

Р. С. АСАТРЯН

УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫЙ ДУБЛЕТ ИОНИЗОВАННОГО МАГНИЯ 2800 Mg II В СПЕКТРАХ СЛАБЫХ ЗВЕЗД

1. Введение

К началу 1974 г. наши сведения об ультрафиолетовом дублете ионизованного магния 2800 Mg II (2796 Mg II и 2803 Mg II) в звездных спектрах ограничивались не более чем 35 звездами, к тому же только яркими — до 4^m [1—6]. Положение резко изменилось после проведения эксперимента с космической обсерваторией «Орион-2», когда в наших руках оказались ультрафиолетовые спектральные снимки огромного количества слабых звезд — до 12—13^m [7]. Благодаря своей однородности и массовости, этот материал, помимо прочего, оказался весьма ценным источником также для изучения спектральной линии 2800 Mg II в спектрах звезд разных спектральных классов и светимостей. Уже первая работа Г. А. Гурзадяна [8], посвященная этой проблеме, выполненная на основе наблюдательного материала «Ориона-2», дала возможность установить ряд интересных закономерностей, касающихся поведения дублета 2800 Mg II в звездных спектрах. Было выявлено прежде всего огромное значение этого дублета в формировании характера и структуры непрерывных спектров звезд около 2800 Å; он приводит к образованию глубокой и обширной депрессии в непрерывных спектрах около 2800 Å, достигающей наивысшей мощности у звезд классов F—G. Не менее интересным оказалось установление по результатам измерений 51 «орионовской» звезды четкой эмпирической зависимости между эквивалентной шириной линии 2800 Mg II и спектральным классом звезды. Эта зависимость может найти широкое практическое применение для решения разного рода задач и, в частности, для спектральной классификации звезд. Наконец, были проанализированы на фактическом материале качественные изменения, которые претерпевает дублет 2800 Mg II, когда мы переходим от звезд ранних классов, у которых он присутствует, как правило, в виде линии поглощения, к звездам поздних классов, у которых этот дублет выступает в виде эмиссионной линии.

Настоящая работа посвящена изложению результатов наблюдений ультрафиолетового дублета 2800 Mg II в спектрах 222 звезд исключительно по материалам «Ориона-2». Эти звезды рассеяны в следующих трех областях неба: вокруг Капеллы = α Аиг (100 звезд), β Аиг (57 звезд) и γ Сас (65 звезд). Общее же количество обработанных и измеренных спек-

трограмм для этих звезд составляет 320. В настоящей работе мы ограничились рассмотрением звезд до 10-ой фотовизуальной величины. Исследованные нами звезды охватывают спектральные классы от В2 до К0; звезд раннее В2 просто не оказалось в выбранных нами участках неба, а звезды позднее К0 оставлены для отдельного рассмотрения ввиду того, что у них линия 2800 Mg II присутствует в эмиссии.

В настоящее время общее число звезд, в спектрах которых был выделен и измерен дублет 2800 Mg II только на основе наблюдательного материала «Ориона-2», превышает 300 (см. [8], а также [9—11]).

2. Наблюдения

Мы не будем останавливаться на описании аппаратуры «Орион-2», принципов ее работы и методики проведения астрофизических наблюдений с борта космического корабля; эти вопросы достаточно подробно освещены в ряде работ, посвященных этому эксперименту [7, 12—13]. Отметим лишь то, что имеет отношение к наблюдению линии 2800 Mg II, в частности, при дисперсии 420 Å/мм и при достигнутой в реальных условиях космического полета точности стабилизации телескопической платформы «Ориона-2» спектральное разрешение оказалось порядка 25 Å на этой линии. Это, конечно, мало для выявления тонкой структуры дублета в каждом отдельном случае, но оказалось достаточным для решения многих задач, связанных с поведением этого дублета в спектрах звезд главной последовательности.

Спектральные снимки в диапазоне длин волн короче 3000 Å и, в зависимости от экспозиции и спектрального класса звезды, до 2000 Å были получены на фотопленке Кодак 103-0-UV. В табл. 1 приведены данные о количестве полученных кадров и экспозиций для каждого обследованного участка неба отдельно.

Таблица 1
Данные об использованных спектрограммах, полученных с помощью «Ориона-2»

Область	Кадр	Экспозиция, мин
α Aur	F—19	0.25
	F—20	1.5
	F—21	18.4
β Aur	F—13	15.5
	F—16	1.0
γ Cas	F—18	2.5
	F—17	16

Обработка спектрограмм с целью измерения эквивалентных шириин дублета 2800 Mg II проведена обычным методом. Микрофотометрические записи (в отдельных случаях по несколько для каждой спектрограммы) полу-

чены на двухлучевом саморегистрирующем микрофотометре ИФО-451; в общей сложности было получено и обработано более 500 микрофотометрических записей спектров исследуемых звезд.

3. Наблюдаемые эквивалентные ширины 2800 Mg II

Найденные нами величины эквивалентных ширин дублета 2800 Mg II для 222 звезд представлены в табл. 2. В первом столбце приведено обозначение звезд по каталогу SAO [14] или по нумерации [15], далее — их фотовизуальные величины, спектральные классы и в четвертом столбце — наблюдаемые (измеренные) величины $W(2800)$; последние найдены путем усреднения 2—3 измеренных спектрограмм для звезд ярче 9^m. Ошибки измерения $W(2800)$ порядка 20—25%, они обусловлены главным образом неуверенностью при проведении уровня непрерывного спектра и установлении пределов, до которых простираются крылья линии.

