

АКАДЕМИЯ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

АСТРОФИЗИКА

ТОМ 17

АВГУСТ, 1981

ВЫПУСК 3

УДК 524.31

ВНЕАТМОСФЕРНЫЕ И НАЗЕМНЫЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ГРУППЫ ЗВЕЗД КЛАССОВ F, G И K

Р. А. ЕПРЕМЯН

Поступила 23 сентября 1980

Принята к печати 27 мая 1981

В работе приведены результаты спектрофотометрических измерений 22 звезд классов F, G и K в широком диапазоне длин волн — от 2400 Å до 4800 Å. Наблюдаемые распределения энергии непрерывных спектров этих звезд в целом находятся в хорошем согласии с новейшими теоретическими моделями звездных атмосфер Куруча. В отдельных случаях, когда звезда двойная, обнаружены расхождения между наблюдениями и теорией. Привлечение ультрафиолетовых наблюдений и построение комбинированных спектров позволяют существенно повысить надежность нахождения классов светимостей компонентов двойных звезд. Показано на конкретных примерах, что комбинированный метод наблюдений спектров звезд (наземные + внеатмосферные) может стать мощным средством для открытия гиганта или сверхгиганта среднего или позднего класса в качестве одного из компонентов неразрешимых двойных систем.

1. *Введение.* Настоящая работа посвящена спектрофотометрическим наблюдениям спектров 22 звезд промежуточных спектральных классов F, G и K в области неба вокруг Капеллы, в интервале длин волн от 2400 Å до 4800 Å. Наблюдательный материал получен в ультрафиолетовой области спектра (2400—3800 Å) в 1973 г. с помощью орбитальной обсерватории «Орион-2», а для длинноволновой области (3500—4800 Å) по наземным наблюдениям, проведенным нами в 1976 г. на 70-см менисковом телескопе Абастуманской обсерватории в сочетании с 8-градусной объективной призмой. Список исследованных звезд представлен в табл. 1. Для большинства из них класс светимости оказался неизвестным, поэтому сперва была проведена нами общая для всех этих 22 звезд классификация как спектра, так и светимости согласно критериям, применяемым в Абастуманской обсерватории (четвертый столбец табл. 1). В последнем столбце даны расстояния звезд, найденные по их визуальной величине и абсолютной

светимости, без поправки за межзвездное поглощение, имея в виду, что расстояния звезд не превышают 300 пс (за исключением одного случая).

Таблица 1

СПИСОК ИССЛЕДОВАННЫХ ЗВЕЗД

Звезда		V	Спектр	r (пс)
SAO	HD			
040136	33602	8.6	F0 IV	191
040036	32751	8.3	F2 IV	151
040226	34331	8.4	F2 IV + F2 IV	158
040251	34533	6.5	F2 IV + A	48
040256	34601	8.3	F2 IV	151
040170	33878	8.2	F3 IV	144
040077	33167	5.6	F4 V	26
040104	33381	8.2	F5 V	83
040008	32416	6.6	F8 IV	63
040213	34248	8.1	F8 I	1900
040370	35830	8.7	F8 V	79
040124	33520	8.4	G0 IV	58
040142	33686	8.8	G2 V	63
040146	33732	8.2	G4 IV	105
040053	32948	8.7	G5 IV	132
040158	33798	7.0	G5 III	158
040289	34887	8.1	G5 IV	100
040329	35312	8.1	K0 V	29
040352	35585	8.2	K0 III	251
040242	34498	6.7	K2 III	151
040341	35496	7.9	K2 III	263
040196	34145	8.1	K3 I I	298

Дисперсионная кривая была построена обычным способом, по линиям поглощения водорода, а характеристическая кривая — по стандартным снимкам, полученным с помощью ртутной лампы и девятиступенчатого кварцевого ослабителя. Кривая же относительной спектральной чувствительности (редукционная кривая) 70-см телескопа с объективной призмой (дисперсия 166 А/мм у H_{γ}) и с фотопластинкой Кодак-11а-0 была построена с использованием тех же трех звезд класса А0 (SAO 040194, 040265 и 040280), которые ранее были использованы при построении аналогичной кривой для ультрафиолетовой области спектральных снимков «Ориона-2» [1]; при этом в качестве спектра сравнения была взята мо-

дель Веги (A0 V) при $T_{\text{эфф.}} = 9400$ К и $\lg g = 3.95$ [2]. Найденные таким путем числовые величины коэффициента редукции δ_{λ} для длинноволновой области приведены в табл. 2. Для упомянутых 22 звезд были получены и обработаны 66 спектрограмм в области 3500—4800 Å. Измерения проводились с интервалами $\Delta\lambda = 25$ Å, а иногда 10 Å. По результатам измерений трех спектрограмм для каждой звезды были найдены среднеквадратичные ошибки; они оказались порядка 10% на 3600 Å и 4600 Å

