

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКИ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД

1. ЗВЕЗДЫ С ИЗВЕСТНЫМИ ПЕРИОДАМИ

В. С. Лебедев

По литературным данным собраны сведения о периодах вращения 220 химически пекулярных звезд верхней части главной последовательности. По найденным из фотометрических и спектральных данных эффективным температурам и светимостям оценены радиусы звезд, их экваториальные скорости вращения и углы наклона оси вращения к лучу зрения. Найдено, что распределение скоростей вращения экспоненциально с характерным масштабом 80 км/с, а ориентация осей вращения не противоречит предположению о равновероятности их распределения.

The data on the rotation periods of 220 chemically peculiar stars of the upper part of the Main sequence have been collected from the literature. Stellar radii, equatorial rotation velocities and inclination angles of the rotational axis to the line of sight are estimated from the effective temperatures, obtained from the photometric and spectral data. It is found that the rotation velocity distribution is exponential with the character scale of 80 km/s, and orientation of the rotation axes does not contradict the assumption about the equally probability of their distribution.

Интерпретация переменности Ар-звезд моделью наклонного ротатора дает возможность разделить скорость вращения v_e и угол наклона оси вращения к лучу зрения i из наблюдаемой их комбинации $v_s = v_e \sin i$. Это разделение основано на независимой оценке радиуса звезды R и вычислении скорости вращения из соотношения

$$v_e = 2\pi R/P = 50.6 (R/R_0)/(P/1^d). \quad (1)$$

Тогда угол наклона находится

$$i = \arcsin (v_s/v_e). \quad (2)$$

В этих выражениях P — период вращения, сут; R_0 — радиус Солнца.

Анализ Ар-звезд с известными тригонометрическими параллаксами, а также входящих в двойные системы и рассеянные скопления, позволяет отнести эти звезды с большой вероятностью к звездам главной последовательности. Исключение, быть может, составляют звезды HgMn-типа пекулярности, которые имеют повышенную светимость. В предположении принадлежности Ар-звезд к звездам главной последовательности для оценки их радиусов достаточно определить их эффективные температуры T_e и воспользоваться стандартной зависимостью между T_e и R для звезд главной последовательности.

По литературным данным было найдено ~ 220 звезд с оцененными значениями периодов переменности, не связанной явно с орбитальным движением в двойных системах. Списки Ар-звезд с известными периодами имеются в работах [1, 2], а большинство новых измерений периодов произведено группой исследователей Ар-звезд на Южноевропейской обсерватории в Чили [3, 4]. Недавно опубликован каталог [5], содержащий сведения о периодах Ар-звезд и обширную библиографию по изучению их переменности.

При независимых определениях периодов по различным наблюдательным данным различия в значениях периода появляются, как правило, уже в третьем знаке после десятичной точки. Но не редки случаи, когда периоды, найденные в различных работах, различаются принципиально и не на кратную

более короткому периоду величину. В этих случаях, если не было специального исследования на определение более достоверного значения периода, мы брали меньшее значение из подозреваемых периодов. Следует также заметить, что среди этих 220 звезд имеются и такие, периоды которых определены только по спектральным или магнитным данным.

Температуры звезд определялись по данным UBV -фотометрии через индекс Q [6], по данным Стремгеновской фотометрии [7], по данным Женевской фотометрии [8] и по спектроскопическим оценкам, найденным в литературных источниках. Для каждой звезды из различных оценок T_e отбрасывались резко выделяющиеся значения, а оставшиеся значения усреднялись. По оцененной таким образом эффективной температуре можно найти значение радиуса по зависимости Страйжиса [9] для звезд главной последовательности. Значения v_s брались из литературных источников, причем в тех случаях, когда различные авторы приводили разные значения, мы брали наименьшее из них.