Таблица 2

Эквивалентные ширины резонансного дублета 2800 Mg II, наблюдаемые и исправленные за межзвездный магний, в спектрах звезд в областях неба вокруг γ Aur, δ Aur и ζ Cas

Звезды по SAO или по [15]	V	Sp	W_* (2800) набл. A	W (2800) исправл. A	$\lg N (M_{\odot}^+)$ (см^{-2})
1	2	3	4	5	6
Область γ Aur					
1648*	7.6	(B1)	2.2	0.6	15.8
040009	8.4	B3	3.1	0.8	16.2
040093	9.1	(B4)	3.2	1.1	16.5
102*	9.5	(B5)	3.7	1.3	16.7
1900*	9.4	(B6)	3.7	1.8	16.9
245*	9.2	(B7)	4.0	2.3	17.0
816*	7.4	(B7)	3.6	2.6	17.3
1033*	9.6	(B8)	4.9	3.3	17.5
1518*	9.5	(B8)	4.7	3.2	17.5
040137	9.4	(B8)	4.6	3.1	17.4
040128	7.1	B8	9.0	8.1	18.3
1901*	10.1	(B8)	4.7	2.7	17.3
040281	9.1	B9	5.5	3.9	17.7
040303	9.2	B9	3.7	1.8	16.9
040114	10.0	(B9)	5.3	3.4	17.5
1023*	9.9	(B9)	5.2	3.4	17.5
040112	8.7	B9	6.0	4.6	17.8
040059	9.5	(B9)	5.3	3.8	17.7
100*	8.7	(A0)	5.5	4.4	17.8
040320	8.4	A0	4.9	3.9	17.7
040313	9.3	A0	4.7	3.2	17.5
040295	9.1	A0	5.1	3.8	17.7
040265	8.7	A0	8.0	7.0	18.2
040307	9.3	A0	6.5	5.1	17.9
577*	10.0	(A0)	7.3	5.5	18.0
040092	7.9	A0	6.5	5.7	18.0

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
040037	8.8	A0	6.5	5.3	18.0
040280	7.4	A0	5.4	4.7	17.8
040232	8.6	A0	5.2	3.8	17.7
040209	8.9	A0	4.8	3.3	17.5
040231	8.2	A0	8.5	7.7	18.2
1564*	9.9	(A0)	6.1	4.5	17.8
040032	8.9	AD	4.7	3.4	17.5
1039*	9.7	(A0)	6.5	5.1	17.9
650*	9.5	(A1)	7.3	6.0	18.0
1030*	9.7	(A1)	7.1	5.7	18.0
040221	9.3	(A1)	7.3	6.0	18.0
040156	9.1	(A1)	7.4	6.4	18.0
040048	9.2	(A1)	7.7	6.7	18.1
040216	8.5	A2	14.6	13.9	18.8
125*	10.1	(A2)	9.5	8.1	18.3
1143*	9.5	(A2)	9.3	8.2	18.3
1341*	10.0	(A2)	10.1	8.7	18.4
040095	7.5	A2	20.0	19.4	19.0
040111	9.7	(A2)	8.8	7.5	18.2
1606*	9.7	(A2)	10.3	9.1	18.4
040055	9.4	A2	9.2	8.2	18.3
040021	9.6	(A2)	9.8	8.6	18.3
2042*	9.5	(A2)	9.4	8.3	18.3
039988	6.5	A2	30	29.7	19.4
040380	9.0	(A2)	8.7	7.7	18.2
040334	9.2	A3	12.7	12.2	18.6
643*	9.7	(A3)	10.4	9.6	18.5
850*	10.0	(A3)	10.3	8.9	18.4
040126	8.2	A3	6.0	5.3	18.0
1738*	10.1	(A3)	10.6	9.2	18.4
040025	7.6	A3	14.0	13.5	18.7
040031	8.9	(A3)	11.2	10.4	18.5
040164	9.4	(A4)	12.0	11.0	18.6
1841*	9.5	(A4)	12.2	11.2	18.6
040148	9.4	(A5)	15.5	14.7	18.8
871*	9.5	(A5)	14.2	13.3	18.7
039997	9.0	A5	9.1	8.3	18.3
039980	9.0	(A5)	15.1	14.5	18.8
010047	9.4	(A6)	16.3	15.5	18.9
040184	8.9	(A6)	16.8	16.2	18.9
640*	9.7	(A9)	23.5	22.7	19.2
040240	9.1	(A9)	22.4	21.8	19.1
758*	9.0	(A9)	23.9	23.3	19.2
914*	9.5	(A9)	23.9	23.2	19.2
040045	9.4	(A9)	23.9	23.2	19.2
1844*	9.4	(A9)	24.2	23.5	19.2
040359	9.3	(F0)	25.4	24.8	19.3
040301	9.3	(F0)	24.7	24.1	19.2
471*	9.2	(F0)	26.5	26.0	19.3
040286	9.3	(F0)	24.5	23.9	19.2
040210	9.2	(F0)	25.7	25.1	19.3
040166	9.1	(F0)	25.2	24.6	19.2
1889*	9.2	(F0)	25.6	25.0	19.3
040007	9.8	(F0)	25.0	24.2	19.2
2105*	9.7	(F0)	24.8	24.0	19.2
040273	9.5	(F1)	28.0	27.4	19.3
010234	9.4	(F1)	28.2	27.6	19.3
703*	9.5	(F1)	28.5	27.9	19.3
1858*	9.7	(F1)	28.1	27.4	19.3
040036	8.6	F2	33.0	32.2	19.5
30*	9.6	(F3)	31.4	30.8	19.4

