

С. С. РУСТАМБЕКОВА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОМПОНЕНТОВ ДВОЙНЫХ ЗВЕЗД ПО ДАННЫМ ИХ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫХ СПЕКТРОВ

Описан количественный метод нахождения параметров составляющих звездной пары, в частности, эффективных температур (спектральных классов) и отношений радиусов, на основании анализа суммарного, неразделенного наблюдаемого спектра в ультрафиолете (по данным внеатмосферных наблюдений) и видимой области (по данным наземных наблюдений). Приведены результаты применения этого метода в отношении 14 звезд-пар. Найдены абсолютные значения радиусов с помощью новой формулы, выведенной с использованием результатов модельных расчетов. Отмечается неизбежность представления (в особых случаях) суммарного наблюдаемого спектра пары моделью одиночной звезды. Ставится вопрос о возможности установления двойственности той или иной звезды на основании анализа ее непрерывного спектра и при полном отсутствии информации о ее двойственности.

1. Постановка задачи

Период появления первых коротковолновых спектрограмм звезд, полученных во внеатмосферных условиях, характеризуется вполне понятным увлечением по сопоставлению этих спектрограмм с той или иной теоретической моделью звездной атмосферы. Это относится и к наблюдательному материалу «Ориона-2». В настоящее время, однако, фазу подобных сопоставлений можно считать минувшей: теоретические модели как правило хорошо описывают истинную картину, касающуюся распределения энергии в непрерывных спектрах нормальных звезд, по крайней мере до классов G5. Примечательность подобной ситуации заключается, в частности, в том, что появляется теперь вполне обоснованная уверенность при постановке конкретных астрофизических задач, решение которых требует не только наличия коротковолновых спектрограмм звезд, но и проверенных и достаточно надежных теоретических моделей звездных атмосфер.

В качестве примера одной такой задачи можно указать возможность нахождения физических параметров компонентов двойных систем на основании количественного анализа, своего рода дешифровки, их суммарных спектров в ультрафиолете и в видимом диапазоне. Наблюдательный материал, в частности, «Ориона-2» позволяет, оказывается, осуществить такую работу.

Идея ясна: если мы имеем суммарный спектр двойной системы, неразрешенный на компоненты данным телескопом, то, выбирая подходящим образом основные физические параметры составляющих, прежде всего эффективные температуры и отношения радиусов (или светимостей), можно добиться практически полного совпадения построенных с использованием модельных расчетов синтетических спектров с наблюдаемыми суммарными спектрами.

С другой стороны, совершенно очевидно, что наибольшую эффективность при такой дешифровке следует ожидать в случае, когда диапазон длин волн наблюдаемых спектров достаточно велик. С этой точки зрения, сочетание длинноволновых спектрограмм (наземные наблюдения) с ультрафиолетовыми (внеатмосферные наблюдения) на сегодня обеспечивает наибольшую надежность получаемых результатов, имея в виду возможность нахождения физических параметров составляющих системы.

Как показывает количественный анализ, нахождение этих параметров для компонентов двойных систем только по данным наземных наблюдений оказывается недостаточным. Это пока из тех немногих задач, решение которых можно осуществить с наибольшей уверенностью путем привлечения обоих типов наблюдений—наземных и внеатмосферных.

2. Метод нахождения спектральных характеристик составляющих двойной системы

Исходя из изложенного, нетрудно вывести соответствующие соотношения, необходимые для построения синтетического (суммарного) спектра. Это можно делать для различных вариантов или комбинаций между физическими параметрами составляющих, смотря чем мы располагаем. Например, нередки случаи, когда хотя и не удастся получить спектры обоих составляющих А и В отдельно, но известны их видимые звездные величины, скажем V_A и V_B . В этом случае распределение энергии в суммарном наблюдаемом спектре—зависимость суммарного потока F_λ от длины волны—представится в виде:

$$F_\lambda = C[R_A^2 E_\lambda(T_A) + R_B^2 E_\lambda(T_B)], \quad (1)$$

где R_A , R_B и T_A , T_B суть радиусы и эффективные температуры составляющих системы А и В, $E_\lambda(T)$ —модельный поверхностный поток при эффективной температуре T .

Написав соотношение (1) для двух точек—для двух длин волн, т. е. перейдя к относительной интенсивности будем иметь для отношения потоков в наблюдаемом спектре в двух произвольно взятых длинах волн λ_1 и λ_0 :

$$\frac{F_{\lambda_1}}{F_{\lambda_0}} = \frac{E_{\lambda_1}(T_B)}{E_{\lambda_0}(T_B)} \cdot \frac{E_{\lambda_1}(T_A)/E_{\lambda_1}(T_B) + (R_B/R_A)^2}{E_{\lambda_0}(T_A)/E_{\lambda_0}(T_B) + (R_B/R_A)^2}, \quad (2)$$

где отношение радиусов в свою очередь может быть представлено в зависимости от эффективных температур T_A , T_B и видимых блесков составляющих V_A и V_B :

$$\left(\frac{R_B}{R_A}\right)^2 = \frac{E_{\lambda_V}(T_A)}{E_{\lambda_V}(T_B)} \cdot 10^{0.4(V_A - V_B)}, \quad (3)$$

$E_{\lambda_V}(T)$ —модельный поверхностный поток в V лучах ($\lambda_V = 5500 \text{ \AA}$).