Для значительной части звезд удалось произвести индивидуальные оценки светимости M_V различными способами: по тригонометрическому параллаксу (45 звезд), по принадлежности скоплениям (40 звезд), по фотометрическому, статистическому или динамическому параллаксу (100 звезд). Для всех этих звезд радиус оценивался с использованием соотношения

$$\lg R = 8.47 - 2 \lg T_e - 0.2 (M_V + BC), \quad (3)$$

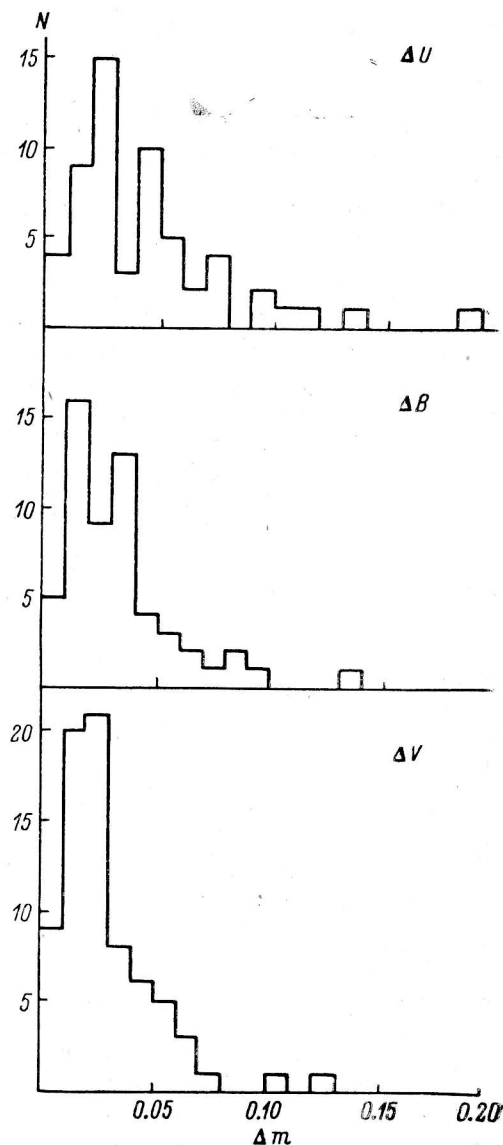
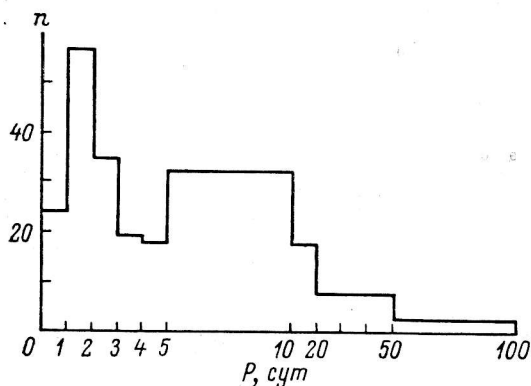


Рис. 1. Гистограмма распределения звезд по периодам вращения.

Рис. 2. Гистограмма распределения звезд по амплитудам переменности в системе UBV .

где болометрическая поправка BC находилась по T_e и таблицам из [9] для звезд главной последовательности.

По формулам (1) и (2) вычислялись значения v_s и i . Результаты для всех исследуемых звезд приведены в таблице. В ней также даны номера звезд в каталоге HD и тип пекулярности. Значения радиусов, приведенные в таблице, получены главным образом, по формуле (3) с использованием индивидуальных значений M_V , и только $\sim 20\%$ значений радиусов оценены по средним соотношениям для звезд главной последовательности.