Таблица 2

ЧИСЛОВЫЕ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА РЕДУКЦИИ δ_{λ} ДЛЯ 70-СМ МЕНИСКОГО ТЕЛЕСКОПА АБАСТУМАНСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ В КОМБИНАЦИИ С 8° ОБЪЕКТИВНОЙ ПРИЗМОЙ И С ФОТОПЛАСТИНКОЙ КОДАК-ПА-0

λ , Å	$\lg \delta_{\lambda}$	λ , Å	$\lg \delta_{\lambda}$	λ , Å	$\lg \delta_{\lambda}$
4800	-0.18	4350	-0.10	3900	+0.24
4750	-0.19	4300	-0.07	3850	+0.32
4700	-0.20	4250	-0.04	3800	+0.33
4650	-0.20	4200	0	3750	+0.34
4600	-0.19	4150	+0.03	3700	+0.39
4550	-0.18	4100	+0.07	3650	+0.48
4500	-0.16	4050	+0.10	3600	+0.61
4450	-0.14	4000	+0.13	3550	+0.77
4400	-0.12	3950	+0.17	3500	+0.99

относительно среднего уровня непрерывного спектра. Найденные в результате измерений распределения энергии в их непрерывных спектрах исправлены за влияние межзвездного избирательного поглощения. Результаты же наблюдений в коротковолновой области спектра (2400—3800 Å) опубликованы в [3].

2. *Распределение энергии в области 2400—4800 Å.* Нами сделана попытка увязать обе кривые распределения энергии в ультрафиолетовой и видимой областях, несмотря на то, что ошибки измерения на месте стыковки обеих частей спектра сравнительно велики. Интенсивность на месте стыковки — на длине волны 3700 Å — принята за единицу. Основная цель увязки — нахождение распределения энергии на всей протяженности спектра — от 2400 до 4800 Å; подобная работа в отношении избранной группы звезд проводится впервые. Полученные при этом результаты сопоставляются затем с теоретическими моделями фотосфер звезд, рассчитанными Куручом [2], а также с данными для других звезд тех же спектральных классов, полученными с помощью ОАО-2 [4, 5] и запусков ракет „Aero-bee“ [6].

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

Класс F. В нашем списке имеются 11 звезд этого спектрального класса, которые, согласно нашей классификации, принадлежат IV и V классам светимости (за исключением звезды SAO 040213, сверхгиганта типа F8). Три из этих звезд (SAO 040251, 040008 и 040370) обладают спектральными особенностями и поэтому они будут рассматриваться отдельно. Распределения же энергии для остальных 8 звезд в диапазоне 2400—4800 А показаны на рис. 1 (здесь и на последующих рисунках точками обозначены результаты «Ориона-2», а кружками — результаты обработки Абастуманских пластинок).

На рис. 1 распределение энергии звезды SAO 040136 спектрального типа F0 IV сравнивается с теоретической моделью для $T_{\text{эфф.}} = 7500$ К и $\lg g = 4$ (сплошная линия). Согласие наблюдений с этой моделью, как видим, достаточно хорошее как в ультрафиолетовой, так и в видимой областях.

Результаты измерений для звезд SAO 040036, 040226 и 040256 спектрального класса F2 IV (рис. 1) сопоставляются с моделью для $T_{\text{эфф.}} = 7000$ К и $\lg g = 4$. И здесь наблюдения хорошо следуют за моделью. Для звезды SAO 040036 сравнение в ультрафиолете проводилось также с результатами наблюдений ОАО-2 для звезды HD 128167 типа F2 V [4].

Звезда SAO 040226 согласно каталогу AGK₂ является двойной ($m_1 = 9^m0$ и $m_2 = 8^m7$). На наших пластинках спектрограммы обоих компонентов оказались разделенными и указывают на их принадлежность типу F2 IV.

На рис. 1 показаны также распределения энергии для звезд SAO 040170 (F3 IV), SAO 040077 (F4 V) и SAO 040104 (F5 V) наряду с теоретическими спектрами при $T_{\text{эфф.}} = 6500$ К и $\lg g = 4.0$ и 3.25. В случае звезд SAO 040170 и 040104 наши результаты оказались в хорошем согласии на протяжении всего диапазона (2400—4800 А) с потоками при $T_{\text{эфф.}} = 6500$ К и $\lg g = 3.25$. Распределение энергии в непрерывном спектре звезды SAO 040077 сравнивается также с наблюдательными данными ОАО-2 для звезды HD 61421 типа F5 IV—V [4]. Обращает на себя внимание тот факт, что в некоторых областях спектра теоретическая кривая проходит систематически выше наблюдаемой кривой. Наряду с этим в определенных областях спектра (2640—2710 А, 2900—2960 А, 3110—3160 А) результаты наших наблюдений оказались в согласии с данными ОАО-2.

