2. Это свидетельствует о том, что эта звезда скорее всего принадлежит спектральному классу F2, нежели F0.

F2. Разброс точек в распределении энергии непрерывных спектров имеющихся пяти звезд данной работы и еще одной из [6] (рис. 1) невелик. Одна из этих звезд — SAO 011393 — в каталоге SAO классифицирована как F. Полученное нами относительное распределение энергии непрерывного спектра этой звезды хорошо согласуется со средней кривой распределения энергии спектрального класса F2.

F5. На рис. 2 приведены распределения энергии 15 звезд спектрального класса F5 (4 взяты из работы [6]). Распределения энергии двух из них, SAO 011417 и SAO 011523, заметно отклоняются от средней кривой. Исходя из этого, можно предположить, что они принадлежат к спектральному классу позднее F5. К тому же в [7, 8] они классифицированы как F5 и F7 V соответственно.

F8. Распределения энергий двух звезд — SAO 040733 и SAO 040777 — из десяти (три из [6]) звезд спектрального класса F8 (рис. 2) хорошо согласуются со средней кривой спектрального класса F5. По-видимому, эти две звезды принадлежат спектральному типу F5.

G0. Были исследованы 4 звезды спектрального класса G0 (рис. 3).

Разброс точек вокруг средней кривой в этом случае оказался невелик.

G5. Распределения энергии непрерывного спектра имеющих 19 звезд класса G5 (две взяты из [6]) представлены на рис. 3. В них имеются случаи значительных отклонений от средней кривой. Это относится к звездам SAO 011507, 040146, 040769, 040818 и 040921. По всей вероятности, это следствие недостаточно точной классификации этих звезд. Распределение энергии в спектре SAO 011507 хорошо согласуется со средней кривой, соответствующей классу G0. Кроме того, на основании фотоэлектрических и фотометрических данных эта звезда классифицирована как G0 V [8].

Распределения энергии двух звезд, SAO 040146 и SAO 040921, заметно отклоняются от средней кривой G5 и находятся между средними кривыми для типов G0 и G5. Эти звезды принадлежат скорее всего классу G2. Распределения энергии в случае звезд SAO 040769 и SAO 040818 отклоняются от средней кривой в сторону более поздних классов и находятся между средними кривыми классов G5 и K0, скорее всего G8. Заметим, что звезда SAO 040818 в каталоге Бичвара классифицирована как gG8.

K0. Шесть из исследованных нами звезд (одна взята из работы [6]) относятся к спектральному классу K0; результаты измерений их непрерыв-

Таблица 5

Относительные потоки излучения F_{λ} в спектрах звезд (обозначения по списку [3]) неизвестных спектральных классов (поток на 3200 Å принят за единицу)

$\lambda, \text{Å}$	30	103	173	381	384	387	471	520	556	640
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	0.68	—	—	—
2400	—	—	—	—	—	—	0.69	—	—	—
2450	—	0.66	—	—	—	—	0.73	0.72	0.34	0.68
2500	—	0.72	—	—	—	0.69	0.75	0.74	0.39	0.72
2550	0.69	0.75	—	—	—	0.70	0.76	0.75	0.43	0.74
2600	0.74	0.78	—	—	—	0.75	0.77	0.76	0.48	0.79
2650	0.76	0.80	—	—	—	0.78	0.78	0.77	0.54	0.81
2703	0.66	0.63	0.39	0.38	0.40	0.70	0.80	0.68	0.59	0.83
2725	0.64	0.61	0.42	0.40	0.44	0.65	0.76	0.63	0.45	0.66
2750	0.58	0.57	0.44	0.43	0.47	0.58	0.65	0.55	0.40	0.59
2775	0.59	0.63	0.45	0.45	0.48	0.61	0.71	0.60	0.39	0.67
2800	0.39	0.46	0.41	0.48	0.46	0.51	0.50	0.48	0.32	0.52
2850	0.56	0.58	0.54	0.52	0.56	0.70	0.69	0.66	0.47	0.68
2900	0.89	0.91	0.48	0.56	0.60	0.67	0.92	0.90	0.76	0.85
2950	0.91	0.93	0.53	0.60	0.43	0.93	0.95	0.92	0.74	0.93
2970	0.91	0.93	0.54	0.62	0.52	0.95	0.95	0.92	0.71	0.94
3000	0.92	0.94	0.68	0.66	0.52	0.95	0.96	0.94	0.73	0.95
3050	0.94	0.96	0.75	0.72	0.78	0.97	0.98	0.96	0.88	0.97
3100	0.98	0.99	0.84	0.83	0.86	0.99	1.00	0.99	0.94	1.00
3150	1.00	1.00	0.92	0.93	0.93	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00
3250	1.00	1.00	1.07	1.08	1.07	1.01	1.00	1.00	1.03	1.00
3300	1.01	1.00	1.12	1.14	1.12	1.01	0.99	1.01	1.05	0.99
3350	1.00	0.99	1.17	1.20	1.16	1.00	0.99	1.00	1.06	0.98
3400	1.00	1.00	1.21	1.26	1.20	1.00	0.98	0.99	1.07	0.96
3450	1.01	0.98	1.31	1.35	1.26	1.01	0.98	1.01	1.09	0.98
3500	1.03	1.01	1.41	1.47	1.36	1.02	0.99	1.04	1.14	1.00
3600	1.04	1.02	1.59	1.66	1.48	1.04	1.00	1.05	1.17	1.01
3700	1.05	1.05	1.73	1.82	1.62	1.05	1.01	1.08	1.26	1.02
3800	1.15	1.18	2.00	2.07	1.95	1.19	1.07	1.20	1.35	1.15