HD	Тип неку- лярности	P, сут	T _e	R/R ₀	v _s , км/с	v _e , км/с	i
358	Hg Mn	0.9636	13750	2.96	56	155	21°
2453	Sr Cr Eu	525.	9720	2.35	6	0.2	
3850	Si	1.4788	14700	2.93		100	
3980	Sr Cr Eu	3.9516	8000	1.16		15	
4778	Si Cr	2.5475	9350	2.81	42	56	49
5601	Si	1.110	10280	2.54		116	
5737	He-w	19.32	15300	6.96	7	18	23
5797	Sr Cr	69.0	9030	1.92	6	1.4	
7546	Si	5.229	9630	4.29	33	46	53
8441	Sr Cr Eu	69.433	9550	2.27	4	1.7	
9996	Cr Eu	36.5	10270	1.84	3	2.5	
10221	Si Cr	3.1848	10280	2.84	28	45	38
10783	Sr Cr	4.1327	10320	3.52	24	43	34
10840	Si	2.100	10000	2.46		59	
11503	Cr	1.6093	9600	2.07	51	65	52
12288	Cr	34.9	9150	2.99	6	4.3	
12447	Cr	1.49	9350	2.80	42	95	26
12767	Si	1.892	14790	3.92	87	104	56
14392	Si	1.3040	12940	2.17	78	84	68
15089	Sr Cr	1.74058	8510	2.16	46	63	47
15144	Sr Cr	2.997814	8500	2.04	14	34	24
18296	Si Cr Eu	2.88422	10150	2.67	0	47	0
19712	Cr Eu	2.1945	9800	2.38		55	
19832	Si	0.7278925	12140	2.94	94	204	27
21699	Mn	2.4761	11650	4.28	59	87	42
22374	Cr Sr	40.61	8820	1.83	7	8.7	53
22401	Cr	2.10	9260	2.24	40	54	47
22470	Si	1.935	12830	4.18	80	109	47
24155	Si	2.5352	9900	2.44	52	48	90
24712	Sr Cr Eu	12.448	7170	1.71	5	6.9	46
25267	Si	5.95367	12920	3.47	25	29	58
25354	Sr Cr Eu	3.9001	8790	4.00	18	52	20
25823	Si	7.227424	14270	2.83	10	20	30
27295	Mn	4.45064	11610	3.34	2	38	3
27309	Si	1.56896	13430	2.35	46	76	37
27376	Mn	0.51	12940	3.17	12	314	2
28843	He-w	1.37375	13420	4.97		183	
29009	Si	3.82	12880	3.56		47	
29305	Si	2.95	12620	3.87	58	66	61
30466	Si Cr	1.3900	8810	1.79	42	65	40
30849	Cr Eu	15.865	7300	1.41		0.0	
32549	Si	4.64	10540	3.09	20	34	36
32633	Si Cr	6.431	11890	2.68	23	21	90
32650	Si Eu	7.993	12710	3.36	30	21	
33647	Hg Mn	0.56589	12500	3.63		325	
34452	Si	2.4460	17110	3.00	53	62	59
35298	He-w	1.85336	14200	2.88	260	79	
35502	He-w	1.7	15500	3.46	290	103	
36313	Si	0.58931	10400	3.34		287	
36526	Si Sr	1.5405	11580	2.64		84	
36540	He-w	2.1709	12800	2.82		66	
36668	Si	2.1211	12100	3.07		73	
36916	Si	1.56536	12950	4.98	100	161	38
37017	He-r	0.901175	21000	3.72	85	209	24
37058	He-w	14.612	14070	3.88	0	13	0
37140	Si Sr	2.7088	12000	2.59		48	
37151	Si	4.4513	10750	4.69	125	57	
37210	Si	11.0763	10700	3.41		16	
37479	He-r	1.190811	16500	4.84	150	206	47
37633	Si	1.5718	11700	2.27		73	
37642	Si	1.07977	12800	2.84		133	
37776	He-r	1.5385	23000	2.83	157	93	
37808	Si	1.099	14340	4.54		209	
38823	Sr, Eu	8.635	10000	2.48		15	
39317	Si, Sr	1.5889	10560	3.38	35	108	19
40312	Si	1.3717	10910	3.51	45	129	20
42536	Sr Cr	3.65	9250	4.95		68	
42616	Cr Sr Eu	17.0	8630	6.76	23	20	90
42657	Hg Mn	0.724	10800	2.60	74	182	24