Скомбинировав (2) и (3) мы придем к следующему рабочему соотношению:

$$\frac{F_{\lambda_1}}{F_{\lambda_0}} = \frac{E_{\lambda_1}(T_B)}{E_{\lambda_0}(T_B)} \cdot \frac{E_{\lambda_1}(T_A) / E_{\lambda_1}(T_B) + [E_{\lambda_1}(T_A) / E_{\lambda_1}(T_B)] \cdot 10^{0.4(V_A - V_B)}}{E_{\lambda_0}(T_A) / E_{\lambda_0}(T_B) + [E_{\lambda_0}(T_A) / E_{\lambda_0}(T_B)] \cdot 10^{0.4(V_A - V_B)}} \cdot (4)$$

Числовое значение в левой части ($F_{\lambda_1} / F_{\lambda_0}$) мы находим из наблюдений, непосредственно из записи спектра в шкале интенсивностей, числовые же значения V_A и V_B в правой части известны тоже из наблюдений. Поэтому в лице соотношения (4) мы будем иметь одно уравнение с двумя неизвестными— T_A и T_B . Очевидно, нам нужно написать уравнение (4) для двух точек спектра, для граничных длин волн, и решить полученную систему из двух уравнений относительно искомым величинам T_A и T_B . Ввиду нелинейности зависимости интенсивности от эффективной температуры, найти величины T_A и T_B можно не иначе, как методом последовательного приближения, после чего нетрудно найти отношение радиусов компонентов с помощью соотношения (3).

В модельных расчетах звездных атмосфер, как правило, фигурирует еще один параметр—ускорение силы тяжести на поверхности звезды g . Поэтому, строго говоря, искомым величинам в нашей задаче не две, а три— T , R , g . Однако, ввиду слабой зависимости потока излучения $E(T)$ от g мы ограничимся здесь нахождением лишь порядка величины g методом проб и сравнений, стремясь при этом к еще лучшему соответствию синтетического спектра с наблюдаемым спектром уже после того, как найдены T_A и T_B .

Определенные таким путем эффективные температуры в конечном итоге дают спектральные классы составляющих, а отношения их радиусов—отношение светимостей. Расстояния двойных систем в большинстве случаев известны. В сочетании с абсолютными светимостями можно найти абсолютные величины радиусов составляющих, следовательно их класс светимости.

Это лишь один вариант поставленной задачи, когда удастся определить эффективные температуры (спектральные классы), отношения радиусов, абсолютные величины самих радиусов и классы светимостей составляющих.

Разумеется, могут быть и другие варианты или комбинации. Например, когда известен только суммарный блеск звезды; в этом случае число искомым величинам будет на один параметр больше. Очевидно, теперь мы должны написать основное соотношение (4) не для двух, а для трех-четырех и более точек спектра. Конечно, при этом возникнет дополнительное затруднение, связанное с численным решением системы из трех и более уравнений. Однако это не затрагивает сущность метода.

В настоящей статье мы рассмотрим вариант, когда известны из наблюдений суммарный спектр системы в диапазоне 2000—5000 Å и видимые звездные величины V_A и V_B составляющих.

В такой схеме описанный выше метод расшифровки звездной пары и нахождения параметров ее составляющих был применен в отношении группы из 14 звезд, для которых имеются ультрафиолетовые спектрограммы в области 2000—3500 Å, полученные во внеатмосферных условиях с помощью «Орiona-2» [1], ОАО-2 [2], IUE [3], спектрограммы в обычном оптическом диапазоне, в области 3500—5000 Å, полученные на 70 см менисковом телескопе Абастуманской обсерватории, либо же используются данные спектрофотометрических каталогов по наземным наблюдениям [4, 5]. Наконец, известны также видимые величины составляющих V_A и V_B . Список этих звезд—двой-

ных систем, видимые величины V_A и V_B их составляющих, а также существующие оценки спектральных классов—либо составляющих, либо системы в целом, а также и расстояния r —представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные об исследованных звездах—двойных системах

HD	V_A	V_B	Спектральный класс	r (пк)
36861—2	3.6	5.5	O5 O5	435
37742—3	1.9	4.0	B0 B0	340
47839	4.7	7.5	O5.07 III	22
45725—7	4.7	5.3	B3 B3	220
10205	4.9	10.1	Bs IV	130
7157	6.4	9.2	B9	130
5408	6.1	6.8	B9	140
222651	4.5	10.5	B9.5 V	43
186882	2.9	6.3	A0III	49
60178—9	1.9	2.9	A0 A0	14
80031	3.9	6.6	A3 V	27
4614	3.4	7.5	G0	5.9
99028	4.0	6.7	F2 IV	24
5015 A	4.8	9.0?	F5, F8 IV	14

3. Применение метода

Описанным способом были сперва расшифрованы следующие четыре звездные пары из нашего списка, компоненты которых суть высокотемпературные звезды: HD 36861—2, HD 37742—3, HD 47839 и HD 45725—7 (рис. 1). При этом использованы ультрафиолетовые спектрограммы этих звезд до 2000 Å, зарегистрированные с помощью IUE (для HD 47839) [3] и ОАО-2 (для остальных трех звезд [2]), а данные для их длинноволновой области спектра взяты из [4, 5]. Взяв $\lambda_0=3700$ Å и написав соотношение (4) дважды для каждой пары, сперва для $\lambda_1=2000$ Å, затем для $\lambda_2=4800$ Å, и найдя числовые значения отношений $F_{\lambda_1}/F_{\lambda_0}$ и $F_{\lambda_2}/F_{\lambda_0}$ в шкале интенсивностей непосредственно из наблюдаемых спектров всех четырех звезд, мы получили для каждой из них по одной системе из двух уравнений с двумя неизвестными T_A и T_B . Решая эти системы, с использованием теоретических моделей Куруча [6], наиболее надежных на сегодня, в отношении искомым величин, мы нашли параметры составляющих во всех четырех случаях. Синтетические спектры, построенные для всех четырех систем с найденными параметрами составляющих приведены на рис. 1 (сплошные линии) наряду с наблюдаемыми спектрами (точки) этих звезд-пар. Небольшие депрессии в области 2200 Å легко устраняются поправкой за эффект селективного межзвездного поглощения по известным избыткам цвета $E(B-V)=0^m12$ для HD 36861—2 и $E(B-V)=0^m06$ для HD 37742—3 и HD 45725—7. В результате, при указанных на рисунке температурах и значениях $\lg g$ составляющих пар, их спектральные классы оказались следующими [7]:

