

Р. А. ЕПРЕМЯН

АБСОЛЮТНОЕ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ВОКРУГ γ Cas В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ И ВИДИМОЙ ОБЛАСТЯХ

Приведены результаты абсолютных спектрофотометрических измерений 15 двойных звезд классов F, G и K в интервале длин волн от 2300 до 4800 Å. Полученные абсолютные распределения энергии исследуемых звезд в ультрафиолетовой и видимой областях сравнены с теоретическими моделями Куруча. С помощью построения комбинированных спектров (при использовании результатов наземных и внеатмосферных наблюдений) были оценены спектральные классы и классы светимости компонентов исследованных двойных звезд.

1. Введение

Настоящая работа посвящена абсолютному спектрофотометрическому исследованию в интервале длин волн от 2300 до 4800 Å 15 двойных звезд классов F, G и K в области вокруг γ Cas. В итоге были получены комбинированные распределения энергии в непрерывном спектре для каждой из исследованных звезд в интервале длин волн 2300—4800 Å с помощью внеатмосферных и наземных снимков. Данные о распределении энергии в ультрафиолетовой области спектра (2300—3800 Å) были взяты из каталога [1], а наблюдательный материал для длинноволновой области (3500—4800 Å) был получен на 70 см мерксовом телескопе Абастуманской обсерватории в сочетании с 8-градусной объективной призмой.

Список исследованных звезд вместе с их основными данными [2, 3] представлен в табл. 1. В последнем столбце приведены расстояния звезд, найденные по их визуальной величине и абсолютной светимости.

Дисперсионная кривая для нахождения длин волн в длинноволновой области спектра была построена обычным способом, по линиям поглощения водорода, а характеристическая кривая—по стандартным снимкам, полученным с помощью ртутной лампы и девятиступенчатого кварцевого ослабителя. Метод построения кривых относительной и абсолютной спектральной чувствительности 70 см телескопа с объективной призмой (дисперсия 166 Å/мм у H_1) и с фотопластинкой Kodak—11a-0 подробно описан в работах [6, 7]. Коэффициенты абсолютизации для двух измеренных пластинок равны—12.78 и—13.08 соответственно.

В длинноволновой области спектра (3500—4800 Å) для исследованных 15 двойных звезд было обработано 30 спектрограмм. Измерения проводились с интервалом $\Delta\lambda = 25$ Å, иногда 10 Å.

Так как исследуемые звезды, за исключением HD 4362, BD +60° 100 и HD 6073, находятся от нас на расстояниях ближе 300 пк и в направлении исследованных звезд $E(B-V)$ меньше 0.09 (определенное по соседним В звездам [8]), то найденные распределения энергии в

Список исследованных звезд

Звезда HD, BD	Спектр	V	B-V	U-B	E(B-V)	A _v	τ(пк)
6130	F0 III	5 ^m .92	0.49	—	0.20	—	76.100*
5410	F2 V	8.8	—	—	—	—	138
5966	F2 IV	8.1	—	—	—	—	138
4674	F5 IV	8.02	0.50	—	—	—	151
5890	F5 IV	8.76	0.43	—	-0.007	-0.02	174
5851	F6 III	8.11	0.48	—	-0.006	-0.02	138
7331	F6 IV	7.26	0.47	-0.04	-0.011	-0.04	100
5702	F8 V	8.81	0.49	—	-0.001	0	79
4362	G0 Ib	6.39	1.11	0.74	0.39	1.30	1660, 1780** 870***
5649	G0 IV	8.68	0.63	—	-0.03	-0.10	126
+60°100	G0 III	9.0	—	—	—	—	380
6073	G5 II	8.21	1.19	0.89	—	—	1100
5747	G8 III	7.07	0.96	—	0.018	0.06	132
6634	G8 III	8.0	—	—	—	—	229
5234	K2 III	4.84	1.22	1.26	0.054	0.18	69.100*

* по каталогу Бечвара

** взято из [4]

*** взято из [5].

непрерывных спектрах исправлялись за влияние межзвездного селективного поглощения лишь для указанных трех звезд.

2. Абсолютное распределение энергии в области 2300—4800 А

С помощью внеатмосферных и наземных наблюдений были найдены абсолютные распределения в непрерывном спектре для исследуемой звезды в интервале длин волн 2300—4800 А. Они представлены в графической форме (рис. 1—4) в абсолютных энергетических единицах ($\text{эрг см}^{-2} \text{с}^{-1} \text{А}^{-1}$).