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
040370	8.7	F5	36.0	35.6	19.6
040089	7.6	F5	36.0	35.6	19.6
040036	9.5	(F6)	37.0	36.6	19.6
040284	9.2	(F9)	40.0	39.7	19.7
040118	8.9	(G0)	43.1	42.9	19.8
040053	8.0	G5	31.5	30.8	19.4
040198	9.0	(G9)	15.7	15.5	18.9
040352	8.4	K0	10.0	9.9	18.5
040329	8.0	K0	13.7	13.0	18.7
040069	8.7	K0	11.0	10.0	18.5
040161	8.4	K0	18.8	18.5	19.0
040305	8.8	K0	8.6	7.6	18.2
039987	8.5	(K2)	7.3	7.3	18.2
Область δ Aur					
040834	7.0	B3	3.7	1.7	16.9
040748	7.2	B5	3.7	2.3	17.0
040804	8.5	B8	3.7	2.1	17.0
040644	8.3	B9	4.2	2.4	17.1
040767	8.1	B9	3.5	2.5	17.2
040793	8.6	B9	3.7	2.2	17.0
040822	7.9	B9	5.0	4.0	17.7
040879	8.4	B9	3.8	2.6	17.3
040934	7.7	B9	4.4	3.5	17.5
040588	7.7	A0	4.4	3.7	17.6
040595	8.3	A0	6.3	5.4	18.0
040631	8.5	A0	4.2	3.2	17.5
040645	8.6	A0	5.9	4.9	17.9
040692	8.8	A0	6.5	5.4	18.0
040699	8.7	A0	5.7	4.6	17.8
040728	9.2	(A0)	6.7	5.5	18.0
040734	9.0	A0	6.5	5.2	17.9
040745	8.0	A0	4.4	3.6	17.6
040746	6.6	A0	8.4	8.0	18.3
040788	7.8	A0	4.6	3.8	17.7
040796	8.0	A0	7.6	6.8	18.1
040813	8.8	A0	7.8	6.6	18.1
040841	8.5	A0	6.0	5.0	17.9
040877	7.3	A0	8.1	7.5	18.2
040898	7.5	A0	6.5	5.8	18.0
040596	9.0	(A1)	7.8	6.8	18.1
040605	8.0	A2	8.6	8.0	18.3
040642	7.6	A2	7.6	7.1	18.2
040656	8.9	A2	14.3	13.4	18.7
040690	8.4	A2	8.8	8.1	18.3
040783	8.4	A2	7.1	6.4	18.0
040816	8.7	A2	14.1	13.3	18.7
040831	7.2	A2	10.3	9.9	18.5
040851	8.8	A2	15.3	14.5	18.8
040927	7.5	A2	11.8	11.3	18.6
040799	9.0	(A3)	11.1	10.2	18.5
040704	9.0	(A6)	16.8	16.1	18.9
040885	9.1	(A6)	16.2	15.5	18.9
040617	8.0	F0	21.8	21.5	19.1
040717	8.9	F0	27.3	26.7	19.3
040795	8.9	(F0)	25.2	24.6	19.2
040800	8.2	F0	26.9	26.5	19.3
040835	8.2	(F0)	26.5	26.1	19.3
040840	5.9	F0	22.7	22.5	19.2
040646	8.9	(F2)	29.4	29.0	19.4

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
040689	8.5	F5	23.9	23.6	19.2
040729	8.5	F5	35.8	35.5	19.6
040771	8.5	F5	33.7	33.4	19.5
040733	8.2	F8	35.3	35.1	19.6
040777	8.1	F8	23.5	23.3	19.2
040780	8.7	F8	32.8	32.6	19.5
040827	8.5	F8	31.1	30.9	19.4
040830	6.7	F8	46.2	46.2	19.8
040836	8.4	F8	38.8	38.6	19.6
040726	6.6	G5	31.5	31.5	19.5
040818	6.1	G5	37.8	37.8	19.6
040921	7.6	G5	32.3	32.2	19.5
Область Т Cas					
011644	7.3	E3	2.4	0.8	16.2
011455	9.2	B5	4.0	1.8	16.9
011463	8.6	B9	4.5	2.8	17.3
011464	5.5	B9	5.1	4.5	17.8
011505	9.1	B9	7.5	5.4	18.0
011556	8.3	B9	6.7	5.3	17.9
011567	8.9	B9	4.0	2.1	17.0
011604	8.1	B9	6.3	5.0	17.9
011637	6.3	B9	4.3	3.7	17.6
021642	6.1	B9	4.6	3.9	17.7
021751	9.0	B9	6.7	4.7	17.8
021905	8.9	B9	5.9	4.0	17.7
011377	8.6	A0	8.6	7.3	18.2
011447	8.8	A0	7.5	6.1	18.0
011475	7.7	A0	5.1	4.3	17.7
011488	8.6	A0	6.7	5.4	18.0
011520	8.5	A0	6.5	5.3	17.9
011566	7.8	A0	6.3	5.4	18.0
011587	8.5	A0	4.4	3.2	17.5
021749	8.5	A0	5.5	4.3	17.7
021779	8.8	A0	7.1	5.7	18.0
021857	7.9	A0	6.0	5.0	17.9
021881	9.1	A0	5.9	4.2	17.7
022012	6.8	A0	5.7	5.1	17.9
011658	8.7	A	5.0	3.6	17.6
011441	9.0	A2	9.5	8.3	18.3
011449	7.7	A2	8.0	7.3	18.2
011457	9.0	A2	9.5	8.3	18.3
021709	9.0	A2	10.6	9.4	18.4
021911	8.5	A2	10.9	9.9	18.5
011456	8.5	A3	17.8	17.0	18.9
011571	6.4	A3	9.4	9.1	18.4
021632	7.5	A3	12.7	12.1	18.6
021678	9.0	A3	11.1	9.9	18.5
021914	7.1	A3	9.6	9.2	18.4
011437	9.0	A	8.8	7.6	18.2
021873	8.9	A5	9.2	8.4	18.3
011349	8.9	F0	27.9	27.3	19.3
011551	5.9	F0	25.0	24.6	19.2
021809	8.6	F0	30.2	29.6	19.4
021858	8.8	F0	24.4	23.8	19.2
022122	8.2	F0	22.3	21.8	19.1
011398	8.4	F2	29.5	29.1	19.4
021935	8.1	F2	26.5	26.1	19.4
011326	8.7	F5	38.3	38.0	19.3
011393	8.3	F	38.3	38.0	19.6
					19.6