г. А	676	685	697	717	720	751	759	767	791	807
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	0.68	—	—	—	—	—	—	—
2450	—	—	0.70	—	—	—	—	—	—	—
2500	—	0.70	0.72	—	—	—	—	—	—	—
2550	0.68	0.72	0.74	—	—	—	—	—	—	—
2600	0.74	0.76	0.76	—	—	0.51	0.68	0.68	0.35	0.39
2650	0.79	0.77	0.78	0.71	0.66	0.57	0.71	0.68	0.39	0.42
2700	0.81	0.81	0.79	0.76	0.71	0.60	0.52	0.60	0.46	0.36
2725	0.76	0.63	0.59	0.71	0.65	0.54	0.47	0.65	0.48	0.38
2750	0.60	0.55	0.51	0.66	0.56	0.48	0.44	0.69	0.50	0.34
2775	0.52	0.47	0.54	0.60	0.52	0.54	0.47	0.70	0.52	0.37
2800	0.42	0.34	0.42	0.57	0.47	0.34	0.38	0.69	0.51	0.29
2850	0.58	0.62	0.62	0.58	0.76	0.70	0.62	0.76	0.55	0.46
2900	0.67	0.91	0.90	0.88	0.85	0.76	0.88	0.87	0.69	0.61
2950	0.77	0.93	0.91	0.91	0.87	0.80	0.67	0.89	0.56	0.50
2970	0.84	0.94	0.92	0.92	0.88	0.82	0.72	0.90	0.58	0.60
3000	0.95	0.94	0.93	0.93	0.89	0.84	0.91	0.91	0.78	0.78
3050	0.97	0.95	0.95	0.95	0.94	0.89	0.94	0.93	0.84	0.85
3100	1.00	0.98	0.98	0.99	0.97	0.94	0.97	0.97	0.89	0.91
3150	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	0.98	0.99	0.99	0.94	0.96
3250	1.00	1.01	1.00	1.00	1.01	1.03	1.01	1.02	1.04	1.03
3300	0.99	1.00	1.00	0.99	1.02	1.05	1.01	1.01	1.06	1.06
3350	0.98	1.00	1.00	0.99	1.02	1.06	1.01	1.01	1.08	1.07
3400	0.96	1.00	0.99	0.96	1.02	1.07	1.02	1.01	1.10	1.08
3450	0.96	1.00	1.01	0.98	1.04	1.10	1.03	1.02	1.15	1.15
3500	0.96	1.03	1.02	1.01	1.07	1.15	1.06	1.05	1.22	1.22
3500	1.00	1.03	1.03	1.02	1.12	1.20	1.10	1.07	1.26	1.29
3700	1.02	1.04	1.07	1.04	1.15	1.26	1.12	1.10	1.33	1.39
3800	1.10	1.14	1.18	1.12	1.26	1.41	1.29	1.24	1.51	1.62

г. А	817	889	952	1032	1113	1150	1200	1342	1490	1693
2300	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	—	—	—	—	—	0.58	—
2450	—	0.71	—	—	—	—	—	—	0.60	—
2500	—	0.72	—	—	—	—	—	0.41	0.65	—
2550	0.76	0.74	—	—	—	0.63	0.45	0.44	0.67	—
2600	0.79	0.75	—	0.72	—	0.71	0.50	0.49	0.48	0.38
2650	0.81	0.77	0.44	0.73	0.76	0.75	0.54	0.55	0.72	0.42
2700	0.83	0.64	0.47	0.68	0.79	0.67	0.61	0.44	0.62	0.48
2725	0.83	0.59	0.50	0.68	0.70	0.61	0.63	0.34	0.55	0.46
2750	0.69	0.55	0.52	0.62	0.65	0.46	0.65	0.31	0.60	0.44
2775	0.70	0.60	0.52	0.55	0.64	0.54	0.55	0.30	0.50	0.46
2800	0.49	0.39	0.44	0.53	0.51	0.45	0.37	0.26	0.39	0.34
2850	0.71	0.66	0.47	0.75	0.60	0.68	0.55	0.43	0.65	0.64
2900	0.93	0.91	0.68	0.89	0.78	0.89	0.70	0.76	0.91	0.71
2950	0.94	0.93	0.72	0.90	0.91	0.91	0.79	0.64	0.92	0.77
2970	0.94	0.94	0.73	0.91	0.91	0.91	0.81	0.63	0.92	0.79
3000	0.95	0.94	0.76	0.92	0.92	0.91	0.83	0.83	0.93	0.81
3050	0.96	0.98	0.82	0.96	0.95	0.92	0.88	0.88	0.97	0.85
3100	0.99	0.99	0.87	0.99	0.98	0.96	0.94	0.93	0.99	0.91
3150	1.00	1.00	0.93	1.00	0.99	0.99	0.98	0.98	1.00	0.96
3250	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.01	1.03	1.03	1.00	1.04
3300	1.00	1.00	1.07	0.98	1.00	1.02	1.05	1.05	1.00	1.07
3350	0.99	1.01	1.10	0.98	1.03	1.01	1.06	1.06	0.99	1.08
3400	0.98	1.00	1.13	0.96	1.00	1.01	1.06	1.07	0.98	1.10
3450	0.99	1.01	1.18	0.96	1.01	1.02	1.10	1.10	0.99	1.15
3500	1.00	1.03	1.25	0.99	1.02	1.05	1.14	1.14	1.01	1.23
3600	1.02	1.05	1.33	1.01	1.03	1.06	1.18	1.19	1.02	1.30
3700	1.03	1.07	1.38	1.02	1.06	1.09	1.22	1.24	1.05	1.36
3800	1.15	1.18	1.55	1.06	1.18	1.23	1.35	1.34	1.18	1.57

Таблица 5 (продолжение)

λ, A	1731	1737	1853	1888	1968	2016	2070	2106
2300	—	—	—	—	—	—	—	—
2350	—	—	—	—	—	—	—	—
2400	—	—	—	—	—	—	—	—
2450	—	—	—	—	—	—	—	—
2500	—	—	0.62	—	—	—	—	—
2550	0.59	—	0.63	—	0.61	—	0.68	0.70
2600	0.62	0.52	0.66	0.51	0.65	0.74	0.72	0.74
2650	0.65	0.55	0.69	0.55	0.68	0.78	0.77	0.79
2700	0.68	0.59	0.60	0.55	0.66	0.79	0.79	0.55
2725	0.66	0.53	0.56	0.56	0.60	0.68	0.58	0.49
2750	0.63	0.46	0.50	0.54	0.63	0.64	0.51	0.56
2775	0.70	0.45	0.65	0.45	0.55	0.60	0.45	0.57
2800	0.47	0.48	0.46	0.34	0.46	0.59	0.34	0.35
2850	0.63	0.69	0.55	0.55	0.66	0.66	0.51	0.56
2900	0.78	0.76	0.65	0.63	0.87	0.89	0.68	0.76
2950	0.81	0.79	0.75	0.70	0.88	0.91	0.90	0.91
2970	0.82	0.81	0.79	0.75	0.89	0.91	0.92	0.92
3000	0.85	0.83	0.89	0.83	0.90	0.92	0.93	0.93
3050	0.89	0.88	0.93	0.88	0.93	0.95	0.96	0.95
3100	0.94	0.93	0.96	0.93	0.97	0.98	0.99	0.98
3150	0.98	0.98	0.99	0.97	0.98	0.99	1.00	1.00
3250	1.02	1.03	1.01	1.03	1.01	1.01	1.01	1.00
3300	1.03	1.05	1.01	1.05	1.02	1.01	1.00	1.00
3350	1.04	1.06	1.02	1.06	1.02	1.01	0.99	1.00
3400	1.04	1.07	1.02	1.07	1.02	1.00	0.98	1.00
3450	1.05	1.10	1.04	1.10	1.05	1.02	0.98	1.00
3500	1.10	1.16	1.06	1.15	1.09	1.04	1.00	1.01
3600	1.12	1.21	1.09	1.20	1.10	1.05	1.01	1.00
3700	1.18	1.26	1.11	1.24	1.13	1.07	1.04	1.00
3800	1.28	1.33	1.23	1.38	1.26	1.18	1.14	1.07

