

О НЕКОТОРЫХ ПРОЯВЛЕНИЯХ МАГНИТНОГО УСИЛЕНИЯ ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ В СПЕКТРАХ ПЕКУЛЯРНЫХ ЗВЕЗД

И. И. Романюк

В работе представлен каталог факторов Ланде для 830 линий, встречающихся в спектрах Ap-звезд и достаточно интенсивных, чтобы по ним можно было измерить магнитное поле. Приведен список линий, особо чувствительных к магнитному полю. Проведено сопоставление некоторых свойств факторов Ланде с величиной пекулярности различных химических элементов и показано, что учитывая магнитное усиление линий, можно значительно понизить наблюдаемое сверхобилие редкоземельных элементов в атмосферах Ap-звезд.

A catalogue of Lande factors is presented for 830 lines found in spectra of Ap-stars. These lines are rather intensive for measuring the magnetic field. A list of lines is given which are specially sensitive to the magnetic field. A comparison is made of some features of Lande factors and peculiarity values of different chemical elements and it is shown that allowing for magnetic intensification of lines one can considerably lower the observable overabundance of the rare-earth elements in the atmospheres of Ap-stars.

Классическая методика измерений магнитных полей звезд предполагает знание чувствительности каждой измеряемой линии к магнитному полю, определяемой так называемым эффективным фактором Ланде z . Бэбкок опубликовал список [1], состоящий из 101 линии, где приведены факторы Ланде тех линий, по которым наиболее часто измеряется магнитное поле в обычной фотографической области спектра. В ряде работ, например [2—3], приводятся факторы Ланде линий, используемых для измерений, но также в ограниченной области спектра.

С началом эксплуатации ахроматических анализаторов круговой поляризации на 6-м телескопе [4] появилась возможность измерять магнитные поля в широком диапазоне длин волн (λ 3000—7000 Å). Поэтому возникла необходимость составить каталог факторов Ланде для указанного выше диапазона (табл. 1), чтобы по мере необходимости его можно было пополнять новыми линиями. Список составлен на основании таблиц [5, 6].

Исследование факторов Ланде. В настоящей работе представлен список из 830 линий в диапазоне длин волн λ 3346—6717 Å, которые отождествляются в спектрах пекулярных звезд и достаточно интенсивны, чтобы по ним можно было измерить магнитное поле. Распределение линий по длинам волн показано на рис. 1. В табл. 1 приведены: длина волны, Å, элемент и мультиплет [5], эффективный фактор Ланде z , количество π - и σ -компонент в картине расщепления [6], энергии верхнего и нижнего уровней [5] и $\lg gf$ [7]. В работе [6] факторы Ланде вычислены в предположении $L-S$ -связи. Однако в [8] указывается, что для тяжелых атомов могут существовать отклонения от $L-S$ -связи и приводится список линий Cr II и Ti II, для которых эти отклонения могут быть существенными. Поскольку еще очень редки экспериментальные определения факторов Ланде отдельных линий, рассмотрим некоторые свойства теоретических факторов Ланде для линий, приведенных в табл. 1.

Только 158 линий представляют собой нормальные триплеты, а остальные показывают аномальный эффект с большим количеством π - и σ -компонент. Как известно, при очень сильных магнитных полях (обычно более 50 кГс) происходит разрыв $L-S$ -связи и аномальный эффект переходит в нормальный, т. е. наступает Пашен—Бак-эффект. Поэтому применять факторы Ланде из

ТАБЛИЦА 1

Каталог факторов Ланде

$\lambda, \text{\AA}$	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{п.у}$	$E_{в.у}$	lg gf
			σ	π			
3346.724	Ti II (7)	1.500	12	6	0.13	3.82	-1.02
3349.340	Cr II (4)	1.857	12	6	2.44	6.13	-1.95
3349.399	Ti II (1)	1.136	20	10	0.05	3.73	+0.60
3353.120	Cr II (4)	1.778	16	8	2.47	6.15	-1.11
3358.501	Cr II (4)	1.000	8	4	2.44	6.12	-0.52
3358.620	Gd II (8)	1.000	16	8	0.03	3.71	-
3368.054	Cr II (4)	1.143	12	6	2.47	6.14	-0.04
3372.800	Ti II (1)	0.929	12	6	0.01	3.67	+0.34
3379.825	Cr II (21)	1.371	2	1	3.09	6.74	-0.60
3379.825	Cr I (54)	1.000	14	7	2.53	6.19	-0.71
3383.761	Ti II (1)	0.700	8	4	0.00	3.65	+0.21
3385.310	Cr I (236)	1.125	14	7	3.54	7.18	-0.54
3386.452	Fe II (88)	0.200	8	4	3.93	7.57	-3.17
3387.834	Ti II (1)	1.111	14	8	0.03	3.67	-0.36
3391.434	Cr II (3)	2.167	4	2	2.41	6.05	-1.47
3399.991	Gd II (22)	0.900	8	4	0.35	3.98	-0.45
3400.080	Cr II (67)	1.333	4	2	4.28	7.91	-2.36
3401.067	Gd II (8)	1.788	18	10	0.08	3.71	-1.42
3402.430	Cr II (21)	0.000	1	1	3.09	6.72	-1.15
3403.322	Cr II (3)	1.467	6	4	2.42	6.05	-0.64
3408.765	Cr II (3)	1.214	12	6	2.47	6.09	-0.38
3416.021	Fe II (16)	1.000	4	2	2.27	5.88	-2.96
3416.957	Ti II (53)	1.067	6	4	1.23	4.84	-1.15
3421.200	Cr II (3)	1.333	2	2	2.41	6.02	-0.69
3422.739	Cr II (3)	1.100	8	4	2.44	6.05	-0.39
3427.362	Gd II (91)	1.500	8	4	1.33	4.93	-
3427.570	La II (132)	1.167	12	6	3.03	6.63	-
3432.994	Gd II (22)	2.500	4	2	0.35	3.95	-0.37
3433.300	Cr II (3)	0.833	4	2	2.42	6.02	-0.71
3434.112	Cr I (52)	1.500	22	11	2.53	6.13	-0.78
3435.679	Cr I (52)	1.500	22	11	2.53	6.13	-1.06
3440.610	Fe I (6)	1.250	14	7	0.00	3.59	-0.93
3440.989	Fe I (6)	1.167	10	5	0.05	3.64	-1.22
3441.983	Mn II (3)	1.250	14	7	1.77	5.36	-0.47
3443.830	Fe II (16)	1.533	6	4	2.27	5.85	-3.41
3444.760	Fe II (145)	2.000	2	1	4.60	8.18	-2.36
3446.400	Co II (2)	1.167	10	5	2.23	5.81	-1.29
3450.376	Gd II (22)	1.227	20	10	0.49	4.07	+0.06
3456.390	Ti II (99)	1.333	2	1	2.05	5.62	-0.01
3457.620	Cr II (135)	1.045	20	10	4.92	8.49	-0.56
3460.312	Mn II (12)	1.167	10	5	1.80	5.37	-3.39
3461.496	Ti II (6)	1.056	16	8	0.13	3.70	-0.95
3465.037	Mn II (12)	1.575 ^p	16	8	9.82	13.38	-0.38
3466.336	Mn II (12)	1.550 ^p	20	10	9.82	13.38	-0.98
3474.037	Mn II (3)	1.583	12	6	1.80	5.35	-1.06
3474.124	Mn II (3)	1.000	6	4	1.82	5.38	-1.19
3475.740	Fe II (4)	1.143	12	6	1.66	5.21	-3.70
3482.905	Mn II (3)	1.667	8	4	1.82	5.37	-0.97
3484.150	Cr II (2)	1.629	10	6	2.44	5.99	-2.00
3488.553	Ce II (187)	0.909	20	10	0.87	4.41	-0.17
3488.676	Mn II (3)	2.000	4	2	1.84	5.38	-1.09
3490.575	Fe I (6)	1.583	12	6	0.05	3.59	-1.36
3491.053	Ti II (6)	0.700	8	4	0.11	3.65	-1.21
3494.520	Cr II (2)	1.571	14	8	2.47	6.00	-2.67
3494.672	Fe II (16)	1.800	8	4	2.27	5.80	-3.02
3495.370	Cr II (2)	0.600	8	4	2.44	5.97	-1.74
3495.831	Mn II (3)	2.500	2	1	1.85	5.38	-1.44
3504.866	Fe I (131)	1.500	2	1	2.27	5.79	-1.59
3504.890	Ti II (88)	1.111	2	1	1.88	5.40	+0.42
3505.512	Gd II (22)	1.833	16	8	0.49	4.01	+0.01
3507.387	Fe II (16)	2.000	4	2	2.33	5.85	-3.41
3508.213	Fe II (4)	0.667	4	2	1.72	5.23	-4.10
3510.840	Ti II (88)	0.889	2	1	1.88	5.40	+0.31
3511.840	Cr II (2)	0.857	12	6	2.47	5.99	-1.62
3513.030	Cr II (107)	1.214	12	6	4.72	8.24	-1.66

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число ком- понент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	lg gf
			σ	π			
3518.620	Cr II (107)	1.486	10	6	4.73	8.24	-2.48
3519.077	Ce II (92)	1.029?	2	1	0.33	3.83	-0.79
3522.130	Cr II (184)	1.071?	12	6	5.65	9.15	-1.15
3524.196	Gd II (6)	1.500?			0.03	3.53	-0.53
3526.039	Fe I (6)	1.833	10	5	0.09	3.59	-2.08
3527.792	Fe I (326)	1.400	16	8	2.84	6.34	-0.05
3533.201	Fe I (326)	0.500	6	3	2.87	6.36	-0.12
3536.556	Fe I (326)	0.833	10	5	2.86	6.35	+0.09
3537.491	Fe I (239)	1.208	12	6	2.58	6.07	-2.17
3542.152	Eu II (17)	2.500	8	4	1.22	4.71	-0.94
3545.797	Gd II (2)	1.269	24	12	0.14	3.62	+0.15
3546.210	Fe I (183)	1.000	18	9	2.42	5.90	-2.45
3549.270	Ti II (117)	1.067	6	4	3.08	6.56	-1.92
3549.365	Gd II (7)	1.500	24	12	0.24	3.72	+0.20
3554.122	Fe I (23)	2.167	10	5	0.95	4.43	-2.43
3554.922	Fe I (326)	1.167	22	11	2.82	6.29	+0.55
3558.538	Sc II (3)	1.500	10	5	0.01	3.48	-0.39
3561.575	Ti II (15)	1.114	10	6	3.08	6.56	-3.62
3571.370	Cr II (107)	1.467	6	4	4.74	8.19	-2.43
3572.523	Sc II (3)	1.333	2	1	0.02	3.48	+0.30
3576.380	Ti II (76)	1.800	8	4	1.56	5.01	+0.72
3578.688	Ti II (117)	1.100	8	4	3.11	6.56	-3.94
3585.310	Cr II (13)	1.629	10	6	2.69	6.14	-0.97
3585.540	Cr II (13)	1.600	8	4	2.69	6.14	-1.36
3587.130	Ti II (15)	1.287	14	8	0.60	4.05	-1.46
3587.690	Fe I (322)	1.125	14	7	2.84	6.28	-1.31
3590.468	Gd II (22)	1.773	20	10	0.60	4.03	-0.33
3591.912	Gd II (51)	1.667	18	10	0.60	4.03	-0.95
3594.632	Fe I (322)	1.575	16	8	2.84	6.27	-1.07
3596.048	Ti II (15)	0.857	12	6	0.60	4.04	-0.93
3602.460	Fe I (323)	1.625	12	6	2.85	6.28	-1.16
3603.610	Cr II (13)	1.400	8	4	2.69	6.12	-1.70
3603.800	Cr II (13)	1.667	4	2	2.69	6.12	-1.63
3603.860	Cr II (13)	1.800	6	4	2.69	6.12	-2.04
3606.530	Fe I (133)	1.000	4	2	2.41	5.84	-2.75
3608.660	Cr II (133)	0.714	12	6	4.90	8.32	-0.79
3608.861	Fe I (23)	0.500	5	3	1.01	4.43	+0.02
3610.703	Fe I (323)	1.500	2	1	2.86	6.28	-
3613.210	Cr II (13)	3.000	2	2	2.69	6.11	-2.50
3613.260	Cr II (13)	1.333	4	2	2.69	6.11	-1.79
3614.260	Cr II (132)	1.286	12	6	4.90	8.31	-2.91
3614.873	Fe II (112)	0.778	14	8	4.14	7.55	-2.05
3616.152	Eu II (28)	1.700	18	9	3.31	6.73	+0.23
3620.880	Fe I (323)	1.500	2	1	2.87	6.28	-4.26
3621.220	Co II (1)	0.875	14	7	2.19	5.60	-1.84
3621.273	Fe II (144)	1.167	4	2	4.60	8.00	-1.64
3624.826	Ti II (52)	1.333	2	2	1.22	4.62	-0.75
3624.890	Fe II (144)	1.333	2	2	4.60	8.00	-1.94
3628.830	La II (13)	1.500	14	7	0.13	3.53	-1.42
3629.100	Sc II (18)	1.333	10	5	0.59	3.99	-3.28
3631.490	Cr II (12)	1.600	2	1	2.69	6.09	-1.30
3631.720	Cr II (12)	1.500	8	4	2.69	6.09	-1.73
3635.810	Fe I (321)	1.500	2	1	2.82	6.21	-0.57
3641.330	Ti II (52)	1.167	4	2	1.23	4.62	-0.58
3642.785	Sc II (2)	0.750	6	3	0.00	3.39	+0.12
3645.311	Sc II (2)	1.208	12	6	0.02	3.41	-0.40
3646.750	Eu II (13)	2.500	8	4	1.22	4.61	-
3652.810	Ti II (116)	1.000	4	2	3.08	6.46	-
3659.765	Ti II (75)	1.071	12	6	1.56	4.95	-0.53
3664.950	Cr II (156)	0.923	2	1	4.97	8.33	-0.97
3671.510	Fe I (570)	1.667	8	4	3.25	6.61	-2.71
3671.672	Ti I (19)	1.150	16	8	0.05	3.41	-0.71
3677.860	Cr II (12)	1.500	4	2	2.69	6.05	-1.51
3677.930	Cr II (12)	1.733	2	1	2.69	6.05	-1.90
3679.340	Cr II (118)	1.500	16	8	4.75	8.11	-2.95
3685.049	Mn II (8)	1.400	2	1	5.37	8.72	-1.45