Полученные распределения энергии в непрерывных спектрах исследуемых звезд затем сопоставлялись с теоретическими моделями Куруча [9]. Такое сопоставление показывает, что для некоторых из исследованных двойных звезд наблюдаемые распределения энергии хорошо согласуются с теоретическими моделями Куруча, а для остальных звезд по сравнению с теоретическим распределением наблюдается превышение излучения в коротковолновой или в длинноволновой области спектра. Это может означать, что в первом случае оба компонента двойных звезд имеют близкие спектральные типы и классы светимости, а во втором случае, что спектральные типы, или же светимости компонентов отличаются друг от друга. Методом подбора спектрального типа и светимости второго компонента получалось хорошее согласие между теоретическими и наблюдаемым распределением энергии этих звезд, что и, тем самым, давало возможность оценивать спектральные типы и классы светимости вторых компонентов.

Остановимся подробнее на описании полученных результатов.

HD 5410, 5851, 5702, 5649 и BD +60° 100. На рис. 1 представлены найденные нами распределения энергии в спектрах этих звезд в диапазоне 2600—4800 А (точки) наряду с теоретическими моделями для соответствующих спектральных классов (сплошные линии). На этой и на всех последующих рисунках стрелка на длине волны 3500 А указывает коротковолновую границу наземных наблюдений.

Звезда HD 5410 является двойной системой и спектральный тип основного компонента F2 V. Как видно из рис. 1, наблюдаемое распределение энергии хорошо согласуется с теоретической кривой как в ультрафиолетовой, так и в видимой части спектра при $T_{\text{эф}} = 7000^\circ \text{K}$ и $\lg g = 4.5$. Из этого следует, что обе компоненты этой двойной звезды, очень вероятно, принадлежат одному и тому же спектральному классу—F2 V.

