

ОБ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД

Ю. В. Глаголевский, Н. М. Чунакова

Дан список, содержащий свыше 300 химически пекулярных звезд, для которых сделаны оценки эффективных температур в шкале Адельмана. Температуры определены на основании литературных данных о распределении энергии в непрерывных спектрах звезд, по Q -индексу UBV -фотометрии, а также по индексам X и $(B2-G)$ многоцветной фотометрии. Анализ полученных температур показал, что они достаточно надежны для многих статистических исследований.

A list of more than 300 chemically peculiar stars is given for which the estimates of effective temperatures are made. The temperatures were derived on the basis of literature data about the energy distributions of these stars, using the index Q of UBV photometry and also the X and $(B2-G)$ parameters of multicolour photometry. An analysis of the obtained temperatures has shown that these temperatures are sufficiently reliable for many statistical investigations.

При изучении и уточнении различных физических параметров химически пекулярных (CP) звезд, необходимо в первую очередь уделить внимание созданию надежной температурной шкалы. Это сложная проблема, учитывая существование значительных химических аномалий в атмосферах таких звезд, присутствие в них сильных магнитных полей и др.

В наших исследованиях мы обычно использовали эффективные температуры T_e из списка [4], взятые из различных литературных источников и приведенные к одной системе [2, 3]. При этом использовались наблюдательные данные, полученные по распределению энергии в непрерывных спектрах звезд. Фактически эта система температур основывалась на калибровке α Лут из [2]. В связи с новой калибровкой Хейеса—Латама [4] и появлением ряда работ Адельмана ([5—9] и ссылки в них на другие работы этой серии), посвященных изучению распределения энергии в спектрах значительного числа CP-звезд, возникла возможность оценок T_e в этой системе и для других звезд, для которых есть измерения показателей цвета в UBV -системе, многоцветной системе или известны T_e , определенные по распределению энергии в их спектрах другими авторами. Система температур Адельмана имеет ряд преимуществ перед более ранними оценками. Основные из них следующие:

- 1) использована новая, более точная калибровка α Лут;
- 2) применено теоретическое распределение энергии из моделей Куруча [10], которые более точно, чем, скажем, модели Михаласа [11] описывают распределение энергии в пашеновском континууме благодаря учету покровного эффекта;

- 3) Адельман измерял распределение энергии в непрерывных спектрах вплоть до $\lambda \approx 7000 \text{ \AA}$ и использовал длинноволновую часть спектра при сравнении с теоретическим распределением энергии. В результате существенно уменьшилось влияние линий поглощения водорода и металлов в фиолетовой области спектра, а также влияние переизлученной из ультрафиолета энергии, интенсивность которой уменьшается в сторону длинных волн.

Определение T_e по индексу Q . Для получения эффективных температур на основании UBV -фотометрии мы поступили следующим образом. Для 77 стандартных звезд из списка Адельмана (работы I—III) мы построили зависимость

$(T_e(A)), (Q)$. Здесь $Q=(U-B)-0.72(B-V)$ является вторичным температурным параметром, свободным от межзвездного покраснения. Указанная зависимость — плавная кривая, которая позволяет с помощью индекса Q оценивать температуры звезд в интервале от 7000 до 30000 К. Зависимость меняет свой ход в области $Q \approx 0$, и здесь оценки T_e менее уверенные. Ясно, однако, что, применяя эту зависимость к СР-звездам, необходимо внести в получаемые для них T_e поправки, связанные с аномалиями распределения энергии у химически пекулярных звезд и в основном вызванные уменьшенными бальмеровскими скачками [12]. Для оценок величины поправки ΔT_e построена зависимость

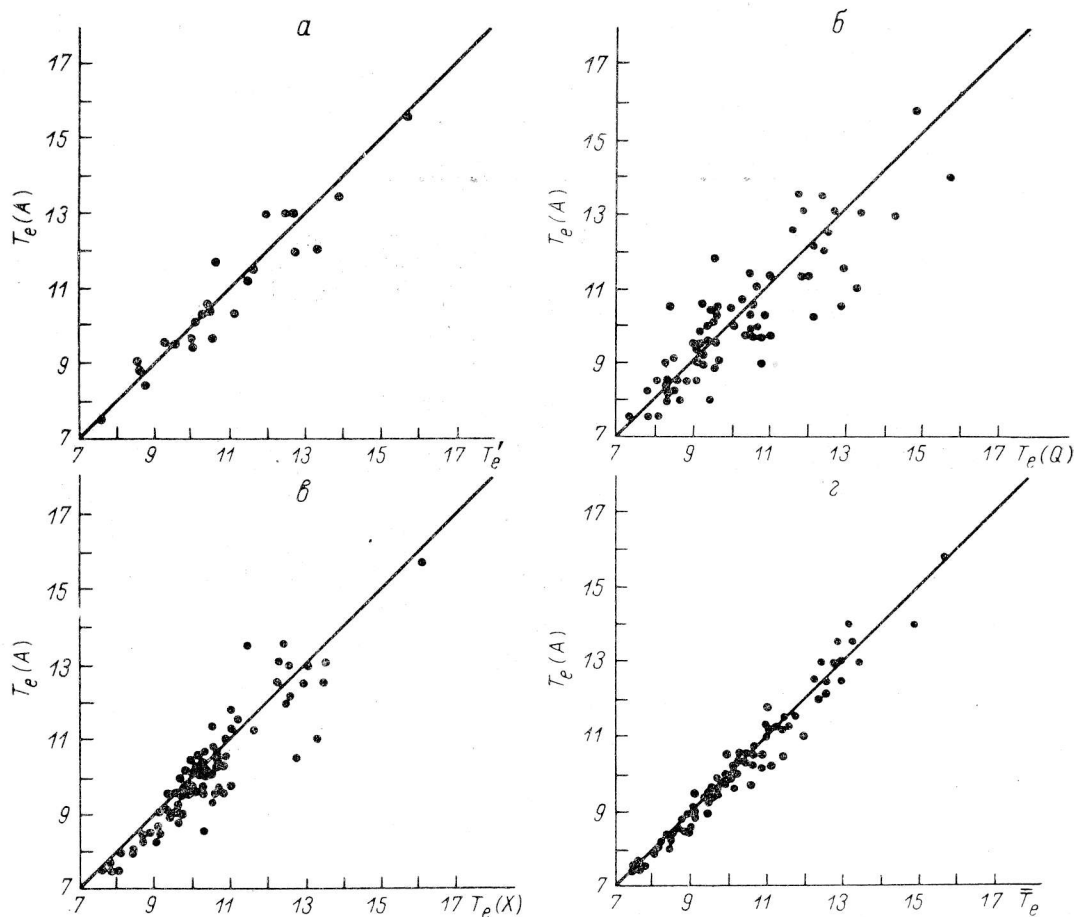


Рис. 1. Зависимость между $T_e(A)$ и температурами, полученными по разным фотометрическим параметрам.