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	$\lg gf$
			σ	π			
3685.192	Ti II (14)	1.071	12	6	0.60	3.95	+0.10
3685.192	Ti II (14)	0.900	8	4	0.57	3.92	-0.07
3694.120	Cr I (45)	0.200	18	9	2.53	5.87	-2.17
3694.120	Cr I (45)	1.050	20	10	2.53	5.87	-3.28
3697.730	Gd II (4)	1.857	12	6	0.03	3.37	-0.39
3700.420	Cr II (1)	1.571	12	6	2.47	5.81	-4.55
3706.026	Ca II (3)	1.333	2	2	3.11	6.44	-0.49
3706.219	Ti II (73)	1.067	6	4	1.56	4.89	-0.34
3709.246	Fe I (21)	1.500	14	7	0.91	4.24	-0.63
3709.250	Cr II (6)	0.909	20	10	2.53	5.86	-3.36
3709.880	Mn II (8)	1.250	2	1	5.36	8.68	-0.95
3712.970	Cr II (12)	2.667	2	1	2.69	6.02	-1.50
3715.190	Cr II (20)	1.167	16	8	3.09	6.41	-1.53
3715.450	Cr II (145)	0.900	8	4	4.91	8.23	-1.37
3716.360	Gd II (2)	1.167	16	8	0.03	3.35	-0.55
3724.940	Eu II (2)	1.875	16	8	0.00	3.31	-0.23
3726.927	Fe I (385)	1.917	8	4	3.03	6.34	-2.97
3727.040	Fe II (192)	0.800	2	1	5.89	9.20	-2.01
3729.460	Mn II (8)	1.500	14	7	5.37	8.68	-2.00
3738.308	Fe I (609)	0.917	22	11	3.25	6.55	-0.15
3738.380	Cr II (20)	1.071	12	6	3.09	6.39	-1.70
3741.370	Eu II (11)	1.333	22	11	1.37	4.67	-0.63
3741.633	Ti II (72)	1.200	2	1	1.57	4.87	-0.25
3743.364	Fe I (24)	1.500	5	3	0.99	4.28	-0.73
3743.470	Gd II (2)	1.720	22	12	0.14	3.44	+0.04
3745.806	V II (15)	0.875	14	7	1.55	4.84	-0.47
3745.901	Fe I (5)	0.000	1	1	0.12	3.42	-1.41
3754.590	Cr II (20)	0.900	8	4	3.09	6.38	-1.92
3757.684	Ti II (72)	0.800	2	1	1.56	4.84	-0.97
3758.235	Fe I (24)	1.250	2	1	0.95	4.24	+0.97
3759.291	Ti II (13)	1.143	2	1	0.60	3.89	+0.29
3761.320	Ti II (13)	0.857	2	1	0.57	3.85	+0.18
3762.894	Fe II (192)	1.200	2	1	5.93	9.21	-1.88
3764.090	Fe II (29)	1.500	8	4	2.57	5.85	-3.83
3767.194	Fe I (24)	0.000	1	1	1.01	4.28	-0.31
3779.486	Fe I (74)	1.250	3	2	2.21	5.48	-0.95
3779.580	Fe II (23)	1.400	10	6	2.53	5.80	-3.93
3787.883	Fe I (21)	1.500	5	3	1.01	4.26	-0.87
3787.890	Cr II (6)	0.200	8	4	2.53	5.79	-4.28
3791.420	Gd (46)	1.556	16	8	0.55	3.81	-1.32
3804.798	Cr I (139)	1.500	2	1	3.00	6.24	+0.45
3805.345	Fe I (608)	0.900	18	9	3.29	6.53	+0.40
3813.970	Gd II (2)	2.400	10	6	0.00	3.24	-0.23
3814.121	Fe II (153)	0.900	8	4	4.72	7.95	-2.48
3819.564	Cr I (70)	0.875	14	7	2.70	5.93	-
3819.670	Eu II (1)	1.400	18	9	0.00	3.23	+0.02
3820.425	Fe I (20)	1.200	18	9	0.86	4.09	+0.15
3821.834	Fe I (222)	0.667	2	1	2.60	5.83	-1.24
3824.306	Fe I (607)	0.800	2	1	3.29	6.51	-0.02
3843.000	Sc II (1)	1.083	8	4	0.01	3.22	-1.74
3849.969	Fe I (20)	0.000	1	1	1.01	4.21	-0.86
3852.450	Gd II (2)	1.929	12	6	0.03	3.24	-0.15
3853.657	Si II (1)	1.067	6	4	6.83	10.03	-
3854.220	Cr I (69)	1.667	8	4	2.70	5.90	-0.09
3855.560	Gd II (2)	1.731	24	12	0.24	3.44	-0.92
3856.021	Si II (1)	1.100	8	4	6.83	10.03	-
3858.90	Cr I (138)	1.125	14	7	3.00	6.20	+0.37
3859.913	Fe I (4)	1.500	2	1	0.00	3.20	-0.79
3862.592	Si II (1)	0.833	4	2	6.83	10.02	-
3863.741	Fe I (280)	1.300	18	9	2.68	5.87	-0.99
3865.526	Fe I (20)	0.750	3	2	1.01	4.20	-1.04
3865.590	Cr II (167)	1.071	12	6	5.30	8.49	-
3866.010	Cr II (130)	0.889	2	1	4.90	8.09	-2.34
3868.397	Ti I (175)	1.500	14	7	1.97	5.16	-0.79
3870.267	Cr I (11)	2.250	6	3	0.94	4.13	-4.13

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число ком- понент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	$\lg gf$
			σ	π			
3871.750	Fe I (429)	1.117	20	10	2.94	6.12	-1.70
3872.504	Fe I (20)	1.250	8	4	0.99	4.17	-0.98
3872.620	Gd II (19)	1.952	14	8	0.42	3.61	-1.28
3896.630	Fe I (834)	0.333	10	5	3.64	6.81	-
3898.487	Ti I (13)	2.000	9	5	0.00	3.17	-2.18
3900.546	Ti I (34)	1.111	2	1	1.13	4.29	-0.27
3902.398	Gd II (19)	2.000	16	8	0.42	3.59	-0.56
3905.527	Si I (3)	1.000	2	1	1.90	5.06	-0.71
3905.640	Cr II (167)	0.900	8	4	5.31	8.47	-0.97
3907.100	Eu II (5)	1.667	10	5	0.21	3.36	+0.03
3908.540	Fe II (29)	1.733	2	1	2.69	5.85	-4.89
3911.320	Cr II (129)	1.141	18	10	4.92	8.07	-2.26
3913.464	Ti II (34)	0.889	2	1	1.11	4.26	-0.37
3913.635	Fe I (120)	1.500	2	1	2.27	5.42	-1.59
3916.508	Gd II (20)	1.636	2	1	0.60	3.75	+0.06
3923.246	Gd II (50)	1.714	12	6	0.55	3.70	-0.66
3930.500	Eu II (5)	1.958	12	6	0.21	3.35	+0.09
3933.664	Ca II (1)	1.167	4	2	0.00	3.14	+0.15
3934.140	Zr II (7)	0.700	8	4	0.32	3.45	-1.30
3935.942	Fe II (173)	1.056	16	8	5.54	8.68	-1.67
3937.329	Fe I (278)	2.000	17	9	2.68	5.82	-1.33
3938.289	Fe II (3)	1.629	10	6	1.66	4.80	-4.19
3938.969	Fe II (190)	0.900	8	4	5.89	9.02	-1.89
3943.080	Eu II (22)	1.625	14	7	2.93	6.06	+0.20
3945.119	Fe I (280)	1.750	14	7	2.75	5.87	-0.83
3950.350	Y II (6)	1.250	6	3	0.10	3.23	-0.71
3952.573	Ce II (113)	1.111	16	8	0.33	3.45	+0.18
3955.770	Fe I (219)	1.750	14	7	2.60	5.67	-3.84
3956.336	Ti I (13)	1.000	10	5	0.02	3.14	-0.48
3956.681	Fe I (278)	1.083	22	11	2.68	5.80	-0.48
3957.672	Gd II (19)	1.699	22	12	0.60	3.72	-0.22
3959.523	Gd II (44)	1.500	28	14	0.73	3.84	-0.41
3960.895	Fe II (212)	1.111	2	1	7.24	10.35	-1.60
3968.470	Ca II (1)	1.333	2	2	0.00	3.11	-0.15
3978.466	Fe I (36)	1.833	10	5	2.82	5.92	-2.45
3979.520	Cr II (183)	1.071	12	6	5.65	8.75	-0.82
3980.895	Ce II (194)	0.984?	2	1	0.71	3.81	-0.20
3981.998	Ti II (11)	1.143	12	6	0.57	3.67	-2.50
3983.907	Cr I (38)	0.875	14	7	2.53	5.63	+0.17
3983.960	Fe I (277)	1.000	14	7	2.72	5.81	-1.02
3985.320	Fe I (219)	1.300	18	9	2.55	5.64	-2.56
3985.960	Cr II (10)	0.667	4	2	2.69	5.79	-4.60
3991.123	Cr I (38)	0.667	10	5	2.53	5.63	+0.28
3991.673	Cr I (38)	0.708	12	6	2.53	5.63	-0.55
3992.845	Cr I (67)	1.667	2	1	2.70	5.79	-
3995.996	Fe I (279)	1.250	14	7	2.72	5.80	-1.26
3997.394	Fe I (278)	1.000	18	9	2.72	5.80	-0.34
3998.054	Fe I (276)	0.600	18	9	2.68	5.77	-0.73
4002.073	Fe II (29)	1.500	4	2	2.77	5.85	-4.50
4002.549	Fe II (190)	1.071	12	6	5.93	9.01	-2.03
4003.330	Cr II (194)	0.944	16	8	6.46	9.55	-0.84
4005.246	Fe I (43)	1.500	10	5	1.55	4.63	-0.54
4006.314	Fe I (603)	0.600	18	9	3.25	6.33	-1.42
4009.714	Fe I (72)	1.500	6	3	2.21	5.29	-0.96
4012.490	Cr I (268)	1.000	14	7	3.87	6.95	+0.20
4012.500	Cr II (183)	0.900	8	4	5.64	8.71	-1.02
4022.360	Cr II (183)	1.029	10	6	5.65	8.71	-2.16
4023.739	Cr I (268)	1.083	12	6	3.87	6.94	-0.52
4024.450	Zr II (54)	1.214	12	6	0.99	4.06	-0.88
4024.552	Fe II (127)	1.200	2	1	4.48	7.54	-2.19
4024.735	Fe I (560)	0.625	14	7	3.23	6.29	-1.94
4025.012	Cr I (37)	0.625	14	7	2.53	5.60	-0.03
4025.136	Ti II (11)	1.063	14	8	0.60	3.67	-2.09
4028.332	Ti II (87)	1.056	16	8	1.88	4.95	-0.92
4029.640	Fe I (556)	1.500	2	1	3.25	6.31	-3.21
4030.499	Fe I (560)	0.800	18	9	3.20	6.26	-1.85