Продолжение

HD	Тип пеку- лярности	P , сут	T_e	R/R_0	v_s , км/с	v_e , км/с	i
43819	Si	1.0785	11380	2.63	14	123	17°
45530	Si	1.585	10300	2.54		81	
47152	Hg	2.78	9400	3.22	29	59	30
49333	He-w	2.181	15550	3.18		74	
49976	Sr Cr	2.976	9300	2.51	31	43	47
50169	Sr Cr	1200.	10000	2.48	10	0.1	
51418	Sr Cr Eu	5.4379	10000	2.48	20	23	60
53116	Sr Eu	11.978	10000	2.48		10	
54118	Si	3.25	10130	2.49	0	39	0
56022	Si	0.9183	10120	2.79	28	154	10
56455	Si	2.24	12250	2.73		62	
58260	He-r	1.657	23000	4.79	97	146	42
58292	Si	1.484	10000	2.46		84	
58448	Si	0.831	11500	2.63		160	
61966	Si	1.040	13300	2.74		133	
62140	Sr Eu	4.2348	7550	1.32	22	16	
63401	Si	2.41	15120	2.45		51	
64740	He-r	1.33016	22200	4.62	140	176	53
64972	Si	0.727	14000	3.00		209	
65339	Sr Cr Eu	8.0278	8350	1.68	14	11	90
65987	Si	1.44962	11050	4.09	15	143	6
66255	Si	6.82	11470	2.63		20	
66605	Si	2.226	9600	2.29		52	
66698	Eu	4.12	9600	2.29		28	
68351	Si Cr	4.116	10790	4.13	27	51	32
71866	Sr Cr Eu	6.79916	8820	2.64	17	20	60
72968	Sr Cr	5.57	9800	2.83	16	26	39
73340	Si	2.6679	12900	2.73		52	
74169	Eu Cr Sr	4.5875	9440	1.93		21	
74521	Si Cr	4.2359	11520	2.48	20	30	42
74535	Si	3.37629	14100	3.01	60	45	
77653	Si	3.2	12700	2.80	0	44	0
78316	Hg Mn	5.0035	13170	3.49	5	35	8
81009	Sr Cr Eu	33.97	8460	1.74	10	2.5	
83368	Sr Cr Eu	1.428	7460	1.43	32	51	39
83625	Si Sr	1.080	11920	2.68		126	
89069	Sr Cr Eu	18.	9550	2.27	7	6.4	90
90044	Si Sr	4.37	11400	2.10		24	
90264	He-w	0.9445	13300	2.89	79	147	32
90569	Sr Cr	1.4450	10480	2.84	10	99	6
92664	Si	1.66816	15120	2.86	66	87	49
93030	He-w	0.7045	22320	4.63	151	333	27
96446	He-r	23.	23420	4.79	0	11	0
96616	Sr Cr Eu	2.433	9170	2.80	56	58	74
96707	Sr	0.8183	7820	1.51	45	93	29
98088	Sr Cr	5.90513	8050	1.87	25	16	
103192	Si	1.94	12080	4.85	45	127	21
107612	Sr Cr	2.	9190	2.40		61	
108662	Sr Cr Eu	5.0808	10190	2.45	12	24	29
108945	Sr Cr	1.0256	9020	2.63	63	130	29
110073	Mn Si	0.46	11370	2.63	28	289	6
111133	Sr Cr Eu	16.304	10140	2.64	10	8	90
112185	Cr	5.0887	9630	3.83	34	38	63
112381	Cr Si	2.86	10850	2.60		46	
112413	Hg Cr Eu	5.46937	11780	3.07	18	28	39
114365	Si	1.272	11720	2.66	76	106	46
115708	Sr Cr Eu	5.07	7620	1.79	10	18	34
116458	Sr Eu	4.4	11000	2.61	32	30	90
116890	Si	4.3127	9180	2.02		24	
118022	Sr Cr	3.722	9680	1.80	7	25	17
119213	Sr Cr Eu	2.44988	8680	2.84	30	59	31
119419	Sr Cr	2.605	12600	2.78		54	
120198	Cr	1.3799	10680	2.13	20	78	15
122532	Si	1.837	12440	2.76	100	76	
124224	Si	0.5206769	13380	2.84	100	276	21
125248	Cr Eu	9.29477	9350	2.16	9	12	50
125630	Cr Eu	2.205	8340	1.68		39	
125823	He-w	8.8171	18660	4.09	2	23	5