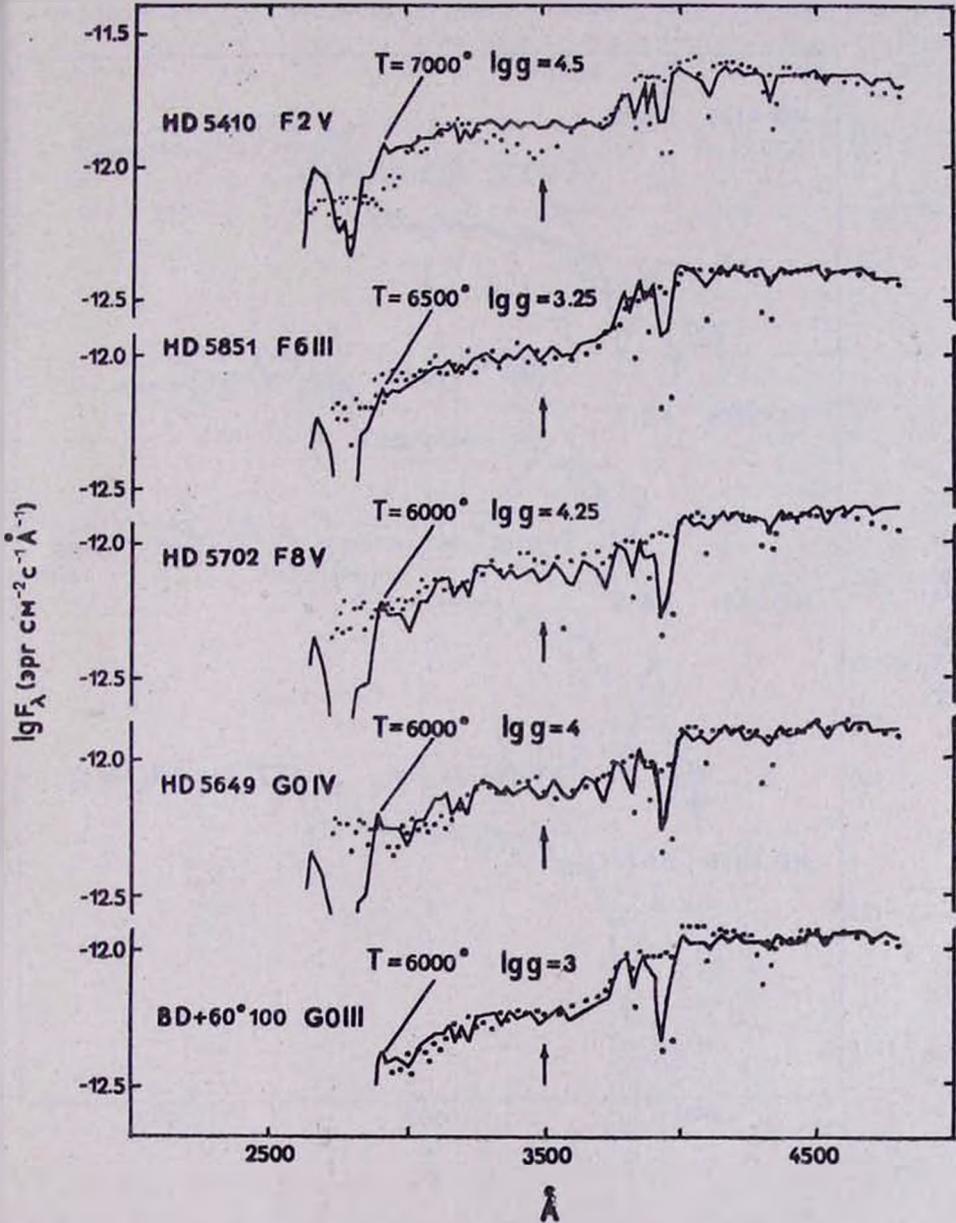


Рис 1. Наблюдаемые абсолютные распределения энергии в спектрах группы звезд типа F и G в области 2600—4800 Å (точки); сплошные линии—для теоретических моделей

Аналогичная картина наблюдается и в случаях звезд HD 5851 (F6 III), HD 5702 (F8 V), HD 5649 (G0 IV) и BD+60° 100 (G0 III); компоненты указанных звезд принадлежат одному и тому же спектральному классу и классу светимости (рис. 1).

HD 6130, 5966, 7331 и 5890. Спектральный тип звезды HD 6130 (=ADS 868) в работах [3, 10] классифицирован как F0, F2; и F0 II. В каталоге [11] указано, что она является звездой типа F0 с сильными металлическими линиями, а в каталоге Бечвара как gA9s. В этом каталоге указано, что характер двойственности этой звезды не ясен.