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число ком- понент		$E_{a,y}$	$E_{b,y}$	lg gf
			σ	π			
4031.456	Fe I (151)	1.200	2	1	4.71	7.77	-3.13
4032.460	Fe I (320)	0.750	6	3	2.87	5.93	-2.67
4032.946	Fe II (126)	0.886	10	6	4.48	7.54	-3.94
4035.540	Fe II (22)	1.800	8	4	2.53	5.59	-5.86
4036.370	Fe I (279)	1.042	12	6	2.75	5.80	-3.13
4037.332	Gd II (49)	1.720	22	12	0.66	3.72	-0.12
4038.030	Cr II (194)	1.045	20	10	6.46	9.52	-0.80
4038.622	Fe I (600)	1.075	16	8	3.29	6.34	-3.68
4040.650	Fe I (655)	1.000	10	5	3.29	6.34	-0.80
4040.762	Ce II (138)	1.010	18	10	0.44	3.50	+0.09
4044.010	Fe II (172)	0.857	2	1	5.55	8.60	-2.59
4044.614	Fe I (359)	1.250	6	3	2.82	5.87	-1.86
4045.630	Zr II (30)	0.833	4	2	0.71	3.76	-0.66
4045.815	Fe I (43)	1.250	2	1	1.48	4.53	+0.25
4046.760	Cr I (30)	0.833	10	5	2.53	5.58	-1.03
4051.970	Cr II (19)	1.443	12	6	3.09	6.14	-2.51
4056.070	Cr II (182)	0.400	8	4	5.64	8.68	-2.25
4057.457	Fe II (212)	0.889	2	1	7.24	10.28	-1.73
4058.219	Gd I (5)	1.500	14	7	0.03	3.07	+0.29
4058.227	Fe I (558)	1.500	2	1	3.20	6.24	-0.81
4061.787	Fe II (189)	1.714	12	6	5.93	8.97	-2.45
4063.597	Fe I (43)	1.083	2	1	1.55	4.59	+0.01
4064.350	Ti II (106)	0.500	8	4	2.59	5.62	-1.68
4070.900	Cr II (193)	1.056	16	8	6.46	9.49	-1.02
4071.740	Fe I (43)	0.667	2	1	1.60	4.63	-0.03
4072.518	Fe I (698)	0.750	4	2	3.42	6.48	-1.61
4072.560	Cr II (26)	0.833	4	2	3.70	6.72	-2.59
4073.759	Gd II (44)	1.600	2	1	0.82	3.84	-0.65
4075.450	Si II (-)	1.100	8	4	-	-	-1.79
4076.870	Cr II (19)	1.533	6	4	3.09	6.12	-3.06
4077.500	Cr II (19)	1.000	8	4	3.09	6.12	-3.28
4077.714	Sr II (1)	1.167	4	2	0.00	3.02	+0.17
4078.444	Gd II (15)	1.615	24	11	0.60	3.62	-0.23
4082.300	Cr II (165)	1.114	10	6	5.30	8.32	-1.09
4083.670	Mn II (2)	1.625	16	8	1.77	4.79	-8.21
4084.498	Fe I (698)	1.200	18	9	3.32	6.34	-0.60
4086.140	Cr II (26)	1.333	2	2	3.70	6.72	-2.61
4108.554	Ca I (39)	1.000	2	1	2.70	5.70	-1.38
4109.830	Ca II (17)	1.100	8	4	7.48	10.49	-0.72
4111.010	Cr II (18)	1.100	8	4	3.09	6.09	-2.92
4111.902	Fe II (188)	1.286	12	6	5.93	8.93	-2.79
4118.549	Fe I (801)	1.000	2	1	3.56	6.55	+0.37
4122.638	Fe II (28)	1.314	10	6	2.55	5.57	-3.73
4124.793	Fe II (22)	1.286	12	6	2.53	5.52	-5.15
4127.080	Cr II (181)	1.200	2	1	5.65	8.64	-
4128.053	Si II (3)	0.900	8	4	9.79	12.78	+0.55
4128.735	Fe II (27)	1.900	8	4	2.57	5.56	-3.53
4129.730	Eu II (1)	1.975	16	8	0.00	2.99	-0.31
4130.884	Si II (3)	1.05?	10	6	9.80	12.78	+0.70
4132.060	Fe I (43)	1.500	10	5	1.60	4.59	-0.59
4132.275	Gd II (49)	1.818	18	10	0.60	3.59	-0.33
4132.410	Cr II (26)	1.467	6	4	3.74	6.73	-2.53
4133.869	Fe I (698)	1.425	16	8	3.35	6.33	-1.63
4136.940	Mn II (-)	1.250	2	1	-	-	-
4138.400	Fe II (39)	0.786	12	6	2.82	5.80	-4.62
4143.871	Fe I (43)	1.500	14	7	1.55	4.53	-0.41
4145.770	Cr II (162)	1.200	2	1	5.30	8.27	-1.66
4149.897	Al III (5)	1.071	12	6	20.47	23.44	-
4151.000	Cr II (163)	1.067	6	4	5.31	8.28	-1.82
4156.460	Fe I (693)	2.000	14	7	3.35	6.32	-1.88
4158.798	Fe I (695)	1.500	5	3	3.42	6.38	-1.16
4160.620	Fe II (39)	1.314	10	6	2.83	5.80	-5.20
4161.796	Sr II (3)	1.333	2	1	2.93	5.89	-0.50
4163.644	Ti II (105)	1.071	12	6	2.58	5.54	-0.15

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число ком- понент		$E_{в.у}$	$E_{в.у}$	lg gf
			σ	π			
4165.519	Cr I (305)	1.000	22	11	4.43	7.39	-0.48
4167.270	Mg I (15)	1.000	2	1	4.33	7.29	-1.83
4170.860	Cr II (181)	0.800	2	1	5.64	8.60	-4.87
4171.897	Ti II (105)	0.900	8	4	2.59	5.54	-0.33
4171.920	Cr II (18)	1.467	6	4	3.09	6.05	-3.08
4172.600	Cr II (18)	1.100	8	4	3.09	6.05	-3.30
4173.450	Fe II (27)	1.486	10	6	2.57	5.53	-2.60
4177.597	Fe I (18)	1.300	16	8	0.91	3.86	-3.53
4177.700	Fe II (21)	1.714	12	6	2.53	5.49	-4.02
4178.855	Fe II (28)	0.786	12	6	2.57	5.52	-2.95
4179.430	Cr II (26)	1.214	12	6	3.81	6.76	-1.96
4182.384	Fe I (476a)	1.250	8	4	3.00	5.66	-1.58
4184.252	Gd II (15)	1.636	20	10	0.49	3.44	-0.12
4187.044	Fe I (152)	1.500	10	5	2.44	5.39	-0.63
4187.802	Fe I (152)	1.500	14	7	2.41	5.36	-0.63
4191.436	Fe I (152)	1.500	6	3	2.46	5.40	-0.78
4194.951	Cr I (248)	2.000	22	11	3.83	6.78	-2.10
4195.337	Fe I (693)	1.333	20	10	3.32	6.26	-0.73
4195.410	Cr II (161)	1.400	10	6	5.30	8.24	-2.66
4196.218	Fe I (693)	1.083	12	6	3.38	6.32	-0.59
4196.335	Ce II (123)	1.143	12	6	0.42	3.36	-0.52
4198.310	Fk I (152)	1.500	18	9	2.39	5.33	-0.80
4199.020	Cr II (180)	1.200	8	4	5.64	8.58	-3.80
4202.031	Fe I (42)	1.150	16	8	1.48	4.42	-0.43
4202.944	Ce II (186)	0.786?	12	6	0.56	3.49	-0.34
4205.050	Eu II (1)	1.625	14	7	0.00	2.93	-0.08
4205.370	Mn II (2)	0.667	10	5	1.80	4.74	-3.70
4206.375	Mn II (7)	1.200	18	9	5.37	8.31	-1.71
4207.350	Cr II (26)	1.486	10	6	3.81	6.74	-2.68
4210.352	Fe I (152)	3.000	2	1	2.47	5.40	-1.05
4215.524	Sr II (1)	1.333	2	2	0.00	2.93	-0.14
4215.770	Cr II (18)	1.333	2	1	3.09	6.02	-3.41
4217.070	Cr II (18)	0.833	4	2	3.09	6.02	-3.81
4220.130	Ca II (16)	1.167	4	2	7.47	10.41	-1.33
4222.219	Fe I (152)	1.750	2	1	2.44	5.36	-1.04
4224.176	Fe I (689)	1.800	18	9	3.35	6.28	-3.20
4226.728	CaI (2)	1.000	2	1	0.00	2.92	+0.20
4227.420	Fe I (689)	0.750	6	3	3.40	6.32	-3.73
4233.167	Fe II (27)	1.214	12	6	2.57	5.49	-1.92
4233.250	Cr II (31)	1.333	14	8	3.85	6.76	-3.34
4235.942	Fe I (152)	1.650	2	1	2.41	5.33	-0.43
4242.334	Mn II (-)	0.750	6	3	-	-	-1.42
4242.380	Cr II (31)	1.167	16	8	3.85	6.76	-1.73
4244.260	Mn II (7)	0.750	6	3	-	-	-2.64
4246.410	Cr II (31)	2.100	8	4	3.84	6.74	-3.58
4246.829	Sc II (7)	1.000	2	1	0.31	3.22	+0.26
4248.228	Fe I (482)	1.500	2	1	3.06	5.96	-1.46
4250.125	Fe I (152)	1.500	10	5	2.46	5.36	-0.48
4250.790	Fe I (42)	0.917	12	6	1.55	4.45	-0.59
4251.733	Gd II (15)	1.714	12	6	0.38	3.28	-0.39
4252.620	Cr II (31)	1.200	10	6	3.84	6.74	-2.39
4253.020	Mn II (7)	1.000	10	5	5.36	8.26	-1.29
4254.346	Cr I (4)	1.375	14	7	0.00	2.90	-0.04
4256.160	Cr II (192)	1.111	2	1	6.46	9.36	-1.00
4258.155	Fe II (28)	1.067	6	4	2.69	5.59	-3.99
4259.203	Mn II (7)	1.125	14	7	5.37	8.27	-1.81
4260.479	Fe I (152)	1.600	2	1	2.39	5.29	-0.03
4261.920	Cr II (31)	1.071	12	6	3.85	6.74	-1.93
4264.209	Fe I (692)	0.500	14	7	3.35	6.25	-
4268.788	Cr I (271)	1.000	2	1	3.96	6.85	-0.96
4269.280	Cr II (31)	0.800	5	4	3.84	6.74	-2.54
4271.159	Fe I (152)	1.500	14	7	2.44	5.33	-0.44
4271.764	Fe I (42)	1.100	18	9	1.48	4.37	+0.19
4272.910	Cr I (96)	1.250	14	7	2.89	5.78	-0.78
4273.317	Fe II (27)	2.167	4	2	2.69	5.58	-3.35
4274.803	Cr I (1)	1.958	14	6	0.00	2.89	-0.16