Продолжение

HD	Тип пеку- лярности	P, сут	T _e	R/R ₀	v _s , км/с	v _e , км/с	i
126515	Sr Cr	130.	9320	2.11	3	0.8	
128898	Sr	12.	7810	1.67	0	7	0°
129174	Hg Mn	2.2445	12860	3.37	14	76	11
133029	Si Cr	2.88706	12530	2.01	20	35	35
133880	Si	4.5	13250	3.32	20	37	32
134793	Sr Cr Eu	2.7800	8400	2.17		40	
135297	Sr Cr	2.8	9530	2.25	20	41	29
137909	Sr Cr Eu	18.487	8460	2.37	2	6.5	18
137949	Sr Cr Eu	23.26	7890	2.73	10	6	
140160	Sr Cr	1.595845	9210	2.35	64	74	59
140728	Cr	1.30488	10500	2.28	62	88	44
142301	He-w	1.4595515	16800	2.37	47	82	35
142990	He-w	0.492	11150	2.62	200	270	48
143658	Si	5.2	9000	1.89		18	
144231	Si	4.41	10070	2.49		29	
144334	He-w	3.61	15300	2.52	25	35	45
145389	Hg Mn	7.832	11710	2.80	0	18	0
147010	Si Cr	3.9232	10500	1.77	20	22	61
147869	Cr	4.951	9720	3.28		34	
148112	Cr	1.53	9570	2.62	28	87	19
148898	Sr Cr	0.58	8500	1.18	41	102	24
150549	Si	3.76	10880	2.31	50	31	
151199	Sr Cr	6.166	8790	1.79	110	15	
151965	Si	1.85	13150	2.87		79	
152107	Sr Cr	3.8575	8840	2.08	10	27	21
153882	Cr	6.00925	8970	2.61	10	22	27
159376	Si	9.75	8990	4.16	19	22	61
162374	He-w	1.552	11250	2.62	40	80	30
162576	Si Cr	3.43628	10650	3.76	30	55	33
162588	Si	1.946381	9330	3.87	30	101	17
162725	Si Cr	4.45597	9400	5.41	30	62	29
164258	Sr Cr Eu	2.41	8430	1.80	56	38	
164429	Si Cr	0.517436	11030	2.61	200	255	52
166596	Si	0.83	14480	3.05	197	186	90
168733	Sr	6.3	14760	4.03	0	32	0
170000	Si	1.71646	12210	3.56	88	105	57
170397	Cr	2.24	9575	2.67	46	60	50
171586	Si Sr	2.1436	8800	2.31	39	55	46
173524	Hg Si	9.8109	11800	2.81	5	14	20
173650	Sr Cr Eu	10.1353	9840	4.06	16	20	52
175156	He-w	3.670	15750	3.23	11	45	14
175362	Si	3.6740	14960	3.09	28	42	42
176232	Sr Cr	9.78	7790	2.36	6	12	29
177410	Si	1.1663	15290	4.00	110	174	39
179527	Si	1.16	11480	2.72	36	119	17
179761	Hg	1.71	10570	2.59	19	77	14
183056	Si	0.69	12350	3.43	34	251	8
184905	Si Cr Sr	1.845252	13300	3.57	70	98	46
184927	He-r	9.35	15400	3.16	141	17	
187473	Si	4.718	9300	2.08		22	
187474	Cr Eu	2500.	10800	2.22	6	0.0	
188041	Sr Cr Eu	227.84	8490	2.64	2	0.6	
190229	Hg Mn	61.7	12970	5.99	11	4.9	
191980	He-w	1.051	18300	3.83	15	184	5
192678	Cr	18.2	9890	2.42	5	6.7	48
192723	Si	16.478	10000	2.48		7.6	
192913	Si	16.846	10500	2.96	14	9	
193722	Si	1.13254	11830	3.94	40	176	13
196502	Sr Cr Eu	20.2754	8870	2.39	0	6	0
197417	Cr	1.9255	9200	2.01		53	
199180	Si Cr	26.0	10000	2.48		4.8	
201601	Sr Cr Eu	314.	7750	2.50	3	0.2	
203006	Sr Cr Eu	1.062	9150	2.30	48	109	26
204411	Cr Si	360.	8950	2.21	5	0.3	
205073		3.864	9090	3.06	8	40	12
206653	Si	1.788	11120	2.62		74	
207188	Si	2.67	12240	2.73		52	
207857	Hg Mn	20.70	12140	5.08	12	12	75

Продолжение

HD	Тип пекулярности	P , сут	T_e	R/R_0	v_s , км/с	v_e , км/с	i
208217	Sr Cr Eu	8.35	8280	1.65		10	
209515	Hg	0.64	9970	3.17	90	250	21°
212432	Si	4.689	12550	2.78		30	
213918	Si	1.430823	9330	2.10	60	74	54
215038	Si	2.037638	9470	3.78	31	94	19
215441	Si	9.48770	14700	3.08	3	16	11
216533	Sr Cr	17.20	8930	1.84	7	5.4	
219749	Si	0.49925	11010	2.69	70	272	15
220825	Cr Sr	0.5805	9420	2.03	34	177	11
220933	Hg Mn	6.97	11000	2.61	25	19	
221394	Sr Cr	2.8419	9240	2.52	53	45	
221760	Sr Cr Eu	12.5	9000	2.36	22	10	
221912	Si Cr	0.63195	10000	2.48		199	
221936	Si	6.7	10000	2.48	7	19	20
223640	Si	3.73	13240	2.78	28	38	48
224801	Si Cr Eu	3.73975	13080	2.86	38	39	79
225289	Hg Mn	6.4332	11040	2.61		21	

Примечание. В таблице не приведены значения углов наклона оси вращения к лучу зрения в тех случаях, когда для звезды не удалось найти в литературе наблюдаемой скорости вращения, и в этом случае синус угла наклона больше единицы.