Последняя наблюдательная кривая на рис. 1 принадлежит сверхгиганту SAO 040213 спектрального типа F8. Эта кривая оказалась в полном согласии с теоретической моделью для $T_{\text{эфф.}} = 6000$ К и $\lg g = 2$ как в ультрафиолетовой, так и в видимой областях спектра.

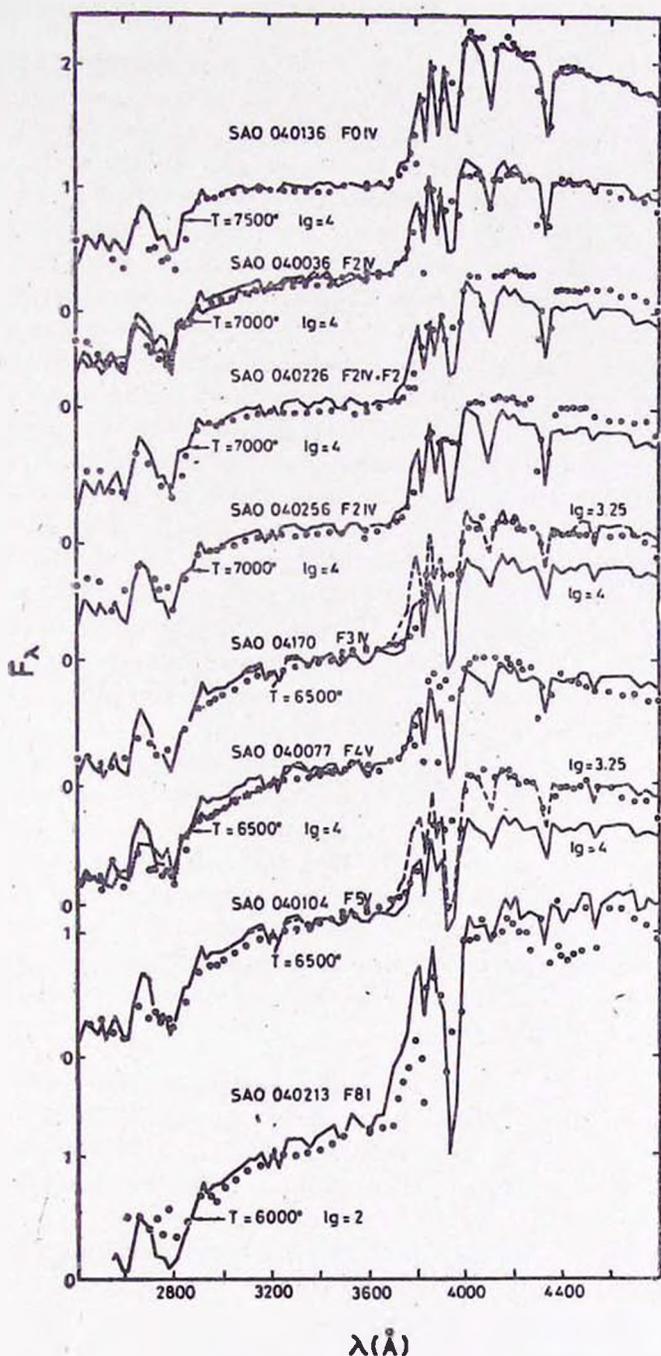


Рис. 1. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах группы звезд типа F в области 2400—4800 Å; точки — наблюдения «Ориона-2»; кружки — наземные наблюдения. Сплошные и пунктирные линии — теоретические модели [2]. Точечные линии — результаты наблюдений OAO-2 звезд HD 128167 (F2 V) и HD 61421 (F5 IV—V).

Класс G. Из шести звезд этого спектрального класса одна, SAO 040158, является нормальным гигантом типа G5, на чем остановимся отдельно. Для остальных пяти звезд IV—V классов светимости результаты наших измерений представлены на рис. 2. При этом для звезды SAO 040124 класса G0 IV наблюдаемые точки следуют за теоретической моделью при $T_{\text{эфф.}} = 6000$ К и $\lg g = 4$ во всем ультрафиолетовом диапазоне, до бальмеровского скачка, а в длинноволновой части эти точки оказались выше теоретической кривой. Однако, когда мы перешли к другой модели, а именно, $T_{\text{эфф.}} = 5500$ К и $\lg g = 3.5$, согласие между ними в обоих диапазонах оказалось хорошее. Распределение энергии в спектре этой звезды находится в соответствии с тем, что дают наблюдения ОАО-2 для звезд HD 150680 того же класса G0 IV [5]. Любопытно, что отклонения от теоретической кривой в отдельных участках спектра по характеру одинаковые как в случае наших наблюдений, так и наблюдений ОАО-2.