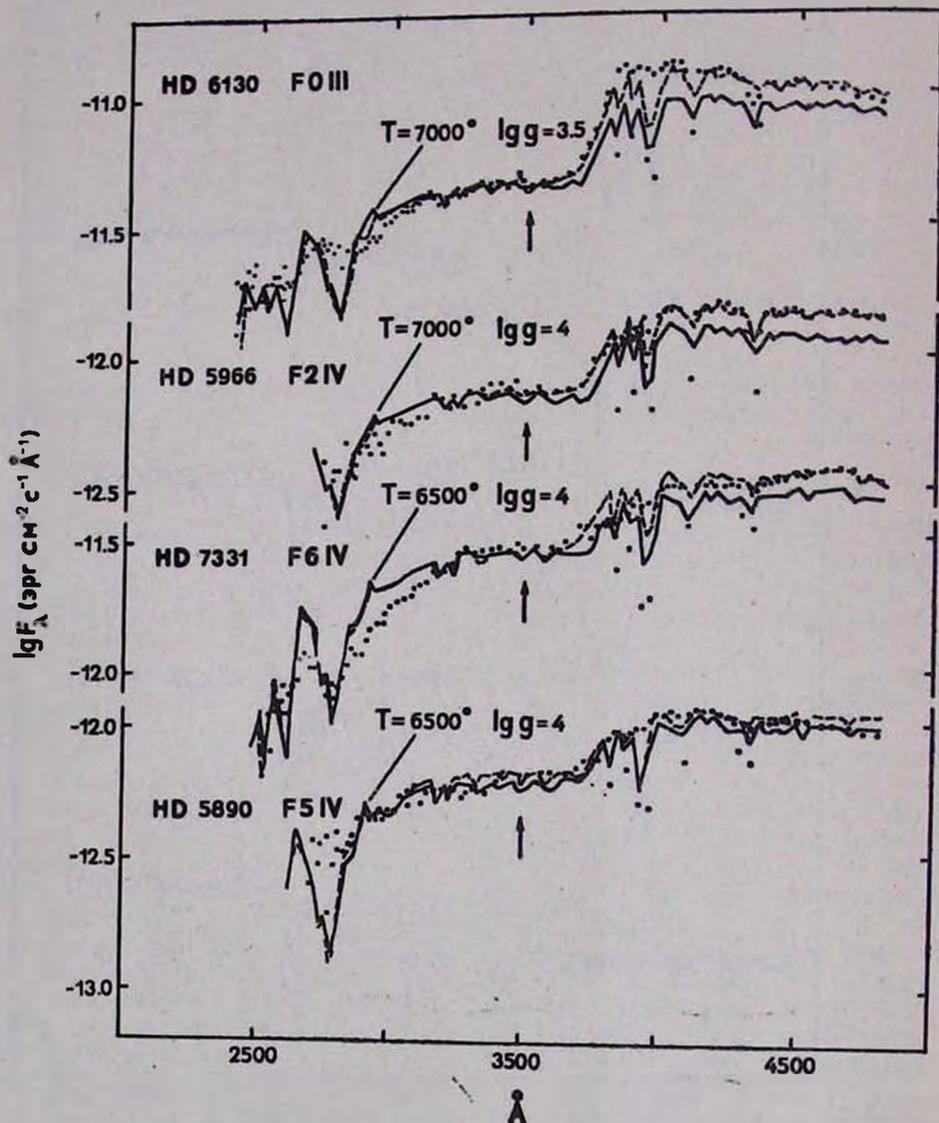


Рис. 2. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах 4 звезд в области 2300–4800 Å, у которых вторые компоненты являются звездами поздних типов. Сплошные линии—для теоретических моделей основных компонентов; пунктирные линии—для теоретических моделей обоих компонентов

Найденное нами абсолютное распределение энергии в непрерывном спектре HD 6130 представлено на рис. 2. При сопоставлении наших результатов с теоретической моделью при $T_{\text{эф}} = 7000^\circ \text{K}$ и $\lg g = -3.5$ для типа F0 III оказывается, что наблюдаемое распределение энергии в видимой области спектра находится выше теоретического. Полагая, что основной компонент двойной звезды HD 6130 является типа F0 II и исходя из процентного соотношения интенсивностей компонентов этой системы, $V_1 = 6^m 0$ и $V_2 = 9^m 2$, мы получаем суммарную теоретическую кривую (пунктирная линия), которая хорошо согласуется с наблюдательными данными как в ультрафиолете, так и в длинноволновой области, принимая, что спектральный тип второго компонента F0 III.

Такая же картина получается при сравнении распределения энергии звезд HD 5966 (F2 IV), HD 7331 (F6 IV) и HD 5890 (F5 IV) с соответствующими теоретическими моделями (рис. 2). В табл. 2 даны спектральные типы и классы светимостей компонентов двойных звезд.

HD 4674, 6073 и 4362. Звезда HD 4674 спектрального типа F5 IV ($V = 8^m 02$), двойная, визуальные величины компонентов равны $V_1 = 8^m 2$, $V_2 = 10^m 5$. В работе [11] отмечено, что она является звездой с сильными металлическими линиями. При сравнении распределения энергии с теоретической моделью, соответствующей звезде типа F5 IV ($T_{\text{эф}} = 6500^\circ \text{K}$ и $\lg g = 4$), получается заметное расхождение (рис. 3, сплошная линия). Хорошее согласие получается при суммарной модели для звездной пары спектральных классов F5 IV и B8 V (пунктирная линия). Однако при этом расстояния, определяемые по визуальной величине и абсолютной светимости компонентов, оказываются различными (150 и 1000 пк соответственно), и поэтому можно заключить, что в этом случае мы имеем дело с оптической двойной звездой.

Таблица 2

Спектральные классы и классы светимости компонентов двойных звезд

Звезда HD, BD	V_1	V_2	Спектральный класс
6130	$6^m 0$	$9^m 2$	F0 II + F0 III
5410	—	—	F2 V + F2 V
5966	—	—	F2 IV + F0 III
4674	8.2	10.5	F5 IV + B8 V
5890	9.1	12.3	F5 IV + G5 V
5851	8.6	9.0	F6 III + F6 III
7331	8.3	8.3	F6 IV + F3 III
5702	—	—	F8 V + F8 V
4362	—	—	G0 Ib + G0 III
5649	—	—	G0 IV + G0 IV
+60°100	10.1	10.3	G0 III + G0 III
6073	—	—	G5 II + B3 V
5747	—	—	G8 III
6634	8.0	13.0	G8 III
5234	5.0	12.5	K2 III

В случае звезды HD 6073 спектрального класса G5 II ($V = 8^m 24$) слабый компонент также оказывается более горячим, типа B3 V (рис. 3).

