АСТРОФИЗИКА

ТОМ 19 АВГУСТ, 1983 ВЫПУСК 3

УДК 524.312—74

МАКРОСТРУКТУРА НЕПРЕРЫВНЫХ СПЕКТРОВ ГОРЯЧИХ ЗВЕЗД В УЛЬТРАФИОЛЕТЕ ПО ДАННЫМ ОАО-2

С. С. РУСТАМБЕКОВА

Поступила 5 января 1982
Принята к печати 8 февраля 1983

На основании данных ОАО-2 было установлено наличие депрессии в ультрафиолете непрерывных спектров у 22 горячих звезд среди 134 проанализированных. Депрессия приходится, главным образом, на область 2200—2400 А. Однако длина волны λ_{max}, соответствующая максимуму депрессии, испытывает дрейф в сторону коротких волн по мере перехода к звездам более ранних классов. Ошибки в учете влияния межзвездного поглощения не влияют на окончательные выводы относительно наличия или отсутствия депрессии. Полученные результаты подтверждают ранее сделанный вывод о том, что депрессия в ультрафиолете непрерывных спектров является довольно распространенным явлением среди горячих звезд и что эту депрессию можно считать чувствительным индикатором наличия околозвездных облаков у этих звезд.

1. *Введение.* Ранее, на основе наблюдательного материала Ориона-2, был сделан вывод о существовании депрессии в непрерывных спектрах 26 горячих звезд в области 2400 А и шириною порядка 200 А [1]. Эта депрессия и обусловленное ею наблюдаемое разнообразие в макроструктуре непрерывных спектров в ультрафиолете горячих звезд может быть объяснено, как это было показано в [2], наличием околозвездных облаков вокруг этих звезд. Было найдено также разумное объяснение тому очевидному факту, почему эти околозвездные облака не проявляют себя в оптическом диапазоне.

В связи с этим возникает вопрос: в какой мере это свойство — наличие депрессии в ультрафиолете — присуще и другим горячим звездам, наблюдаемым к тому же другими орбитальными обсерваториями, в частности, ОАО-2.

Настоящая работа преследует эту цель: изучить на основе данных ультрафиолетового каталога ОАО-2 [3, 4] макроструктуру спектров 134 горячих звезд классов О—А с тем, чтобы можно было дать однозначный ответ на вопрос о наличии или отсутствии околозвездного облака вокруг

каждой из них. В нашем анализе были использованы монохроматические потоки в абсолютных единицах (эрг $см^{-2}$ $с^{-1}$ A^{-1}) при спектральном разрешении порядка 22 А в области длин волн 3600—1850 А. Список всех рассмотренных нами звезд приведен в табл. 1. В эту таблицу не вошли все двойные системы.

Таблица 1

СПИСОК ИССЛЕДОВАННЫХ ЗВЕЗД, НАБЛЮДЕННЫХ ОАО-2

HD	Спектр	$E(B-V)$	Об-лако	HD	Спектр	$E(B-V)$	Об-лако
1	2	3	4	1	2	3	4
66811	O5 f—O4 f	+0.05	нет	111123	B0.5 III	+0.05	нет
48099	O5.5, O6.5 V	+0.27	есть	143275	B0.5 IV	+0.16	есть
199579	O6, O6.5 III	+0.37	„	24398	B1 Ib	+0.31	„
210839	O6 f	+0.56	„	36695	B1 V	+0.00	нет
135591	O7 I	+0.21	„	40111	B1 Ib	+0.13	есть
24912	O7.5	+0.33	нет	44743	B1 II—III	+0.03	нет
47839	O7, O8 III f	+0.06	„	46328	B1 III	+0.02	„
36861/2	O8 III f	+0.12	„	116658	B1 V	+0.04	„
203064	O8 V n	+0.28	есть	118716	B1 III	+0.05	„
193322	O9 V, O8.5 III	+0.41	„	122451	B1 III	+0.04	„
214680	O9 V, O8 III	+0.11	нет	147165	B1 III	+0.39	есть
37043	O9 III	+0.05	„	187879	B1 III	+0.22	„
30614	O9.5 Ia	+0.30	есть	200310	B1 V n	+0.01	„
36485/6	O9 5 I—II	+0.05	нет	205021	B1 III	+0.04	нет
37468	O9.5 V	+0.06	„	127972	B1.5 Vn	+0.06	„
37742/3	O9.5 Ib	+0.06	„	129056	B1.5 III	+0.06	„
38666	O9.5 IV—V	+0.02	„	141637	B1.5 V n	+0.19	есть
149757	O9.5 Vn	+0.31	„	151890	B1.5 IV	+0.03	нет
188209	O9.5 Ia	+0.20	„	158 26	B1.5 IV	+0.03	„
209975	O9.5 Ib	+0.36	есть	160578	B1.5 III	+0.04	„
36512	B0 V	+0.04	нет	190603	B1.5 Ia	+0.72	есть
37128	B0 Ia	+0,05	„	886	B2 IV	+0.01	нет
149438	B0 V	+0.05	„	3360	B2 IV	+0.05	„
202214	B0 V	+0.41	есть	35468	B2 III	+0.02	„
24760	B0.5 III	+0.10	нет	52089	B2 II	+0.00	„
34816	B0.5 IV	+0.01	„	120307	B2 IV	+0.02	„
35411	B0.5 Vn	+0.11	„	121743	B2 IV	+0.03	„
36822	B0.5 IV—V	+0.11	„	121790	B2 IV—V	+0.04	„
38771	B0.5 Ia	+0.05	„	132058	B2 III	+0.02	„
108248/9	B0.5 IV	+0.01	„	136504	B2 IV—V	+0.06	„