Распределение энергии в спектре другой звезды, SAO 040142, класса G2 V (в каталоге SAO она классифицируется как G5) сравнивается с теоретическим спектром при $T_{\text{эфф.}} = 5770$ К и $\lg g = 4.44$, а также распределением потока в спектре Солнца [7] (рис. 2). Как видим, модельное распределение потока в видимом диапазоне проходит ниже наблюдаемых точек. В то же время наши наблюдения находятся в хорошем согласии с данными ОАО-2 для звезды HD 188376 типа G5 V.

На рис. 2 приведены также кривые распределения энергии трех звезд класса G5 IV (SAO 040146, 040053 и 040289) наряду с теоретической кривой при $T_{\text{эфф.}} = 5500$ К и $\lg g = 3.5$, а также с наблюдательными данными ОАО-2 для звезды HD 188376 типа G5 V. Картина и здесь аналогична той, которую мы имели выше, то есть отклонения от теоретической кривой носят локальный характер и связаны с одними и теми же областями спектра. Возможно эти отклонения исчезли бы, если привлечь модели, соответствующие более низким температурам — ниже 5500 К. Однако такие модели пока отсутствуют.

Класс K. Распределения энергии в диапазоне 2400—4800 Å в спектрах пяти звезд этого класса представлены на рис. 3. Кривые распределения энергии для звезд SAO 040329 (K0 V) и SAO 040352 (K0 III) в ультрафиолетовой области сравниваются с наблюдательными данными ОАО-2 для звезды HD 197989 класса K0 III.

И, наконец, в распределениях энергии в спектрах звезд SAO 040242, 040341 (K2 III) и SAO 040196 (K3 III) налицо внутреннее согласие как с наблюдениями ОАО-2 (для звезды HD 12929 класса K2 III), так и с наблюдениями "Aerobee-150" (для α Boo) [6].

3. Об аномальных звездах типа F и G. Представим себе ситуацию, когда звездная пара, неразрешимая при наших условиях наблюдений, со-

стоит из двух звезд одного и того же спектрального класса, но одна из которых является обычным карликом (класс светимости V), а вторая гигантом или сверхгигантом (класс светимости II или I). Если мы будем рас-

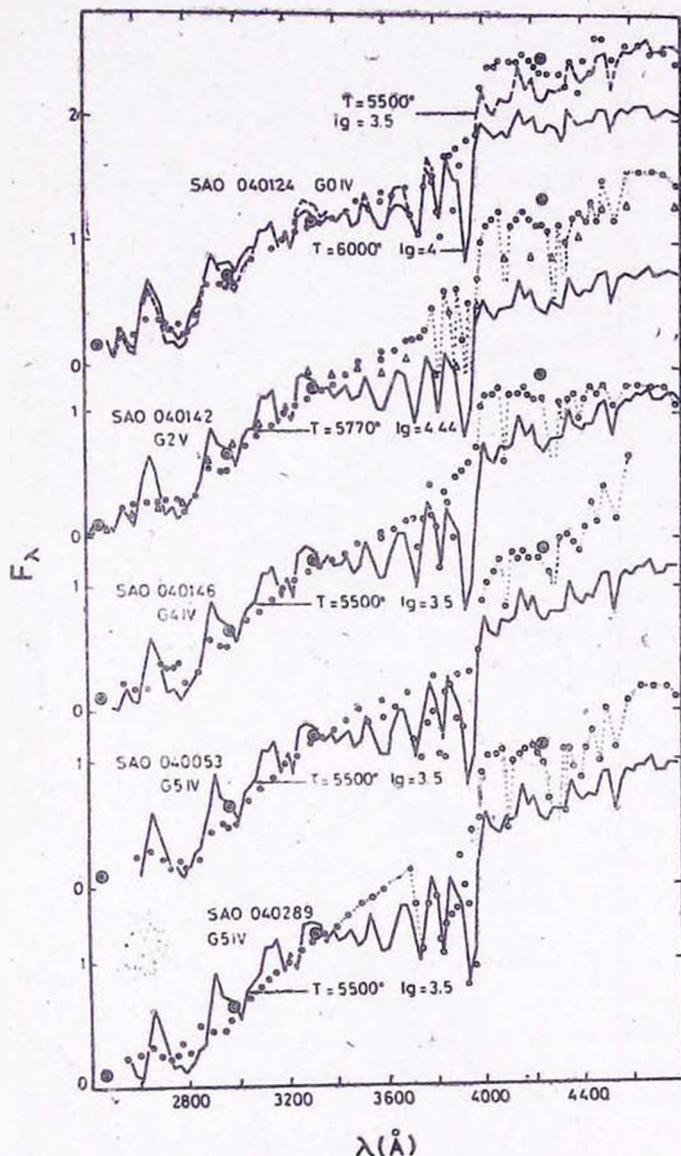


Рис. 2. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах группы звезд типа G в области 2500—4800 Å (точки и кружки). Сплошные и пунктирные линии — теоретические модели [2]; большие кружки — наблюдения OAO-2 HD 150680 (G0 IV) и HD 188376 (G5 V); треугольники — распределения энергии в спектре Солнца [7].