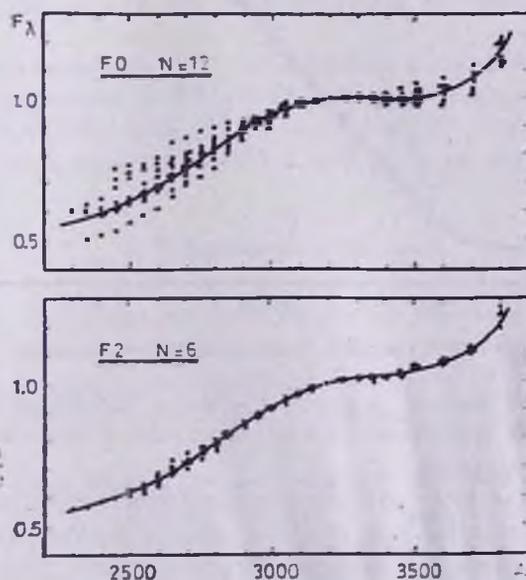


Рис. 1. Наблюдаемые распределения энергии в ультрафиолетовых спектрах звезд спектральных классов F0—F2 без учета депрессии (точки). Сплошные линии — средние кривые распределения энергии тех же спектральных классов.

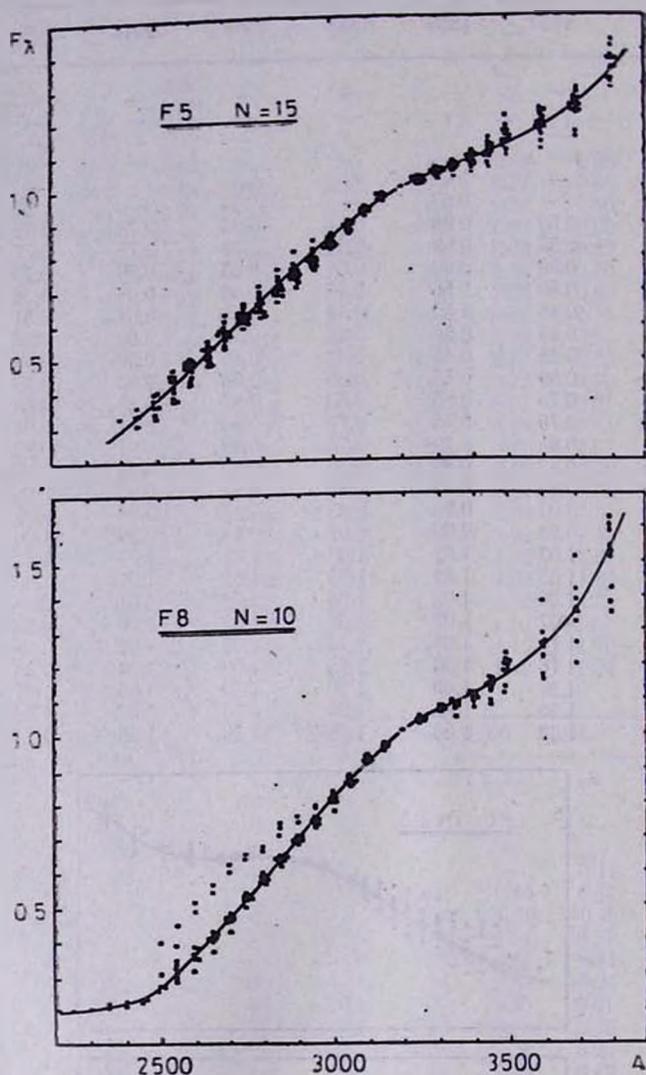


Рис. 2. То же, что и на рис. 1, для спектральных классов $F5-F8$.

ных спектров представлены на рис. 4. Разброс точек вокруг средней кривой в коротковолновой части спектра невелик, однако в области $\lambda > 3400 \text{ \AA}$ он становится значительным.

K2. Найденные нами распределения энергии в спектрах двух звезд спектрального класса K2 представлены на рис. 4. Результаты для обеих звезд оказались почти совпадающими друг с другом. Сводка полученных нами результатов по усредненным величинам \bar{F}_λ — по относительному распределению энергии в непрерывных спектрах звезд спектральных классов F0, F2, F5, F8, G0, G5, K0 и K2 — представлена в табл. 6. Среднеквадра-

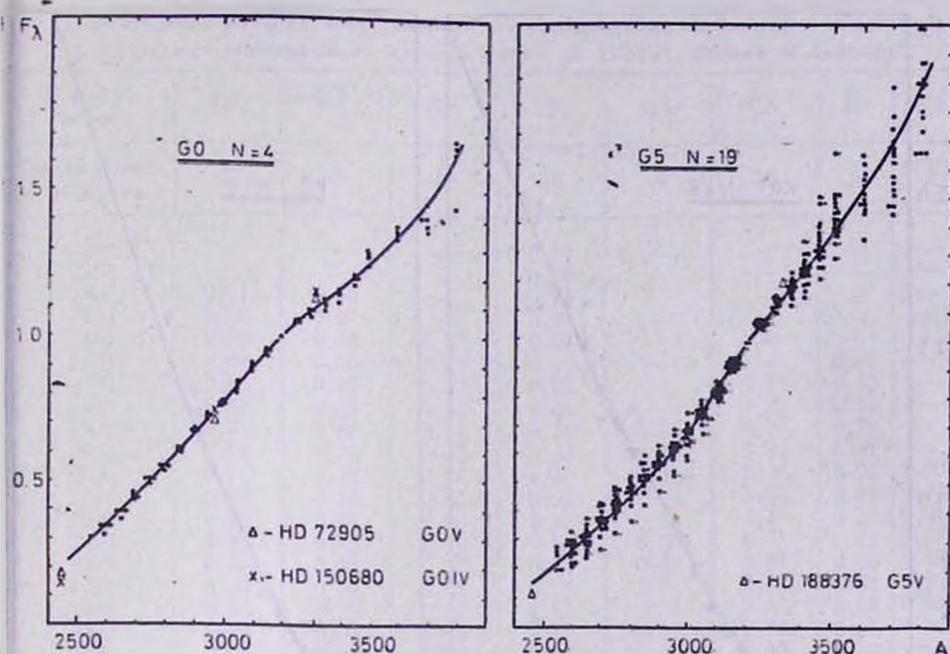


Рис. 3. Наблюдаемые распределения энергии в ультрафиолетовых спектрах звезд спектральных классов G0—G5 (точки). Сплошные линии — средние кривые распределения энергии тех же спектральных классов. Приведены также данные ОАО-2 [2] для звезд HD 72905, HD 150680, HD 188376.