Таблица 2 (продолжение)

1	2	3	4	5	6
011417	8.4	F5	29.0	28.6	19.4
011523	8.4	F5	28.7	28.3	19.4
011529	8.7	F5	25.7	25.3	19.3
011652	7.5	F5	38.0	37.6	19.6
021723	8.8	F5	34.9	34.5	19.5
011726	8.8	F5	36.0	35.6	19.6
011444	4.9	F8	43.0	43.0	19.7
011511	8.7	F8	31.1	30.8	19.4
011557	5.9	F8	42.0	41.8	19.7
011547	8.6	G0	39.7	39.5	19.7
011401	7.9	G5	18.1	18.0	19.0
011491	6.6	G5	33.0	32.8	19.5
011507	8.5	G5	28.2	28.0	19.4
011515	7.2	G5	29.1	29.0	19.4
011544	8.2	G5	22.5	22.3	19.2
021693	6.5	G5	30.0	29.8	19.4
021855	4.8	K0 (G4)	34.0	33.8	19.5
011540	7.5	K0	14.0	14.0	18.8
021832	5.0	K0	15.5	15.1	18.9

* Номера, обозначаемые по картам в [15].

Звезды классов B2—A9. Найденные нами наблюдаемые величины $W(2800)$, согласно данным табл. 2, оказались в пределах 1—5 A для звезд подкласса B9 и ранее и от 3.5 до 15 A для класса A. Они находятся в хорошем согласии с величинами, полученными Ламерсом и др. [5]. На рис. 1 показаны фрагменты микрофотометрических записей спектров нескольких звезд ранних спектральных классов около 2800 A .

Звезды классов F0—G9. На ультрафиолетовых спектрограммах звезд классов F—G, полученных с помощью «Ориона-2», дублет 2800 Mg II настолько сильный, что обнаруживается даже невооруженным глазом (имеется в виду умеренная дисперсия на этом участке длин волн). По существу у этих звезд дублет 2800 Mg II приводит к образованию очень широкой (200—250 A) и очень мощной ($W_{\max} \sim 50 A$) депрессии в непрерывном спектре около 2800 A (см. микрофотометрические записи на рис. 1).

Найденные нами величины $W(2800)$ для звезд F—G оказались в пределах 20—50 A и в хорошем согласии с данными Кондо для Канопуса, звезды класса F0 ($W=22 A$) [1], а также В. П. Качалова и А. В. Яковлевой для Солнца, звезды класса G2 ($W=66 A$) [16].

Звезды класса K0. Ввиду общей слабости спектров звезд этого класса в ультрафиолете, обнаружение и отождествление в них дублета 2800 Mg II почти всегда было затруднительно. Кроме того, согласно Г. А. Гурздяну [8], спектральный класс K0 входит в группу переходных звезд (G5—K0), у которых дублет 2800 Mg II может присутствовать и в виде линии поглощения, и в эмиссии. Это обстоятельство, при наличии больших флуктуаций на микрофотометрических записях спектров, также может затруднить обнаружение и выделение дублета.

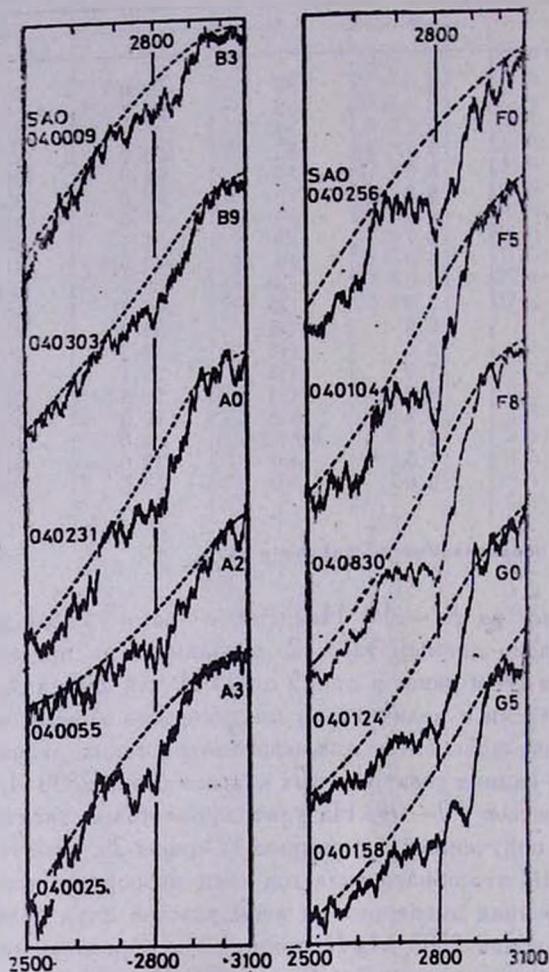


Рис. 1. Фрагменты микрофотометрических записей спектров некоторых звезд классов В3—G5 вокруг λ Aug и β Aug.

Несмотря на эти трудности, дублет 2800 Mg II был уверенно выделен и измерен в спектрах нескольких звезд класса K0; для них $W(2800)$ оказалась в пределах 6—17 Å.