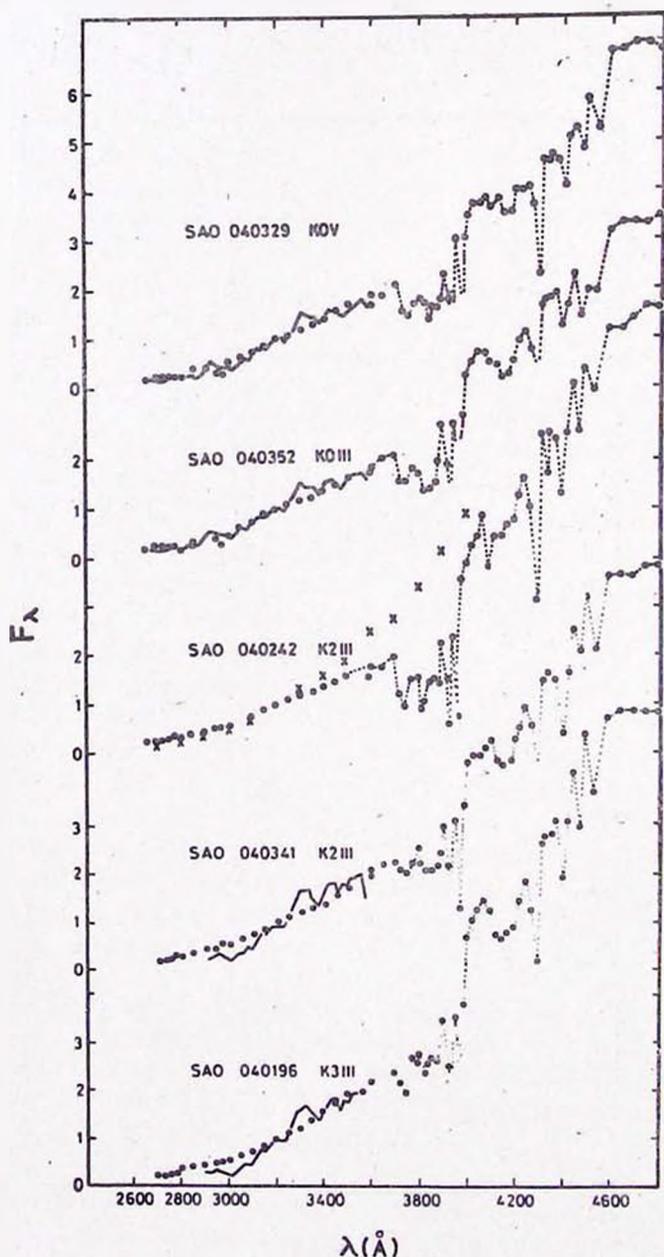


Рис. 3. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах группы звезд класса К в области 2600—4800 Å (точки и кружки). Сплошные линии — наблюдения ОАО-2 HD 197989 (K0 III) и HD 12929 (K2 III); крестики — наблюдения „Аеробее-150“ для « Воо (K2 III).

полагать данными о наблюдаемом распределении энергии в непрерывном спектре указанной пары как в оптическом диапазоне, так и в ультрафиолете, то мы сможем определить спектральные классы составных звезд, поскольку перепад, то есть контраст между общими уровнями непрерывного спектра в оптическом диапазоне (длиннее 3600 Å) и ультрафиолете (короче 3600 Å) зависит от величины g , причем в довольно ощутимой степени. При этом минимальный перепад или наименьший контраст мы будем иметь у звезд V класса светимости (g наибольшее).

Следовательно, комбинированные наблюдения — наземные и внеатмосферные — позволят, во всяком случае в принципе, найти как спектральные классы, так и, в особенности, классы светимостей компонентов звездных пар, практически неразрешимых в обычных условиях наблюдений с применением объективных призм.

Как уже было упомянуто выше, имеются отдельные случаи, когда распределения энергии рассматриваемых звезд на протяжении всего диапазона 2400—4800 Å находятся в противоречии с моделями, соответствующими их спектральным классам. При этом отклонения, как правило, охватывают обширную область спектра. Как показывает анализ, в этих случаях мы имеем дело как раз с той ситуацией, о которой речь шла выше. Останемся на этих аномальных случаях более подробно.

SAO 040251. Эта звезда представляет собой двойную систему, один из компонентов которой принадлежит к спектральному типу F2 ($V = 6.54$; $B-V = 0.60$; $U-B = 0.365$), а второй — A2 ($V = 9.32$; $B-V = 0.175$; $U-B = 0.02$) [8, 9]. По другим данным спектральные классы компонентов A2 V + G III [10].