$(T_e(A)), (T_e(Q))$ для 82 СР-звезд из работ Адельмана (работы I—XV). Оказалось, что оценка температуры пекулярных звезд по параметру Q дает завышение T_e в среднем на $\Delta T = 700$ К в диапазоне 1000—13500 К. Для T_e , меньших 10000 К, поправки $\Delta T_e = 0.2 (T_e(Q) - 6500 \text{ К})$, а в диапазоне $13500 \text{ К} < T_e < 14500 \text{ К}$ величина $\Delta T_e = 0.7 (14500 \text{ К} - T_e(Q))$. Если взять среднее значение разности температур, найденных по нашенновскому континууму и бальмеровскому скачку, из работ Адельмана, то оно оказывается равным ~ 670 К, т. е. примерно соответствует величине поправки, которую мы нашли. Это говорит о том, что различие возникает в основном из-за уменьшенного бальмеровского скачка у СР-звезд.

В работах Адельмана приведены звезды с температурами в пределах 7000—30000 К, следовательно, в этих пределах можно гарантировать правильность редуций. Для выяснения того, насколько хорошо T_e -температуры из работы [1] и $T_e(Q)$ сведены в одну систему и каково становится соотношение между $T_e(A)$ и $T_e, T_e(Q)$, мы построили графики, приведенные на рис. 1, а и б. Из ри-

сунков видно, что все температуры относительно хорошо коррелируют между собой, среднее расстояние точек порядка $\delta T_e \approx 370$ К на рис. 1, а и $\delta T_e \approx 700$ К на рис. 1, б. Оно оценивалось как

$$\delta T_e = \frac{\sum_{i=1}^n (T_{e,i} - T_e(Q))}{n},$$

где в числителе — отклонение точки $T_{e,i}$ от прямой для величины $T_e(A)$; n — число точек.

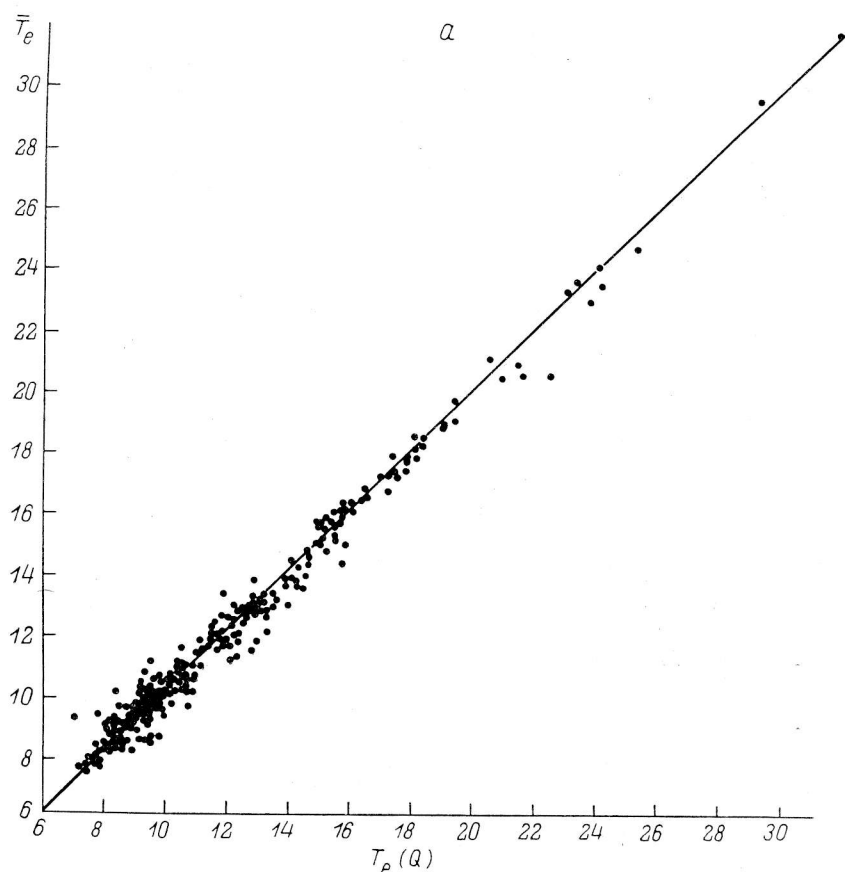


Рис. 2. Зависимость между средней \bar{T}_e и температурами, полученными по параметрам Q и X .

Определение T_e по параметрам многоцветной фотометрии. Оценки температур только по параметру Q не всегда являются достаточно надежными и точными. Это видно, в частности, по большому рассеянию точек на рис. 1, б. Для повышения точности T_e мы использовали данные многоцветной женеvской фотометрии, которые достаточно точны и многочисленны [13]. На основании результатов работы Крамера и Медера [14] мы выбрали для этой цели параметр X , который является очень хорошим индикатором температуры для B -звезд III—V классов светимости. Крамер [15] прокалибровал параметр X по T_e , используя звезды из работы [16]. В этой работе определение точных эмпирических T_e было достигнуто путем использования видимых угловых диаметров и абсолютного распределения энергии в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра. Пекулярные звезды не использовались при получении этой зависимости. Параметр X равен

$$X = 0.38 + 1.376U - 1.216B1 - 0.850B2 - 0.155V1 + 0.840G.$$

Чтобы судить о возможности применения этой калибровки к CP -звездам, мы определили $T_e(X)$ для 64 пекулярных звезд из списка Адельмана. Так же

как и в случае использования параметра Q , здесь наблюдается различие $T_e(X)$ и $T_e(A)$ в среднем на $\Delta T_e = 1500$ К в диапазоне температур $11000 \div 15000$ К. В сторону высоких температур это различие уменьшается, как $\Delta T_e = -1.2 (16300 \text{ К} - T_e(X))$, при $T_e > 16300$ К поправка $\Delta T_e = 0$.