4. Межзвездный магний

Выделение и регистрация узких линий межзвездного магния 2800 Mg II , соответствующих весьма низкой эффективной температуре межзвездной среды, вообще говоря, требует применения аппаратуры с очень высоким спектральным разрешением. Именно таким путем впервые Боксенбергу и др. [6], а затем разным группам, экспериментирующим на «Со-

pernicus» [17], удалось зафиксировать межзвездную линию 2800 MgII в направлениях созвездий Cas, Ori, Vel, Leo, Eri, Sco, Pup. По их измерениям эквивалентная ширина межзвездного магния W_{H} (2800) находится в пределах 2—6 Å на 1 клс расстояния.

Однако в принципе возможен и иной путь измерения мощности или эквивалентной ширины линии поглощения 2800 Mg II межзвездного происхождения, не требующий применения спектральной аппаратуры высокого разрешения. Мы имеем в виду возможность наблюдения довольно слабых, а стало быть, более удаленных от нас горячих звезд, у которых линия межзвездного магния благодаря расстоянию будет достаточно сильная для того, чтобы можно было выделить ее путем сравнения наблюдаемой эквивалентной ширины с ее теоретически ожидаемой величиной, соответствующей звезде данного спектрального класса. При этом чем дальше окажется звезда от нас, тем больше будет относительная доля интенсивности 2800 Mg II, принадлежащая межзвездному магнию, от общей наблюдаемой интенсивности и тем выше будет точность измерения мощности излучения или эквивалентной ширины межзвездного компонента.

Именно этим — вторым путем пошли мы в настоящей работе, когда встал вопрос об использовании наблюдательного материала «Ориона-2» для нахождения интенсивности линии 2800 Mg II межзвездного происхождения.

Результаты конкретного применения этого способа в отношении трех областей неба — α Aug, β Aug и γ Cas — представлены в табл. 4. В ней указаны обозначения и спектральный класс звезд, а также их расстояние r , найденные по методу абсолютной светимости с учетом поправок за межзвездное поглощение. При этом величины A_v взяты из [18] для областей α Aug и β Aug, а в случае γ Cas поправки за межзвездное поглощение не были учтены из-за их незначительности [19].

Далее, в четвертом столбце, приведены величины разности $W_* - W_T$, представляющей собой эквивалентную ширину дублета 2800MgII обусловленную целиком поглощением межзвездного ионизованного магния, находящегося на пути от нас до данной звезды (W_* — величина наблюдаемой эквивалентной ширины линии 2800 Mg II в спектре данной звезды — берется из табл. 2, W_T — теоретическая величина эквивалентной ширины, соответствующая эффективной температуре звезды данного класса). Принятые нами в настоящей работе величины W_T затабулированы в табл. 3; они взяты по результатам вычислений Михаласа [20] для звезд класса A0 и ранее (при $\lg g = 4.0$ и $\xi_e = 4$ км/сек) и Ламерса и др. [5] для звезд классов A1—A3. Наконец, в последнем — пятом столбце табл. 4 приведены величины эквивалентных ширин W_{H} линии 2800 Mg II межзвездного происхождения в ангстремах, рассчитанных на 1 клс; эти величины найдены из соотношения: $W_{\text{H}} = (W_* - W_T)/r$, где r измеряется в килопарсеках.

Звезды, приведенные в табл. 4, подобраны следующим образом. Во-первых, взяты только звезды классов ранее A3, которые к тому же на-

Таблица 3

Принятые величины теоретических эквивалентных ширин линий 2800 Mg II для звезд разных спектральных классов (по [20] и [5])

Спектр	$W_T(2800)$	Спектр	$W_T(2800)$
B2	0.6 A	B8	3.2 A
B3	0.8	B9	3.8
B4	1.4	A0	5.0
B5	1.8	A1	6.2
B6	2.1	A2	7.3
B7	2.5	A3	8.5

Таблица 4

Эквивалентные ширины $W_M(2800)$ межзвездного компонента линии поглощения 2800 Mg II для разных областей неба по данным „Орiona-2“

Звезда SAO	Спектр	г. пс	$W_* - W_T$ A	$W_M(2800)$ A на 1 кпс
Область α Aur				
040281	B9	400	1.7	4.2
07	A0	360	1.5	4.2
092	A0	220	1.5	6.8
037	A0	290	1.5	5.2
112	B9	350	2.2	6.3
039	B3	900	2.3	2.5
183	B2	760	1.4	1.8
244	B9	320	1.0	3.1
167	B9	440	1.8	4.1
070	A0	290	1.0	3.4
310	A0	350	1.0	2.9
105	A3	300	0.5	1.7
Область β Aur				
040595	A0	230	1.3	5.6
644	B9	460	0.4	0.9
645	A0	260	0.9	3.5
692	A0	290	1.5	5.2
699	A0	280	0.7	2.5
734	A0	370	1.5	4.6
748	B5	360	1.9	5.3
804	B8	400	0.5	1.3
822	B9	240	1.2	5.0
834	B3	520	2.9	5.6
841	A0	250	1.0	4.0
934	B9	230	0.6	2.6
Область γ Cas				
011455	B5	1100	2.2	2.0
463	B9	420	0.7	1.7
488	A0	330	1.7	5.2
520	A0	320	1.5	4.7
566	A0	230	1.3	5.6
644	B3	730	1.6	2.2
021749	A0	320	0.5	1.6
751	B9	500	2.0	5.8
779	A0	360	2.1	5.8
857	A0	240	1.0	4.2
881	A0	420	0.9	2.1
95	B9	480	2.1	4.4

ходятся дальше 250 пс. и. во-вторых, исключены аномальные звезды класса А2, для которых, как показано Дж. Б. Оганесян [21], характерны очень высокие значения эквивалентных ширины 2800 Mg II (до 30 Å), не имеющих отношения к межзвездному магнию.

По данным табл. 4 были найдены усредненные величины $W_M(2800)$ — эквивалентные ширины линии 2800 Mg II, обусловленные только межзвездным магнием, — для выбранных областей неба, они представлены в табл. 5.