HD 36861-2	O5 и B0
HD 37742-3	O9 и B0
HD 47839	O5 и B2
HD 45725-7	B3 и B3

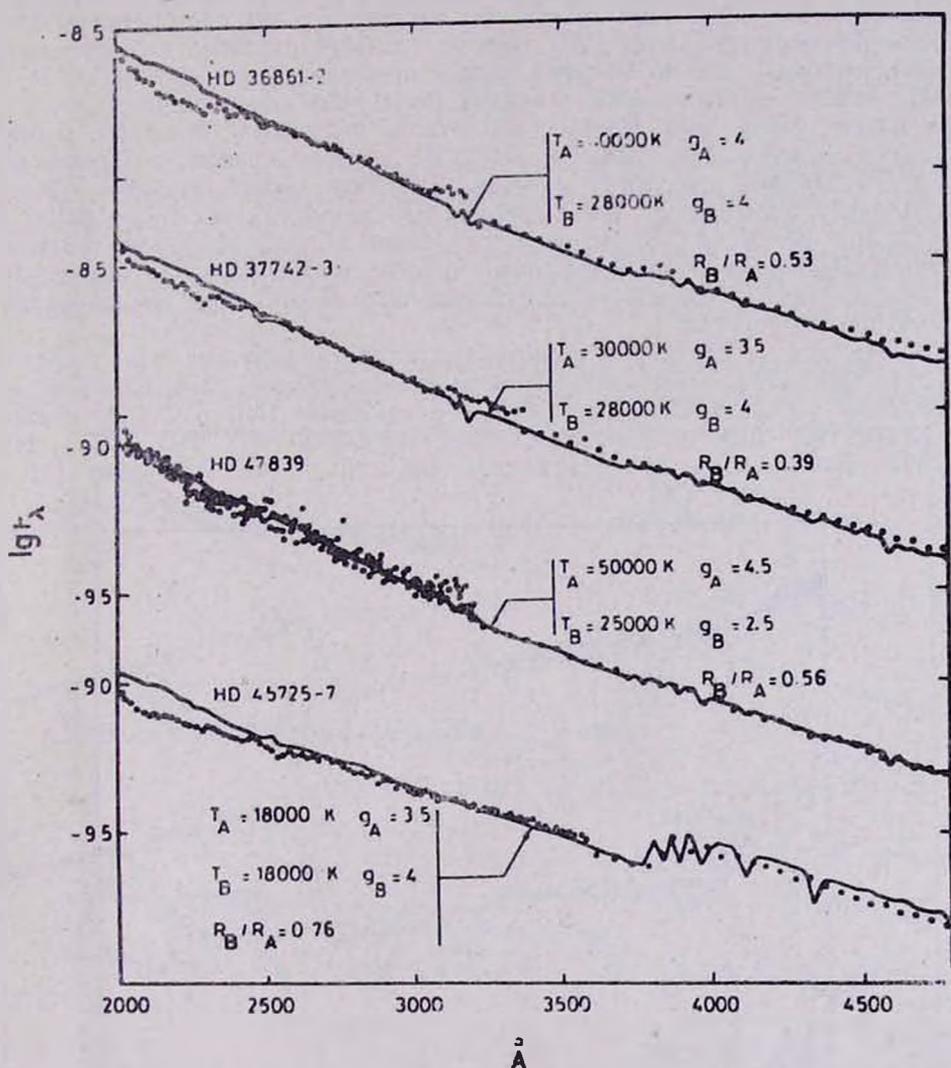


Рис. 1. Синтетические спектры, построенные для четырех систем HD 36861-2, HD 37742-3, HD 47839 и HD 45725-7 с найденными параметрами составляющих (сплошные линии). Точки здесь и на последующих рисунках — наблюдения в диапазоне длин волн 2000—5000 Å

Найденные спектральные классы для обеих составляющих (O5 и B0) первой пары совпадает с тем, что было известно ранее (в [8]) для них дано O5 и O5, а в [9] наряду с классификацией системы в целом, как O5E, O8 приводится и оценка (O8+B0.5 V). Во втором случае (O9 и B0) совпадение с оценкой [8] (B0 и B0) и [9] (O9.7 Ib и O9.5 IV) почти полное, в третьем случае наша оценка (O5) для од-

ной из составляющих пары соответствует тому, что приведено в Относительно же второй составляющей там нет каких-либо данных. Вся же система в целом классифицируется как O7. Наконец, в случае последней звезды-пары как у нас, так и в [8] получаются одни те же спектральные классы для обеих составляющих (B3 и B3). [10] приведены также оценки B2 V ppe и B4 IV ppe для одной составляющей этой пары и B4 IV ppe для второй, а в [9] обе составляющие классифицируются как B3E. Все эти оценки сделаны на основании относительных интенсивностей линий поглощения в спектрах звезд HD 45725—7—это известная звезда Ве β Моп; на ее принадлежность к классу звезд, обладающих оболочкой, указывает, пожалуй, температура синтетической модели 18000 К, которой следует наблюдаемое распределение энергии и которая оказалась ниже, чем мы имеем обычно у нормальных звезд класса B3, для которых $T_{\text{эфф}} \sim 20000$ [7]; мы имеем в виду тот хорошо установленный факт, что температуры, найденные по непрерывному спектру, особенно в ультрафиолетовых звездах Ве, ниже температур для нормальных B звезд тех же спектральных подклассов [11].

На рис. 2 приведены результаты аналогичного анализа для трех звезд-пар. При этом использованы наблюдаемые ультрафиолетовые спектры (езде точки), полученные с помощью IUE в случае первой звезды HD 10205 и «Ориона-2» для последних двух, HD 7157 и HD 5408. Данные для длинноволновой области первой взяты из [4].