На рис. 1 изображена гистограмма распределения звезд по периодам вращения.

Для части звезд имеются данные об амплитудах фотометрической переменности в различных цветах. Распределения звезд по амплитудам переменности в системах UBV и Стремгеновской приведены на рис. 2 и 3.

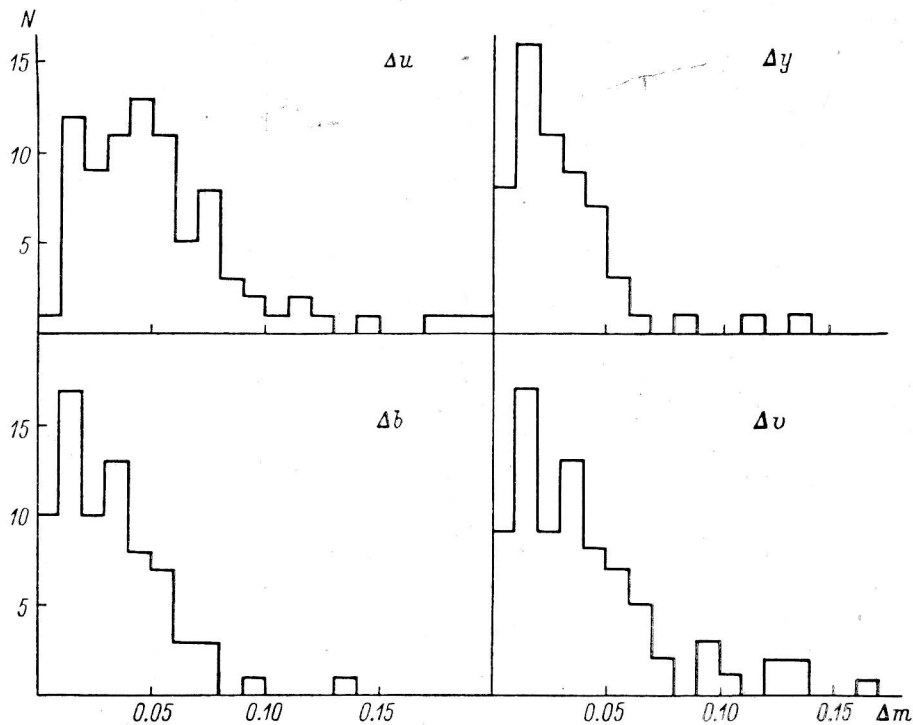


Рис. 3. Гистограмма распределения звезд по амплитудам переменности в Стремгеновской системе.

На рис. 4 изображено распределение звезд по скорости вращения v_e . Оно было аппроксимировано экспоненциальным распределением $f(v_e) = 60 \exp(-v_e/80)$, где параметры найдены были методом наименьших квадратов. Рас-

определение звезд по углам наклона изображено на рис. 5. Оно имеет однородный характер в интервале углов $i \leq 70^\circ$. Для углов $i \geq 70^\circ$ наблюдается значимый недостаток звезд, который связан, по-видимому, с возрастанием ошибки определения i из (2). Действительно, ошибка вычисления i выражается следующим образом:

$$\Delta i = P (\Delta v_s + \Delta R v_s / R) / 50.6 / R / (1 - v_s P / 50.6 / R)^{0.5}.$$

Отсюда при $v_s \rightarrow v_e$ следует, что $i \rightarrow 90^\circ$, но $\Delta i \rightarrow \infty$. Характер поведения Δi с изменением i при $R=2.5R_0$, $P=2^d$, $v_e=63$ км/с и $\Delta v_s/v_s=0.1$ приведен на рис. 6, из которого видно, что именно при $i \geq 70^\circ$ происходит резкое падение