тичный разброс в величинах \overline{F}_λ , найденный по данным N звезд для каждого подкласса, составляет ± 0.01 — 0.07 — на коротковолновой границе наших измерений (2500—2700 Å) и ± 0.01 — 0.05 — на длинноволновой (3600 Å) для звезд класса F0 — G5 и ± 0.13 — 0.19 — для звезд K0—K2

6. Сравнение с теорией

Перейдем к сравнению найденных нами средних кривых распределения энергии в непрерывных спектрах звезд класса F с теоретическими моделями звездных фотосфер, рассчитанными Парсонсом [9, 10] при различных величинах эффективной температуры и ускорения силы тяжести на ее поверхности.

На рис. 5 представлена средняя кривая распределения энергии в спектре звезд типа F0 (кружки) наряду с теоретической кривой при $T_{\text{eff}} = 6900^\circ\text{K}$ и $\lg g = 2$ [9] (сплошная линия). Там же нанесены результаты наблюдений ОАО-2 [1] для звезды HD 128898 класса F0 V и Gemini XI [11] для звезды α Car класса F0 Ia. В пределах ошибок измерений наши результаты оказались в хорошем согласии с теорией, а также с наблюдениями ОАО-2.

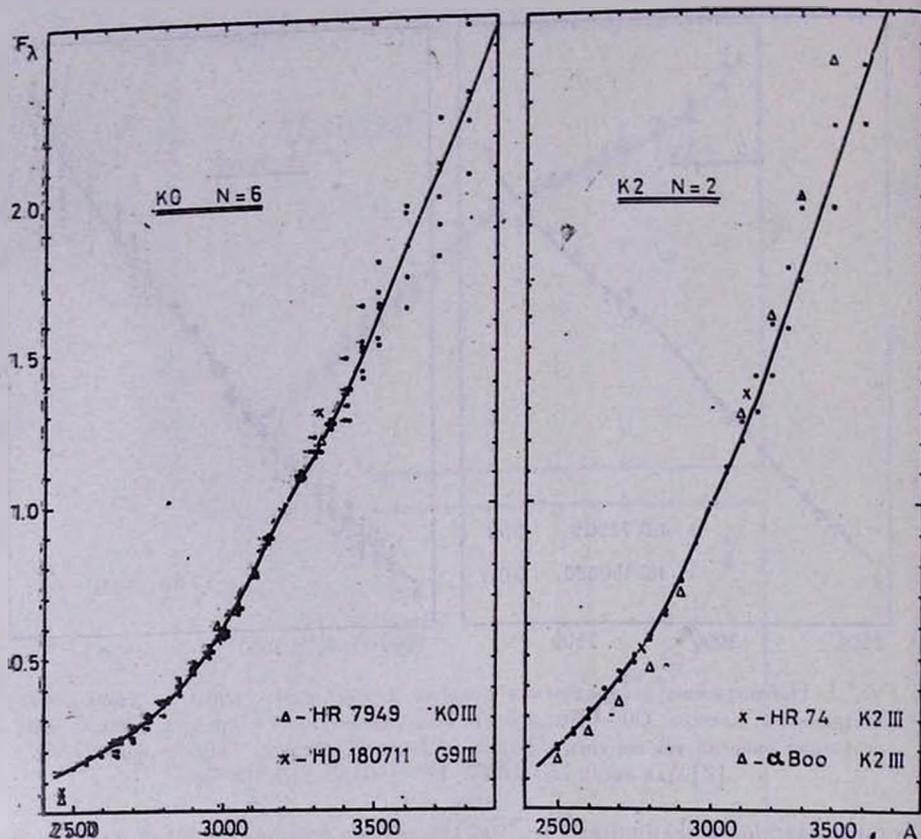


Рис. 4. То же, что и на рис. 3, для спектральных классов K0—K2. Приведены также данные ОАО-2 [1] и Аегорусе 150 [12] для звезд HD 180711, HR 7949, HR 74 и α Boo.

На рис. 5 проводится аналогичное сравнение среднего наблюдаемого распределения \bar{F}_λ для звезд класса F2 (кружки) с теоретическими кривыми при $T_{\text{eff}} = 6900^\circ\text{K}$ и $\lg g = 2$ [9] и $T_{\text{eff}} = 6600^\circ\text{K}$ и $\lg g = 1.8$ [10]. Хотя найденное нами распределение оказалось между обеими теоретическими кривыми, однако наши наблюдения не могут быть представлены определенными величинами T_{eff} и $\lg g$, выведенными в результате простой интерполяции между указанными величинами. Мы полагаем, что найденные нами кривые \bar{F}_λ в случае звезд F0 и F2 соответствуют моделям, представленным на рис. 5 сплошными кривыми, а отклонения вызваны эффектом блокировки непрерывного спектра линиями поглощения, не учтенными в теоретической модели Парсонса.

Сравнение средней кривой распределения энергии в случае спектрального класса F5 (рис. 6) проводится с теоретической моделью при $T_{\text{eff}} = 6600^\circ\text{K}$ и $\lg g = 1.8$ [10], а также с наблюдениями ОАО-2 [1]

Таблица 6

Относительное распределение энергии \bar{F}_λ (усредненные величины) в спектрах звезд разных спектральных классов (поток на 3200 Å принят за единицу)

Спектр. класс	F0	F2	F5	F8	G0	G5	K0	K2
Число спектрограмм	12	6	15	10	4	19	6	2
2200 .1	—	—	—	0.20	—	—	—	—
2250	—	—	—	0.20	—	—	—	—
2300	0.57	0.56	—	0.21	—	—	—	—
2350	0.58	0.57	—	0.21	—	—	—	—
2400	0.60	0.58	0.30	0.22	—	—	—	—
2450	0.62	0.60	0.33	0.23	—	—	0.13	—
2500	0.64	0.62	0.37	0.26	—	0.19	0.15	—
2550	0.67	0.63	0.41	0.31	—	0.23	0.16	—
2600	0.71	0.66	0.47	0.36	0.34	0.28	0.19	—
2650	0.74	0.70	0.52	0.41	0.39	0.32	0.22	—
2700	0.77	0.73	0.57	0.46	0.44	0.38	0.25	0.20
2750	0.80	0.76	0.61	0.52	0.49	0.42	0.30	0.25
2800	0.82	0.79	0.66	0.57	0.55	0.47	0.35	0.31
2850	0.85	0.82	0.70	0.64	0.60	0.52	0.41	0.37
2900	0.89	0.85	0.75	0.70	0.66	0.57	0.46	0.43
2950	0.92	0.88	0.79	0.74	0.71	0.62	0.52	0.49
3000	0.94	0.91	0.82	0.80	0.76	0.68	0.58	0.56
3050	0.96	0.94	0.89	0.85	0.83	0.75	0.66	0.64
3100	0.98	0.96	0.94	0.91	0.89	0.83	0.77	0.75
3150	1.00	0.99	0.97	0.96	0.95	0.92	0.89	0.87
3250	1.00	1.01	1.03	1.03	1.04	1.07	1.09	1.11
3300	1.00	1.01	1.04	1.06	1.08	1.13	1.17	1.23
3350	0.99	1.01	1.06	1.08	1.11	1.19	1.26	1.35
3400	0.99	1.02	1.07	1.10	1.15	1.25	1.37	1.47
3450	0.99	1.03	1.09	1.13	1.20	1.32	1.48	1.63
3500	1.00	1.05	1.13	1.17	1.25	1.39	1.61	1.80
3600	1.03	1.07	1.18	1.26	1.35	1.53	1.84	2.08
3700	1.08	1.11	1.25	1.35	1.45	1.68	2.05	2.36
3800	1.19	1.23	1.35	1.53	1.64	1.90	2.33	2.65