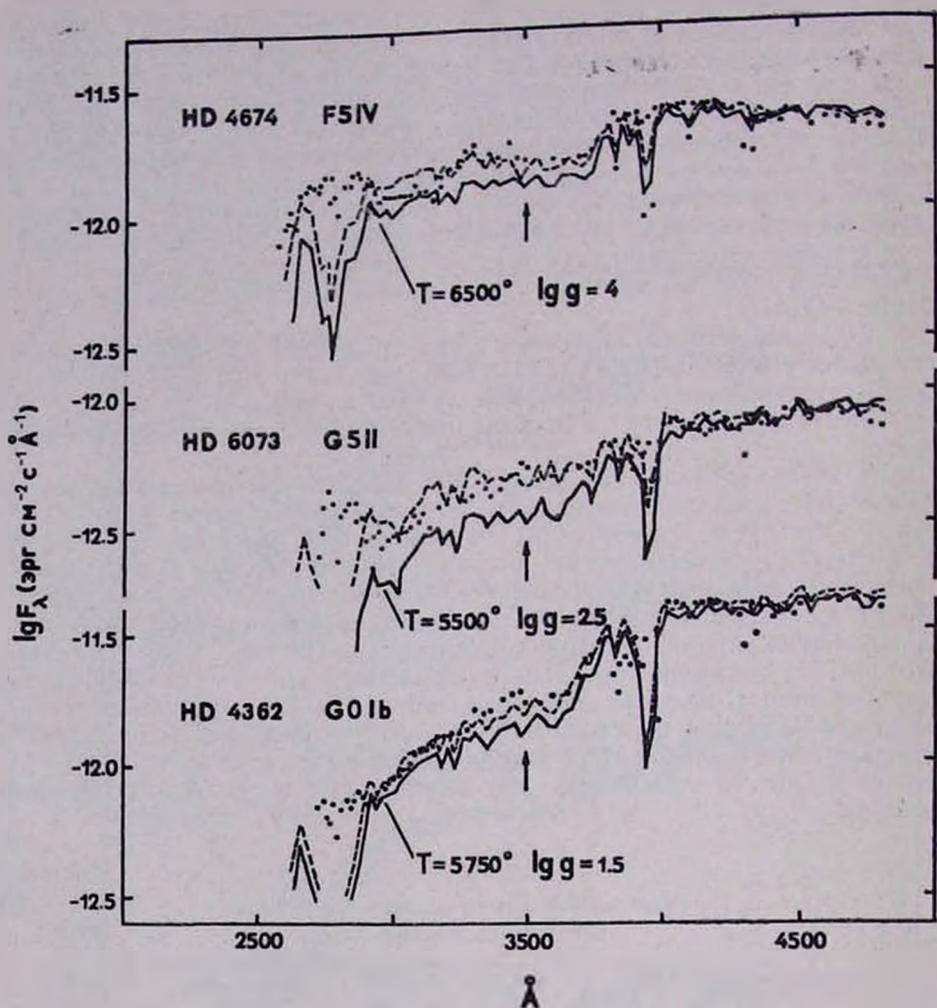


Рис. 3. То же, что и на рис. 2, для двойных звезд, у которых второй компонент является горячей звездой

Существующие оценки спектральной классификации звезды HD 4362 ($V=6^m 39$) довольно противоречивы—F9 [12], G0 Ib и G2 Ib [4, 13], даже G5 по каталогу SAO. Средняя оценка расстояния этой звезды по имеющимся данным составляет около 1300 пк. Такое же расстояние получается при определении его по среднему избытку цвета ($E(B-V)=0.30$, соответствующему 1 кпк, найденному по соседним В-звездам [8]), т. к. звезда имеет $E(B-V)=0.39$ [3]. Исправленное за влияние межзвездного поглощения распределение энергии в спектре этой звезды показано на рис. 3. Там же нанесена кривая распределения теоретической модели при $T_{\text{эфф}}=5750^\circ \text{K}$ и $\lg g=1.5$ (сплошная линия). Как видно из рис. 3, в коротковолновой области спектра наблюдаемое распределение значительно выше теоретического. Поэтому мы предполагаем, что звезда является, вероятно, двойной системой, хотя в литературных источниках мы не нашли сведений о ее

двойственности. Суммарная теоретическая кривая хорошо согласуется с наблюдаемой, если принять, что слабый компонент имеет спектральный тип—G0 III.