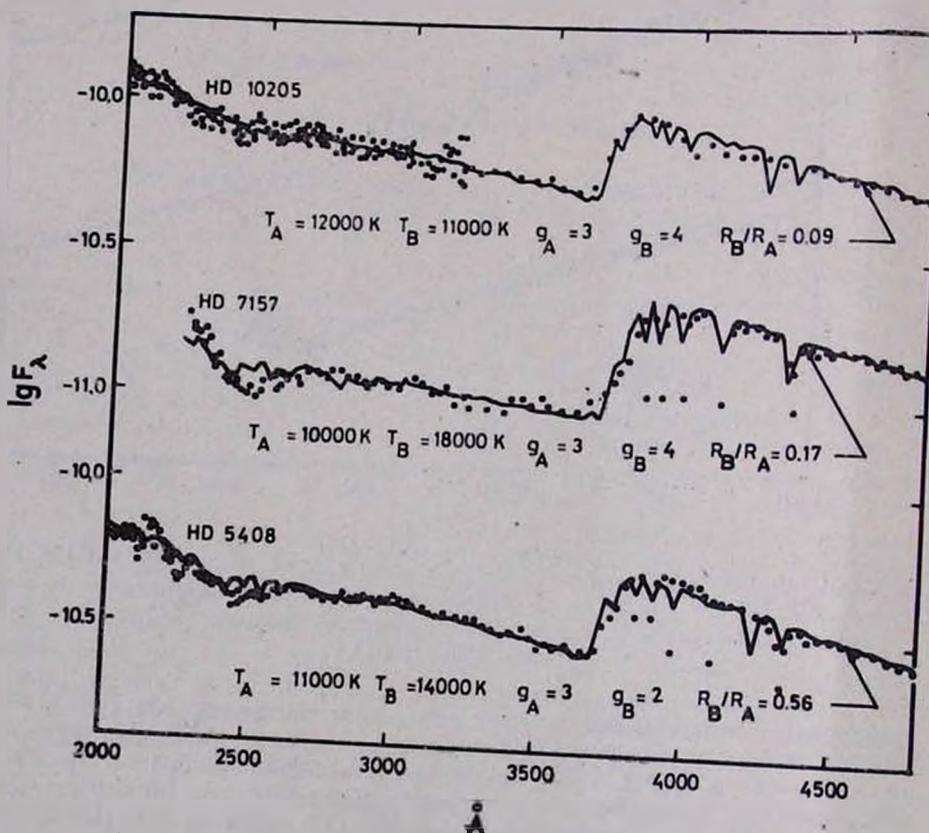


Рис. 2. То же для трех систем HD 10205, HD 7157 и HD 5408

в случае двух последних получены нами по измерениям Абастуманских пластинок. Во всех случаях найденные нами синтетические спектры (сплошные линии) оказались в довольно хорошем согласии с наблюдениями. При найденных нами эффективных температурах и значениях $\lg g$ спектральные классы составляющих оказались следующими:

HD 10205	B8 и B8
HD 7157	A0 и B4
HD 5408	B9 и B7—B8

Первая оценка (B8 и B8) полностью совпадает с приведенным в [8] определением (B8) относящимся как к суммарному спектру в целом, так и в случае одной составляющей. В случае второй звезды (HD 7157) приведенная в [8] оценка (B9) для суммарного спектра этой пары соответствует тому, что было найдено в нашем случае для составляющих пары (A0 и B4). Почти также обстоит дело и с последней звездой (HD 5408).

На рис. 3 сгруппированы четыре звезды почти со сходными характеристиками составляющих. Здесь использованы коротковолновые

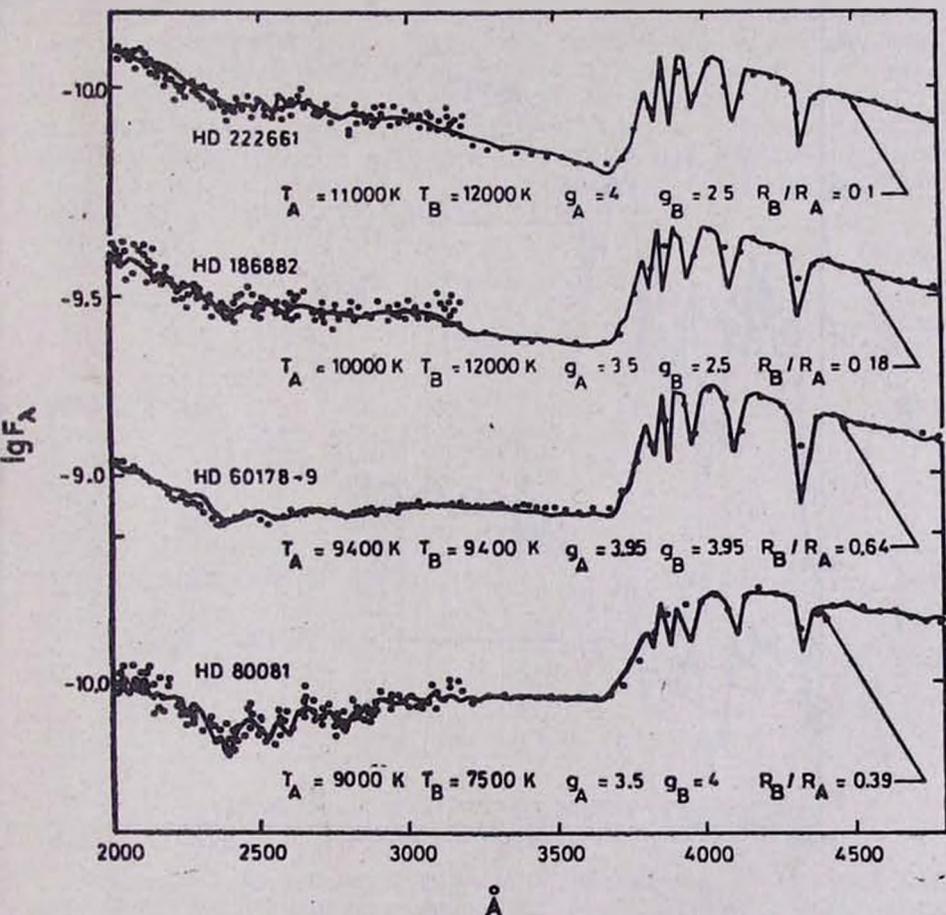


Рис. 3. То же для четырех звездных пар HD 222661, HD 186882, HD 60178-9, HD 80081

наблюдения ОАО-2 (HD 60178—9) и IUE (остальные три звезды). Найденные нами спектральные классы составляющих этих звездных пар оказались следующими:

HD 222661	B9 и A0
HD 186832	A0 и A0
HD 60178—9	A0—A1 и A0—A1
HD 80081	A2 и A9—F0

Для всех четырех пар, приведенные в [8] оценки спектрального класса, относящиеся как к суммарному излучению пары, так и к отдельным составляющим оказались не противоречащими тому, что было найдено нами.