Найденное нами распределение энергии в спектре этой звезды в интервале 2400—4800 Å приведено на рис. 4 наряду с теоретическими моделями при $T_{\text{эфф.}} = 7000$ К и трех значениях $\lg g$: 4, 3 и 2.65. Как видим, согласие наблюдений с этими моделями полное для ультрафиолетового диапазона (2400—3600 Å). Однако этот факт просто констатирует слабую зависимость распределения энергии в ультрафиолете от светимости звезды.

Таким образом, найденное нами распределение энергии в ультрафиолете этой звезды указывает на ее принадлежность к спектральному типу F2, сказать же что-либо определенное о ее классе светимости мы не можем. В то же время в длинноволновой области спектра распределение энергии находится в хорошем согласии с теоретической моделью при $\lg g = 2.65$, что соответствует нормальному гиганту. Между тем, по критериям Абастуманской классификации эта звезда принадлежит IV классу светимости, то есть является почти нормальным карликом. Возможно это противоречие является следствием того, что рассматриваемая звезда — двойная. По-ви-

димому, не случайно имеющиеся классификации для этой звезды столь противоречивы — от F2 + A2 до A2 V + G III.

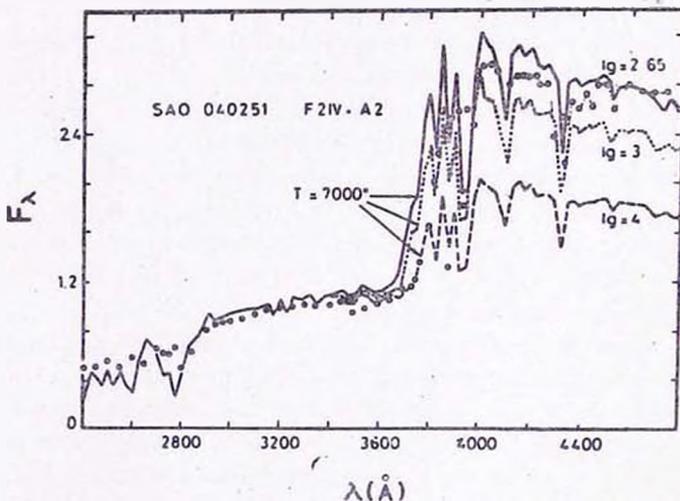


Рис. 4. Наблюдаемое распределение энергии в спектре звезды SAO 040251 в области 2400—4800 Å (точки и кружки). Сплошная и пунктирные линии — теоретические модели при $T_{\text{эфф.}} = 7000$ К и $\lg g = 4; 3; 2.65$.

Если один из компонентов принадлежит типу A2, то результирующее распределение в ультрафиолетовой части должно было бы расположиться выше наблюдаемого и не соответствовать эффективной температуре 7000 К. Это, однако, не имеет места. В действительности наблюдаемое распределение в ультрафиолетовой части соответствует теоретической модели для спектрального класса F2, а наблюдение в длинноволновой области не противоречит теоретической модели для спектрального класса G0 III. Исходя из этого, можно прийти к выводу, что компоненты этой двойной системы соответствуют спектральным классам, близким к F2 IV + G0 III.

SAO 040008 и 040370. Согласно Абастуманской классификации звезды SAO 040008 и 040370 принадлежат к спектральным типам F8 IV и F8 V соответственно. Распределения энергии в их непрерывных спектрах представлены на рис. 5. Видно, что наблюдения в диапазоне 2400—4800 Å хорошо согласуются с теоретической моделью при $T_{\text{эфф.}} = 6000$ К для обеих звезд, но при разных значениях g : $\lg g = 1.25$ в случае первой звезды и $\lg g = 1.65$ — в случае второй.

Однако это расхождение может быть легко устранено, если предположить, что SAO 040008 является двойной системой (по каталогу Бичвара так и есть) и что слабый компонент ($V = 8.2$) является сверхгигантом спектрального класса F8 или позднее.

Наблюдаемая кривая распределения энергии в видимой области спектра в случае звезды SAO 040370 (F8 V) оказалась выше теоретической кривой. Мы полагаем, что и эта звезда является двойной системой, хотя в литературных источниках нам не удалось найти данных на этот счет. Если