Таблица 1 (окончание)

1	2	3	4	1	2	3	4
142669	B2 IV—V	+0.04	нет	214923	B8 V	+0.02	нет
145482	B2 V	+0.08	„	222173	B8 V	+0.00	„
148605	B2 V	+0.17	„	34085	B8 Ia	+0.08	„
148703	B2 III	+0.08	„	42525	B9	+0.04	„
151985	B2 IV	+0.03	„	177724	B9 V—A0 Vn	+0.02	„
40494	B2.5 IV	+0.04	„	185882	B9.5 III	+0.03	„
44402	B2.5 IV	+0.04	„	202850	B9 I ab	+0.21	„
42087	B2.5 Ib	+0.35	есть	218045	B9 III—V	+0.04	„
121263	B2.5 IV	+0.00	нет	14055	A0 V—A1 V	+0.00	„
125238	B2.5 IV	+0.04	„	29305	A0 III	+0.08	„
143118	B2.5 IV	+0.00	„	47105	A0 IV—A1 IV	+0.00	„
177003	B2,5 IV	+0.03	„	80007	A0 III	—0.02	„
195556	B2.5 IV	+0.13	есть	139006	A0 V	—0.01	„
32630	B3 V	+0.02	нет	172167	A0 V	+0.01	„
41753	B3 IV—V	+0.05	„	15308	A2 V, A3 Vn	—0.05	„
42560	B3 IV	+0.03	„	40183	A2 V	—0.03	„
120315	B3 V	+0.01	„	197345	A2 Ia	+0.19	есть
112078	B4 Vn	+0.03	„	2262	A3 V	—0.03	нет
4727	B5 V	+0.01	„	38678	A3 Vn	+0.02	„
22928	B5 III	+0.04	„	50019	A3 III, A2.5 III	+0.03	„
58350	B5 Ia	+0.13	„	102647	A3 V	+0.01	„
130807	B5 III—IV	+0.02	„	216956	A3 V	+0.00	„
147394	B5 IV	+0.01	„	43915	A1 V	—0.02	„
199081	B5 V	+0.02	„	95418	A1 V	—0.04	„
39844	B6 V	—0.01	„	5448	A5 V	—0.03	„
43285	B6 V	+0.00	„	13161	A5 III	—0.01	„
125288	B6 Ib	+0.19	есть	39060	A5 III	+0.10	„
155763	B6 III	+0.03	нет	50241	A5 V	+0.07	„
6811	B7 III—V	+0.01	„	184006	A5 Vn	—0.01	„
35497	B7 III	—0.01	„	8538	A5 V	—0.02	„
57901	B7 V, B8 V	+0.00	„	11636	A5 Vm	+0.13	*
209952	B 7 IV	+0.00	„	159561	A5 III	+0.00	„
43107	B8 V	+8.03	„	39014	A7 V	+0.00	„
19356	B8 V	+0.05	„	127762	A7 III	—0.05	„
47670	B8 III	—0.01	есть	203280	A7 IV—V	+0.02	„
89080	B8 III	+0.00	нет	31964	A8 Ia	+0.46	„
173300	B3 III	+0.00	„				