Наконец, на рис. 4 собраны результаты для двух звезд-пар поздних классов (точки—данные наблюдений IUE). Следует отметить, что впечатление разброса в наблюдениях IUE не является физическим разбросом, он вызван резким различием в разрешающей силе наблюдений IUE и в разрешающей силе модельных расчетов—последние

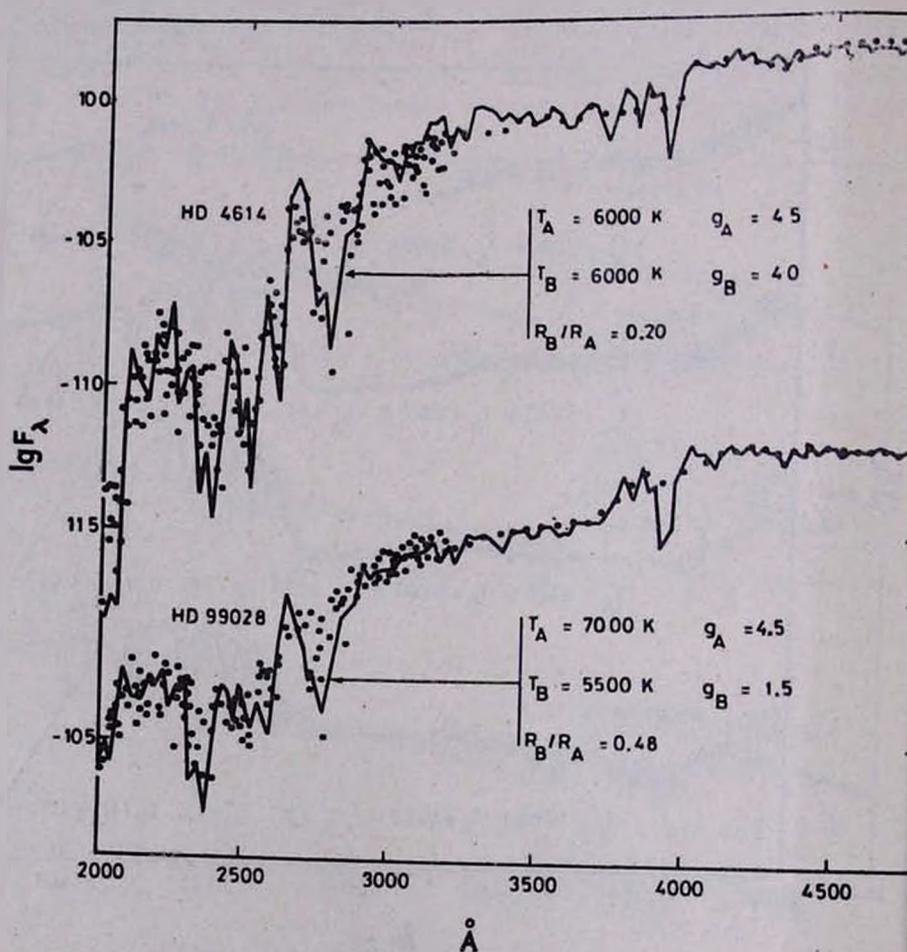


Рис. 4. То же для звезд-пар поздних классов HD 4614 и HD 99028

намного хуже. Найденные нами спектральные классы для их составляющих оказались следующими:

HD 4614 G0 и G0
 HD 99028 F2—F3 и G1

Оценки, приведенные в [8] для спектрального класса этих звезд —G0 и F2, относятся к суммарному их излучению. В случае HD 4614 речь идет по сути дела о представлении наблюдаемого спектра одной единственной моделью $T_A = T_B = 6000$ K (также как и в случаях двух других выше рассмотренных HD 45725—7 $T_A = T_B = 18000$ K и HD 60178—9 $T_A = T_B = 9400$ K).

Остается заметить, что в [8] один из компонентов HD 4614 классифицируется как F8, а второй не классифицируется вовсе, в то же время в [12] для составляющих этой пары указываются классы G3 V и K7 V. Однако, поскольку наблюдаемое распределение достаточно хорошо описывается одной единственной моделью с $T_{\text{эфф}} = 6000$ K, трудно себе представить, чтобы оно также хорошо соответствовало и более низким температурам. К тому же и раньше было известно, что классификация по спектральным линиям и классификация по непрерывному спектру приводят как правило к результатам, часто отличающимся друг от друга довольно заметно. В нашем же случае речь идет о классификации, основанной на использовании ультрафиолетового спектра звезды, т. е. на материале, очевидно более чувствительном. Сводка полученных результатов для всех рассмотренных 13 звезд приведена в табл. 2, которая дает для каждой из них эффективные температуры, по сути дела спектральные классы составляющих и отношения радиусов, т. е. отношение их светимостей, найденные на основе анализа суммарного спектра.