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	$\lg gf$
			σ	π			
4275.570	Cr II (31)	0.900	8	4	3.84	6.73	-2.12
4278.128	Fe II (32)	0.214	10	8	2.68	5.57	-3.89
4280.330	Cr II (17)	1.800	6	4	3.09	5.97	-4.43
4282.469	Mn II (-)	1.250	2	1	—	—	-1.88
4284.210	Cr II (31)	0.500	4	2	3.84	6.73	-2.25
4285.366	Ce II (41)	1.045	20	10	0.43	3.31	-0.42
4288.148	Fe I (273)	0.750	2	1	2.75	5.62	-1.77
4289.364	Ca I (5)	1.500	2	1	1.87	4.75	—
4289.721	Cr I (1)	1.667	10	5	0.00	2.88	-0.31
4289.938	Ce II (41)	0.889	2	1	0.33	3.20	-0.15
4290.222	Ti II (41)	1.100	8	4	1.16	4.04	-0.97
4292.246	Mn II (6)	1.250	2	1	5.36	8.23	-2.98
4294.101	Ti II (20)	1.200	2	1	1.08	3.95	-1.05
4294.128	Fe I (41)	1.200	16	8	1.48	4.35	-1.84
4296.568	Fe II (28)	0.500	8	4	2.69	5.57	-3.36
4298.986	Ca I (5)	1.500	2	1	1.88	4.75	—
4299.242	Fe I (152)	1.500	18	9	2.41	5.29	-0.56
4300.052	Ti II (41)	1.214	12	6	1.18	4.05	-0.47
4300.197	Mn II (6)	1.500	14	7	5.36	8.23	—
4301.928	Ti II (41)	0.833	4	2	1.16	4.02	-1.28
4302.527	Ca I (5)	1.500	2	1	1.89	4.76	—
4303.166	Fe II (27)	1.467	6	4	2.69	5.56	-2.53
4305.447	Sr II (3)	1.167	4	2	3.03	5.89	-0.14
4305.455	Fe I (476)	1.250	6	3	3.00	5.87	-1.74
4307.900	Ti II (41)	1.467	6	4	1.16	4.02	-1.12
4308.160	Mn II (-)	1.000	10	5	—	—	-4.08
4312.861	Ti II (41)	1.486	10	6	1.18	4.04	-1.15
4319.717	Fe II (220)	1.071	12	6	7.81	10.67	-2.23
4320.592	Cr I (96)	1.750	2	1	2.90	5.76	-1.73
4320.592	Cr I (96)	1.833	10	5	2.89	5.74	-1.30
4325.765	Fe I (42)	0.833	10	5	1.60	4.45	+0.06
4326.756	Mn II (6)	1.350	2	1	5.37	8.23	-1.60
4330.606	Gd II (46)	2.257	10	6	0.52	3.37	-0.98
4351.764	Fe II (27)	1.100	8	4	2.69	5.53	-2.21
4355.096	Ca II (37)	1.000	2	1	2.70	5.53	-1.16
4358.505	Fe I (412)	0.600	18	9	2.94	5.77	-1.42
4367.900	Hf II (15)	1.800	8	4	1.66	4.49	-0.97
4369.404	Fe II (28)	-0.167	4	2	2.77	5.59	-4.11
4371.279	Cr I (22)	1.375	12	6	1.00	3.82	-1.28
4374.455	Sc II (14)	1.250	2	1	0.62	3.44	-0.44
4374.825	Ti II (93)	1.100	8	4	2.05	4.87	-1.56
4375.932	Fe I (2)	1.500	2	1	0.00	2.82	-1.94
4379.613	Mn II (-)	1.000	2	1	—	—	-2.55
4383.547	Fe I (41)	1.300	18	9	1.48	4.29	-0.09
4384.348	Fe II (32)	0.682	20	10	2.65	5.46	-3.61
4385.381	Fe II (27)	1.333	2	2	2.77	5.58	-2.63
4386.858	Ti II (104)	0.929	12	6	2.59	5.40	-0.79
4388.412	Fe I (830)	1.667	2	1	3.59	6.40	-0.25
4390.977	Ti II (61)	1.100	8	4	1.23	4.04	-1.23
4393.926	Ti I (244)	1.000	2	1	2.26	5.07	+0.31
4394.057	Ti II (51)	1.333	4	2	1.22	4.02	-1.71
4395.031	Ti II (19)	1.071	12	6	1.08	3.89	-0.55
4395.848	Ti II (61)	1.214	12	6	1.24	4.05	-1.37
4399.767	Ti II (51)	1.400	8	4	1.23	4.04	-1.32
4401.293	Fe I (828)	1.583	12	6	3.59	6.39	-1.47
4403.372	Cr I (128)	0.600	19	9	3.00	5.80	-1.10
4404.752	Fe I (41)	1.250	14	7	1.55	4.35	-0.57
4405.351	Si III (-)	0.750	6	3	—	—	-0.43
4405.901	Si III (-)	0.917	8	4	—	—	-0.26
4406.721	Si III (-)	1.208	12	6	—	—	-0.10
4409.220	Ti II (61)	1.486	10	6	1.24	4.04	-2.09
4409.519	Ti II (61)	1.467	6	4	1.24	4.02	-1.69
4411.080	Ti II (115)	0.900	8	4	3.08	5.88	-0.78
4414.879	Mn I (22)	1.500	12	6	2.88	5.67	-0.57
4415.125	Fe I (41)	1.167	10	5	1.60	4.40	-1.12
4415.559	Sc II (14)	0.667	2	1	0.59	3.39	-0.70

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

λ , Å	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	lg gf
			σ	π			
4416.817	Fe II (27)	0.833	4	2	2.77	5.56	-2.62
4417.718	Ti II (40)	0.800	8	4	1.16	3.95	-1.07
4418.340	Ti II (51)	1.267	6	4	1.23	4.02	-2.24
4419.032	Gd II (15)	1.333	16	8	0.49	3.28	-1.04
4421.949	Ti II (93)	1.067	6	4	2.05	4.84	-1.45
4425.441	Ca I (4)	0.500	2	1	1.87	4.66	-0.18
4427.312	Fe I (2)	1.500	2	1	0.05	2.84	-3.11
4433.223	Fe I (830)	1.500	6	3	3.64	6.42	-0.60
4434.063	Mn II (-)	1.500	2	1	-	-	-1.79
4434.960	Ca I (4)	1.000	6	3	1.88	4.66	-0.24
4435.580	Eu II (4)	1.875	14	7	0.21	2.99	-0.60
4435.688	Ca I (4)	1.000	4	2	1.88	4.66	-0.30
4441.730	Ti II (40)	1.400	10	6	1.18	3.95	-2.33
4442.343	Fe I (68)	1.667	8	4	2.19	4.97	-1.16
4443.197	Fe I (350)	0.500	2	1	2.85	5.62	-0.95
4443.802	Ti II (19)	0.900	8	4	1.08	3.85	-0.73
4447.722	Fe I (68)	2.000	4	2	2.21	4.99	-1.27
4449.336	Ce II (202)	1.028	22	12	0.61	3.38	-0.34
4454.781	Ca I (4)	1.167	10	5	1.89	4.66	+0.45
4455.887	Ca I (4)	1.333	8	4	1.89	4.66	-0.70
4456.612	Ca I (4)	2.000	6	3	1.89	4.66	-1.48
4459.121	Fe I (68)	1.583	12	6	2.17	4.93	-1.22
4459.738	Cr I (127)	1.125	14	7	3.00	5.77	-0.77
4461.654	Fe I (2)	1.500	2	1	0.09	2.85	-3.27
4464.458	Ti II (40)	0.333	4	2	1.16	3.92	-1.62
4465.780	Cr II (191)	1.045	20	10	6.46	9.22	-1.24
4468.493	Ti II (31)	1.056	16	8	1.13	3.89	-0.63
4470.864	Ti II (40)	1.267	6	4	1.16	3.92	-2.05
4472.921	Fe II (37)	1.500	8	4	2.83	5.59	-4.31
4476.021	Fe I (350)	1.000	6	3	2.83	5.59	-0.67
4481.129	Mg II (4)	0.900	8	4	8.83	11.58	+0.74
4481.327	Mg II (4)	1.077	12	6	8.83	11.58	+0.59
4483.328	Gd II (62)	1.318	20	10	1.06	3.81	-0.70
4484.227	Fe I (828)	1.250	14	7	3.59	6.34	-0.91
4486.909	Ce II (57)	0.848	18	10	0.29	3.04	-0.62
4489.185	Fe II (37)	1.500	12	6	2.82	5.57	-3.50
4490.773	Fe I (974)	1.000	10	5	3.93	6.67	-2.02
4491.401	Fe II (37)	0.400	2	1	2.84	5.59	-2.89
4492.312	Cr I (197)	1.250	6	3	3.36	6.11	-0.45
4493.579	Fe II (222)	1.136	20	10	7.89	10.63	-1.54
4494.568	Fe I (68)	1.167	10	5	2.19	4.93	-1.07
4496.862	Cr I (10)	1.333	10	5	0.94	3.68	-1.31
4500.320	Ti II (18)	1.114	10	6	1.08	3.82	-3.19
4501.270	Ti II (31)	0.929	12	6	1.11	3.85	-0.77
4506.931	Gd II (13)	0.909	20	10	0.42	3.16	-1.94
4508.283	Fe II (38)	0.500	4	2	2.84	5.58	-2.41
4510.210	Mn II (17)	1.958	12	6	10.61	13.35	-0.78
4511.820	Cr II (191)	0.944	16	8	6.46	9.19	-1.39
4515.337	Fe II (37)	1.029	2	1	2.83	5.57	-2.66
4517.350	V II (211)	0.500	6	3	3.79	6.52	-2.64
4518.300	Ti II (18)	0.600	6	4	1.08	3.81	-2.67
4520.225	Fe II (37)	1.500	16	8	2.79	5.52	-3.09
4522.620	Eu II (4)	2.125	12	6	0.21	2.93	-1.28
4522.634	Fe II (38)	0.900	8	4	2.83	5.56	-2.22
4525.142	Fe I (826)	1.333	10	5	3.59	6.31	-0.45
4528.619	Fe I (68)	1.250	14	7	2.17	4.89	-0.78
4529.851	Cr I (33)	1.500	22	11	2.53	5.26	-1.40
4533.966	Ti II (50)	1.100	8	4	1.23	3.95	-0.70
4534.166	Fe II (37)	1.500	8	4	2.84	5.57	-3.46
4539.620	Cr II (39)	1.114	10	6	4.02	6.74	-3.72
4541.523	Fe II (38)	0.800	5	4	2.84	5.56	-2.92
4545.956	Cr I (10)	1.917	8	4	0.94	3.65	-1.55
4547.851	Fe I (755)	1.000	2	1	3.53	6.24	-0.86
4549.467	Fe II (38)	1.071	12	6	2.82	5.53	-2.07
4549.622	Ti II (82)	1.045	20	10	1.58	4.29	-0.22
4552.250	Ti II (30)	0.714	12	6	1.11	3.82	-3.55