Сущность нашего анализа сводится к следующему. Сперва данные ОАО-2 для рассмотренной звезды наносятся на график в виде кривой зависимости наблюдаемого потока, нормированного на 3200 А, от длины волны; при этом наблюдаемые потоки исправляются за межзвездное поглощение по известной или найденной величине $E(B—V)$ и общепринятой зависимости X_λ от $E(\lambda — V)/E(B—V)$ [5]. Затем эта кривая сопоставляется с теоретическим распределением, вычисленным Курукзом [6] на основе моделей атмосфер и наиболее подходящей к параметрам рассмотренной звезды (T_{eff} и $\lg g$). В зависимости от того, в какой мере эти кривые сходятся или расходятся в области $\lambda \sim 2400$ А, можно и делать вывод об отсутствии или наличии облака вокруг данной звезды.

2. *Звезды без околозвездных облаков.* В табл. 1 сведены основные данные для исследованных звезд: номера по каталогу HD; спектральные классы; найденные или вычисленные величины $E(B—V)$, использованные при введении поправки за межзвездное поглощение. В последнем столбце таблицы дается полученный нами основной результат: есть околозвездное облако вокруг данной звезды или нет. Судя по этим данным, в случае 112 звезд депрессии в непрерывном спектре не наблюдаются, и, следовательно, эти звезды не должны иметь вокруг себя облака, во всяком случае доступные обнаружению «методом депрессии». Это означает, что наблюдаемые распределения энергии в спектрах этих звезд, исправленные за влияние межзвездного поглощения, находятся в согласии с теоретическими моделями, соответствующими данному спектральному классу и классу светимости, на всем протяжении спектра, в том числе и в области ~ 2400 А.

3. *О влиянии межзвездного поглощения на величину депрессии.* Вывод о существовании или отсутствии депрессии на $\lambda \sim 2400$ А у той или иной звезды делается нами по результатам сопоставления *исправленного* за влияние межзвездного поглощения распределения с теоретической моделью. В связи с этим возникает вопрос: а не могут ли случайные ошибки или неточности в определении $E(B—V)$ привести к образованию мнимой депрессии в одних случаях или к утере реально существующей депрессии в других? Чтобы ответить на этот вопрос, нами проанализированы распределения энергии в спектрах трех звезд для случаев произвольно взятых отклонений $E(B—V)$ вокруг найденных из наблюдений величин. Во всех случаях выводы оказались поразительно устойчивыми: констатация самой депрессии не зависит от ошибок в определении $E(B—V)$.

Эти три звезды суть: HD 209975 (09.5 Ib, HD 147165 (B1 III) и HD 195556 (B 2.5 IV) (рис. 1). В случае первой из них исправленное для существующего значения $E(B—V) = 0^m.36$ распределение энергии во всем интервале от 2000 А до 3800 А достаточно хорошо согласуется с моделью

при 25000° и $\lg g = 3$, и при этом четко выделяется не очень сильная депрессия в области 2100—2300 А. При сопоставлении с моделью $T_{eff} = 30\,000°$ эта депрессия становится более ощутимой. Если же мы берем для $E(B—V)$ значение несколько меньшее, скажем $0^m.33$, то распределе-

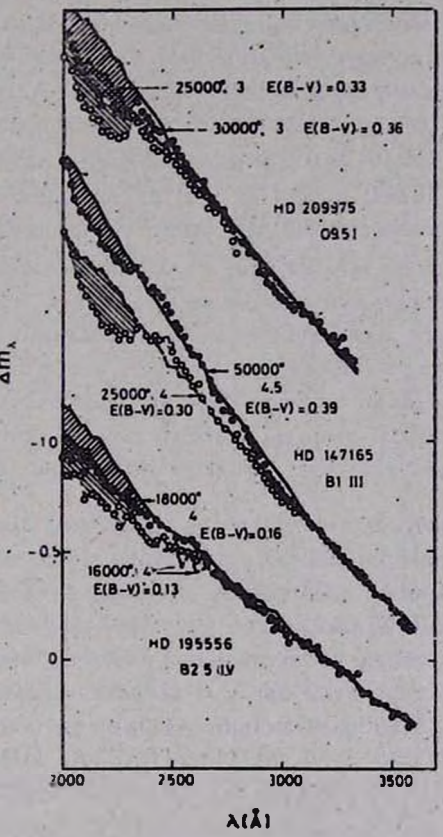

Рис. 1. Три примера, иллюстрирующие независимость факта обнаружения депрессии (заштрихованные области) в ультрафиолете непрерывных спектров горячих звезд от принятой величины межзвездного покраснения $E(B—V)$. Сплошные и пунктирные линии — разные модели звездных фотосфер (разные значения T_{eff} и $\lg g$). Монохроматические потоки здесь и на последующих рисунках приведены в шкале звездных величин.