Таблица 5
Усредненные величины эквивалентной ширины линии межзвездного магния $W_M(2800)$, для трех областей неба по данным „Ориона-2“

Область	$W_M(2800)$ Å/кпс
2 Aur	3.8 ± 1.8
3 Aur	3.7 ± 1.7
γ Cas	3.8 ± 1.8

Найденная нами величина $W_M(2800)$ — она оказалась поразительно одинаковой для всех трех областей неба — в среднем равна 3,8 Å/кпс с ошибкой порядка 40%. Эта величина находится в хорошем согласии с результатами других наблюдателей [6, 22, 23], относящимися к другим областям неба. Для направления γ Cas найденная ранее величина $W_M(2800)$ составляет 3 Å/кпс [6]. Вместе с тем наша оценка $W_M = 3.8$ Å/кпс почти в три раза больше принятого в [5] значения W_M для модели облака межзвездного ионизованного магния ($W_M = 0.14$ Å на одно облако с поперечником в 100 пс).

Исходя из найденной нами для эквивалентной ширины 2800 Mg II межзвездного магния величины $W_M = 3.8$ Å/кпс и пользуясь кривой роста (см. раздел 6), найдено полное количество ионов межзвездного магния в столбце с основанием 1 см² и высотой 1 кпс: $N(Mg^+) = 2 \cdot 10^{17}$ см⁻²/кпс. Приняв также весьма приблизительно концентрацию межзвездного водорода $n(H) = 0.7$ см⁻³, найдем относительное содержание магния в межзвездной среде:

$$\frac{N(Mg^+)}{N(H^+)} \approx \frac{N(Mg)}{N(H)} \approx 10^{-4}.$$

Эта величина примерно в три раза больше обычно принятой для звездных фотосфер величины ($\sim 3 \cdot 10^{-5}$) и величины $N(Mg)/N(H)$ в [5] для модели облака межзвездного ионизованного магния. Однако делать из этого далеко идущие выводы нельзя, учитывая качественный характер нашей оценки величины $N(Mg^+)/N(H^+)$: она была найдена при допущении, в частности, что размеры зон ионизации межзвездного водорода и межзвездного магния одинаковы, что в действительности не так.

Изложенный в настоящем разделе метод изучения межзвездного магния, в частности, метод нахождения эквивалентной ширины дублета 2800 Mg II межзвездного происхождения, насколько нам известно, применяется впервые. Этот метод может оказаться весьма эффективным при зондировании межзвездного магния на отдаленных областях Галактики, когда получение спектрограмм слабых звезд с очень высоким спектральным разрешением, с целью выделения линий межзвездного магния в чистом виде, станет весьма затруднительным, если не невозможным. Благодаря своему относительно высокому космическому содержанию — примерно в 20 раз больше, чем кальций, — межзвездные линии магния будут выделяться в спектрах слабых звезд гораздо легче и увереннее, чем межзвездные линии кальция, которые к тому же находятся в довольно запутанной области спектров звезд — в гуще водородных линий.

5. Зависимость интенсивности 2800 Mg II от спектрального класса звезды

Первое упоминание о существовании сильной зависимости между наблюдаемой интенсивностью (эквивалентной шириной) дублета 2800 Mg II и спектральным классом по данным четырех звезд имеется в [4, 24]; оно вскоре получило подтверждение по результатам измерений для восьми звезд [25]. Затем голландские астрофизики сделали шаг вперед, сопоставив найденную ими эмпирическую зависимость $W(2800)$ от спектра с теорией [5]. Наконец, после появления первых результатов «Ориона-2», была построена наиболее насыщенная диаграмма зависимости $W(2800)$ от спектра по данным уже 51 звезды [8].

Такая же диаграмма построена и нами исключительно по данным «Ориона-2». В общей сложности было использовано около 200 звезд, прибавив к нашим измерениям (табл. 2) также данные [8] и [9]. Эта диаграмма представлена на рис. 2 в виде графической зависимости $\lg W(2800)$ от спектрального класса. При этом использованы исправленные за эффект межзвездного магния величины $W(2800)$, исходя из оценки $W_M \approx 4 A/\kappa_{\text{пл}}$.

Как следует из рис. 2, зависимость $W(2800)$ от спектра имеет, в полном согласии с [8], максимум у спектральных классов F5—G0. Очевидно, этот максимум означает также максимум в количестве поглощающих атомов — однажды ионизованного магния. Спад $W(2800)$ в сторону звезд поздних классов вызван уменьшением количества Mg^+ из-за ослабления ионизации атомов магния, а спад $W(2800)$ в сторону горячих звезд (ранее F5—G0) также обусловлен уменьшением общего количества ионов Mg^+ , но на этот раз из-за их переходов в состояние Mg^{++} .

На рис. 2 нанесены также теоретические кривые зависимости $\lg W(2800)$ от спектра согласно Non LTE вычислениям Михаласа [20], Ламерса и др. [5]; эти вычисления, однако, ограничиваются до спектрального класса A0. Для более широкого спектрального интервала — B5—K0 мы воспользовались результатами весьма приблизительных вычислений,