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	$\lg gf$
			σ	π			
4555.020	Cr II (44)	1.333	14	8	4.05	6.76	-1.53
4555.890	Fe II (37)	1.238	2	1	2.82	5.52	-2.51
4558.659	Cr II (44)	1.167	16	8	4.06	6.76	-0.69
4558.830	Cr II (44)	1.930	12	6	4.06	6.76	-3.30
4562.360	Ce II (1)	0.833	16	8	0.00	2.71	-0.07
4563.761	Ti II (50)	0.833	4	2	1.22	3.92	-0.86
4565.780	Cr II (39)	0.600	8	4	4.02	6.73	-3.24
4569.644	Cr I (173)	1.150	16	8	3.11	5.81	-0.79
4571.971	Ti II (82)	0.944	16	8	1.56	4.26	-0.32
4576.331	Fe II (38)	1.200	10	6	2.83	5.53	-2.90
4580.055	Fe II (26)	1.857	12	6	2.57	5.27	-3.48
4582.835	Fe II (37)	1.500	12	6	2.83	5.52	-3.30
4583.829	Fe II (38)	1.167	16	8	2.79	5.49	-1.92
4585.871	Ca I (23)	1.125	14	7	2.51	5.21	-0.82
4588.217	Cr II (44)	1.071	12	6	4.05	6.74	-0.88
4589.890	Cr II (44)	2.100	8	4	4.05	6.74	-2.64
4590.000	Cr II (16)	1.667	4	2	3.09	5.78	-1.89
4592.090	Cr II (44)	1.200	10	6	4.06	6.74	-1.48
4595.680	Fe II (38)	2.100	8	4	2.84	5.53	-4.28
4598.122	Fe I (554)	0.750	3	2	3.27	5.95	-1.85
4598.528	Fe II (219)	1.429	2	1	7.77	10.45	-1.89
4606.402	Ce II (6)	1.154	24	12	0.43	3.11	-0.35
4616.640	Cr II (44)	0.800	5	4	4.05	6.73	-1.59
4618.830	Cr II (44)	0.900	8	4	4.06	6.73	-1.10
4620.513	Fe II (38)	1.333	14	8	2.82	5.49	-3.15
4625.052	Fe I (554)	1.375	12	6	3.23	5.90	-1.65
4625.911	Fe II (186)	1.029	10	6	5.93	8.60	-2.62
4628.160	Ce II (1)	0.848	18	10	0.04	2.71	-0.14
4629.290	Ti II (38)	0.786	12	6	1.18	3.84	-3.51
4629.336	Fe II (37)	1.333	2	1	2.79	5.46	-2.50
4634.110	Cr II (44)	0.500	4	2	4.05	6.72	-1.25
4634.600	Fe II (25)	2.000	8	4	2.57	5.23	-5.37
4635.328	Fe II (186)	1.071	12	6	5.93	8.59	-1.64
4636.345	Ti II (38)	0.500	8	4	1.16	3.82	-2.98
4639.150	Mn II (18)	1.333	10	5	10.73	13.39	-0.79
4640.670	Cr I (244)	1.500	12	11	3.83	6.49	-3.74
4646.174	Cr I (21)	1.250	14	7	1.03	3.68	-0.66
4646.495	Cr I (147)	0.000	9	5	3.07	5.72	-2.21
4647.585	Mn II (18)	1.917	8	4	10.73	13.39	-0.94
4652.816	Mn II (18)	1.750	6	3	10.74	13.39	-1.16
4654.628	Fe I (554)	1.425	16	8	3.20	5.85	-1.79
4654.501	Fe I (39)	1.750	14	7	1.55	4.20	-2.56
4655.750	Ti II (38)	-0.167	4	2	1.16	3.81	-3.21
4656.974	Fe II (43)	1.686	14	6	2.88	5.53	-6.09
4666.215	Cr I (99)	0.800	2	1	2.95	5.60	-1.24
4666.750	Fe II (37)	1.500	16	8	2.82	5.46	-3.43
4667.459	Fe I (822)	1.875	14	7	3.59	6.23	-4.12
4684.770	Cr II (178)	1.100	8	4	5.65	8.28	-3.25
4689.460	Ti II (38)	2.500	8	4	1.18	3.81	-5.08
4691.336	Ti I (75)	1.167	10	5	1.06	3.69	-0.60
4702.9909	Mg I (11)	1.000	2	1	4.33	6.95	-1.72
4703.030	Zr II (138)	1.333	2	1	2.48	5.10	-
4707.281	Fe I (554)	1.125	14	7	3.23	5.85	-1.16
4711.975	Gd II (64)	1.909	20	10	1.10	3.72	-1.33
4713.143	He I (12)	1.750	4	2	20.87	23.49	-0.97
4713.373	He I (12)	2.000	2	1	20.87	23.49	-
4715.120	Cr II (178)	0.833	4	2	5.64	8.26	-2.42
4727.405	Fe I (821)	2.000	4	2	3.67	6.28	-0.95
4731.439	Fe II (43)	0.714	12	6	2.88	5.49	-5.34
4736.780	Fe I (554)	1.200	18	9	3.20	5.80	-0.90
4756.113	Cr I (145)	1.100	18	9	3.09	5.69	+0.24
4768.334	Fe I (821)	1.000	6	3	3.67	6.26	-1.02
4786.810	Fe I (467)	1.167	10	5	3.00	5.58	-1.58
4789.354	Cr I (31)	1.167	22	11	2.53	5.11	-0.73
4789.654	Fe I (753)	1.000	2	1	3.53	6.11	-
4792.513	Cr I (168)	1.500	10	5	3.10	5.67	-0.44

Т А Б Л И Ц А 1 (продолжение)

λ, Å	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		E _{v,γ}	E _{v,γ}	lg gf
			σ	π			
4799.918	Gd I (2)	1.750	4	2	3.78	6.36	+0.69
4805.105	Ti II (92)	1.167	4	2	2.05	4.62	-0.93
4812.350	Cr II (30)	1.500	16	8	3.85	6.41	-2.23
4824.130	Cr II (30)	1.333	2	1	3.85	6.41	-1.20
4829.376	Cr I (31)	1.100	18	9	2.53	5.09	-1.06
4836.125	Ti I (241)	1.000	2	1	2.26	4.81	0.00
4836.220	Cr II (30)	1.500	12	6	3.84	6.39	-2.22
4846.470	Fe II (25)	2.333	4	2	2.69	5.24	-5.12
4848.240	Cr II (30)	1.238	2	1	3.85	6.39	-1.40
4855.540	Fe II (25)	1.400	6	4	2.69	5.23	-4.33
4878.049	Gd II (64)	1.091	20	10	1.06	3.59	-
4891.496	Fe I (318)	1.125	14	7	2.84	5.36	-0.29
4918.999	Fe I (318)	1.625	12	6	2.85	5.36	-0.55
4920.509	Fe I (318)	1.200	18	9	2.82	5.33	-0.10
4923.921	Fe II (42)	1.700	8	4	2.88	5.39	-
4924.043	Zn II (3)	0.900	8	4	11.97	14.48	-
4957.302	Fe I (318)	1.575	16	8	2.84	5.33	-0.62
4957.603	Fe I (318)	1.250	22	11	2.80	5.29	+0.04
4981.732	Ti I (38)	1.167	22	11	0.84	3.32	+0.60
4993.355	Fe II (36)	0.667	15	6	2.79	5.27	-3.27
4999.504	Ti II (38)	1.000	14	7	0.82	3.29	+0.34
5000.730	Fe II (25)	0.667	4	2	2.77	5.23	-4.47
5012.071	Fe I (16)	1.400	2	1	0.86	3.32	-2.28
5015.676	He I (4)	1.000	2	1	20.53	22.99	-0.82
5018.434	Fe II (42)	1.943	10	6	2.88	5.34	-7.76
5041.063	Si II (5)	0.833	4	2	10.02	12.47	+0.28
5049.825	Fe I (114)	1.167	10	5	2.27	4.71	-1.32
5056.020	Si II (5)	1.100	8	4	10.03	12.47	+0.54
5083.342	Fe I (16)	1.250	2	1	0.95	3.38	-2.64
5093.470	Fe II (205)	0.900	8	4	6.77	9.20	-2.27
5100.660	Fe II (35)	1.222	16	8	2.79	5.21	-4.53
5100.840	Fe II (185)	0.800	2	1	5.89	8.30	-2.28
5110.414	Fe I (1)	1.575	16	8	0.00	2.41	-3.74
5120.340	Fe II (35)	1.143	12	6	2.82	5.23	-4.53
5132.670	Fe II (35)	1.384	18	8	2.79	5.20	-4.14
5133.692	Fe I (1092)	1.167	22	11	4.16	6.56	-0.05
5146.120	Fe II (35)	1.317	14	8	2.82	5.21	-4.18
5167.491	Fe I (37)	1.125	14	7	1.48	3.87	-1.29
5169.030	Fe II (42)	1.357	12	6	2.88	5.27	-7.09
5171.620	Fe II (35)	1.727	20	10	2.79	5.18	-4.21
5172.6843	Mg I (2)	1.750	4	2	2.70	5.09	-0.55
5175.839	Gd II (114)	4.000	2	1	1.59	3.96	-
5183.604	Mg I (2)	1.250	6	3	2.70	5.09	-0.32
5204.518	Cr I (7)	1.750	6	3	0.94	3.31	-0.27
5206.039	Cr I (7)	1.917	8	4	0.94	3.31	-0.06
5208.436	Cr I (7)	1.333	10	5	0.94	3.31	+0.09
5225.533	Fe I (1)	2.250	4	2	0.11	2.47	-4.63
5234.620	Fe II (49)	0.929	12	6	3.21	5.56	-2.31
5237.340	Cr II (43)	1.333	2	1	4.06	6.41	-1.32
5247.052	Fe I (1)	2.000	10	5	0.09	2.44	-5.12
5247.564	Cr I (18)	2.500	2	1	0.96	3.31	-1.81
5250.212	Fe I (1)	3.000	2	1	0.12	2.47	-4.84
5254.956	Fe I (1)	2.250	6	3	0.11	2.46	-4.76
5266.562	Fe I (383)	1.250	14	7	2.99	5.33	-0.63
5269.541	Fe I (15)	1.200	18	9	0.86	3.20	-1.41
5272.413	Fe II (185)	1.200	2	1	5.93	8.27	-2.13
5274.990	Cr II (43)	1.238	2	1	4.05	6.39	-1.55
5275.994	Fe II (49)	1.056	16	8	3.19	5.52	-2.22
5280.080	Cr II (43)	1.500	12	6	4.06	6.39	-2.27
5283.628	Fe I (553)	1.500	2	1	3.23	5.56	-0.70
5302.307	Fe I (553)	1.500	2	1	3.27	5.60	-0.99
5305.850	Cr II (24)	1.629	10	6	3.81	6.14	-2.25
5308.440	Cr II (43)	1.500	12	6	4.05	6.38	-1.98
5316.609	Fe II (49)	1.136	20	10	3.14	5.46	-2.08
5316.777	Fe II (48)	0.500	12	6	3.21	5.53	-3.10
5325.560	Fe II (49)	1.111	16	8	3.21	5.52	-3.38

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

λ , Å	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	$\lg gf$
			σ	π			
5328.042	Fe I (15)	1.125	14	7	0.91	3.23	-1.55
5334.880	Cr II (43)	0.400	2	1	4.05	6.37	-1.79
5337.743	Fe II (48)	0.971	10	6	3.22	5.53	-4.07
5362.864	Fe II (48)	0.722	16	8	3.19	5.49	-2.92
5374.493	Fe I (15)	1.000	10	5	0.95	3.25	-1.73
5397.131	Fe I (15)	1.425	16	8	0.91	3.20	-2.07
5405.778	Fe I (15)	0.750	6	3	0.99	3.27	-1.92
5414.089	Fe II (48)	1.206	14	8	3.21	5.49	-3.92
5429.699	Fe I (15)	1.375	12	6	0.95	3.23	-1.94
5432.980	Fe II (55)	0.333	16	8	3.25	5.52	-4.06
5434.527	Fe I (15)	0.000	1	1	1.01	3.28	-2.19
5445.970	Fe II (53)	0.333	4	2	3.32	5.59	-4.89
5446.920	Fe I (15)	1.250	8	4	0.99	3.25	-1.98
5455.613	Fe I (15)	0.750	4	2	1.01	3.27	-2.15
5497.519	Fe I (15)	2.250	5	3	1.01	3.25	-2.91
5497.860	Cr II (22)	2.000	8	4	3.74	5.99	-4.12
5498.190	Fe II (24)	1.400	8	4	2.57	4.82	-6.07
5534.860	Fe II (55)	0.545	19	10	3.23	5.46	-3.39
5554.895	Fe I (1183)	1.250	2	1	4.53	6.75	-0.44
5569.625	Fe I (686)	0.750	6	3	3.40	5.62	-0.77
5572.849	Fe I (686)	1.000	10	5	3.38	5.60	-0.53
5586.763	Fe I (686)	1.125	14	7	3.35	5.56	-0.36
5602.955	Fe I (686)	0.750	3	2	3.42	5.62	-1.13
5615.652	Fe I (686)	1.200	18	9	3.32	5.52	-4.31
5624.549	Fe I (686)	1.250	8	4	3.40	5.60	-1.02
5627.628	VI (37)	1.429	2	1	1.08	3.27	-0.92
5639.492	Si II (9)	1.300	8	4	—	—	—
5675.080	Fe I (583)	2.600	18	9	3.29	5.46	—
5698.330	Cr I (239)	1.200	18	9	3.83	6.03	-0.01
5698.509	VI (35)	1.071	12	6	1.06	3.22	-0.37
5703.562	VI (35)	0.900	8	4	1.05	3.21	-0.38
5706.973	VI (35)	0.500	4	2	1.04	3.20	-0.47
5791.005	Cr I (188)	1.250	14	7	3.31	5.44	+0.47
5813.670	Fe II (163)	0.900	8	4	5.55	7.67	-2.89
5868.404	Si II (8)	1.600	2	1	—	—	—
5876.550	Cr I (119)	1.500	2	1	3.00	5.10	-2.32
5889.950	Na I (1)	1.167	2	2	0.00	2.10	+0.11
5895.920	Na I (1)	1.333	2	2	0.00	2.09	-0.19
5914.160	Fe I (1180)	1.000	12	6	4.59	6.67	-0.68
5934.660	Fe I (982)	1.000	10	5	3.91	5.99	-1.23
5953.162	Ti I (154)	1.083	22	11	1.83	3.95	-0.26
5957.612	Si II (4)	1.333	2	2	10.02	12.09	-0.35
5966.070	Eu II (9)	1.250	14	7	1.24	3.31	-1.51
5978.970	Si II (4)	1.167	4	2	10.03	12.09	-0.05
5986.540	Fe II (24)	3.000	2	2	2.77	4.83	-6.23
5991.380	Fe II (46)	0.909	20	10	3.14	5.20	-3.88
6049.510	Eu II (9)	1.800	16	8	1.27	3.31	-1.38
6053.480	Cr II (105)	1.429	2	1	4.72	6.76	-2.36
6061.040	Fe I (217)	1.429	2	1	7.77	9.81	-2.37
6084.110	Fe II (46)	0.778	16	8	3.19	5.21	-4.11
6089.690	Cr II (187)	1.045	20	10	6.46	8.44	-1.50
6090.184	VI (34)	1.214	12	6	1.08	3.10	-0.14
6113.330	Fe II (46)	0.571	12	6	3.21	5.23	-4.47
6119.505	VI (34)	1.100	8	4	1.06	3.08	-0.43
6141.010	Fe II (46)	0.943	10	6	3.22	5.23	-5.43
6147.150	Cr II (105)	1.500	8	4	4.74	6.74	-3.02
6147.735	Fe II (74)	0.833	4	2	3.87	5.88	-2.89
6149.238	Fe II (74)	1.333	2	2	3.87	5.88	-2.89
6150.100	Fe II (46)	1.190	14	8	3.21	5.21	-5.08
6157.734	Fe I (1015)	1.250	2	1	4.06	6.06	-0.92
6173.045	Eu II (9)	1.700	18	9	1.31	3.31	-1.46
6175.158	Fe II (200)	1.238	2	1	6.20	8.19	-2.42
6176.950	Cr II (105)	1.500	8	4	4.73	6.73	-3.00
6195.180	Cr II (105)	1.200	4	2	4.74	6.73	-2.97
6226.640	Cr II (105)	1.500	4	2	4.74	6.72	-3.15
6230.728	Fe I (207)	1.250	2	1	2.55	4.53	-1.25