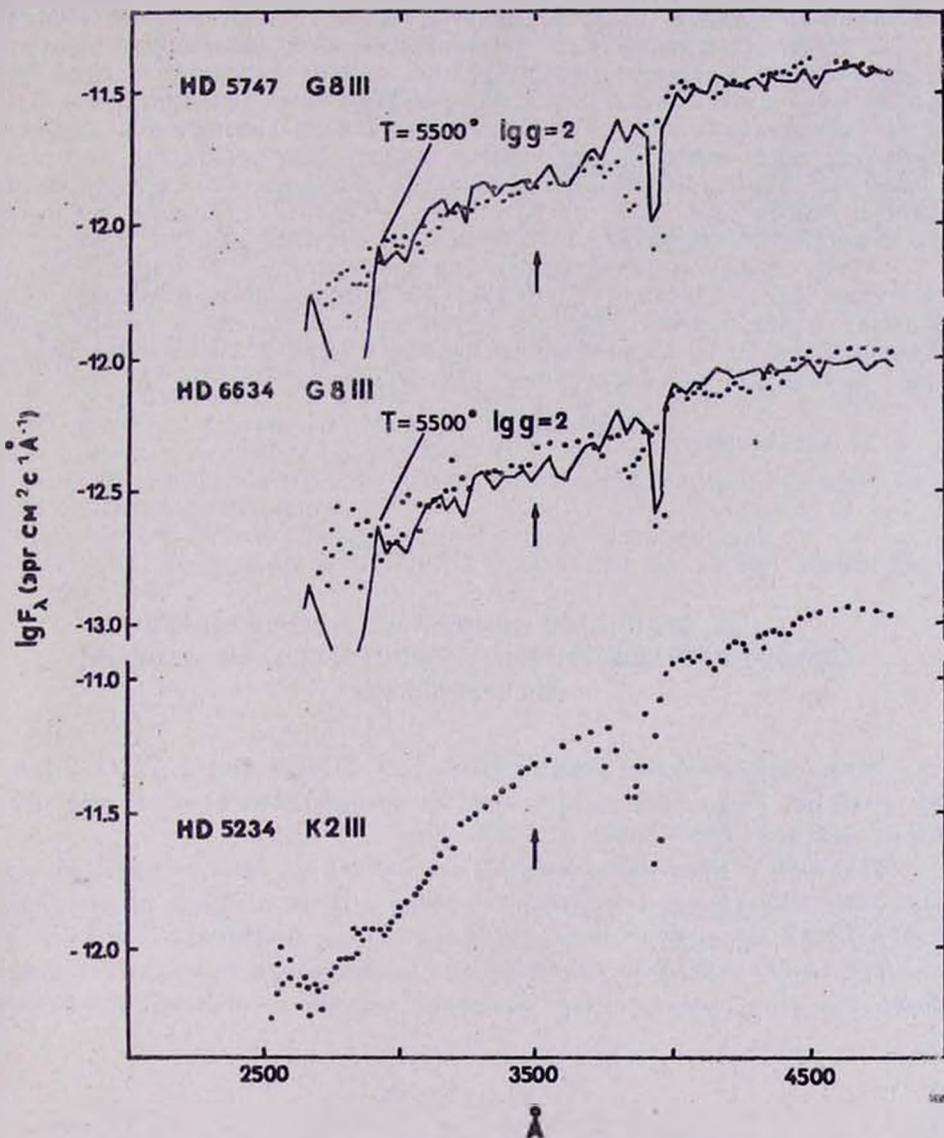


Рис. 4. Наблюдаемые распределения энергии в спектрах звезд классов G8 III и K2 III

HD 5747, 6634, 5234. Распределение энергии этих двойных звезд позднего типа G8 и K2 приведено на рис. 4. К сожалению, для этих спектральных типов у Куруча нет теоретических моделей. Для звезд HD 5747 и 6634 спектрального типа G8 III наблюдаемые распределения энергии хорошо согласуются при использовании модели с $T_{\text{эфф}} = 5500^{\circ}$ К и $\lg g = 2$, и поэтому трудно говорить что-либо о спектральных типах их компонентов. Для звезды HD 5234 более позднего типа K2 приведено лишь наблюдаемое распределение энергии.