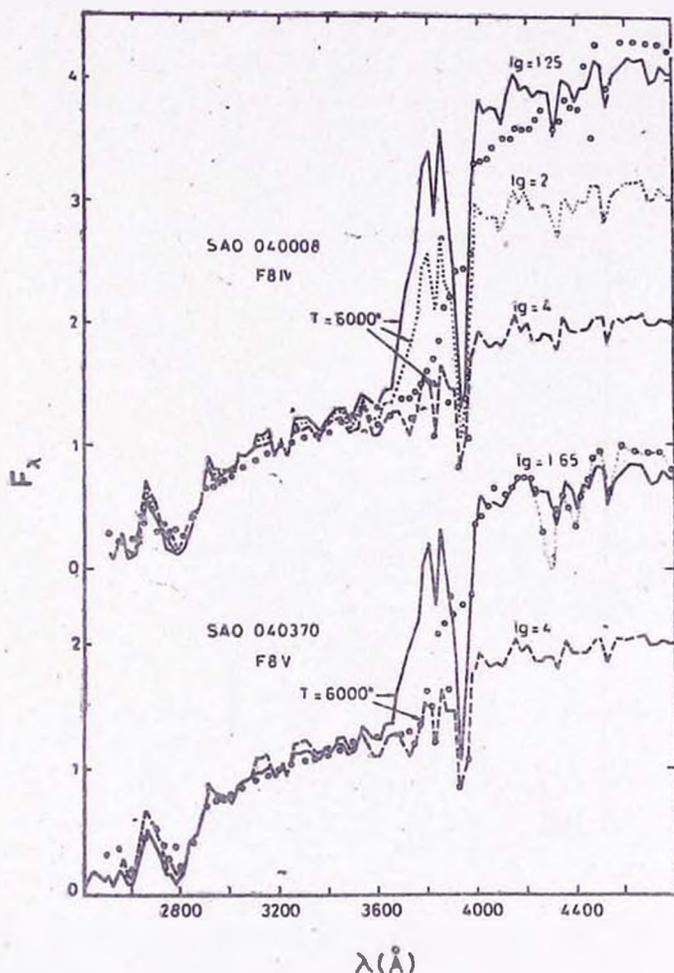


Рис. 5. Сопоставление наблюдаемых кривых распределения энергии двух звезд типа F8 (точки и кружки) с разными теоретическими моделями при $T_{\text{эфф.}} = 6000$ К и $\lg g = 4; 2; 1.65$ и 1.25 .

это так, то второй компонент этой системы должен быть скорее всего сверхгигантом класса F8 и в этом случае мы добьемся согласия наблюдений с теорией как в ультрафиолете, так и в длинноволновой области. Кстати, когда оба компонента принадлежат одному и тому же классу светимости,

согласие наблюдений с теорией получается вполне хорошее во всем диапазоне — от 2400 Å до 4800 Å. Наглядным примером является случай со звездой SAO 040226 (F2 IV + F2 IV).

SAO 040158. Эта двойная звезда согласно каталогу AGK₂ классифицируется как G5, класс светимости был определен нами как III. Распределение энергии в непрерывном спектре этой звезды (рис. 6) сопоставляется с теоретической моделью при $T_{\text{эфф.}} = 5500$ К и $\lg g = 3$ (спектральному типу G5 III соответствует эффективная температура 5000 К, для которой теоретической модели не имеется, и поэтому мы были вынуждены провести сопоставление с моделью для $T_{\text{эфф.}} = 5500$ К).

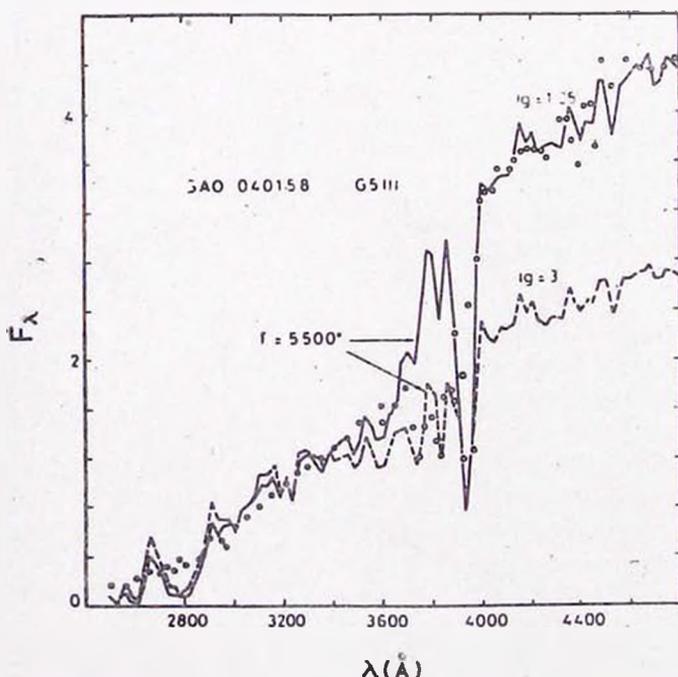


Рис. 6. Сопоставление кривой распределения энергии звезд SAO 040158 (точки и кружки) с двумя теоретическими моделями: $T_{\text{эфф.}} = 5500$ К, $\lg g = 3$ и $T_{\text{эфф.}} = 5500$ К, $\lg g = 1.25$.