ние энергии опять неплохо согласуется с первой моделью, и вместе с тем, депрессия остается. Таким образом, депрессия выделяется независимо от величины межзвездного поглощения в направлении данной звезды.

Для второй звезды наблюдаемый избыток цвета равен $0^m.39$. В этом случае кривая распределения довольно хорошо совпадает с моделью для 50 000°, и при этом чувствуется наличие депрессии в интервале 2050—

2350 А. Однако эффективная температура звезд спектрального класса BI намного ниже указанной величины — по одним данным [7, 8] равна 26 000°, а по другим [9, 10] — даже ниже. Когда же мы сопоставляем модель при $T_{eff} = 25\,000°$ с наблюдаемым распределением, исправленным за искусственно заниженное значение $E(B-V) = 0^m30$, то отмеченная депрессия не только не исчезает, но даже несколько подчеркивается; при этом совпадение обеих кривых, наблюдаемой и теоретической, почти полное во всем интервале длин волн от 3500 А до 2100 А.

В случае третьей звезды HD 195556 спектрального класса B 2.5 IV исправленная при $E(B-V) = 0^m13$ наблюдаемая кривая хорошо согласуется с моделью для 16 000° и $\lg g = 4$. В районе 2000—2300 А имеется депрессия. Создается впечатление, что стоит увеличить избыток цвета и депрессия исчезнет. Однако это не так. Увеличив избыток цвета до 0^m16, мы получим распределение, неплохо согласующееся с теоретической моделью при 18 000°, которая, надо отметить, более соответствует спектральному классу B 2.5. Но факт наличия депрессии от этого не меняется.

Таким образом, ошибки в учете влияния межзвездного поглощения не влияют на окончательные выводы относительно наличия или отсутствия депрессии в непрерывном спектре звезды в ультрафиолете.

4. *Звезды с околозвездными облаками.* В табл. 2 приведен список тех 22 звезд, у которых нами обнаружены достаточно сильные депрессии в ультрафиолете непрерывных спектров и которые, следовательно, должны обладать околозвездными облаками той или иной мощности. Общая структура этих депрессий, а также сопоставления наблюдаемых OAO-2 распределений энергии в спектрах этих звезд с теоретическими моделями показаны на рис. 2, 3 и 4. Наиболее сильные депрессии обнаружены у звезд HD 193332 (O 8.5—09 V), HD 202214 (B0 V), HD 187879 (B1 III), HD 42087 (B 2.5 Ib), HD 125288 (B6 Ib), HD 47670 (B8 III) и HD 197345 (A2 Ia); очевидно эти звезды должны обладать достаточно мощными околозвездными облаками. В четвертом столбце табл. 2 приведены числовые значения глубины депрессии D (в звездных величинах), которой определяется мощность околозвездного облака (см. [2]), а также, в последнем столбце, длина волны λ_0 максимума полосы депрессии.

В большинстве случаев начало депрессии находится в области короче 2000 А. Такая же картина наблюдается и в спектре сверхгиганта ζ^1 Sco (B1 Ia—O) по данным IUE [11]: депрессия в непрерывном спектре этой звезды начинается короче 2000 А и простирается почти до 2500 А.

Во всех случаях исправление за межзвездное поглощение осуществлялось по избытку цвета, указанному в табл. 2. Исключение составляет звезда α Cyg (HD 197345), которая, судя по величине $E(B-V) = +0.04$, почти не испытывает покраснение, между тем она находится на расстоянии

500—600 пс; такому расстоянию должно соответствовать поглощение, по крайней мере порядка $0^m.18-0^m.20$.