для звезд HD 185395 класса F4 V и HD 38393 класса F6 V. В этом случае совпадение наших результатов с теорией вполне удовлетворительное. На рис. 6 сравнивается также наблюдаемая средняя кривая распределения энергии для спектрального класса F8 с теоретической кривой при $T_{\text{eff}} = 6000^\circ\text{K}$ и $\lg g = 1.8$ [10], а также с данными ОАО-2 [1] для звезды HD 170153 типа F7 V.

Теория непрерывных спектров звезд класса G и позднее отсутствует. Поэтому для этих классов звезд мы ограничимся сравнением найденных нами результатов с данными ОАО-2 для аналогичных классов звезд. Такое сопоставление для звезд классов G0 и G5 показывает (рис. 3) хорошее согласие наших измерений с данными ОАО-2 [2].

Как уже указывалось выше, имеется несколько звезд класса G5, распределение энергии в спектрах которых заметно отклоняется от средней кривой. Для уточнения их классификации полученные нами результаты сравнивались с данными ОАО-2 [2] для звезд HD 72905 класса G0 V и HD 150680 класса G0 IV (рис. 3). В результате мы приходим к выводу,

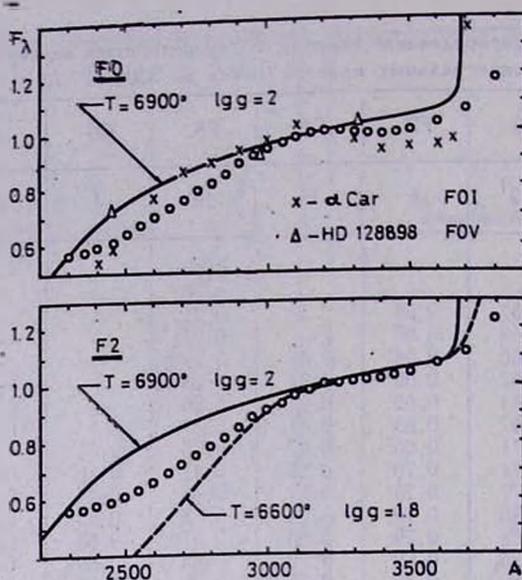


Рис. 5. Средние кривые распределения энергии спектральных классов F0—F2 (кружки). Сплошные и пунктирная линии — теоретические модели Парсонса [9, 10]. Для сравнения нанесены данные OAO-2 [1] и Gemini XI [11] для звезд HD 128898 и α Car.

что звезда SAO 011507, должно быть, скорее всего типа G0 IV—V, а не G5, как указано в каталоге SAO.

Аналогичным путем мы приходим к заключению о принадлежности звезд SAO 040769 и SAO 040818 спектральным типам G7 или G8 соответственно.

На рис. 4 приведено сопоставление результатов «Ориона-2» с OAO-2 для звезд K0. Совпадение обоих наблюдений для этого спектрального класса достаточно хорошее.

Так же обстоит дело и в случае средней кривой распределения энергии для звезд класса K2 (рис. 4); при этом результаты «Ориона-2» сравниваются с данными OAO-2 [1] для звезд HR 74 типа K2 III, а также с данными Аегеве 150 [12] для звезды α Воо класса K2 III.

4. Непрерывные спектры звезд неизвестных спектральных классов

Нами найдены также наблюдательные относительные распределения энергии в ультрафиолете для 38 звезд, спектральные типы которых хотя и неизвестны, но характер спектров которых указывает на их принадлежность к классам F—G. В табл. 5 приведены относительные интенсивности F_λ в интервале длин волн 2300—3800 Å в спектрах этих звезд с учетом депрессий в разных областях непрерывного спектра. Нами сделана попыт-

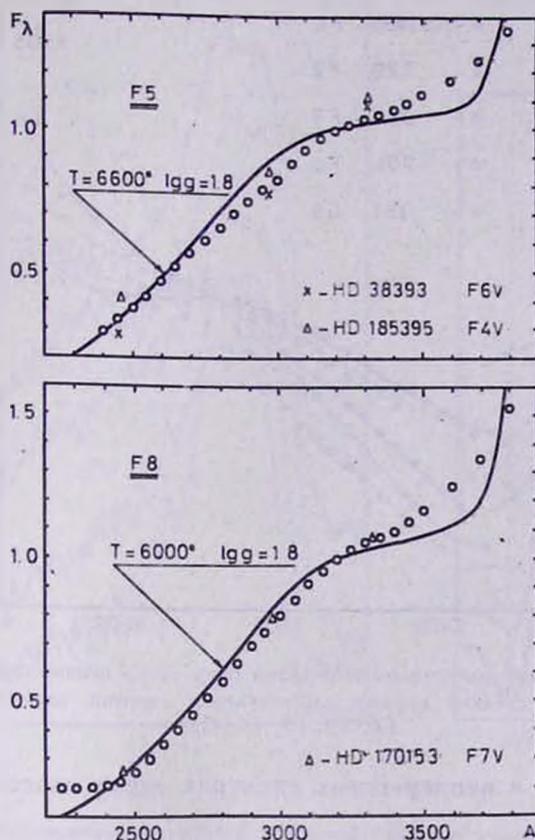


Рис. 6. Средние кривые распределения энергии спектральных классов F5—F8 (кружки). Сплошные линии — теоретические модели Парсонса [10]. Приведены также данные ОАО-2 [1] для звезд HD 185395, HD 38393 и HD 170153.

ка классифицировать эти 38 звезд неизвестных спектральных типов путем сопоставления их ультрафиолетовых спектров со средними кривыми распределения энергии в спектрах звезд классов F, G, выведенными нами выше (рис. 1—4 и табл. 6). Результаты этой классификации приведены в табл. 8 (второй столбец). В качестве примера на рис. 7 нанесены найденные нами распределения энергии в спектрах пяти звезд неизвестных спектральных классов (№ 1490, 720, 556, 791 и 381) наряду со средними кривыми распределения энергии для звезд классов F0, F2, F5, F8 и G5. Разумеется, до тех пор, пока можно пренебречь влиянием межзвездного селективного поглощения, классификация звезд этим способом может дать правильные результаты. Примеры микрофотометрических записей классифицированных нами звезд разных спектральных типов приведены на рис. 8.