Сопоставление уже исправленных $T_e(X)$ с $T_e(A)$, а также с T_e и с $T_e(Q)$ показало значительное рассеяние точек для $T_e(X) < 11000$ К. На наш взгляд, параметр X в этом диапазоне температур становится очень чувствительным к влиянию спектральных линий. Поэтому было решено выбрать для $T_e <$

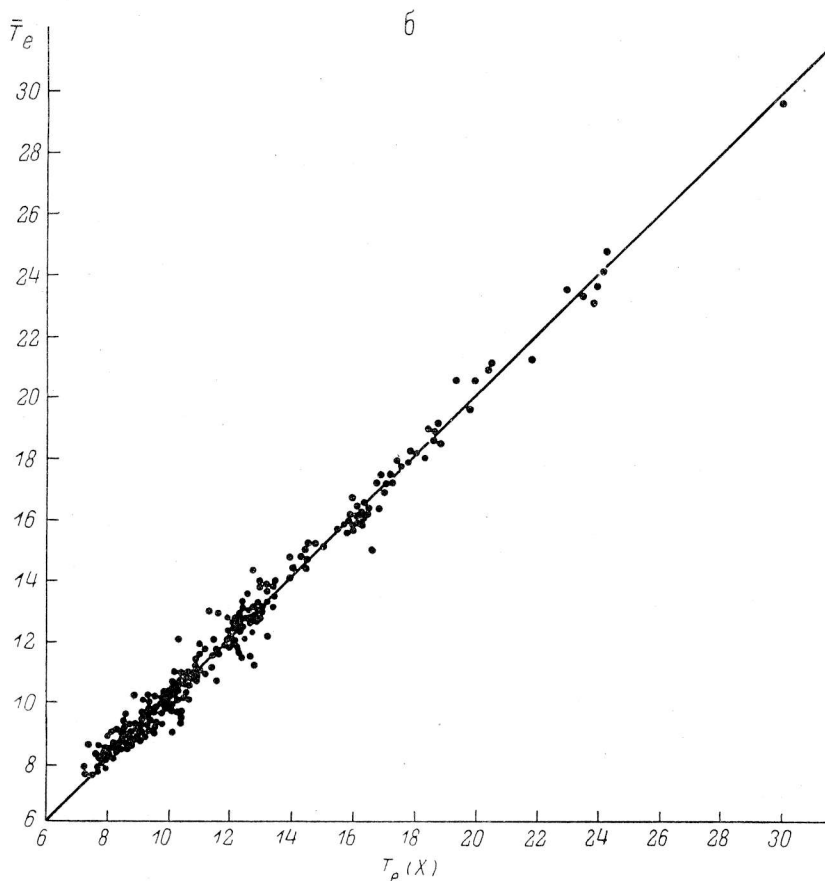


Рис. 2 (продолжение).

< 11000 К другой параметр многоцветной фотометрии, менее чувствительный к влиянию спектральных линий. Таким параметром оказался $(B2-G)$, рекомендованный в работе [17]. Калибровка его по температуре в системе Адельмана показала, что он наиболее надежен именно в диапазоне температур $7000-11000$ К. Таким образом, оценки T_e в диапазоне $7000-30000$ К осуществлены по двум параметрам с границей на 11000 К. В дальнейшем T_e , определенные как по параметру X , так и по $(B2-G)$, мы будем обозначать одинаково — $T_e(X)$. Сопоставление $T_e(A)$ и $T_e(X)$ дано на рис. 1, а; рассеяние $\delta T_e = 570$ К, т. е. немного меньше, чем на рис. 1, б.

Каталог эффективных температур. В таблице содержится список химически peculiarных звезд с эффективными температурами, которые оценены в системе Адельмана по описанной методике. Содержание первых трех столбцов понятно, далее последовательно приведены: эффективные температуры $T_e(A)$ из работ Адельмана и его сотрудников, температуры T_e' из работы [4], приведенные к системе Адельмана с помощью редуционных графиков, затем $T_e(Q)$, $T_e(X)$ и средние взвешенные значения температур \bar{T}_e :

$$\bar{T}_e = \frac{\sum_i K_i T_{e,i}}{\sum_i K_i}$$

Эффективные температуры химически некулярных звезд

HD	Звезда	Тип	$T_e(A)$	T'_e	$T_e(Q)$	$T_e(X)$	\bar{T}_e	K	σ, K	$\sigma, \%$	
358	α And	HgMn	10 200	—	12 200	12 800	11 400	5	570	4.5	
2453		SrCrEu	8 450	—	8 300	8 800	8 500	5	83	1.0	
2888		Si	—	—	10 240	10 500	10 370	2	130	1.2	
3322		HgMn	—	—	12 000	12 300	11 680	4	280	2.4	
3980	47 And	SrCrEu	—	11 200	—	8 600	8 600	1	—	—	
4778		SrCrEu	—	—	9 350	9 800	9 600	2	50	0.5	
5737		He-w	—	—	13 900	13 200	13 550	2	350	2.6	
5797		SrCr	—	—	9 100	9 500	8 200	5	450	5.5	
6164		SiCrEu	7 500	—	10 500	9 900	9 780	5	110	1.1	
8441		SrCrEu	9 500	—	8 300	9 700	9 000	5	220	2.5	
8374		Am	9 000	—	8 560	8 000	8 280	2	280	3.3	
8855		SiCr	—	—	12 900	12 700	11 400	5	560	5.0	
9996		CrEu	10 500	—	9 240	10 100	9 670	2	430	4.4	
10221		SiCr	—	—	10 240	10 500	10 370	2	140	1.3	
10783	43 Cas	SrCr	—	—	10 000	10 000	10 000	5	0	0.0	
11187		SrCr	10 000	—	10 800	9 900	9 940	5	218	2.2	
11593	γ Ari	SiCr	9 675	—	9 600	—	9 600	1	—	—	
12447	α Psc A	Cr	—	—	9 700	9 400	9 550	2	150	1.5	
12288		Cr	8250	—	7 800	8 700	8 250	5	140	1.7	
12767	ν For	Si	—	—	12 900	13 000	13 670	4	420	3.1	
14392		Si	—	—	11 500	12 100	11 700	4	135	1.2	
14437	63 And	SrCrEu	—	—	—	10 700	10 700	1	—	—	
15089		SrCr	—	—	8 400	8 800	8 600	2	200	2.3	
15144		SrCr	—	—	8 300	8 800	8 375	4	150	1.8	
18078		SrCrEu	7 500	8 200	8 000	7 800	7 660	5	75	1.0	
18296		SiSrCrEu	9 675	—	11 000	11 000	10 570	7	255	2.4	
18769		Am	—	—	9 400	8 800	9 100	2	300	3.3	
19400		He-w	—	—	12 500	13 000	12 750	2	250	2.0	
19832		56 Ari	Si	—	—	12 100	12 500	12 510	7	210	1.7
20210			Am	12 125	13 300	8 250	8 200	8 225	2	0	0.0
21590			Si	—	—	13 100	12 200	12 650	2	450	3.6
21699	He-w		—	—	16 000	16 000	16 000	2	0	0.0	
22374	9 Tau	SrCr	8 250	—	8 400	8 600	8 300	5	70	0.9	
22401		SiSrCr	—	—	10 100	10 200	10 150	2	50	0.5	
22470		Si	—	—	13 000	13 100	13 050	2	50	0.5	
22920		He-w	—	—	15 000	14 700	14 850	2	150	1.0	
23193		Am	—	—	—	9 800	9 800	1	—	—	
23281		Am	—	—	8 400	8 000	8 200	2	200	2.4	