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

λ , Å	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{п.у}$	$E_{в.у}$	lg gf
			σ	π			
6238.375	Fe II (74)	1.467	6	4	3.87	5.85	-2.80
6239.770	Cr II (105)	0.000	1	1	4.74	6.72	-3.16
6239.950	Fe II (74)	2.167	4	2	3.87	5.85	-3.61
6260.320	Gd II (111)	1.727	18	10	1.61	3.59	-
6271.830	Cr II (196)	1.238	2	1	6.61	8.58	-3.82
6273.389	Ti I (1)	1.250	14	7	0.02	1.99	-4.10
6280.625	Fe I (13)	1.450	20	10	0.86	2.82	-4.26
6296.600	Ti I (1)	0.500	7	4	0.00	1.96	-3.62
6297.800	Fe I (62)	1.000	6	3	2.21	4.17	-2.89
6302.507	Fe I (816)	2.500	2	1	3.67	5.63	-1.50
6303.410	Eu II (8)	1.700	18	9	1.27	3.23	-1.68
6305.670	Sc I (2)	1.200	2	1	0.02	1.98	-2.71
6313.050	Zr I (65)	1.083	22	11	1.58	3.53	-0.37
6318.022	Fe I (168)	0.625	14	7	2.44	4.40	-2.63
6330.101	Cr I (6)	1.833	10	5	0.94	2.89	-2.70
6331.969	Fe II (199)	0.929	12	6	6.19	8.14	-2.12
6347.091	Si II (2)	1.167	4	2	8.09	10.03	+0.23
6349.477	V I (84)	0.944	16	8	1.85	3.79	-1.15
6349.748	Mn I (39)	1.500	4	2	3.76	5.70	-1.86
6357.300	V I (84)	0.786	12	6	1.84	3.78	-1.26
6359.900	Ti I (1)	1.200	14	7	0.05	1.99	-4.10
6371.359	Si II (2)	1.333	2	2	8.09	10.02	-0.07
6380.950	Gd II (111)	0.818	20	10	1.65	3.59	-1.22
6386.750	Fe II (203)	0.929	12	6	6.77	8.71	-2.72
6393.605	Fe I (168)	0.800	18	9	2.42	4.35	-2.09
6400.010	Fe I (816)	1.250	14	7	3.59	5.52	-0.63
6411.658	Fe I (816)	1.167	10	5	3.64	5.56	-0.92
6416.905	Fe II (74)	1.486	10	6	3.87	5.80	-2.92
6418.870	Cr II (196)	1.333	2	1	6.66	8.58	-3.96
6421.355	Fe I (111)	1.500	2	1	2.27	4.19	-2.24
6430.851	Fe I (62)	1.250	14	7	2.17	4.09	-2.20
6437.640	Eu II (8)	1.767	20	10	1.31	3.23	-1.09
6439.073	Ca I (18)	1.125	14	7	2.51	4.43	+0.42
6446.430	Fe II (199)	1.056	16	8	6.20	8.11	-2.15
6446.620	La II (104)	1.100	18	9	2.75	4.67	-0.74
6455.850	Hf II (82)	1.533	6	4	3.37	5.28	-2.74
6456.376	Fe II (74)	1.214	12	6	3.89	5.80	-2.25
6462.566	Ca I (18)	1.000	10	5	2.51	4.42	+0.25
6469.120	F _b I (168)	1.250	24	12	2.39	4.30	-4.38
6471.660	Ca I (18)	1.208	12	6	2.51	4.42	-0.61
6474.610	Fe I (861)	1.000	4	2	3.62	5.53	-4.96
6481.878	Fe I (109)	1.500	2	1	2.27	4.17	-4.32
6482.205	Fe II (199)	1.136	20	10	6.19	8.10	-2.15
6491.610	Ti II (91)	1.100	8	4	2.05	3.95	-1.91
6493.780	Ca I (18)	0.750	6	3	2.51	4.41	+0.02
6494.985	Fe I (168)	0.917	22	11	2.39	4.29	-1.66
6496.896	Ba II (2)	0.833	4	2	0.60	2.50	-0.46
6498.190	La II (104)	0.833	10	5	2.52	4.42	-0.89
6498.950	Fe I (13)	1.375	12	6	0.95	2.85	-4.66
6499.649	Ca I (18)	0.917	8	4	2.51	4.41	-0.68
6504.900	N II (45)	1.333	2	1	23.15	25.04	-0.63
6508.742	Ca I (18)	2.000	11	5	2.51	4.41	-2.26
6511.620	Hf II (69)	1.944	16	8	2.86	4.75	-
6516.053	Fe II (40)	1.071	12	6	2.88	4.77	-8.21
6526.990	La II (33)	0.750	6	3	0.23	2.12	-2.73
6537.921	Cr I (16)	1.708	12	6	1.00	2.89	-3.87
6543.980	Fe I (1139)	0.625	14	7	4.35	6.24	-4.31
6547.580	Fe I (13)	1.875	14	7	0.95	2.84	-5.72
6575.022	Fe I (206)	0.917	12	6	2.58	4.45	-2.52
6588.910	Sm I (1)	1.500	2	1	0.39	2.26	-1.23
6592.919	Fe I (268)	1.000	14	7	2.72	4.59	-1.65
6597.556	Cr I (282)	1.500	2	1	4.16	6.03	-0.88
6599.112	Ti I (49)	1.000	2	1	0.90	2.77	-1.45
6601.130	Fe I (1280)	1.500	2	1	4.97	6.84	-2.96
6603.200	Fe I (862)	0.667	9	5	3.63	5.49	-3.83
6607.020	Ti II (91)	1.067	6	4	2.05	3.92	-2.77

ТАБЛИЦА 1 (продолжение)

λ , Å	Элемент, мультиплет	z	Число компонент		$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	lg gf
			σ	π			
6608.030	Fe I (109)	1.500	2	1	2.27	4.14	-4.06
6609.200	Hf II (105)	1.286	10	6	4.05	5.91	-2.36
6609.680	Fe I (13)	2.000	10	5	0.99	2.85	-5.50
6612.170	Cr I (282)	1.500	2	1	4.14	6.01	-0.78
6613.830	Fe I (13)	0.000	1	1	1.01	2.87	-6.17
6617.266	Sr I (8)	0.750	6	3	2.24	4.11	-0.02
6621.240	Ni I (97)	0.250	6	3	3.58	5.45	-2.08
6622.280	Gd II (110)	1.778	14	8	1.59	3.46	-
6627.280	Fe II (210)	0.944	16	8	7.27	9.10	-1.88
6633.764	Fe I (1197)	1.667	2	1	4.54	6.40	-0.98
6634.360	Gd II (94)	2.222	2	1	1.31	3.17	-1.35
6636.530	La II (61)	0.500	13	7	0.92	2.78	-3.06
6643.023	Cr I (256)	1.125	14	7	3.83	5.69	-1.63
6644.600	Hf II (34)	1.200	8	4	1.77	3.63	-1.80
6645.110	Eu II (8)	1.333	22	11	1.37	3.23	-0.59
6647.060	Hf II (65)	1.333	2	1	2.86	4.71	-1.12
6657.540	Cr I (282)	1.500	2	1	4.14	5.99	-1.01
6661.076	Cr I (282)	1.500	2	1	4.17	6.03	-0.22
6663.446	Fe I (111)	1.500	2	1	2.41	4.27	-2.70
6665.430	Fe I (34)	1.167	10	5	1.55	3.40	-5.36
6666.548	Ti I (101)	1.300	18	9	1.45	3.31	-3.00
6669.257	Cr I (282)	1.500	2	1	4.16	6.01	-0.56
6671.410	La II (33)	1.208	12	6	0.40	2.25	-1.94
6672.880	Fe I (205)	1.833	10	5	2.58	4.43	-
6675.271	Ba I (6)	1.500	6	3	1.14	2.99	-0.15
6677.993	Fe I (268)	1.100	18	9	2.68	4.53	-1.51
6678.600	Ti I (213)	1.500	2	1	2.24	4.09	-2.15
6680.190	Cr I (282)	1.500	2	1	4.14	5.99	-0.90
6681.230	Gd II (94)	1.500	20	10	1.42	3.27	-1.42
6687.570	Y I (1)	0.600	6	4	0.00	1.85	-
6692.470	Fe I (1192)	2.333	10	5	4.54	6.38	-
6693.842	Ba I (6)	1.500	10	5	1.18	3.02	-0.02
6704.180	Gd II (110)	0.944	16	8	1.61	3.46	-1.75
6705.117	Fe II (1197)	1.833	2	1	4.59	6.43	-2.08
6707.740	Li I (1)	1.167	4	2	0.00	1.84	+0.18
6707.890	Li I (1)	1.333	2	2	0.00	1.84	+0.18
6709.490	La I (6)	1.286	12	6	0.38	2.22	-1.00
6710.310	Fe I (34)	1.700	18	9	1.48	3.32	-5.40
6713.760	Fe I (1225)	1.500	8	4	4.77	6.61	-1.72
6716.240	Fe I (1225)	0.833	10	5	4.56	6.40	-2.10
6717.556	Fe I (1194)	2.500	6	3	4.59	6.42	-2.48
6717.685	Ca I (32)	1.000	2	1	2.70	4.53	-2.23

табл. 1 можно только в таких магнитных полях, пока Пашен—Бак-эффект не влияет.

Среднее значение факторов Ланде, вычисленное по 830 линиям, составляет $z_{ср} = 1.254 \pm 0.455$. Среднее значение фактора Ланде для достаточно большой группы линий не изменяется с длиной волны, что хорошо видно из табл. 2. Здесь δ — среднеквадратическое отклонение.

Для 101 линии из списка Бэбкока [1] $z_{ср} = 1.29$. В табл. 3 приведен список из 29 линий, особо чувствительных к магнитному полю: была сделана выборка

ТАБЛИЦА 2

Интервал длин волн, Å	Количество линий	$z_{ср}$	δ
3346—4100	299	1.254	± 0.450
4100—5000	312	1.237	0.419
5000—6717	219	1.277	0.508

линий, имеющих $z \geq 3$, на основании таблиц [5—7]. Поскольку эти линии в основном имеют маленькие значения $\lg gf$, то в табл. 1 внесены только наиболее интенсивные из них. На рис. 2 показана гистограмма распределения 830 линий по z .