Таблица 2

Сводка полученных результатов

HD	T_A	$\lg g_A$	T_B	$\lg g_B$	R_B/R_A	R_A	R_B	Спектральный класс	
						$(R_{\odot}=1)$			
36861—2	40000	4	28000	4	0.53	8.5	4.5	O5 I	B0 V
37742—3	30000	3.5	28000	4	0.39	17.3	6.7	O9 I	B0 IV
47839	50000	4.5	25000	2.5	0.56	22.0	0.12	O5 III	B2 V
45725—7	18000	3.5	18000	4	0.76	5.1	3.9	B3 IV	B3 V
10205	12000	3	11000	4	0.09	4.0	0.36	B8 IV	B8 V
7157	10000	3	18000	4	0.17	2.4	0.4	A0 III	B4 V
5408	11000	3	14000	2	0.56	2.5	1.4	B9 IV	B7—B8 V
222661	11000	4	12000	2.5	0.10	1.7	0.2	B9 V	A0 I?
186882	10000	3.5	12000	2.5	0.18	4.4	0.8	A0 III	A0 I?
60178—9	9400	3.95	9400	3.95	0.64	2.2	1.4	A0—A1V	A0—A1V
80081	9000	3.5	7500	4	0.39	1.8	0.7	A2 V	A9—F0 V
4614	6000	4.5	6000	4	0.20	1.0	0.2	G0 V	G0 V
99028	7000	4.5	5500	1.5	0.48	2.3	1.1	F2—F3IV	G1 V
5015 A	7500	4.5	5500	1.5	0.30	0.7	0.21	F0V	G1 I—II ₁

4. Определение абсолютных значений радиусов компонентов системы

Располагая модельными расчетами мы можем попытаться определить абсолютные значения радиусов звезд вообще и компонентов звездных систем в частности. Разумеется при этом расстояние звезды r считается известным.

Если обозначить через $E_V(T)$ поверхностный поток звезды температуры T и радиуса R , то нетрудно вывести следующее соотношение для нахождения радиуса звезды в единицах радиуса Солнца R_\odot :

$$\lg \frac{R}{R_\odot} = -0.2M_V + 0.966 - 0.5 \lg \frac{E_V(T)}{E_V(T_\odot)} \quad (5)$$

где $M_V = V + 5 - 5 \lg r$. (6)

Эта формула отличается от общеизвестной формулы

$$\lg \frac{R}{R_\odot} = -0.2 M_V + \frac{5680}{T} - 0.01 + 0.5 \lg(1 - e^{-\tau_0/\nu T}) \quad (7)$$

тем, что в последнем случае исходным при ее выводе является закон Планка для распределения энергии в спектрах звезд всех температур, в то время, как в случае формулы (5) мы опираемся исключительно на модельные расчеты.

Заметим, что соотношение (3) вытекает непосредственно из формулы (5), если напишем ее дважды—для компонентов А и В.

Найденные с помощью формулы (5) значения R_A и R_B для рассмотренной нами группы звезд представлены в предпоследнем столбце табл. 2.

5. Звезда HD 5015A—двойная система?

Предметом отдельного рассмотрения с точки зрения поставленной выше задачи стала кратная система из каталога Эйткена HD 5015. Для этой группы в Sky Catalogue [8] приводятся следующие сведения:

		d''	m_1	m_2	Спектр	
	AB	129.7	4 ^m .8	9 ^m .3	F8	—
ADS 721	AD	93.2	—	—	—	—
HD 5015	AE	130.3	—	—	—	—
	BC	0.9	—	12 ^m .1	—	—

Как видим, расстояние между компонентами АВ порядка $\sim 130''$, т. е. эта пара—оптическая и спектры компонентов должны быть получены четко раздельно на орфоноскопических снимках на расстоянии порядка 0.8 мм, в чем мы убедились, просмотрев как Абастуманские пластинки, так и кадры, полученные с помощью «Орфона-2».

Точно так же обстоит дело и с составляющими AD и AE, с той лишь разницей, что видимые величины их, по-видимому, слабее 12^m, в противном случае, они скорее всего были бы приведены, как в случае BC.

Сама пара BC представляет собой двойную систему [13], хотя природа ее двойственности и неясна. Таким образом, HD 5015 A оказывается вроде как одиночной звездой. Весь парадокс состоит в том, что наблюдаемое распределение энергии в диапазоне 2300—4800 Å [14] (2300—3500—«Орфон-2», 3500—4800—Абастуманские наблюдения) расходится с модельной кривой, соответствующей звезде F8 IV т. е. $T_{\text{эфф}}=6200$ К при $\lg g=4$, причем расхождение усиливается по мере перехода в далекий ультрафиолет. Более того, ни одна теоретическая модель в интервале температур от 7500 К до 5500 К не на-