HD	Звезда	Тип	T_0 (A)	T_0'	T_0 (C)	T_0 (X)	\bar{T}_0	K	σ , K	σ , %
23401		A2 IV	—	—	9 400	9 200	9 300	2	100	1.1
23408	20 Tau	He-w	—	—	42 500	42 000	42 250	2	250	2.0
24742		SrCrEu	—	—	7 400	7 600	7 350	2	250	3.4
25267		Si	—	—	41 650	42 000	41 825	2	475	4.5
25354		SrCrEu	—	—	8 400	9 400	8 900	2	500	5.6
25490		Al V	—	—	9 610	9 500	9 550	2	50	0.5
25823	41 Tau	Si	43 000	42 700	42 900	43 000	42 900	7	50	0.4
27295		Si	41 750	40 700	9 560	11 000	11 030	7	310	2.8
27309		Si	42 500	—	41 600	42 200	42 260	5	475	1.4
27628		Am	—	—	7 850	7 600	7 700	2	125	1.6
27749		Am	—	7 800	7 700	7 800	7 800	2	30	0.5
27962		Am	—	8 300	8 000	8 900	8 370	4	155	1.8
27226		Am	—	—	8 700	8 000	8 350	2	350	4.2
28546	81 Tau	Am	—	—	8 700	8 100	8 400	2	750	7.8
28843		He-w	—	—	45 000	45 000	45 000	2	0	0.0
29140	88 Tau	Am	—	—	8 560	8 400	8 500	2	100	1.2
29305		Si	—	—	41 200	41 600	41 400	2	200	1.7
29573		Am	—	—	9 800	9 200	9 500	2	300	3.2
30210		Am	—	—	8 600	8 500	8 550	2	50	0.5
30466		SiCr	—	—	40 400	41 200	40 800	2	400	3.7
30739		Al V	—	—	10 250	9 400	9 800	2	400	4.1
31295	7 Ori	Ap	—	—	9 250	9 400	9 200	2	100	1.1
31647		Al V	—	—	9 250	9 400	9 300	2	100	1.1
32549		Si	—	40 300	9 300	10 100	10 000	4	240	2.4
32633		SiCr	42 500	—	42 500	42 900	42 580	5	80	0.6
32650		SiEu	43 500	—	42 350	41 400	42 850	5	430	3.3
33254		Am	—	—	8 250	8 100	8 200	2	100	1.2
33904	16 Ori	HgMn	—	—	41 700	41 800	41 750	2	50	0.4
34452	p. Lep	Si	45 750	15 700	44 900	46 000	45 650	7	430	0.8
34719		SiHgCrEu	—	—	41 800	42 180	41 970	2	175	1.5
34959		B5p	—	—	44 600	43 070	43 800	2	775	5.6
35228		He-w	—	—	45 700	46 200	45 950	2	250	1.6
35456		He-w	—	—	44 900	—	44 900	1	—	—
35502		He-w	—	—	46 400	46 400	46 400	2	0	0.0
35575		He-w	—	—	49 000	48 600	48 800	2	200	1.4
35730		He-w	—	—	48 100	47 500	47 800	2	300	1.7
35881		He-w	—	—	44 300	43 000	43 650	2	650	4.8
35912		He-r	—	—	19 000	18 700	18 850	2	150	0.8

HD	Звезда	Тип	$T_{\Phi}(A)$	T'_{Φ}	$T_{\Phi}(C)$	$T_{\Phi}(X)$	T_{Φ}	K	σ, K	$\sigma, \%$
36046		He-w	—	—	15 500	—	15 500	1	—	—
36313		Si	—	—	42 500	—	42 500	1	—	—
36429		He-w	—	—	17 200	—	17 200	1	—	—
36430		He-r	—	—	48 450	18 800	48 450	2	350	1.9
36526		He-w	—	—	16 500	16 300	16 400	2	100	0.6
36540		He-w	—	—	16 600	—	16 600	1	—	—
36549		He-w	—	—	12 200	—	12 200	1	—	—
36629		He-w	—	—	21 400	20 400	20 900	2	500	2.4
36668		He-w	—	—	12 800	—	12 800	1	—	—
36916		He-w	—	—	16 200	—	16 200	1	—	—
36958		He-w	—	—	17 200	17 200	17 200	1	50	0.3
37017		He-r	—	—	20 900	20 000	20 450	2	450	2.2
37058		He-w	—	—	19 400	19 800	19 600	2	200	1.0
37129		He-w	—	—	19 300	18 800	19 050	2	250	1.3
37140		He-w	—	—	15 700	15 900	15 800	2	100	0.6
37149		He-w	—	—	14 300	12 650	13 475	2	825	6.1
37151		Si	—	—	12 300	—	12 300	1	—	—
37210		He-w	—	—	12 600	—	12 600	1	—	—
37235		He-w	—	—	12 900	12 550	12 700	2	150	1.2
37321		He-w	—	—	15 700	—	15 700	1	—	—
37470		Si	—	—	11 800	—	11 800	1	—	—
37479		He-r	—	—	23 300	24 000	23 650	2	350	1.6
37525		He-w	—	—	16 700	—	16 700	1	—	—
37642		Si	—	—	16 200	—	16 200	1	—	—
37776		He-r	—	—	23 900	22 200	23 050	2	850	3.7
37807		He-w	—	—	17 800	16 900	17 350	2	450	2.6
38104	θ Aur	Cr	85 00	—	8 600	9 100	8 600	5	120	1.4
38478	129 Tau	Hg	10 125	—	13 500	10 300	10 800	5	50	0.5
39283	ξ Aur	A2p	—	—	9 800	9 300	9 550	2	250	2.7
39317	137 Tau	SiCr	10 000	—	9 400	10 200	9 900	5	130	1.3
40183		A2 V	—	—	10 200	9 500	9 850	2	350	3.5
40312	θ Aur	Si	—	—	9 900	10 000	9 950	2	50	0.5
41357		Am	—	—	8 600	8 200	8 400	2	200	2.2
41695		A1 V	—	—	10 500	9 300	9 900	2	600	6.1
42616		SrCrEu	—	—	9 000	9 000	9 000	2	0	0.0
43819		Si	11 000	—	10 700	10 900	10 900	5	60	0.5
44691	RR Lyn	Am	—	—	8 300	8 300	8 250	2	50	0.6
44953		He-w	—	—	16 700	17 000	16 850	2	150	0.9
45827		A0p	—	—	8 300	8 450	8 350	2	50	0.8