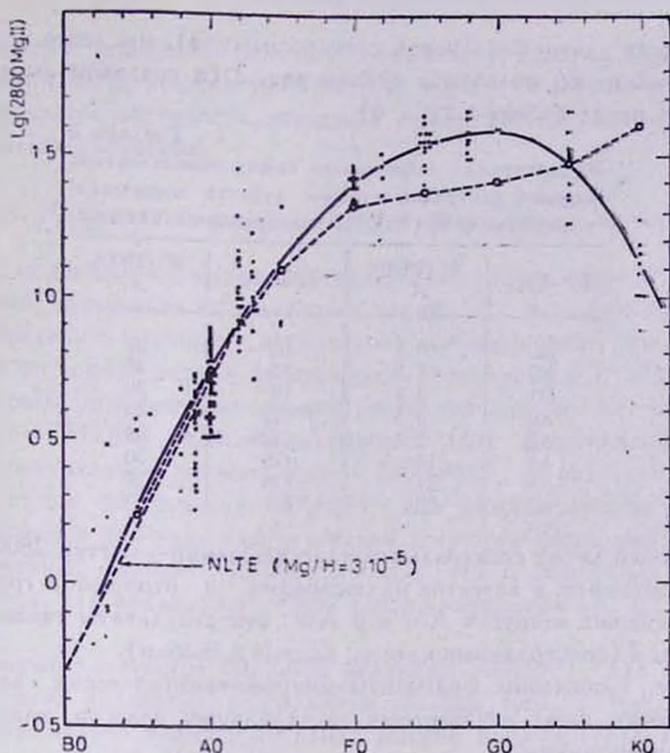


Рис. 2. Эмпирическая зависимость между эквивалентной шириной дублета 2800 Mg II и спектральным классом звезды, построенная по данным «Орлова-2»: точки — наблюдения; пунктирная линия — NLTE теория [20, 5]; кружки с пунктирной линией — приближенные вычисления [26].

выполненных Н. А. Сахибуллиным [26]. Как видим, согласие наших наблюдений с теорией достаточно хорошее, за исключением звезд класса KO, у которых наблюдаемая сила линии поглощения оказалась меньше теоретически ожидаемой. Возможно, это расхождение вызвано тем, что доля эмиссионной составляющей линии 2800 Mg II, принадлежащей хромосфере и заливающей линию поглощения 2800 Mg II, принадлежащей фотосфере, больше у звезд класса KO, чем у ранних классов. Вообще построение теоретической зависимости между силой линии поглощения 2800 Mg II и спектральным классом без учета эмиссионной составляющей хромосферного происхождения, не может быть признано достаточно удовлетворительным.

Более рафинированные кривые зависимости $W(2800) \sim Sp$, построенные с учетом более тонких параметров звезды, могут быть использованы для решения самых разнообразных задач, связанных с формированием дублета 2800 Mg II и его переносом через фотосферические слои звезды.

Найденная эмпирическая зависимость $W(2800) \sim Sp$ может найти и другое, чисто практическое применение, а именно, для спектральной классификации звезд. Действительно, найдя из наблюдений величину $W(2800)$ для той или иной звезды неизвестного класса (для чего, разумеется, нужно

располагать ее ультрафиолетовой спектрограммой), мы легко определим спектральный класс, пользуясь кривой рис. 2 (в числовом выражении W в зависимости представлена в табл. 6).

Таблица 6

Эмпирическая зависимость между эквивалентной шириной ультрафиолетового дублета ионизованного магния W (2800) и спектральным классом

Спектр	W (2800), A	Спектр	W (2800), A
B2	0.8	F2	29
B5	1.8	F5	35
B8	3.5	F8	39
A0	5.5	G0	40
A2	8.3	G2	38
A5	14	G5	30
A8	21	G8	20
F0	26	K0	13

Указанный метод спектральной классификации—«метод 2800 Mg II»—был нами применен, в качестве иллюстрации, в отношении группы из 7 звезд, рассеянных вокруг α Aul и β Aul; эти результаты также представлены в табл. 2 (спектральные классы, взятые в скобки).

На рис. 3 показаны фрагменты микрофотометрических записей нескольких таких звезд неизвестных спектральных классов, классифицированных этим способом.

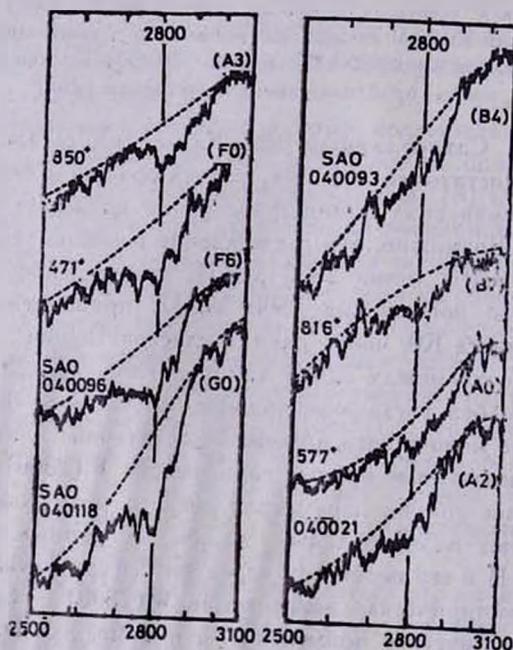


Рис. 3. Фрагменты микрофотометрических записей спектров нескольких звезд неизвестного спектрального класса вокруг Капеллы.

Дальнейшее усовершенствование указанного метода спектральной классификации звезд должно учитывать, в частности, эффекты, связанные с влиянием класса светимости звезды, а также дополнительным поглощением межзвездного магния.

6. Количество ионов магния в фотосферах звезд

По наблюдаемым значениям эквивалентных ширин дублета 2800 Mg II , исправленных за влияние межзвездного магния, и с помощью кривой роста можно определить полное количество поглощающих ионов магния $N(\text{Mg}^+)$ в фотосфере звезды (в столбце с основанием в 1 см^2).

Нами была использована кривая роста для одного из компонентов дублета — $\lambda = 2795.5 \text{ \AA}$, любезно переданная нам Дженкинсом. Так как на наших спектральных снимках дублет 2800 Mg^+ не разделяется на компоненты, то при определении $N(\text{Mg}^+)$ для каждой звезды нами было взято половинное значение эквивалентной ширины. Такой подход не вносит существенных ошибок, если иметь в виду, что по своей силе оба компонента дублета, как показывают более тонкие измерения [6, 22, 23], почти одинаковы.