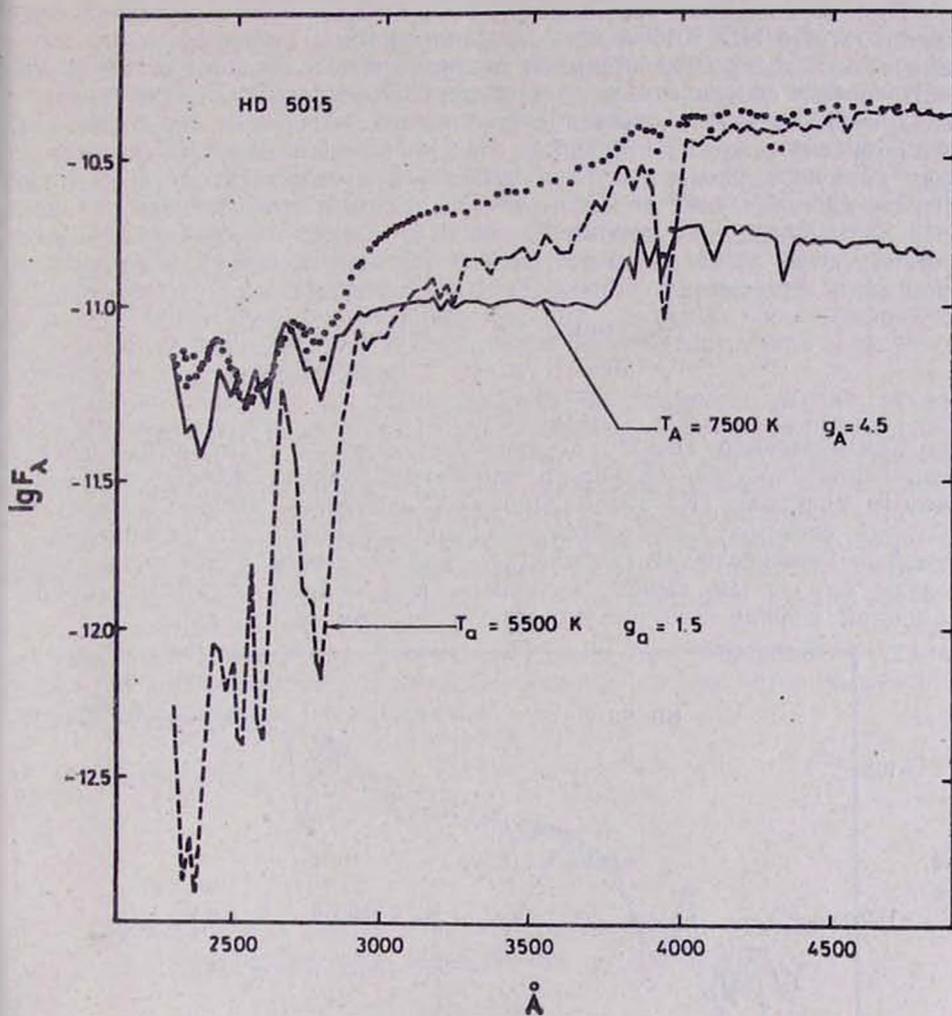


Рис. 5. Сопоставление наблюдаемого распределения энергии в непрерывном спектре звезды HD 5015 в интервале длин волн 2300—5000 Å (точки) с теоретическими моделями одиночных звезд при $T_{эфф} = 7500^{\circ}\text{K}$ и $\lg g = 4.5$ и $T_{эфф} = 5500^{\circ}\text{K}$ и $\lg g = 1.5$ (сплошная и прерывистая линии)

ходится в удовлетворительном согласии с наблюдаемым распределением. На рис. 5 представлена наглядная демонстрация того, что ни одна из этих (7500 К и 5500 К) моделей в чистом виде не могут объяснить наблюдаемое распределение энергии на всей протяженности спектра этой звезды. Действительно, когда мы совмещаем спектр звезды с $T_{эфф} = 7500^{\circ}\text{K}$ (сплошная линия) с коротковолновым концом ($\lambda = 2300 \text{ \AA}$) наблюдаемого спектра, то длинноволновой конец ($\lambda = 4800 \text{ \AA}$) оказывается существенно ниже наблюдаемого уровня. Точно так же, при совмещении длинноволнового конца спектра звезды с $T_{эфф} = 5500^{\circ}\text{K}$ (прерывистая линия) с наблюдаемым спектром, коротковолновый конец последнего оказывается намного выше модели.

При создавшейся ситуации у нас не остается иного выхода как допустить, что HD 5015 A есть двойная система. Причем двойная система с особой пространственной ориентацией, а именно, когда плоскости орбит составляющих почти перпендикулярны к лучу зрения, вследствие чего исключается возможность получения традиционной информации, свидетельствующей о ее двойственности (мы имеем в виду кривую затмения, кривую изменения лучевых скоростей и пр.). Отнеся наблюдаемую величину $4^m.8$ целиком к яркой составляющей этой пары (Aa), т. е. приняв $V_A = 4^m.8$ и $V_a \sim 9^m$ мы смогли добиться и наилучшего согласия синтетического спектра с наблюдаемым спектром при следующих параметрах составляющих:

$$\begin{aligned} T_A &= 7500 \text{ K} & \lg g_A &= 4.5 \\ T_a &= 5500 \text{ K} & \lg g_a &= 1.5 \\ R_a / R_A &= 0.30 \end{aligned}$$

Синтетический спектр, построенный с такими параметрами составляющих показан на рис. 6 (сплошная линия) наряду с наблюдаемым спектром HD 5015A (точки). Разумеется, истинные параметры этой системы могут быть и несколько иными, но усомниться в самой возможности установления двойственности у той или иной звезды описанным выше способом и при полном отсутствии традиционной информации на этот счет, по-видимому, трудно.

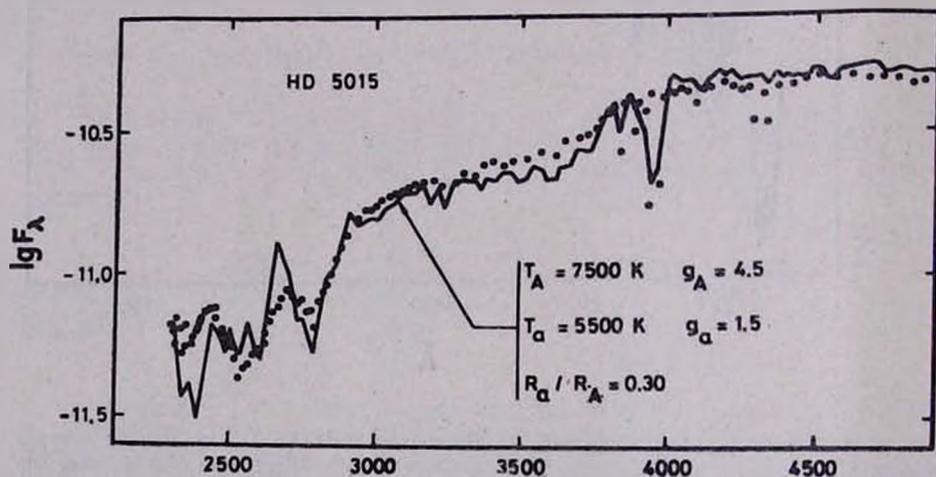


Рис. 6. Синтетический спектр (сплошная линия), построенный для системы HD 5015 при параметрах составляющих, приведенных на рис. 5; точки—наблюдения

6. Заключительные замечания

В настоящей статье описан количественный метод нахождения параметров составляющих звездной пары, в частности, их эффективных температур (спектральных классов) и отношений радиусов, на основании анализа суммарного, неразделенного наблюдаемого спектра пары. Эффективность метода и надежности получаемых при этом результатов тем выше, чем больше охват самого спектра.