HD	Звезда	Тип	$T_e (A)$	T'_e	$T_e (Q)$	$T_e (X)$	\bar{T}_e	K	σ, K	$\sigma, \%$
HDE 260858	53 Aur	He-r	—	—	—	18 800	18 800	1	—	—
47152		Hg	9 500	—	9 100	9 800	9 500	5	120	4.2
47777		He-r	—	—	20 500	24 800	24 400	2	700	3.3
49606	33 Gem	He-w, P, Hg, Mn, Si	—	—	13 150	13 200	13 170	2	0	0.0
49333		He-w	—	—	17 400	16 800	17 400	2	300	1.7
49976		SrCr	—	—	9 600	9 700	9 650	2	50	0.5
HDE 264111		He-w	—	—	23 000	23 600	23 300	2	300	1.3
50169		SrCr	8 900	—	9 600	9 500	9 150	5	160	1.8
50204		HgMn	—	—	11 200	10 500	10 850	2	250	2.3
51418		SrCrEu	9 000	—	10 800	—	9 450	4	450	4.8
51688		He-w, P, Hg	—	—	13 100	12 800	12 950	2	150	1.4
54118		Si	—	—	9 600	10 000	9 750	2	250	2.5
55579		SrCr	—	—	9 400	10 000	9 700	2	300	3.0
55719		SrEu	—	—	9 400	9 300	9 150	2	150	1.6
56022		Si	—	—	9 800	9 900	9 850	2	50	0.5
56455		Si	—	—	12 650	12 650	12 650	2	0	0.0
56495		Am	—	—	10 400	11 000	10 700	2	300	2.8
56537		A3 V	—	—	9 400	8 900	9 150	2	250	2.7
56820		Am	—	—	9 200	8 000	8 600	2	600	7.0
57219		He-r	—	—	17 000	—	17 000	1	—	—
57260		He-r	—	—	20 200	—	20 200	1	—	—
60344		He-r	—	—	22 600	—	22 600	1	—	—
61641	49 Cam	He-w	8 000	—	18 400	18 400	18 100	2	0	0.0
62140		SrEu	—	—	8 600	8 400	8 150	5	30	0.4
62712		He-w	—	—	12 500	13 000	12 750	2	250	2.0
64486		Si	10 550	—	8 400	10 200	10 000	5	420	4.2
64740		He-r	—	—	24 000	24 200	24 100	2	100	0.4
65339	53 Cam	SrCrEu	8 500	—	8 100	8 700	8 460	5	100	1.1
68351	15 Cnc	SiSr	10 300	10 300	10 900	10 200	10 400	7	90	1.0
71866	3 Hya	SiSrEu	—	—	9 300	9 400	9 200	2	100	1.1
72968		SrCr	9 600	10 000	9 400	9 800	9 700	7	80	0.9
73262	e Cnc	A1 V	—	—	8 900	9 500	9 200	2	300	3.3
73731		Am	—	—	8 400	8 700	8 550	2	150	1.7
74196		He-w	—	—	13 500	12 900	13 200	2	300	2.3
74521	49 Cnc	SiCr	10 750	—	10 300	10 500	10 600	5	90	0.9
75333	14 Hya	HgMn	11 500	—	13 000	11 100	11 700	5	320	2.8
CPD—46°3093	α Cnc	He-r	—	—	23 000	—	23 000	1	—	—
76756		Am	—	—	9 200	8 600	8 900	2	300	3.4

HD	Звезда	Тип	$T_e(A)$	T_e'	$T_e(C)$	$T_e(X)$	\bar{T}_e	K	σ, K	$\sigma, \%$
77350	v Cnc	4012	10 375	10 400	9 500	10 000	10 200	7	130	1.3
77653		Si	—	—	13 150	12 650	12 900	2	250	1.9
78316	* Cnc	Hg	12 000	12 700	12 500	12 500	12 350	7	125	1.0
78362	τ UMa	Am	—	7 500	7 500	7 500	7 500	4	0	0.0
79158	36 Lyn	He-w, Mn, Si	—	13 200	12 900	12 500	12 950	4	170	1.3
79447		He-r	—	—	17 000	17 200	17 100	2	400	0.6
81009		CrEuSr	—	—	7 600	8 400	8 000	2	400	5.0
82984		He-w	—	—	15 700	15 800	15 750	2	50	0.3
84046		He-w	—	—	12 200	12 300	12 250	2	50	0.4
89069		SrCrEu	9 000	—	9 100	9 700	9 150	5	175	1.9
89822	30 UMa	Hg	10 250	—	9 600	10 100	10 100	5	125	1.3
90044	25 Sex	SiCrSr	10 500	—	9 600	10 800	10 400	5	75	0.7
90264		He-w	—	10 600	9 300	9 500	10 000	4	350	3.5
90763		Sr	—	—	9 200	9 400	9 300	2	400	1.1
92664		Si	—	—	15 000	16 000	15 550	2	500	3.2
92938		He-r	—	—	15 500	15 600	15 500	2	50	0.3
93030		He-r	—	—	29 200	30 000	29 600	2	400	1.3
94660		Si	—	—	10 900	10 600	10 800	2	200	1.6
95608	60 Leo	Am	—	8 600	8 400	9 200	8 700	3	200	2.2
96707		Sr	—	—	7 800	8 300	8 000	2	300	3.7
96446		He-r	—	—	24 100	23 000	23 550	2	550	2.3
98088		SrCr	—	8 600	8 400	9 200	8 700	4	200	2.2
99992		He-w	—	—	25 800	—	25 800	1	—	—
CPD—62°21'24		He-r	—	—	25 800	2	25 800	1	—	—
103498		SrCrEu	—	—	8 900	9 300	9 100	2	200	2.2
107168		Am	—	—	9 600	8 700	9 150	2	450	4.9
107612		Am	—	—	9 200	9 400	9 300	2	100	1.1
108651	47 Com B	Am	—	—	9 400	8 400	8 900	2	500	5.6
108662	17 Com A	SrCr	10 125	10 100	9 500	9 800	10 000	7	90	0.9
108945	21 Com	SrCr	9 000	8 600	9 200	9 200	8 950	7	100	1.1
109026		He-w	—	—	15 600	16 500	16 050	2	550	3.4
110066		CrEu	8 500	—	9 100	9 100	8 750	5	90	1.1
90569		SiCrEu	—	—	9 400	9 500	9 450	2	50	0.5
110073		4121, 4128	—	—	12 900	12 300	12 600	2	300	2.4
111133		SrCrEu	9 500	9 400	8 300	10 000	9 500	7	90	1.0
112185	e UMa	Cr	—	—	9 200	9 500	8 900	2	600	6.7
112413	α^2 CVn	SiHgCrEu	—	12 100	11 800	11 500	11 900	4	140	1.2
115708		SrCrEu	—	—	9 900	11 000	10 450	2	550	5.3