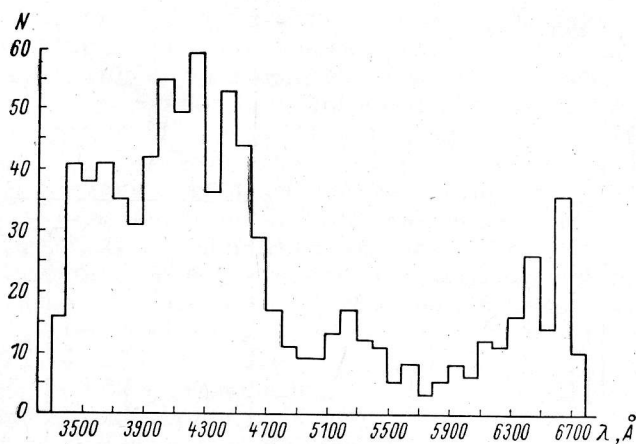


Рис. 1.

На рис. 3—6 показаны гистограммы распределения факторов Ланде соответственно для железа, хрома, титана и редкоземельных элементов. Как из изучения распределений, приведенных на рисунках, так и для других элементов можно сделать вывод, что редкоземельные элементы Eu II и Gd II резко выделяются среди других тем, что у них большой эффективный фактор Ланде, большое число компонент в зеемановской картине расщепления и очень малое

ТАБЛИЦА 3
Список линий с эффективным фактором Ланде $z \geq 3$

$\lambda, \text{Å}$	Элемент, мультиплет	z	$E_{н.у}$	$E_{в.у}$	$\lg gf$
3419.336	Gd II (10)	3.00	0.00	3.96	—
3439.600	Fe I (164)	3.00	2.46	6.39	-4.63
3458.210	Fe I (160)	3.25	2.46	6.37	-3.55
3462.355	Fe I (159)	3.17	2.44	6.34	—
3475.970	Fe I (333)	3.00	2.87	6.76	-1.87
3221.936	Fe I (156)	3.00	2.47	6.30	-0.69
3228.900	Fe I (157)	3.00	2.47	6.29	-3.39
3270.515	Gd II (92)	3.67	1.35	5.12	—
3390.878	Gd II (73)	3.67	1.17	4.81	-0.42
3417.330	Gd II (91)	3.33	1.35	4.96	-0.10
3462.878	Mn II (12)	3.00	9.82	13.38	-1.25
3598.980	Fe I (322)	3.00	2.87	6.30	-1.83
3815.514	V I (28)	3.33	0.26	3.50	-1.46
3867.260	Gd II (50)	3.00	0.50	3.69	-1.20
3908.900	Fe I (153)	3.00	2.47	5.63	-4.58
3966.430	Fe II (3)	3.00	1.72	4.83	-6.87
4070.290	Mn I (5)	3.33	2.48	5.21	-1.09
4080.886	Fe I (557)	3.00	3.28	6.30	—
4116.600	V I (27)	3.33	0.26	3.26	-0.82
4210.350	Fe I (152)	3.00	2.47	5.40	-1.05
4327.125	Gd II (—)	3.00	0.35	3.20	+0.04
4558.080	Gd II (44)	3.20	0.50	3.20	-1.54
4654.736	Cr I (186)	3.00	3.08	5.73	-0.81
4878.248	Fe I (348)	3.00	2.87	5.40	-1.07
5175.839	Gd II (114)	4.00	1.56	3.96	—
5250.242	Fe I (4)	3.00	0.12	2.47	-4.84
5294.216	Mn II (11)	3.00	9.82	12.15	+0.01
5986.540	Fe II (24)	3.00	2.77	4.83	-6.23
6258.595	V I (19)	3.33	0.26	2.23	—

количество линий показывают нормальный эффект Зеемана. В то же время другой редкоземельный элемент Ce II не показывает вышеперечисленных аномалий.

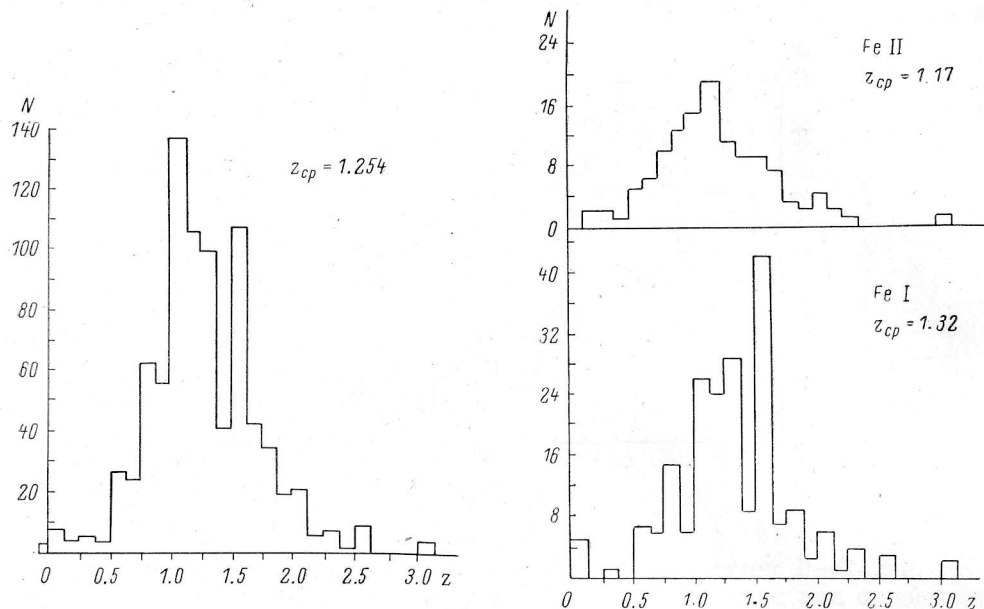


Рис. 2.

Рис. 3. Распределение линий железа по z .

Fe I — 23.9% линий показывают нормальный эффект Зеемана (простые триплеты), среднее количество σ -компонент $N_{\sigma}=9.9$; Fe II — 13.8% линий — простые триплеты, $N_{\sigma}=8.4$.

Чем больше фактор Ланде линии и чем больше компонент в ее картине расщепления, тем больше линия, находящаяся на пологой части кривой роста, может быть подвержена эффекту магнитного усиления линий.

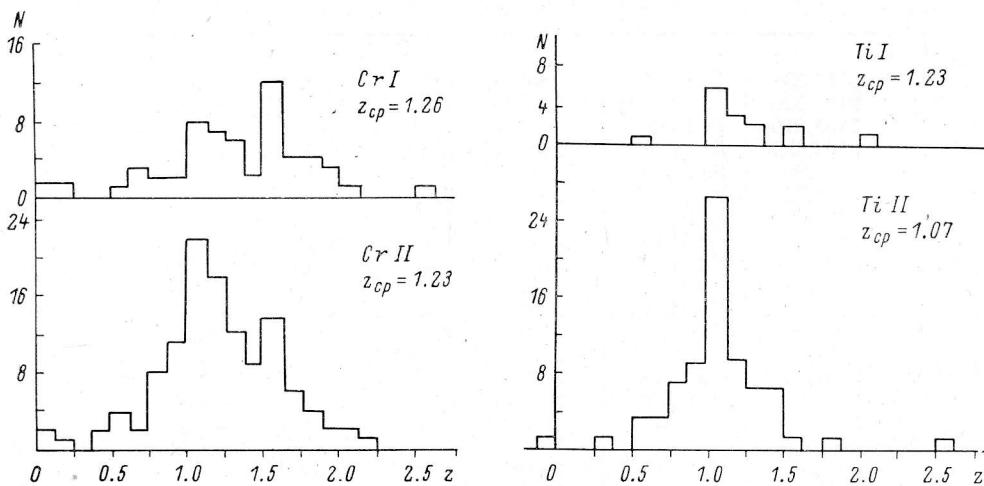


Рис. 4. Распределение линий хрома по z .

Cr I — 19.7% линий — простые триплеты, $N_{\sigma} = 12.0$; Cr II — 18.0% линий — простые триплеты, $N_{\sigma} = 8.2$.

Рис. 5. Распределение линий титана по z .

Ti I — 33.3% линий — простые триплеты, $N_{\sigma} = 10.0$; Ti II — 12.2% линий — простые триплеты, $N_{\sigma} = 8.5$.

Возможность существенного влияния этого эффекта была предположена Бэбкоком [9], в последующем он изучался многими авторами [10—17].

Магнитное усиление линий. Согласно очень подробной работе [11], будем

исследовать магнитное усиление различных элементов. В магнитном поле линия поглощения расщепляется на три группы компонент; первые две группы в общем случае имеют избыток лево- и правоэллиптической поляризации, третья группа имеет избыток линейной поляризации в направлении поля. Из-за сравнительно большой естественной ширины при применении поляризационной оптики удается выделить только группы компонент в целом. Если наступает блендирование групп компонент между собой, это проявляется в эффективном расширении линии. С насыщением линии появляется увеличение ее эквивалентной ширины. Авторы [11] подробно рассматривают многие зависимости магнитного усиления линий от различных параметров и заключают, что для максимально наблюдаемого ко времени написания работы магнитного поля (8 кГс) величина магнитного усиления незначительна и не может объяснить наблюдаемых аномалий химического состава.

Однако современные наблюдательные данные представляют доказательства существования поверхностных магнитных полей H_s существенно более сильных, чем 8 кГс, и достигающих до 34 кГс для звезды HD 215441.

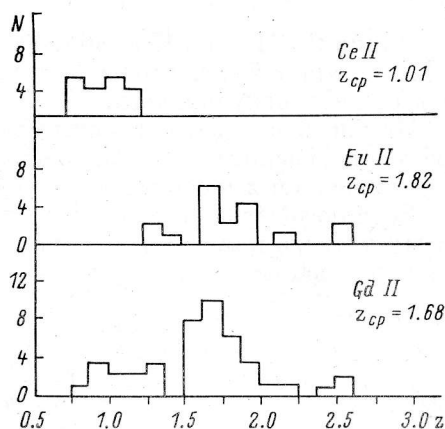
Поэтому по работам, выполненным в последнее время, рассмотрим, как реально на звездах проявляется магнитное усиление линий.

В работе [12] при определении химического состава принимается зависимость микротурбулентной скорости от магнитного поля в виде

$$v_t = 1.4 \cdot 10^{-4} \lambda z H_s.$$

Рис. 6. Распределение линий редкоземельных элементов по z .

Gd II — 4.5% линий — простые триплеты, $N_\sigma = 15.7$.
Eu II — простых триплетов нет, $N_\sigma = 15.3$; Ce II — 21.4%
линий — простые триплеты, $N_\sigma = 14.5$.



Престон [13] приводит доказательства существования переменной магнитной интенсификации линий Ti II в спектре звезды HD 126515, имеющей поверхностное магнитное поле $H_s = 16$ кГс.

В работе [14] применен метод измерений ширин линий с большим и малым факторами Ланде для определения H_s у звезды 3 Нуа.

Колев [15] использовал метод, при котором наблюдаемая зависимость эквивалентных ширин W_λ линий данного мультиплета от $\lg gf$ сравнивается с вычисленной при разных v_t . Тогда можно ожидать, что при наличии магнитного поля линии одного мультиплета (или супермультиплета) с различными z попадут на теоретические зависимости от разных V_t , что позволит оценить поле H_s .

Таким образом, явно следует, что магнитное усиление линий весьма интенсивно проявляется в спектрах магнитных звезд.

Связь с аномалиями химического состава. Пекулярности Ар-звезд количественно изучал Леушин [18]. Он ввел понятие степени пекулярности как отношения эквивалентной ширины линий данного элемента в пекулярной и нормальной звездах одинаковой температуры и определил ее для 56 пекулярных звезд. Сопоставим степени пекулярности химических элементов в звездных атмосферах с некоторыми параметрами тех линий, по которым определялась пекулярность. Если степень пекулярности элемента определялась по одной линии, то используем z и N (N — количество σ -компонент) этой линии из табл. 1 настоящей работы, а если по нескольким, то найдем средний фактор Ланде z_{cp} и среднее количество π - и σ -компонент для этих линий. Составим табл. 4. В колонках P_{Ar} и P_{mag} приводятся средние степени пекулярности различных элементов для Ар-звезд из [18] и для 12 из них, имеющих измеренное магнитное поле $H_s > 1$ кГс.