Таблица 2

ЗВЕЗДЫ, ОБЛАДАЮЩИЕ ОКОЛОЗВЕЗДНЫМИ ОБЛАКАМИ

HD	Спектр	$E(B-V)$	D	λ_0 (A)
48099	O6.5 V	+0.27	$0^m.35$	2200
199579	O6.5 III	+0.37	0.20	2280
210839	O6 f	+0.56	0.40	2160
135591	O7 I	+0.21	0.37	2180
203064	O8 V	+0.21	0.12	2240
193322	O8.5 III—O9 V	+0.41	0.74	2160
30614	O9.5 Ia	+0.30	0.18	2200
209975	O9.5 Ib	+0.33	0.29	2180
202214	B0 V	+0.41	0.37	2200
143275	B0.5 IV	+0.16	0.21	2140
24398	B1 Ib	+0.31	0.30	2040
40111	B1 Ib	+0.13	0.23	2180
147165	B1 III	+0.30	0.25	2200
187879	B1 III	+0.22	0.45	2060
200310	B1 Vn	+0.01	0.23	2040
141637	B1.5 Vn	+0.19	0.19	2260
190603	B1.5 Ia	+0.72	0.46	2440
42087	B1.5 Ib	+0.35	0.31	2080
195556	B2.5 IV	+0.16	0.25	2000
125288	B6 Ib	+0.19	0.39	2200
47670	B8 III	−0.01	0.33	2260
197345	A2 Ia	+0.19	0.34	2560

Структуры непрерывных спектров в ультрафиолете двух наиболее горячих звезд из табл. 1 — HD 210839 (O6 f) и HD 66811 (O5 f — O4 f) — показаны отдельно на рис. 5. В обоих случаях исправленные за межзвездное поглощение распределения сопоставляются с моделью для $T_{eff} = 30\,000°$. Судя по полученным результатам, в спектре первой из этих звезд существует довольно мощная депрессия в области 2000—2350 A, в то время как у второй, столь же горячей звезды, к тому же с эмиссионной структурой, депрессия отсутствует вовсе. Парадоксальность этого результата заключается в том, что эта вторая звезда есть та самая известная двойная система ζ Pup, один из компонентов которой является звездой типа Вольф-Райе.

5. *О местонахождении максимума депрессии.* Обращает на себя внимание следующий интересный факт: длина волны λ_{max}, соответствующая максимуму депрессии, испытывает, судя по данным табл. 2, своеобразный дрейф в сторону коротких волн с увеличением T_{eff}, то есть по мере пере-

Рис. 2. Депрессии (заштрихованные области) в непрерывных спектрах шести звезд класса О. Здесь и на последующих рисунках кружками обозначены монохроматические потоки, исправленные за влияние межзвездного поглощения. Для каждой звезды указаны последовательно: номер по каталогу HD, спектральный класс, эффективная температура и значение $\lg g$ принятой модели (сплошные линии).

хода к звездам более ранних классов. Так, у звезды HD 197345, спектрального класса A2, максимум депрессии приходится примерно на 2500 А, у звезд HD 47670 и HD 125288, спектральных классов B8—B6,— на 2300 А, а у звезд HD 187879 (B1 III), HD 24398 (B1 Ib), HD 193322 (O 8.5 II — O9 V) этот максимум приходится на 2150 А и даже короче. Чем можно объяснить этот факт?

Депрессия возникает в результате дополнительного поглощения фотосферного излучения звезды в собственном околозвездном облаке. Само поглощение происходит в резонансных линиях, которых в ультрафиолете настолько много, что они могут, сливаясь, создать нечто вроде непрерыв-

Рис. 3. Депрессии в непрерывных спектрах шести звезд спектрального класса B0—B1 (см. рис. 2).

ного фона. Максимум депрессии у звезд поздних подклассов B и ранних A находится примерно на 2400 A и, как показано в [2], этот максимум совпадает с максимумом распределения числа резонансных линий нейтральных и однажды ионизованных атомов. Естественно ожидать поэтому, что по мере увеличения T_{eff} должна усилиться ионизация в самом облаке; в результате поглощение теперь будет обусловлено преимущественно, скажем, однажды и дважды ионизованными атомами, линии поглощения которых, следует полагать, должны соответствовать более короткой области, чем было раньше и так далее.