HD	Звезда	Тип	T_e (A)	T'_e	T_e (Q)	T_e (X)	\bar{T}_e	K	σ, K	$\sigma, \%$
116458		SrEu			10 200	9 700	99 50	2	250	2.5
118022	78 Vir	SrCr	9 500	9 500	9 400	9 400	9 450	7	60	0.6
119213		CrEu			9 200	10 400	9 800	2	600	6.4
120198	84 UMa	Cr	10 600		9 200	10 300	10 300	5	580	5.6
120640		He-F			22 500	19 500	21 000	2	1500	7.1
120709	3 Cen A	He-W			15 700	16 900	16 300	2	600	3.7
122532		Si			10 000	10 000	10 000	2	0	0.0
124224	CU Vir	Si	13 000	12 000	11 900	12 300	12 460	7	200	1.6
125248		CrEu			9 200	9 500	9 300	2	200	2.1
125823		He-W			21 600	19 400	20 500	2	4100	5.4
126515		CrSr			9 000	9 600	9 300	2	300	3.2
127304		Si			10 700	10 200	10 500	2	300	2.9
128898		Eu			7 600	8 200	7 900	2	300	3.8
129174	π Boo	HgMn	11 250		11 900	11 600	11 450	5	130	1.2
130158	55 Hya	Si			10 700	10 400	10 500	2	100	1.0
130559	μ Lib A	SrCr			9 700	10 200	9 950	2	250	2.6
130841	ϵ^2 Lib	SrCr			7 800	8 700	8 250	2	450	5.4
131120		He-W, Si			17 300	18 400	17 850	2	550	3.1
132058		He-F			21 500	17 200	19 250	2	2250	11.7
133029		SiCr	11 375		10 500	10 500	11 000	5	80	0.7
133518		He-F			20 200		20 200	1	0	0.0
133652		SiCr			12 330	13 000	12 660	2	340	2.7
133880		Si			13 300	12 000	12 660	2	660	5.2
134759		Si			11 450	11 600	11 500	2	0	0.0
134793	ι Lib	SrCrEu			9 400	10 200	9 800	2	400	4.1
135038		He-W			13 300		13 300	1		
135382		Eu			8 500		8 500	1		
135485		He-F			15 500	16 400	15 950	2	450	2.8
137509		He-W				14 000	14 000	1		
137909	β CrB	SrCrEu		8 000	7 600	7 900	7 880	4	160	2.2
137949	33 Lib	SrCrEu	7 500		7 300	7 600	7 500	5	50	0.7
138729		He-W			23 000		23 000	1		
140160	α Ser	Cr		8 700	9 400	9 500	9 100	4	220	2.4
140728		Sr			10 000	10 100	10 050	2	50	0.5
141556		Cr			9 700	10 400	10 050	2	350	3.5
141795	ϵ Ser	Am			7 800	8 600	8 200	2	400	4.9
142096		He-W			17 800	17 600	17 700	2	100	0.6
142301		He-W			17 400	17 200	17 300	2	100	0.6

HD	Звезда	Тип	$T_e (A)$	T'_e	$T_e (Q)$	$T_e (X)$	\bar{T}	K	σ, K	$\sigma, \%$
142884		He-w	—	—	15 000	16 300	15 650	2	650	4.1
142990		He-w	—	—	18 300	18 600	18 450	2	150	0.8
143699		He-w	—	—	15 300	16 200	15 750	2	450	2.9
143807	CrB	Hg	10 500	10 400	10 000	10 200	10 360	7	280	2.3
144206	v Her	HgMn	11 250	11 500	11 000	11 000	11 250	7	80	0.7
144334		He-w	—	—	16 000	16 570	16 350	2	250	1.5
144661		He-w	—	—	15 400	16 000	15 700	2	300	1.9
144844		He-w	—	—	12 200	12 700	12 450	2	250	2.0
145389		HgMn	102 50	11 100	10 500	10 600	10 580	7	130	1.2
145501	φ Her	He-w	—	—	15 500	14 700	15 100	2	400	2.6
146001		He-w	—	—	13 900	13 500	13 700	2	200	1.5
147010		SiSr	—	—	12 700	13 000	12 850	2	250	1.9
147550		Si	8 500	—	8 900	—	8 600	4	300	3.5
148112	ω Her	Cr	—	9 500	9 200	9 400	9 400	4	60	0.7
148367	v Oph	Am	—	—	7 700	8 300	8 000	2	300	3.7
148898	ω Oph	SrCr	—	8 400	8 300	8 700	8 500	4	90	1.1
149257		He-r	—	—	24 800	—	24 880	1	—	—
149822		CrSiSr	10 000	—	10 700	10 300	10 200	5	140	1.3
149911		CrEu	—	—	8 500	8 400	8 450	2	50	0.5
151199		SrCr	—	—	9 400	9 200	9 300	2	100	1.1
151346		He-w	—	—	15 200	14 000	14 600	2	600	4.1
151525		Cr	—	9 300	10 200	9 700	9 600	4	220	2.3
152107	45 Her	Cr	—	8 700	8 600	9 000	8 800	4	100	1.1
152308	52 Her	SrCr	—	10 800	9 200	9 900	10 200	4	380	3.7
152886	49 Her	Cr	—	—	—	7 700	7 700	4	—	—
153882		Am	—	8 600	8 900	9 200	8 800	4	90	1.0
CPD—69°2698		He-r	—	—	27 500	—	27 500	4	—	—
157779		Si	9 900	—	9 200	9 600	9 700	5	450	1.5
161480		He-w	—	—	14 600	14 000	14 300	2	300	2.1
161733		He-w	—	—	15 500	14 700	15 100	2	400	2.6
162374		He-w	—	—	17 800	17 800	17 800	2	0	0.0
162724		B9	—	—	10 400	9 000	9 950	2	950	9.5
164258		SrCrEu	8 400	8 700	8 300	8 700	8 500	2	250	2.9
164429		SrCrEu	—	—	10 100	10 400	10 200	4	150	1.5
165207		He-r	—	—	20 900	—	20 900	1	—	—
165429		SrCrEu	7 500	—	—	—	7 500	3	0	0.0
168733		He-w	—	—	15 800	12 800	14 300	2	1500	10.4
168785		He-r	—	—	25 200	24 300	24 750	2	450	1.8
169027		Mn	10 500	—	—	—	10 500	3	0	0.0