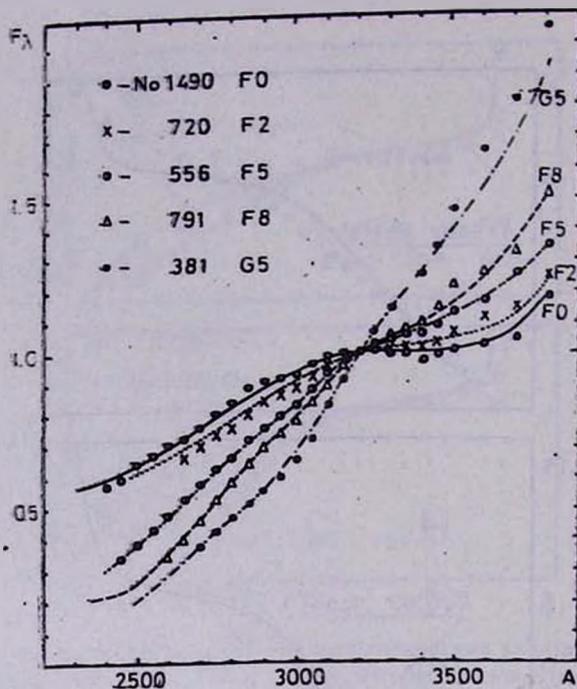


Рис. 7. Наблюдаемые распределения энергии пяти звезд неизвестных спектральных классов. Линии — средние кривые распределения энергии спектральных классов F0, F2, F5, F8, G5.

5. Депрессия в непрерывных спектрах звезд классов F, G, K

В спектрах исследованных нами звезд поздних спектральных классов присутствует большое количество сильных линий поглощения, слияние которых ведет к образованию депрессии в непрерывном спектре (эффект блокировки). Для звезд классов F и G наиболее характерны глубокие депрессионные полосы на 2950, 2800 и 2550 Å, ширина которых достигает 250 Å. Депрессия на 2950 Å обусловлена, в основном, двумя сильными полосами поглощения — 2937 и 2967 Å, принадлежащими нейтральным и ионизованным металлам (железо, титан и магний). Депрессия на 2800 Å обусловлена, в основном, резонансным дублетом ионизованного магния около 2800 Å, резонансной линией нейтрального магния 2852 Å, довольно сильной линией 2755 Fe II, а также линиями нейтрального и ионизованного никеля, титана, хрома и т. д. Следующая депрессия на 2550 Å обусловлена линиями нейтральных и ионизованных металлов (железо, хром, никель, титан и т. д.). Величина или мощность депрессии ощутимо меняется при переходе от одного спектрального класса к другому. Изменение характера и величины депрессии в зависимости от спектрального класса проиллюстрировано на рис. 9, представляющего собой фрагменты распределений энергии непрерывных спектров разных классов звезд в интервале 2500—3200 Å.

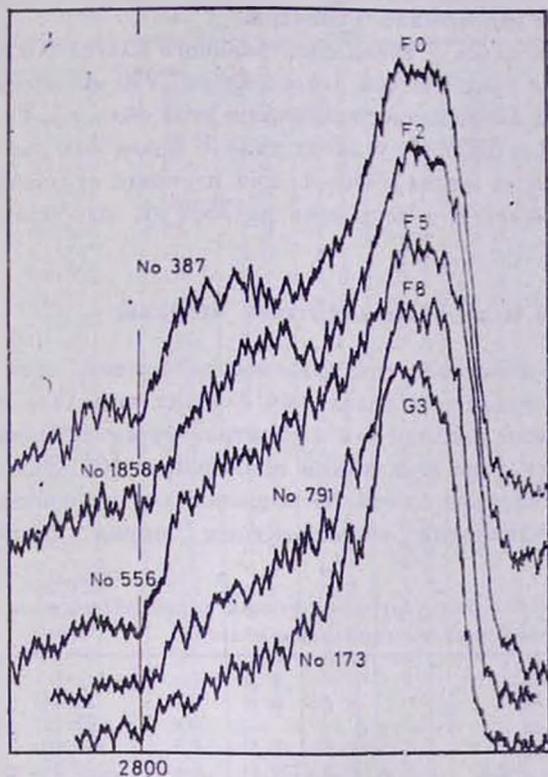


Рис. 8.

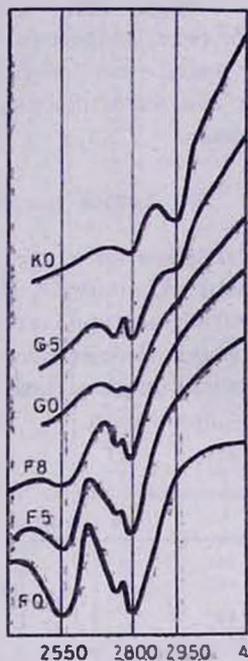


Рис. 9.

Рис. 8. Микрофотометрические записи классифицированных нами пяти звезд неизвестных спектральных классов.

Рис. 9. Фрагменты распределений энергии непрерывных спектров звезд разных классов в интервале длины волны 2500—3200 Å (усредненные кривые), иллюстрирующие изменение депрессии в зависимости от спектрального класса звезды.

Следует отметить, что на рисунке приведены средние кривые распределения энергии по данным нескольких звезд с учетом депрессий. Сразу бросается в глаза тот факт, что депрессии на 2800 и 2550 Å у звезд класса F0 намного сильнее, чем у звезд более поздних спектральных типов.

У звезд класса F5 также наблюдаются депрессии на 2800 и 2550 Å, но они несколько слабее, чем у звезд типа F0. Депрессия на 2800 Å у звезд типа F8 почти в 3—4 раза слабее, чем у F0, депрессия же на 2550 Å небольшая.

У звезд спектрального класса G0 депрессия на 2550 Å почти отсутствует, но появляется заметная депрессия на 2950 Å.

Депрессия на 2800 Å у звезд типа G5 довольно слабая по сравнению со спектральным типом F, зато ощутимой становится депрессия на 2950 Å.

Слияние этих депрессий вызывает общую депрессию, приведшую к понижению уровня в обширной части непрерывного спектра.

Депрессия на 2800 Å очень слаба у звезд спектрального класса K0 и почти исчезает у класса K2. Для этих классов депрессия на 2950 Å очень сильна и существенно меняет вид непрерывного спектра в этой области. Таким образом, депрессия на 2800 и 2550 Å у звезд типа F более сильны, чем у звезд типа G—K. Депрессия же на 2950 Å при переходе от звезд класса F к более поздним усиливается, а депрессия на 2800 Å, наоборот, ослабевает.