Возможности предложенного метода дешифровки звездных пар были выявлены выше, на примере его применения по отношению груп-

ты из 14 звезд. Анализ и сопоставления полученных при этом результатов были проведены по ходу самой дешифровки той или иной звездной пары. Здесь же хочется обратить внимание на следующее обстоятельство, а именно, в принципе существует, оказывается, возможность представления суммарного спектра одной единственной моделью. Это значит, что в пределах ошибок, по которым строится наблюдаемый спектр, разделить такую пару на составляющие мы не можем. Означает ли это ограниченность в возможностях метода? Отнюдь нет, и даже наоборот: это может служить основанием на допущение, что процентное содержание двойных систем вообще должно быть гораздо больше, чем принято считать. И что в любой случайно взятой выборке всегда могут быть двойные системы, не поддающиеся дешифровке на основании анализа их спектров и при полном отсутствии информации об их двойственности.

Вместе с тем, как видели выше (рис. 5), возможен случай, когда наблюдаемый спектр ни при каких условиях не представляется единичной моделью единичной звезды. Поэтому при полном отсутствии информации о двойственности данной звезды (например, когда плоскости орбит составляющих системы почти перпендикулярны к лучу зрения), по-видимому, анализ суммарного наблюдаемого спектра в том подходе, как это было осуществлено выше, может стать выходом из положения по крайней мере по части констатации факта, касающегося двойственности данной звезды.

Эта задача была предложена проф. Г. А. Гурзadyном и стала предметом неоднократных с ним обсуждений, за что автор выражает ему свою глубокую благодарность

26 февраля 1986 г.

Ս. Ս. ԻՌԻՍԱՄԲԵԿՈՎԱ

ԱՍՏՂԱԶՈՒՅԳԵՐԻ ԲԱՂԱԴՐԻՉՆԵՐԻ ՀԱՏԿԱՆԻՇՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ
ԳՆՐՄԱՆՈՒՇԱԿԻ ՍՊԵԿՏՐՆԵՐԻ ՍԳՆՈՒԹՅԱՄԲ

Ներկայացված է աստղազույգերի բաղադրիչների հատկանիշների որոշման բանական մեթոդ՝ հիմնված նրանց սպեկտրի գումարային՝ գերմանուշակ (արտամթնոլորտային) և տեսանելի (օպտիկական) հատվածների վերլուծման վրա: Այդ եղանակով որոշված են 14 աստղազույգերի բաղադրիչների արդյունարար ջերմաստիճանները և դրանց շառավիղների հարաբերությունները: Արտածված է աստղի շառավղի որոշման մի նոր բանաձև՝ հիմնված աստղային մթնոլորտների մոդելային հաշվարկների վրա: Այդ բանաձևը կիրառված է հիշյալ 14 աստղազույգի անդամների համար: Նշվում է անխուսափելիությունն այն դեպքի, երբ աստղազույգի դիտված գումարային սպեկտրը չի կարող ներկայացվել միայնակ աստղի մոդելով: Առաջ է քաշվում աստղազույգի հայտնաբերման կամ վերծանման խնդիրը՝ հիմնված միայնակ համարվող աստղի անընդհատ սպեկտրի վերլուծման վրա, գերմանուշակում:

DETERMINATION OF PARAMETERS OF COMPONENTS OF BINARY SYSTEM BASED ON ULTRAVIOLET SPECTRA

A method for the determination of main parameters of the components of a binary system, particularly, their effective temperatures (spectral classes) and the ratio of their radiuses, is described. The method is based on the analysis of the summary, undivisible observed spectrograms of the double system both in the ultraviolet (space observations) and optical (ground based observations) regions. The results of the application of this method in the case of 14 double systems are presented. The inevitability of the representation, in rare cases, of the summary spectrum of a binary system by a model of a single star is outlined. The principal possibility of the discovery of a binary system by means of the analysis of its summary continuous spectrum and under the complete absence of any traditional information about its duplicity, is forwarded. A new formula (5) is derived for the determination of star's radius based on the model calculations.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. А. Гурздян, Дж. Б. Оганесян, С. С. Рустамбекови, Р. А. Епрмян, Каталог ультрафиолетовых спектров 900 слабых звезд, Ереван, Изд-во АН АрмССР, 1985.
2. A. D. Code, M. R. Meade, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 39, 195, 1979.
3. C.—C. Wu, T. B. Ake, A. Boggess, R. C. Bohlin, et al., *The IUE Ultraviolet Spectral Atlas, NASA Newsletter № 22*, 1983.
4. Спектрофотометрия ярких звезд /под ред. И. П. Глушиевой/, М., Наука, 1982.
5. А. В. Харитонов, В. М. Терещенко, Л. Н. Князева, Сводный спектрофотометрический каталог звезд, Алма-Ата, Наука, 1978.
6. R. L. Kurucz, *Astrophys. J. Suppl. Ser.* 40, №1, 1979.
7. К. У. Аллен, *Астрофизические величины*, М., Мир, 1977.
8. A. Hirshfeld, R. W. Stnnot, *Sky Catalogue 2000. 0, v 2*, Cambridge University Press, Sky Publishing Corporation, 1985.
9. V. M. Blanco, S. J. Demers, G. G. Douglass, M. P. Fitzgerald, *Publ. Naval Obs.*, second. ser., 21, 1968.
10. W. Buscombe, *MK Spectral Classification, Third General Catalogue*, Northwestern University, 1977.
11. A. Underhill, V. Doazan, „B Stars with and without Emission Lines“, NASA Sp—456, Paris, Washington, 1982.
12. W. Buscombe, *MK Spectral Classification, Fourth General Catalogue*, Northwestern University, 1980.
13. A. Vecvar, *Atlas Coell II*, Praha, 1964.
14. С. С. Рустамбекова, Р. А. Епрмян, *Сообщ. Бюраканской обс.*, 58, 9, 1986.