Чтобы проверить, насколько описанная картина соответствует действительности, мы, в качестве примера, нашли по данным каталога [12] средние длины волн $\bar{\lambda}_{погл.}$ системы всех линий поглощения (около 1330

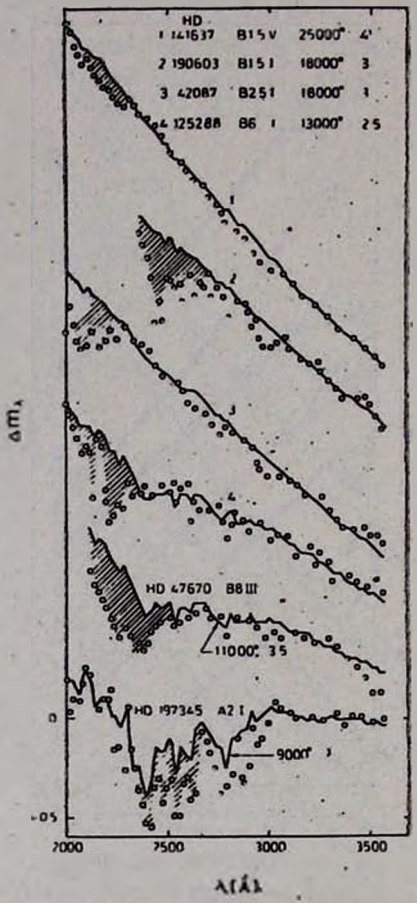

Рис. 4. Депрессии в непрерывных спектрах шести звезд спектральных классов B 1.5—A2 (см. рис. 2).

резонансных линий в диапазоне 1000—3000 А) для Fe I, Fe II и т. д.; результаты оказались следующими:

	Fe I	Fe II	Fe III	Fe IV
$\bar{\lambda}_{погл.}$ (A)	2450	2165	2050	1490

Как видим, уменьшение $\bar{\lambda}_{погл.}$ по мере повышения степени ионизации железа качественно соответствует тому, что мы имеем выше — дрейфу λ_{max} в сторону коротких волн при переходе от звезд поздних классов к звездам ранних классов.

В одном случае, звезды HD 190603 класса B 1.5 Ia (рис. 4), зарегистрированный спектр хотя и обрывается с коротковолновой стороны на 2470 А, тем не менее показывает сильно выраженную депрессию с максимумом в интервале 2400—2500 А. Однако в отличие от остальных случаев

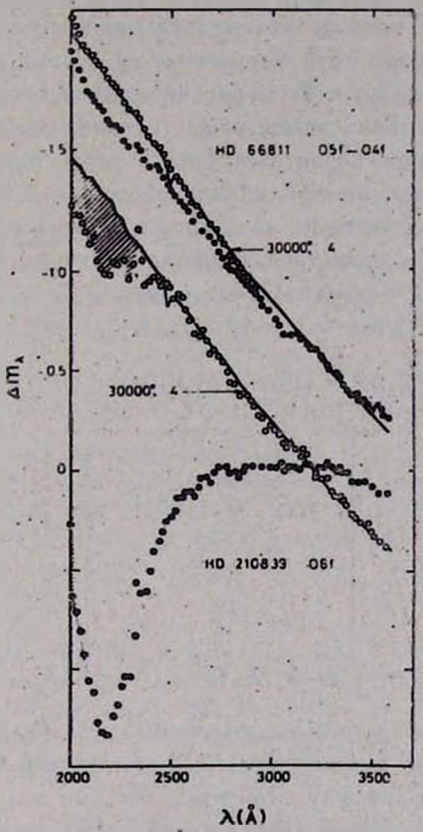

Рис. 5. Примеры двух звезд класса O5—O6, одна из которых, HD 66811, определенно не обладает околозвездным облаком (депрессия в ультрафиолете ее непрерывного спектра отсутствует вовсе), а у второй звезды, HD 210839, наличие довольно сильной депрессии (заштрихованная область) делает существование облака вокруг нее весьма вероятным. По ординате даны монохроматические потоки в шкале звездных величин — наблюдаемые (точки) и исправленные за влияние межзвездного поглощения (кружки). Сплошные линии — теоретические модели при заданных значениях T_{eff} и $\lg g$.

эта депрессия имеет необычайно большую протяженность с длинноволновой стороны — до 2700 А. Это пока единственный случай среди проанализированных нами спектров звезд (как по материалам OAO-2, так и Ориона-2) с аномально протяженной депрессией с длинноволновой стороны, и причину этого явления нам трудно объяснить.