6. Линии поглощения и их эквивалентные ширины

Несмотря на относительно невысокое спектральное разрешение спектрограмм «Ориона-2», все-таки удалось в отдельных случаях выделить и измерить ультрафиолетовые линии поглощения в спектрах рассмотренных нами звезд. Вероятное отождествление этих линий приведено в [6]. Эквивалентные ширины некоторых из этих линий поглощения для изученных звезд приведены в табл. 7 (значения эквивалентных ширин линий

Таблица 7
Эквивалентные ширины (в Å-ах) некоторых ультрафиолетовых линий поглощения в спектрах звезд известных спектральных классов

Звезда SAO	Спектр	3080 Fe I, Ti II	2967 Fe I	2937 Fe I, Ti II, Mg II	2882 Si I	2852 Mg I	2800 Mg II	2755 Fe II	2640 Fe II, Ti II	2610 Fe II, Ni II
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
011349	F0	2.6	3.3	3.5	5.3	8	27.9	15.7	***	***
021809	F0	3.2	3.2	3.4	6.5	18	30.2	16.2	***	***
021858	F0	2.7	3.1	3.3	5.3	16	24.4	15.2	**	5.7
022122	F0	3.2	3.0	2.9	6.0	12	22.3	15.6	***	***
040136	F0	***	3.3	3.2	5.1	12	29	15.4	4.8	3.2
040617	F0	2.9	3.1	3.3	5.9	—	21.8	15.6	4.0	5.3
040717	F0	2.9	3.3	2.6	6.7	—	27.3	15.4	**	**
040800	F0	2.9	3.3	3.3	6.2	—	26.9	15.8	3.8	5.5
040840	F0	3.3	3.4	3.2	6.3	—	22.7	14.4	2.8	6.9
011393	F	3.3	3.2	3.2	5.6	—	38.3	16.0	***	***
011398	F2	3.3	3.6	3.8	8.2	18	29.5	17.4	***	7.3
021935	F2	4.3	3.5	3.9	6.1	16	26.5	16.4	***	***
022011	F2	4.3	**	3.9	6.9	—	—	**	***	6.0
040036	F2	3.1	3.5	3.3	5.2	12	33	17.2	4.4	10.2
011326	F5	5.8	4.0	4.1	6.5	19	38.3	18.3	***	***
011417	F5	5.1	**	4.3	5.9	15	29.0	**	***	7.3
011523	F5	**	3.7	4.5	6.5	12	28.7	18.0	***	**
011529	F5	7.4	4.1	4.5	6.9	14	25.7	18.2	***	8.7
021723	F5	5.5	3.4	4.0	7.1	17	34.9	17.5	**	**
021726	F5	6.4	3.8	4.1	8.1	15	36.0	18.3	***	***
022022	F5	7.1	**	4.5	7.3	—	—	**	***	**
040370	F5	5.3	3.9	3.8	7.1	—	36	18.0	**	8.9
040889	F5	4.7	4.1	4.3	7.0	—	23.9	16.9	**	**
040729	F5	3.7	3.5	4.3	7.1	—	35.8	18.6	3.7	8.0

Таблица 7 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
040771	F5	4.3	4.0	4.2	7.1	—	33.7	19.6	**	**
011511	F8	6.5	4.1	4.7	8.9	14	31.1	16.8	**	9.0
040733	F8	4.9	4.3	4.5	8.8	—	35.3	16.7	*	8.2
040777	F8	4.1	3.9	4.6	7.3	—	23.5	17.8	6.3	7.2
040780	F8	4.3	4.1	4.6	10.4	—	32.8	16.9	**	**
040827	F8	5.1	4.2	4.7	5.0	—	31.1	17.0	**	**
040830	F8	5.0	4.2	**	7.3	—	46.3	17.6	4.6	4.4
040836	F8	4.2	4.1	4.5	9.0	—	38.8	18.1	**	**
011547	G0	4.9	4.4	6.0	8.3	14	39.7	16.0	***	***
011602	G0	5.1	4.3	5.3	5.4	—	—	16.4	***	***
040124	G0	5.3	4.6	5.1	7.0	16	50	16.0	4.2	8.7
040856	G0	5.1	4.5	4.8	7.5	—	—	16.0	***	***
011401	G5	2.2	**	7.5	6.5	9	18.1	**	***	***
011507	G5	3.7	**	7.2	5.1	14	28.2	**	***	5.6
011515	G5	3.0	**	6.6	7.0	15	29.1	**	***	***
011544	G5	3.9	5.4	7.1	6.0	10	22.5	13.0	***	***
022028	G5	4.4	**	7.6	6.5	—	—	**	***	***
040053	G5	4.9	5.4	5.7	7.0	15	31.5	14.1	***	***
040142	G5	4.3	5.2	5.3	6.2	—	22	13.9	3.7	7.7
040146	G5	4.3	5.8	5.2	6.8	17	25	12.5	5.1	5.7
040158	G5	4.0	6.0	6.6	6.2	14	30	13.3	3.8	4.9
040213	G5	3.8	5.6	6.5	6.6	—	—	13.0	***	***
040289	G5	4.5	5.8	7.2	**	17	45	11.4	4.0	4.6
040726	G5	3.2	5.3	5.4	7.3	—	31.5	13.0	**	*
040742	G5	4.1	5.9	6.9	**	—	—	**	**	**
040769	G5	3.4	6.2	7.0	6.2	—	—	11.6	**	5.5
040818	G5	2.8	5.6	8.1	***	—	37.8	13.6	**	**
040859	G5	4.4	**	7.1	7.7	—	—	**	***	***
040021	G5	4.0	5.8	—	**	—	32.3	13.0	***	***
021832	K0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
040242	K0	3.3	7.4	7.5	**	10	10	**	***	***
040305	K0	3.3	8.0	9.3	5.2	6	8.6	10.6	***	***
040329	K0	2.7	8.2	8.8	4.5	—	13.7	10.4	***	***
040352	K0	2.0	7.6	8.0	4.7	—	10.0	10.3	***	***
040196	K2	**	8.6	8.7	3.8	—	—	**	***	***
040341	K2	**	9.6	10.3	3.9	—	—	9.2	***	***

* — ость след.

** — сомнительно.

*** — отсутствует.

2800 Mg II и 2852 Mg I взяты из [13, 14]). Как следует из приведенных данных, величина эквивалентной ширины линии поглощения, например, ионизованного титана 3080 Å Ti II больше у звезд классов F5—F8, меньше у классов G—K. То же самое можно сказать и о эквивалентной ширине линии поглощения ионизованного железа 2755 Å Fe II; она больше у звезд классов F5—F8 и меньше у класса K.

Определенный интерес представляют также линии 2967 Å Fe I и 2937 Å Fe II, эквивалентные ширины которых для звезд типа F наименьшие и возрастают при переходе к более поздним спектральным классам.