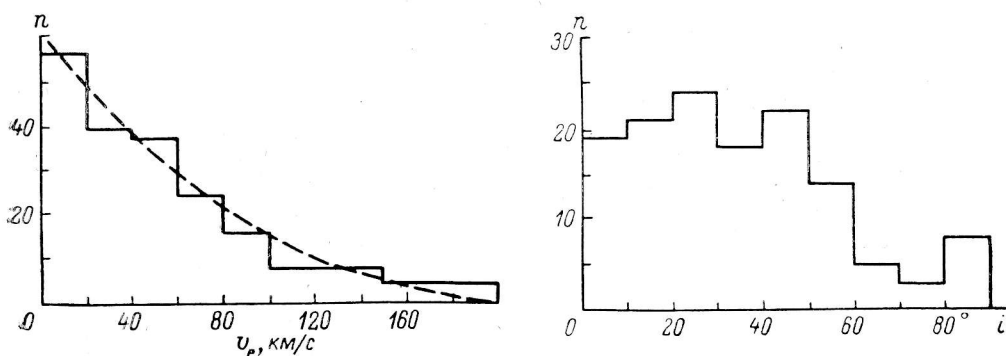


Рис. 4. Распределение звезд по экваториальной скорости вращения.

Рис. 5. Распределение звезд по углам наклона оси вращения к лучу зрения.

точности определения i , вследствие чего маловероятно получить оценку угла i , близкую к 90° .

Значительная доля звезд (0.2) имеет значение $\sin i > 1$, что, вероятно, связано с ошибками измерения $v_e \sin i$ и P , с ошибками определения T_e и R , а также с ошибочной интерпретацией части периодов как периодов вращения. Анализ данных позволяет заподозрить, что основным источником ошибок является неопределенность величины $v_e \sin i$, значения которой для одной и той же звезды могут отличаться по данным различных авторов более чем в 3 раза. Мы использовали минимальные из найденных в литературе значений $v_e \sin i$ из тех соображений, что неполный учет ап-

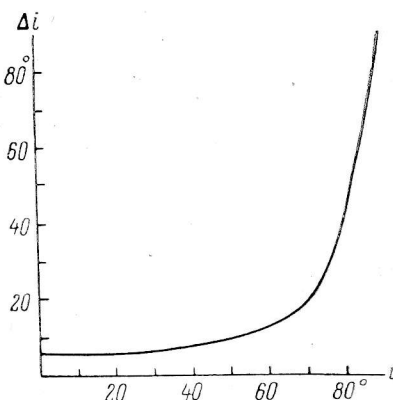


Рис. 6. Пример зависимости ошибки оценки угла наклона оси вращения к лучу зрения от величины этого наклона при типичных значениях R , P и $v_e \sin i$.

паратной функции спектрографа и макротурбулентной скорости может привести к завышению значений $v_e \sin i$.

Средняя ошибка определения эффективной температуры оценивается нами в $\sim 10\%$. Большие ошибки наблюдаются редко и связаны, как правило, с двойственностью некоторых звезд. Но все эти ошибки слабо влияют на средние характеристики, полученные по большому числу звезд. В частности, нами находились распределения звезд по экваториальной скорости вращения и углу наклона в предположении, что радиус R определяется только эффективной температурой и принадлежностью главной последовательности. Найденные таким образом распределения незначимо отличаются от приведенных на рис. 4 и 5.

В работе [8] отмечена корреляция индекса Δ (V1—G) Женевской фотометрической системы со значением $v_e \sin i$ для Si-звезд. Если эта корреляция неслучайна, то она бы возросла, если вместо $v_e \sin i$ использовать v_e . На рис. 7 мы приводим результаты сравнения Δ (V1—G) и v_e для Si и остальных Ар-звезд. Наличие корреляции между этими двумя величинами сомнительно. Расположение точек на рис. 7 определяется экспоненциальным характером распределения звезд по скоростям вращения v_e и, по-видимому, близким к нормальному распределению их по Δ (V1—G) со средним значением около 15 и дисперсией около 20 тысячных звездной величины.