HD	Звезда	Тип	$T_e(A)$	T'_e	$T_e(Q)$	$T_e(X)$	\bar{T}_e	K	σ, K	$\sigma, \%$
169467	φ Dra	He-r	—	—	16 500	17 000	16 750	2	250	1.5
170000		Si	—	41 700	14 200	12 000	11 650	4	170	4.4
170397		Cr	—	—	9 600	9 600	9 600	2	0	0.0
170973		SrSiCr	9 250	—	9 200	10 500	9 500	5	250	2.6
171279		SrCr	—	—	—	8 700	8 700	1	—	—
171782		SiSrCr	14 000	—	—	10 500	13 100	4	870	6.7
172044		HgMn	11 000	—	—	13 300	11 950	5	570	4.7
173524		Hg	11 350	—	—	12 000	11 520	4	200	2.0
173648		Am	—	—	—	8 600	8 450	2	150	1.8
173650		SiSrCr	—	9 200	9 600	9 600	9 350	4	100	1.0
174933	Hg	—	—	—	12 600	12 300	2	150	1.2	
175362	He-w, Si	—	—	—	18 300	18 000	2	150	0.8	
175744	Si	—	9 700	12 000	12 000	12 400	4	980	8.6	
176232	SrCr	—	7 700	7 560	8 000	7 750	4	90	1.2	
176582	He-w	—	—	18 100	—	18 100	1	—	—	
177003	He-r	—	—	19 600	—	19 600	1	—	—	
177410	Si	—	—	14 000	11 600	12 770	2	4 170	9.2	
177517	HgSi	—	—	9 400	10 700	10 050	2	650	6.5	
179527	Si	9 500	—	9 600	10 800	9 780	5	260	2.6	
182568	Si	—	41 800	11 500	11 900	11 900	4	180	1.5	
183056	He-w	—	—	19 900	—	19 900	1	—	—	
183339	Si	13 000	12 500	13 500	12 300	12 800	7	175	4.4	
184552	He-w	—	—	14 600	14 500	14 550	2	50	0.5	
184905	Am	—	—	9 400	8 600	9 000	2	400	4.4	
184927	SiSrCr	9 675	—	10 700	10 700	10 090	5	210	2.1	
184961	He-r	—	—	21 500	—	21 500	4	—	—	
187474	SiCr	—	10 800	10 200	10 600	10 600	4	130	1.2	
188041	CrEu	—	—	10 500	10 200	10 350	2	150	1.4	
189849	SrCrEu	—	8 900	8 200	8 600	8 650	4	160	1.8	
190068	Am	—	7 900	8 300	8 300	8 100	4	120	1.5	
191742	SiCr	9 500	—	9 500	10 200	9 650	5	140	1.4	
191980	SrCrEu	8 000	—	8 300	8 400	8 150	5	90	1.1	
SII+36°37	He-w	—	—	16 200	—	16 200	1	—	—	
192678	He-r	—	—	22 200	—	22 200	1	—	—	
192913	Cr	9 000	—	8 400	9 600	9 000	5	190	2.1	
193722	Si	9 675	—	10 500	10 400	9 980	5	190	1.9	
196178	Si	—	—	12 350	11 100	11 720	2	620	5.3	
196502	Si	13 000	—	14 400	13 500	13 400	5	200	1.5	
	SrCrEu	—	—	8 850	9 000	8 900	2	200	2.2	

HD	Звезда	Тип	T_e (A)	T_e (Q)	T_e (X)	\bar{T}_e	K	σ , K	σ , %
197461		δ Del	—	7 400	7 600	7 500	2	100	1.3
198513		He-w	—	16 500	—	16 500	1	—	—
199728	20 Cap	Si	—	13 300	12 100	12 460	4	290	2.3
200177		Cr	—	9 800	40 300	40 050	2	250	2.5
200341		HgMn	12 500	13 600	13 400	13 000	5	250	1.9
201604	γ Equ	CrEu	7 500	8 600	8 000	7 600	7	70	0.9
202627		A2p?	—	7 500	9 100	8 850	2	250	2.8
202671		He-w	—	14 600	13 000	13 800	2	800	5.8
203006	θ' Mic	SrCrEuMg	—	9 700	9 200	9 500	2	300	3.2
204441		SiCr	8 750	8 400	9 600	8 800	7	140	1.6
204431		SiSrCr	—	—	9 600	9 600	1	—	—
205087		SiSrCrEu	10 500	10 470	10 700	10 840	7	200	1.9
205795		CrEu	—	9 300	—	9 300	1	—	—
206088	γ Cap	Am	—	8 900	7 800	8 000	4	300	3.9
206742		Si	—	9 200	9 800	9 500	2	300	3.2
207098		Am	—	8 600	7 700	8 150	2	450	5.5
207538	δ Cap	He-r	—	31 700	32 100	31 900	2	200	0.6
207840		Si	—	42 200	42 200	41 850	4	200	1.7
208266		He-r	—	24 300	—	24 300	1	—	—
209339		He-r	—	30 200	—	30 200	1	—	—
209515		4012 Mg	—	9 800	9 800	9 800	2	0	0.0
210071		Hg	—	11 500	12 800	12 150	2	650	5.3
210873		HgMn	—	10 600	10 200	10 400	2	200	1.9
212454		He-w, P, Hg	—	15 000	16 000	15 500	2	500	3.2
213232		CrEu	—	8 400	8 700	8 550	2	150	1.7
213918		SiSr	—	17 200	16 000	16 600	2	600	3.6
215038		Si	—	14 200	14 000	14 120	2	420	0.8
215441		Si	14 000	15 800	16 700	14 900	5	450	3.0
216533		SrCr	8 250	8 400	9 000	8 450	5	100	1.2
216608		Am	—	8 100	7 900	8 000	2	100	1.2
217833		He-w, CrSi	—	15 800	16 300	16 000	2	350	2.2
217919		He-w	—	21 200	—	21 200	1	—	—
219749		Si	—	10 500	11 000	10 750	2	250	2.6
220147		SiSr	10 000	10 700	10 300	10 200	2	140	1.3
220825	κ Psc	CrSr	9 500	9 400	9 400	9 600	5	140	1.5
221394		SrCr	—	8 300	9 400	9 100	7	270	3.0
221760	ι Phe	Si	—	9 400	9 100	9 250	4	150	1.6
223640	108 Aqr	Si	13 500	11 800	12 400	13 200	7	230	1.7
224801		SiCrEu	—	11 500	12 000	11 750	2	250	2.1
224926	29 Psc	He-w	—	14 000	13 500	13 750	2	250	1.8

где $T_{e,i}$ — усредняемые температуры, а K_i — их веса. Веса для $T_e(A)$, T_e' , $T_e(Q)$ и $T_e(X)$ приняты равными 3, 2, 1 и 1 соответственно, они приблизительно обратно пропорциональны разбросу точек при сопоставлении с $T_e(A)$. Для $T_e(A)$ взят наибольший вес ввиду того, что они являются основой для получения всех температур. В таблице K — суммарный вес среднего взвешенного. В последних двух столбцах даны средние квадратические ошибки σ средних температур \bar{T}_e в кельвинах и процентах, которые определялись в тех случаях, когда количество значений усредняемых температур было более 3. Когда оно было равно 2 или 3, оценивалась только разность между \bar{T}_e и максимально отличающимся от него значением $T_{e,i}$, участвующем в выведении среднего. Из таблицы видно, что в среднем $\sigma \approx 2-3\%$, небольшое число данных получилось с меньшей точностью. Для многих температур $\delta < 1\%$, что говорит

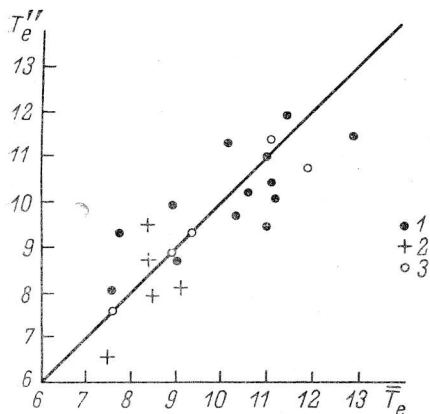


Рис. 3. Зависимость средней температуры \bar{T}_e и T_e , определенной по степени возбуждения и ионизации (1 — Ар-звезды, 2 — Ам-звезды), а также по полному потоку в спектре 3 [23].