Заключение

1. Найдены абсолютные распределения энергии в непрерывных спектрах 15 двойных звезд в диапазоне длин волн от 2300 до 4800 Å.

2. Метод сопоставления комбинированного (наземные + внеатмосферные) наблюдаемого распределения энергии с теоретическими моделями дал возможность определить эффективные температуры и отнести спектральные классы и классы светимости компонентов двойных звезд за исключением звезд поздних типов. Для некоторых из исследованных звезд компоненты оказались одинакового спектрального класса светимости. Для других звезд спектральные классы и классы светимостей компонентов значительно отличаются друг от друга.

Автор выражает искреннюю благодарность Р. А. Баргаю за содействие при получении наземного наблюдательного материала. Он считает своим долгом выразить глубокую благодарность также Г. М. Товмасяну и Р. Х. Оганесяну за ценные советы и обсуждение вопросов, связанных с выполнением настоящей работы.

24 декабря 1985 г.

Ր. Ա. ԵՓՐԵՄՅԱՆ

Կ Cas ՇՐՋԱԿԱՅՔԻ ԿՐԿՆԱԿԻ ԱՍՏՂԵՐԻ ԲԱՑԱՐՁԱԿ
ՍՊԵԿՏՐԱԼՈՒՍԱԶԱՓՈՒԹՅՈՒՆԸ ԳԵՐՄԱՆՈՒՇԱԿ ԵՎ ՏԵՍԱՆՆԻԿ
ՏԻՐՈՒՅԹՆԵՐՈՒՄ

Ներկա աշխատանքում բերված են F, G, և K սպեկտրալ դասի 15 կրկնակի աստղերի բացարձակ սպեկտրալուսաչափական հետազոտման արդյունքները սպեկտրի 2300—4800 Å տիրույթում:

Երկրային և արտամթնոլորտային դիտումների միջոցով ստացվել են այդ աստղերի անընդհատ սպեկտրներում էներգիայի բացարձակ բաշխումները 2300—4800 Å տիրույթում: Ստացված բաշխումները համեմատվել են Կուրուչի կողմից հաշված տեսական մոդելների հետ և գնահատվել հետազոտվող կրկնակի աստղերի բաղադրիչների սպեկտրալ դասերն ու լուսատվությունները:

R. A. EPREMIAN

ABSOLUTE SPECTROPHOTOMETRIC INVESTIGATION OF
DOUBLE STARS AROUND γ CAS IN ULTRAVIOLET AND
VISIBLE REGIONS

The results of absolute spectrophotometric measurements of 15 double stars of classes F, G and K in the wavelength interval from 2300 to 4800 Å are presented. The obtained absolute distributions of energies of investigated stars in the ultraviolet and visible regions are compared with that of Kurucz's theoretical models. The construction of the combined

spectra (with the use of the results of the ground based and space observations) permitted to determine the spectra and luminosity classes of the components of the studied double stars.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Гурздян, Дж. Б. Оганесян, С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Каталог ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд, Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1985.
2. V. M. Blanco, S. Demers, G. G. Douglas, M. P. Fitzgerald, Publ. U. S. Naval Obs. Ser., 21, 1968.
3. B. Ulf Sjörgen, Arkiv för Astronomy., 3, 339, 1964.
4. P. P. Kraft, W. A. Hiltner, Astrophys. J., 134, 850, 1961.
5. R. M. Humphreys, Astron. Astrophys., 75, 602, 1970.
6. Р. А. Епремян, Астрофизика, 17, 495, 1981.
7. С. С. Рустамбекова, Р. А. Епремян, Сообщ. Бюраканской обс., 58, 9, 1986.
8. W. A. Hiltner, Astrophys. J. Suppl. Ser., 24, 389, 1956.
9. R. I. Kurucz, Astrophys. J. Suppl. Ser., 40, 1, 1979.
10. W. Buscombe, MK Spectral Classification, Fifth General Catalogue, Evanston, 1981.
11. Sky Catalogue 2000.0, vol. 1, 1962.
12. R. E. Wilson, General Catalogue of Stellar Radial Velocities, 1953.
13. C. Jaschek, Catalogue of Stellar Spectra Classified in the Morgan - Keenan System, 1964.