Как следует из рис. 6, наблюдений в длинноволновой области располагаются значительно выше теоретической кривой при $\lg g = 3$, но оказались в хорошем согласии с кривой, соответствующей значению $\lg g = 1.25$. Следует полагать поэтому, что в случае $T_{\text{эфф.}} = 5000$ К наблюдаемое распределение энергии в спектре звезды SAO 040158 окажется в согласии с моделью при значении $\lg g$ во всяком случае не больше 2. Тогда мы при-

ходим к выводу, что если звезда одиночная, то она должна быть сверхгигантом класса G5, а если двойная, то второй ее компонент определенно должен быть сверхгигантом, аналогично предыдущим случаям.

Сводка полученных результатов для последних четырех звезд по нахождению их спектральных классов и классов светимостей на основе коротковолновых внеатмосферных и длинноволновых наземных наблюдений приведена в табл. 3.

Таблица 3
СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ И КЛАССЫ СВЕТИМОСТЕЙ
КОМПОНЕНТОВ ЧЕТЫРЕХ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД

Звезда	V_1	V_2	Спектральный класс
SAO 040251	6.5	9.3	F2 IV + G0 III
040008	6.9	8.2	F8 IV + F8 I
040370		8.7	F8 V + F8 I-II
040158		7.0	G5 III + G5 I

До недавнего времени метод комбинированных наблюдений — наземного и внеатмосферного — успешно применялся при открытии белых карликов в двойных системах, основным компонентом которых является нормальная звезда позднего класса [11, 12]. Здесь же, как было видно, речь идет о выявлении этим методом обычной высокотемпературной звезды сравнительно низкой светимости в звездной паре, основным компонентом которой является гигант или сверхгигант позднего класса.

4. *Выводы.* Истинные распределения энергии в непрерывных спектрах звезд промежуточных спектральных классов F, G, K в диапазоне длин волн от 2400 Å до 4800 Å, найденные по данным внеатмосферных и наземных спектральных наблюдений, в целом находятся в хорошем согласии с новейшими теоретическими моделями звездных фотосфер [2].

В отдельных случаях, когда звезда двойная, налицо явные расхождения между наблюдениями и теорией, касающейся спектрального типа и класса светимостей, определенных по наземным наблюдениям. Привлечение ультрафиолетовых наблюдений и построение комбинированных спектров позволяют существенно повысить надежность нахождения классов светимостей компонентов двойных звезд.

Комбинированный метод (наземные + внеатмосферные) наблюдений спектров звезд может стать мощным средством не только для открытия невидимого высокотемпературного компонента низкой светимости у двойных систем. Этот метод позволяет установить наличие гиганта или сверхгиганта среднего или позднего класса в качестве одного из компонентов

неразрешимых двойных систем. Четыре таких случая приведены в настоящей статье.

Автор выражает глубокую благодарность Р. А. Бартая за содействие при получении наземного наблюдательного материала, помощь и советы при спектральной классификации звезд. Он приносит также свою искреннюю благодарность профессору Г. А. Гурзадяну за ценные советы и обсуждение вопросов, связанных с выполнением настоящей работы.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

SPACE AND GROUND BASED SPECTROPHOTOMETRIC OBSERVATIONS OF A GROUP OF F, G AND K TYPE STARS

R. A. EPREMYAN

The results of the spectrophotometric measurements of 22 F, G and K type stars in the wavelength region 2400—4800 Å are presented. The observed energy distributions in the continuous spectra of these stars are in good accordance with the latest theoretical star photosphere models by Kurucz. A combination of space observations with the ground based observations gives a possibility for the determination of the brightness classes for the components of double systems. It is shown on real examples that the combined method of the observations (ground based + space) might be a powerful means for the discovery of giants and supergiants of middle or later spectral classes as a component of unresolved double systems.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Б. Оганесян, Сообщ. Бюраканской обс., 48, 68, 1976.
2. R. L. Kurucz, Ap. J., Suppl. ser., 40, 1, 1979.
3. Р. А. Епремян, Сообщ. Бюраканской обс., 48, 137, 154, 1976.
4. A. D. Code, M. R. Meade, Ap. J., Suppl. ser., 39, 195, 1979.
5. B. D. Savage, J. J. Caldwell, Ap. J., 187, 197, 1974.
6. Y. Kondo, Ap. J., 171, 605, 1972.
7. Landolt-Borstein, new series VI Astronomy and Astrophysics, vol. 1, 1965, p. 100.
8. O. J. Eggen, Roy. Obs. Bull., No. 102, E333, 1966.
9. V. M. Blanco, S. Demers, C. C. Donglass, P. M. Fitzgerald, Publ. U. S. Naval Obs., Ser. 21, 772, 1968.
10. A. P. Cowley, D. L. Crawford, P. A. S. P., 83, 296, 1971.
11. S. B. Parsons et al., Ap. J. Letters, 206, L71, 1976.
12. S. B. Parsons et al., Ap. J., 203, 435, 1976.