в первую очередь не о точности этих величин, а о том, что усредняемые температуры после редукиций оказались достаточно близкими; это некоторая гарантия правильности редукиций. На рис. 1, 2 сопоставлены $T_e(A)$ и \bar{T}_e ; рассеяние точек в этом случае оказалось $\delta T_e = 235$ К. На рис. 2 сопоставлены \bar{T}_e с $T_e(Q)$ и $T_e(X)$ во всем диапазоне температур.

Обсуждение результатов. Основными факторами, влияющими на точность приведенных температур, являются следующие.

1. Система температур Адельмана зависит от калибровки [4], которая несомненно будет уточняться, и от сетки примененных моделей [10], которые также будут усовершенствоваться.

2. Химически пекулярные звезды в некоторых пределах переменны вследствие неоднородного распределения химических элементов и физических условиях.

3. Распределение энергии в спектрах отдельных CP-звезд может быть искажено за счет особенностей строения атмосферы и аномального химического состава (в частности, вследствие увеличенного содержания легкоионизируемых элементов) [18—21], возможно, влияния магнитного поля [22], а также переизлучения энергии из ультрафиолетовой в видимую область спектра из-за усиления интенсивностей линий некоторых химических элементов.

Интересно сопоставить наши \bar{T}_e с теми, которые получены другими способами, например по возбуждению и ионизации химических элементов, по полному потоку и др. К сожалению, таких данных мало. На рис. 3 дано сравнение \bar{T}_e из нашего списка с температурами, определенными по степени возбуждения и ионизации методом кривых роста [1]. Несмотря на значительный разброс точек, в среднем около 1000 К, который происходит, несомненно, из-за неточности, даваемой методом кривых роста по спектрам с низкой дисперсией (14 Å/мм) и вследствие особенностей звезд, хорошо видно, что нет систематических различий между ними. На этом же графике нанесены пять оценок T_e , полученных на основании излучения полного потока в широком диапазоне длин волн [23]. Данные этого рисунка позволяют предполагать, что приведенная сводка эффективных температур не имеет значительных систематических ошибок вплоть до $T_e \approx 13000$ К и достаточно надежна для статистических исследований. К сожалению, в нашем распоряжении нет данных для аналогичной оценки для $T_e > 13000$ К.

Литература

1. Глаголевский Ю. В., Козлова К. И., Чунакова Н. М. Об эффективных температурах пекулярных и металлических звезд. — Изв. САО, 1973, 5, с. 52—69.
2. Wolff S. C., Kuhl L. V., Hayes D. The effective temperatures of A and B stars. — *Astrophys. J.*, 1968, 152, p. 871—884.
3. Jugaku I., Sargent W. L. W. Studies of the peculiar A stars. V. Continuous energy distributions. — *Astrophys. J.*, 1968, 151, p. 259—268.
4. Hayes D. S., Latham D. W. A rediscussion of the atmospheric extinction and the absolute spectral energy distribution of Vega. — *Astrophys. J.*, 1975, 197, p. 593—602.
5. Adelman S. J. Spectrophotometry of peculiar B and A stars. VII. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1980, 42, p. 375—382.
6. Adelman S. J. Spectrophotometry of peculiar B and A stars. VIII. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1981, 43, p. 25—32.
7. Pyper D. M., Adelman S. J. Spectrophotometry of peculiar B and A stars. XIII. — *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 1983, 51, p. 365—384.
8. Adelman S. J. Spectrophotometry of peculiar B and A stars. XIV. — *Astron. Astroph. Suppl. Ser.*, 1983, 51, p. 511—532.
9. Adelman S. J., Pyper D. M. Spectrophotometry of peculiar B and A stars. XV. — *Astron. Astrophys.*, 1983, 118, p. 313—320.
10. Kurucz R. L. Model atmospheres for G, F, A, B and O stars. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1979, 40, p. 1—340.
11. Michalas D. M. Balmer-line-blanketed model atmospheres for A-type stars. — *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 1966, 13, p. 1—30.
12. Глаголевский Ю. В. Некоторые результаты наблюдений непрерывных спектров магнитных звезд. — *Астрон. журн.*, 1966, 43, с. 73—79.
13. Rufener F. Third catalogue of stars measured in the Geneva Observatory Photometric System. — *Astron. Astroph. Suppl. Ser.*, 1981, 47, p. 207—366.
14. Cramer N., Meader A. Luminosity and T_e determinations for B-type stars. — *Astron. Astrophys.*, 1979, 78, p. 305—311.
15. Cramer N. Relations between *UBV* intrinsic colours and Geneva photometry for B-type stars. The effective temperature scales. — *Astron. Astroph.*, 1984, 132, p. 283—290.
16. Empirical effective temperatures and bolometric corrections for early-type stars / A. D. Code, J. Davis, R. C. Bless, R. H. Brown. — *Astrophys. J.*, 1976, 203, p. 417—434.
17. Hauck B., North P. Photometric properties of Ap stars in the Geneva system. — *Astron. Astrophys.*, 1982, 114, p. 23—40.
18. Peterson D. M. The photometric variability of Ap stars. — *Astroph. J.*, 1970, 161, p. 685—694.
19. Глаголевский Ю. В., Козлова К. И. Анализ водородных линий пекулярных звезд. — *Астрофизика*, 1967, 3, с. 367—377.
20. Лябин В. М. О бальмеровских скачках пекулярных и магнитных звезд класса A. — *Астрон. журн.*, 1967, 44, с. 1224—1227.
21. Леушин В. В., Соколов В. В., Топильская Г. П. Влияние содержания легкоионизируемого элемента на атмосферы звезд. — *Астрофизика*, 1982, 18, с. 423—438.
22. Trasco J. D. Models of the magnetic stars. — *Astrophys. J.*, 1970, 161, p. 633—642.
23. Shallis M. J., Blackwell D. E. Angular diameters, radii and effective temperatures of Ap stars. — *Astron. Astroph.*, 1979, 79, p. 48—55.

Поступила в редакцию 15.11.84