Ранее нами была введена величина Q , представляющая собой отношение эквивалентных ширин линий поглощения 2755 Fe II и 2967 Fe I, в качестве критерия спектрального класса звезды [6]. Пользуясь эмпирической зависимостью Q от спектрального класса (рис. 11 в [6]), была сдела-

на попытка классифицировать звезды неизвестных спектральных классов, входящие в наш список; результаты представлены в табл. 8 (столбец 3).

Таблица 8

Сводка результатов спектральной классификации звезд неизвестных классов

№ по [3]	По непрерывн. спектру	По методу Q	По [4]	По [14]
30	F0	F0	A8	F1
103	F0	F0	F0	F0
173	G3	—	G3	G6
381	G5	—	G3	—
384	G3	—	G2	—
387	F0	F0	A8	F0
471	F0	F0	F0	F0
520	F0	F0	F2	F0
556	F5	F5	F5	F9
640	F0	F0	F0	A9
676	F0	F0	F0	F0
685	F0	F0	F2	F0
697	F0	F0	F0	F1
717	F0	—	A7	A3
720	F2	F2	F2	A9
751	F5	F5	F5	F5
758	F2	F0	F0	A9
767	F2	—	F2	F0
791	F8	F8	F8	F8
807	F8	F8	G0	G0
817	F0	F0	F5	A9
889	F0	—	F0	F6
952	F8	—	G0	—
1032	F0	F0	F0	F0
1113	F0	—	F0	F0
1150	F0	F2	F1	F3
1200	F5	F5	F4	F4
1342	F5	F2	F2	F0
1490	F0	F0	F0	—
1693	F8	F8	G0	F4
1731	F3	—	F3	A9
1737	F5	F5	F5	—
1858	F2	F2	F0	F1
1888	F5	—	F3	F0
1968	F2	F2	F2	—
2016	F0	F0	F3	A9
2070	F0	F0	F0	F0
2106	F0	F0	F0	F0

В этой же таблице приведены результаты классификации этих же звезд, проведенной по методу «ультрафиолетовых спектров» О. В. Оганесяном [4] (столбец 4) и по интенсивности 2800 Mg II Р. А. Асатрянном [14] (столбец 5). Как видим, внутреннее согласие между этими результатами достаточно хорошее.

Заключение

По результатам обработки и измерений ультрафиолетовых спектрограмм, полученных с помощью «Ориона-2» для 60 звезд спектральных классов F, G, K, были найдены наблюдаемые распределения энергии в не-

прерывных спектрах звезд, усредненные для классов F0, F2, F5, F8, G0, G5, K0 и K2 в ультрафиолете — в диапазоне длин волн от 3800 до 2400 Å, иногда до 2300 Å; эти результаты представлены в табл. 6.

Для звезд классов F0, F2, F5 и F8 наблюдаемое распределение энергии в непрерывных спектрах оказалось в хорошем согласии с теоретической моделью звездных фотосфер Парсонса.

На основании полученных результатов были уточнены спектральные классы для 11 звезд.

Найдены наблюдаемые распределения энергии в ультрафиолете в спектрах 38 звезд неизвестных спектральных классов. Одновременно была сделана попытка оценить их спектральные классы.

Попутно были изучены депрессии в непрерывных спектрах исследованных звезд, а также найдены эквивалентные ширины некоторых ультрафиолетовых линий поглощения.

Ռ. Ա. ԵՔՐԵՄՅԱՆ

F, G, K ՍՊԵԿՏՐԱԿ ԴԱՍԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐԱԿՆԻՍԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԱՊԵՆՏՐԻ ՈՒՆԲԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆ ՏԻՐՈՒՅԹՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

Աշխատանքում բերված են «Օրիոն-2» աստղադիտարանի օգնությամբ ստացված 98 F, G, K սպեկտրալ դասի աստղերի ուլտրամանուշակագույն սպեկտրների չափման արդյունքները:

Հայտնի սպեկտրալ դասեր ունեցող 60 աստղերի անընդհատ սպեկտրների դիտված էներգետիկ բաշխումները $\lambda\lambda 3800-2300$ Å տիրույթում լավ են համապատասխանում Պարսոնսի տեսական հաշվումների, ինչպես նաև այլ հեղինակների նույնանման սպեկտրալ դասի աստղերի դիտողական տվյալների հետ: Ճշտված է 11 հայտնի սպեկտրալ դասերով աստղերի դասակարգումը: Կատարված է անհայտ սպեկտրալ դասի 38 աստղերի սպեկտրալ դասակարգում: Հաստատված է, որ F, G, K տիպի աստղերի մոտ $\lambda 2950, 2800$ և 2550 Å ալիքային երկարության տիրույթում գոյություն ունի էներգիայի անընդհատ բաշխվածության դեպրեսիա: Զափված են որոշ կլանման գծերի էքվիվալենտ լայնությունները:

R. A. EPREMYAN

ULTRAVIOLET SPECTROPHOTOMETRES OF F, G, K
TYPE STARS

S u m m a r y

The ultraviolet spectra of F, G, K spectral type stars obtained with the help of space observatory "Orion-2" are examined. The obser-

ved energy distributions in the region of 3800—2300 Å are in good accordance with the Parsons's theoretical model as well as with the data of other observations. The spectral classes for the 11 known spectral type stars are corrected. The classification for 38 stars of unknown spectral type are made. The existence of depressions on 2950 Å, 2800 Å and 2550 Å in the continuous spectrum of F, G, K type stars are confirmed. The equivalent widths of some absorption lines are measured.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Doherty L. R.* Ap. J., 178, 727, 1972.
2. *Savage B. D., Caldwell J. J.* Ap. J., 187, 197, 1974.
3. *Гурздян Г. А.* Сообщ. Бюрак. обс., 48, 5, 1976.
4. *Оганесян О. В.* Сообщ. Бюрак. обс., 48, 14, 1976.
5. *Оганесян Дж. Б.* Сообщ. Бюрак. обс., 48, 68, 1976.
6. *Епремян Р. А.* Сообщ. Бюрак. обс., 48, 137, 1976.
7. *Blasco V. M., Demers S., Douglass G. G., Fitzgerald M. P.* U. S. Naval Obs. Publ., 2nd series, 21, Washington, 1968.
8. *By Ulf Sjögren*, Arkiv för Ast., Band 3, 27, 339, 1964.
9. *Kondo Y., Henize K. G., Kotila C. L.* Ap. J., 159, 927, 1970.
10. *Parsons B.* Ap. J., Suppl. 18, 159, 127, 1969.
11. *Kondo Y., Henize K. G., Kotila C. L.* IAU Symposium № 36. Dordrecht-Holland, p. 180, 1970.
12. *Kondo Y.* Ap. J., 171, 605, 289, 1975.
13. *Гурздян Г. А.* PASP, 87, 289, 1975.
14. *Асатрян Р. С.* Сообщ. Бюрак. обс., 48, 187, 1976.