ТАБЛИЦА 4

Элемент	z	N_{π}	N_{σ}	P_{Ap}	P_{Mag}	Кол-во звезд
Si I	1.00	1	2	1.46 ± 0.09	1.48 ± 0.12	45
Si II	0.99	4	7	1.38 ± 0.08	1.78 ± 0.14	51
Cr I	1.38	7	14	1.70 ± 0.08	1.74 ± 0.14	50
Cr II	1.05	6	11			
Mn II	1.23	4	7	1.66 ± 0.13	1.55 ± 0.17	42
Sr II	1.28	2	3	1.85 ± 0.14	1.97 ± 0.19	47
Eu II	1.85	7	14	2.11 ± 0.14	2.67 ± 0.19	42
Ce II	0.89	1	2	1.36 ± 0.08	1.47 ± 0.16	39
La II	1.10	10	18	1.73 ± 0.19	1.73 ± 0.20	26
Sc II	0.83	1	2	0.98 ± 0.05	0.91 ± 0.09	45
Mg II	0.98	5	10	0.88 ± 0.04	0.92 ± 0.08	48

Линии Gd II и Sm II в табл. 4 не приведены, поскольку с помощью таблиц [5] и [6] нельзя найти факторы Ланде линий, использованных в [18] для определения степени пекулярности.

На рис. 7 показана зависимость P_{Ap} от z , а на рис. 8 — P_{Mag} от z . Представляется возможным, хотя бы частично, объяснить рост степени пекулярности с увеличением z магнитным усилением линий.

Воспользовавшись расчетами зависимости усиления линии Eu II λ 4205 от магнитного поля из [11], продлив ее до значения поля 25 кГс, можно полностью объяснить пекулярное содержание европия в среднем для 42 Ap-звезд

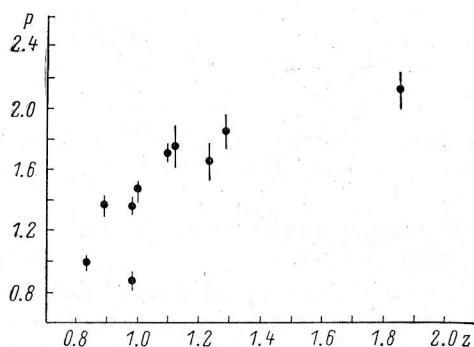


Рис. 7.

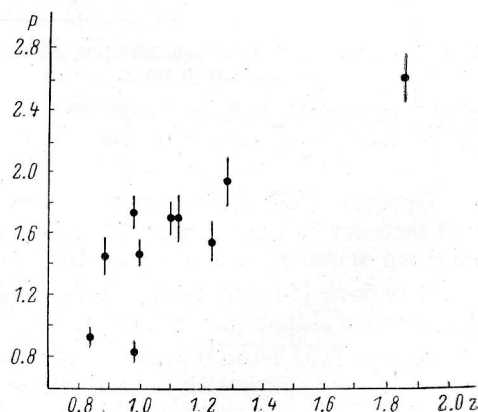


Рис. 8.

из [18] магнитным усилением линии λ 4205 в поле ~ 20 кГс и P (Eu) для 12 магнитных звезд — в магнитном поле ~ 25 кГс.

С одной стороны, предположение о том, что в среднем линии пекулярных элементов образуются в магнитных полях ~ 20 кГс является вполне приемлемым. Как указывалось выше, в магнитных звездах существуют и более сильные поля, вплоть до 34 кГс у HD 215441. С другой стороны, прямые измерения магнитных полей по этим линиям дают существенно меньшие значения поля. Возможно, причиной таких расхождений является сложная тонкая структура звездных магнитных полей.

В работах [16, 19, 20] по исследованию структуры линий некоторых пекулярных элементов, в том числе и Eu II, показано, например, что учет тонкой структуры линий Eu II λ 4205 может привести к уменьшению сверхобилия европия в магнитных звездах до 300 раз. Учитывая, что магнитное усиление является «геометрическим» эффектом увеличения эквивалентной ширины линий, находящихся на пологой части кривой роста, и не проявляется для слабых

линий, объяснить аномалии химического состава можно только частично и не для всех элементов. Приведем некоторые примеры, свидетельствующие о возможном существенном вкладе магнитного усиления для линий редкоземельных элементов.

Магнитным усилением линий европия можно объяснить непрерывный рост пекулярности с усилением магнитного поля [18].

Известно, что в марганцевых звездах сильные поля не обнаруживаются [21]. Из 7 звезд, классифицированных в [18] как марганцевые, у 2 не обнаружено линий европия совсем, а для 5 остальных $P(\text{Eu})=1.32$. Гадолиний не обнаружен совсем у всех 7 звезд. Хохлова [22] также указывает, что в марганцевых звездах не отмечено избытка редкоземельных элементов.

Сопоставив низкое значение пекулярности редкоземельных элементов с фактом отсутствия сильных полей в марганцевых звездах, можно предположить, что аномалии в содержании редких земель не выявлены из-за отсутствия магнитного поля и магнитного усиления линий.

Ниже в порядке дискуссии обсуждается еще одно возможное проявление магнитной интенсификации. Одной из отличительных особенностей Ар-звезд является наличие полос поглощения в непрерывных спектрах. Выявлена четкая корреляция между интенсивностью полосы у $\lambda 5200$ и величиной поверхностного магнитного поля [23—24]. Линейная связь между этими величинами является указанием на возможность объяснения такой зависимости магнитным усилением линий, образующих полосу. При такой интерпретации появляется, в принципе, возможность объяснить перерыв в корреляции при $H_s > 5$ кГс все более увеличивающимся вкладом Пашен—Бак-эффекта. Для этого необходимо допустить, что в более глубоких слоях атмосферы магнитной звезды, где предположительно образуются полосы поглощения в непрерывном спектре, существуют значительно более сильные магнитные поля, чем 5 кГс; либо Пашен—Бак-эффект для полос может наступать и при относительно слабых полях. Имеются только косвенные указания [25] на возможность существования радиального градиента магнитного поля для некоторых звезд. Работы, исследующие влияние магнитного поля на тонкую структуру полос поглощения Ар-звезд, до настоящего времени не проводились.

Следует обратить внимание на то, что в спектрах магнитных белых карликов также существуют полосы поглощения, имеющие глубину до 75%. Длины волн их достаточно близки к длинам волн депрессий, наблюдаемых в спектрах Ар-звезд. Обычно считается, что это молекулярные полосы, которые смещены и расширены магнитным полем 10^6 — 10^8 Гс [26—29]. Возникает вопрос — не одинаковая ли причина появления полос поглощения в спектрах магнитных звезд и в спектрах магнитных белых карликов?

К настоящему времени имеется ряд работ по исследованию влияния магнитного поля на профиль спектральной линии. В основном расчеты удовлетворяют наблюдениям. Однако имеется ряд указаний на то, что магнитное усиление линий поглощения проявляется в спектрах Ар-звезд существенно более сильно, чем это обычно принимается. Используя список линий из табл. 1, становится возможным практически учесть магнитное усиление большого количества линий. Таким образом можно избежать ошибок в определении химического состава, вызванных увеличением эквивалентных ширин линий поглощения в сильных магнитных полях пекулярных звезд. Автор считает своим долгом поблагодарить Ю. В. Глаголевского за постановку задачи и постоянное внимание к работе, И. М. Копылова за просмотр рукописи и ценные советы, В. Д. Бычкова за помощь в составлении каталога, В. М. Кувшинова и Н. М. Чунакову за критические замечания.

Литература

1. Бэбкок Х. У. — В кн.: Методы астрономии / Под ред. Хилтнера. М.: Мир, 1967, с. 100.
2. Рупер D. α^2 CVn and the oblique-rotator theory. — *Astrophys. J.*, 1969, 18, no 164, p. 347.
3. Wolff S. C., Wolff R. J. The magnetic field of β CrB. — *Astrophys. J.*, 1970, 160, no 3, p. 1, 1049.

4. Опы́т применения ахроматического анализатора круговой поляризации на 6-м телескопе / Ю. В. Глаголевский, И. Д. Найденов, И. И. Романюк и др. — Сообщ. САО, 1978, 24, с. 62.
5. Moore Ch. Multiplet Table of Astrophysical Interest. Princeton, 1945.
6. Beckers J. M. A table of Zeeman multiplets. — Sacramento Peak Observatory Contribution, 1969, no 141.
7. Kurucz R. L., Peytremann E. A table of semiempirical *gf*-values, SAO special report, 1975, no 362.
8. Stiff M. J. Some consideration concerning the Zeeman effect in magnetic stars. — *Astrophys. and Space Sci.*, 1977, 46, no 2, p. 465.
9. Babcock H. W. Magnetic intensification of stellar absorption lines. — *Astrophys. J.*, 1949, 110, no 2.
10. Hollnrow H. Magnetic and Related Stars. Baltimore Mono-Book Corporation, 1967, 551 p.
11. Боярчук А. А., Ефимов Ю. С., Степанов В. Е. Магнитное усиление линий поглощения. — *Изв. КРАО*, 1960, 24, с. 52.
12. Agelman S. J. A study of twenty-one sharp-lined cool peculiar stars. — *Astrophys. J.*, 1973, 183, p. 95.
13. Preston G. W. The large variable magnetic field of HD 126515 and its implication for the rigid rotator model of magnetic stars. — *Astrophys. J.*, 1970, 160, p. 1059.
14. Hensberge, De Loore. Determination of abundances and the surface magnetic field strength of 3 Hya by a curve growth method. — *Astron. and Astrophys.*, 1974, 37, no 2, p. 367.
15. Колев Д. З. Магнитная интенсификация линий в спектрах холодных Ap звезд. — *Письма в АЖ* 1977, 3, № 8, с. 363.
16. Harnes O., Moe O. Line profiles and magnetic intensification in magnetic stars. — *Astron. and Astrophys.*, 1975, 42, no 2, p. 269.
17. Burbidge E. M., Burbidge G. R. — *Astrophys. J.*, 1955, 121, no 3, p. 774.
18. Леушин В. В. Количественное исследование пекулярностей в спектрах звезд Ap. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1971, 3, с. 36.
19. Hartoog M. R., Cowley C. R., Adelman S. J. On the abundance of europium. — *Astrophys. J.*, 187, 1974, no 3, p. 1, 551.
20. Landi Degl'Innocenti E. Hyperfine structure and line formation in a magnetic field. — *Astron. and Astrophys.*, 1975, 45, no 2, p. 269.
21. Wolff S. C., Wolff R. J. The Hg—Mn stars. IAU coll. no 32, Physics of Ap-stars, Vienna, 1975.
22. Хохлова В. Л. Особенности аномалий химического состава атмосфер магнитных Ap-звезд. — *Astron. Nachr.*, 1976, 297, H. 5, S. 217.
23. Cramer N., Maeder A. Catalogue of photometric data related to surface magnetic fields for B-type stars. — *Astron. and Astrophys. Sup. Ser.*, 1980, 41, no 1—2, p. 111.
24. Cramer N., Maeder A. Relation between surface magnetic fields intensities and Geneva photometry. — *Astron. and Astrophys.*, 1980, 88, no 1—2, p. 135.
25. Романюк И. И. О существовании радиального градиента поля в атмосферах магнитных звезд. — *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 1980, 12, с. 3.
26. LP 790-29 a magnetic degenerate with a heavily blanketed energy distribution/J. Liebert, J. R. P. Angel, H. S. Stockman, E. A. Beaver. — *Astrophys. J.*, 1978, 225, no 1, p. 181.
27. Greenstein J. L., Boksenberg A. Studies of the magnetic white dwarfs GD 229 and Feige 7. — *MNRAS*, 1978, 185, no 3, p. 823.
28. Wickramasinghe D. T., Bessel C. M. Spectrophotometric observations of two southern magnetic dwarfs. — *MNRAS*, 1979, 188, no 3, p. 841.
29. Angel J. R. P. Magnetism in white dwarfs. — *Astrophys. J.*, 1977, 216, no 1, p. 1.

Поступила в редакцию 22.03.82