6. *Некоторые выводы.* Таким образом, результаты, полученные как в настоящей статье, так и ранее по материалам Ориона-2 [1], позволяют сделать вывод о том, что депрессия в ультрафиолете непрерывных спектров, в области 2200—2400 А, является довольно распространенным явлением, присущим ощутимой части горячих звезд. Так, у 22 звезд из 134, то есть примерно у 17% из проанализированных нами в данной работе горячих звезд, были уверенно обнаружены, на основе данных ОАО-2, довольно сильные депрессии в их коротковолновых спектрах. Это одновременно есть процент горячих звезд, существование облаков вокруг которых представляется наиболее вероятным. Что касается остальных звезд, то в принципе не следует исключать возможность существования околозвездных облаков хотя бы у части из них; просто мощность этих облаков недостаточно велика, чтобы оказаться в пределах чувствительности обнаружения описанного метода — «метода депрессии».

Таблица 3

КОЛИЧЕСТВО ЗВЕЗД, ОБЛАДАЮЩИХ ОКОЛОЗВЕЗДНЫМИ ОБЛАКАМИ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПЕКТРАЛЬНОГО КЛАССА

Спектр	Общее количество звезд	Количество звезд с околозвездными облаками
O	17	8 (47 %)
B0—B2	32	9 (28 %)
B2—B8	19	4 (21 %)
A2	3	1 (33 %)

Как это следует из табл. 3, указанные 22 звезды распределены по спектральным классам далеко неравномерно; почти половина их (47%) приходится на звезды класа О. Примерно 60% из этих 22 звезд являются гигантами и сверхгигантами. Обладать околозвездными облаками — это, по-видимому, привилегия преимущественно горячих гигантов и сверхгигантов. Этот вывод, впрочем, не противоречит хорошо известному факту: активность этих звезд проявляется прежде всего в их способности мощного истечения вещества, в результате чего и образуются, скорее всего, околозвездные облака, как неизбежное явление на пути формирования и эволюции звезды (см. также [13, 14]).

Автор выражает искреннюю благодарность профессору Г. А. Гурзадяну за помощь и полезные советы в процессе выполнения данной работы.

Бюраканская астрофизическая
обсерватория

MACROSTRUCTURE OF THE ULTRAVIOLET CONTINUOUS SPECTRA OF HOT STARS ACCORDING TO OAO-2 DATA

S. S. RUSTAMBEKOVA

The presence of a depression in ultraviolet continuous spectra is discovered on 22 hot stars among 134 already analyzed according to OAO-2 data. Depression lies generally in the region 2200—2400 A. However, the wavelength λ_{max} corresponding to depression maximum, drifts to the short wavelength side for early class stars. The uncertainones in the interstellar absorption play no essential role on the final conclusion concerning the presence of depression or its absence. The results obtained confirm the earlier conclusion: the ultraviolet depression is a universal phenomenon among hot stars and may be considered a sensitive indicator for the discovery of circumstellar clouds.

ЛИТЕРАТУРА

1. *С. С. Рустамбекова*, Астрофизика, 16, 457, 1980.
2. *Г. А. Гурзадян, С. С. Рустамбекова*, Astrophys. Space Sci., 69, 269, 1980.
3. *A. D. Code, M. R. Meade*, Ap. J. Suppl. ser., 39, 195, 1979.
4. *M. R. Meade, A. D. Code*, Ap. J. Suppl. ser., 42, 283, 1980.
5. *K. Nandy, G. I. Thompson, C. Jamar, A. Monfils, R. Wilson*, Astron. Astrophys., 44, 195, 1975.
6. *R. L. Kurucz*, Ap, J. Suppl. ser., 40, 1, 1979.
7. *A. D. Code*, Rep. Dudley Obs., 9, 221, 1975.
8. *A. D. Code, J. Davis, R. C. Bless, R. H. Brown*, Ap. J., 203, 417, 1976.
9. *K. Nandy, E. G. Schmidt*, Ap. J., 198, 119, 1975.
10. *K. Nandy, E. Kontizcs*, Proc. 3-rd Europ. Astr. Meet., Tbilisi, 82, 1976.
11. *B. Wolf, I, Appenzeller*, Proc. The First Year of IUE at University College London, 1979.
12. *А. Р. Striganov, H. C. Свентицкий*, Таблицы спектральных линий нейтральных и ионизованных атомов, М., 1968.
13. *J. C. Pecker*, Compt., Rend. Acad. Sci., Paris, ser. B, 254, 821. 1962.
14. *J. C. Pecker*, Space Sci. Rev., 1, 729, 1963.