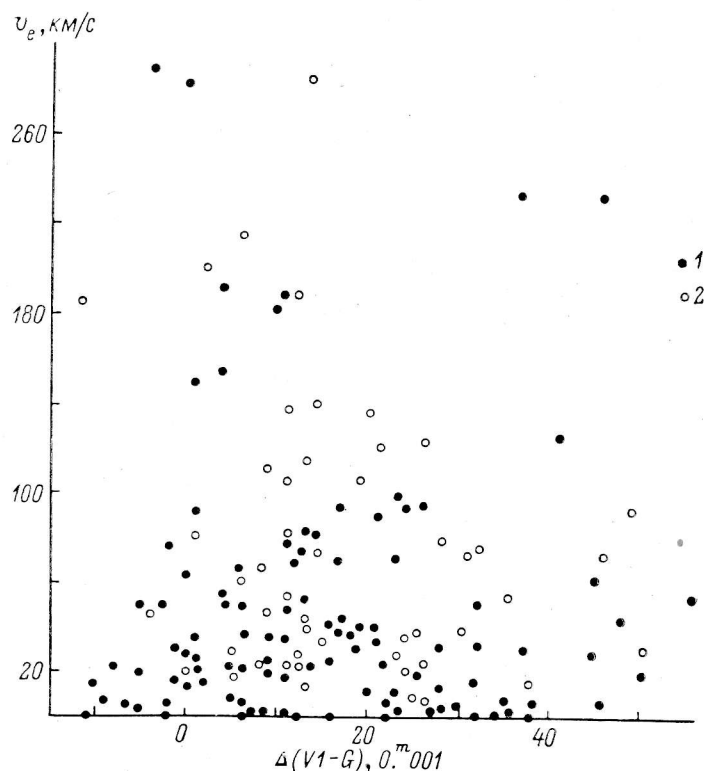


Рис. 7. Поиск корреляции индекса Δ (V1—G) Женевской фотометрической системы с экваториальной скоростью вращения для кремниевых (1) и остальных (2) Ар-звезд.

Таким образом, на основе изучения выборки Ар-звезд с известными периодами в настоящей работе получены следующие результаты.

1. Функция распределения звезд по периодам имеет максимум на 1—2 днях.
2. Распределения звезд по амплитудам переменности отличаются от нормального распределения.
3. Распределение звезд по скоростям вращения v_e имеет экспоненциальный характер с параметром 80 км/с.
4. Распределение звезд по углам ориентации осей вращения равновероятно, что еще раз указывает на достоверность вывода о более низких значениях $v_e \sin i$ для Ар-звезд по сравнению с нормальными, а не на малость углов i для Ар-звезд.
5. Отсутствие корреляции между значениями индекса Δ (V1—G) Женевской фотометрической системы и v_e приводит к сомнению в ее существовании между Δ (V1—G) и $v_e \sin i$.

Автор выражает благодарность И. М. Копылову за интерес к работе и критические замечания.

Литература

1. Wolff S. C. The magnetic variable stars. — In: Multiple Periodic Variable Stars. Proc. IAU Collog., N 29, Budapest, 1975. Dordrecht-Boston, 1976, p. 43—67.
2. Schöneich W. The variability of Bp- and Ap-stars. — In: Upper Main Sequence CP-stars, 23-th Liege Ap-Colloq. Liege, 1981, p. 235—255.
3. Manfroid J., Renson P. Etude photometrique d'etoiles Ap australes ayant des ascensions droites de lordre de 12^h . — Astron. a. Astrophys. Suppl. Ser., 1983, 51, N 2, p. 267—276.
4. A photoelectric investigation of light variability in Ap-stars / H. Hensberge, H. M. Maitzen, G. Deridder et al. — Astron. a. Astrophys. Suppl Ser., 1981, 46, N 1, p. 151—170.
5. Catalano F. A., Renson P. Catalogue of observed periods of Ap-stars. — Astron. a. Astrophys. Suppl., 1984, 55, N 3, p. 371—392.
6. Hyland A. R. The effective temperature scale and bolometric corrections for B-stars. — In: Theory and Observation of Normal Stellar Atmospheres / Ed. O. Gingerich, 1969, p. 271—274.
7. Philip D. A. G., Miller T. M., Relyea L. J. An analysis of the Hauck-Mermilliod catalogue of homogeneous four-color data. — Dudley Obs. Reports, 1976, N 12. 119 p.
8. Hauck B., North P. Photometric properties of Ap-stars in the Geneva system. — Astron. a. Astrophys., 1982, 114, N 1, p. 23—40.
9. Straizys V., Kuriliene G. Fundamental stellar parameters derived from the evolutionary tracks. — Astrophys. a. Space Sci., 1981, 80, p. 353—368.

Поступила в редакцию 10.04.84