Найденные указанным способом величины $N(\text{Mg}^+)$ для исследованных нами звезд приведены в последнем столбце табл. 2. Как следует из этих данных, полное количество ионов магния в фотосферах звезд спектральных классов B2—K0 колеблется в пределах 10^{17} — $5 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-2}$. Эти значения находятся в хорошем согласии с тем, что обычно принято для среднего химического состава звезд [27].

7. Средние электронные концентрации в звездных фотосферах

Существует довольно много способов определения температур звездных фотосфер. К тому же эти способы довольно надежны и, как правило, дают уверенные результаты. Что касается способов определения электронных концентраций в звездных фотосферах, то здесь положение иное. По сути дела мы располагаем всего двумя способами определения средних электронных концентраций \bar{n}_e в фотосфере. Один из них основан на использовании спектральных линий одного и того же атома в разных стадиях ионизации. В практике используются для этой цели линии Ca и Ca^+ иногда Sg и Sg^+ , то есть линии, не всегда доступные и удобновыделимые. Второй способ основан на подсчете линий бальмеровской серии водорода, вернее, фиксации номера последней линии этой серии в спектре звезды; этот номер зависит от электронной концентрации среды (формула Инглис-Теллера). Применение этого способа требует использования спектрографов высокой дисперсии при получении спектрограммы звезды.

Оба способа нахождения \bar{n}_e в фотосферах звезд не отличаются высокой точностью. Поэтому поиски новых путей или даже расширение области

применения одного из существующих способов определения \bar{n}_e следует считать более чем желательным. Так, например, возможность использования спектральных линий Mg и Mg^{+} (2852 и 2800 Å соответственно) может быть существенным расширением первого способа, имея в виду доступность этих линий в широком классе звезд и удобства их выделения и измерения даже на spectroграммах умеренного разрешения.

Качество полученных с помощью «Ориона-2» spectroграмм позволило измерить также эквивалентную ширину резонансной линии поглощения нейтрального магния 2852 Mg I в спектрах некоторых звезд. Эти измерения, несколько затруднительные для звезд ранних классов из-за слабости самой линии, оказались вполне доступными для звезд средних классов.

По имеющимся оценкам эквивалентная ширина межзвездной линии поглощения 2852 Mg I составляет в среднем 0,7 Å на 1 клс [6, 22, 23]. Величины эквивалентных ширин линии 2852 Mg I, исправленные за межзвездный компонент, для некоторых исследованных нами звезд приведены в третьем столбце табл. 7. В эту таблицу включено также несколько звезд из списка в [8].

Таблица 7
Степень ионизации $N(Mg^{+})/N(Mg)$ и средняя электронная концентрация \bar{n}_e в фотосферах звезд классов F0—K0

Звезда SAO	Спектр	$W(2852)$ Å	$\frac{N(Mg^{+})}{N(Mg)}$	\bar{n}_e см ⁻³
1	2	3	4	5
040257	F0	13	7.2	1.1 · 10 ¹³
040226	F0	14	6.0	1.3
040136	F0	12	10.4	0.8
011349	F0	8	18.2	0.5
011551	F0	16	3.6	2.4
021809	F0	18	4.6	1.8
021858	F0	16	3.6	2.4
022122	F0	12	5.4	1.6
040251	F2	13	5.8	0.9
040036	F2	12	13.2	0.4
011398	F2	18	4.6	1.0
021935	F2	16	4.6	1.1
040077	F5	15	13.1	0.2
040104	F5	15	13.1	0.2
040170	F5	15	8.5	0.3
011326	F5	19	6.7	0.5
011417	F5	15	6.6	0.5
011523	F5	12	10.4	0.3
011529	F5	14	6.1	0.5
011652	F5	16	9.1	0.3
021723	F5	17	6.4	0.5
021726	F5	15	11.0	0.3
040008	F8	14	12.0	1.2 · 10 ¹³
011444	F8	24	5.0	2.9
011511	F8	14	7.6	1.9
011557	F8	21	6.6	2.2
040124	G0	16	13.8	0.7
011547	G0	14	15.0	0.6

Таблица 7 (продолжение)

1	2	3	4	5
040158	G5	14	7.6	0.7 · 10 ¹²
040289	G5	17	10.5	0.5
040146	G5	17	3.2	1.5
010053	G5	15	6.6	0.7
011401	G5	9	7.2	0.7
011491	G5	15	8.4	0.6
011507	G5	14	7.6	0.7
011515	G5	15	6.6	0.7
011544	G5	10	9.4	0.5
021693	G5	14	7.6	0.7
010242	K0	10	1.7	1.1
040374	K0	9	2.9	0.6
040161	K0	15	2.6	0.6
040305	K0	6	2.7	0.6

По найденному с помощью кривой роста [28] значению $N(Mg)$ и по уже известной величине $N'(Mg^+)$ (табл. 2) можно определить степень ионизации магния $N(Mg^+)/N(Mg)$ для каждой звезды; ее величины представлены в табл. 7.

Из уравнения ионизационного равновесия имеем:

$$n_1 \int_{\nu_0}^{\infty} \alpha_{\nu} \frac{4\pi B_{\nu}}{h\nu} d\nu = \bar{n}_e n^+ \alpha(Mg) \quad (1)$$

или

$$\frac{n^+}{n_1} \bar{n}_e = f(T_*) \quad (2)$$

где

$$f(T_*) = \frac{\int_{\nu_0}^{\infty} \alpha_{\nu} \frac{4\pi B_{\nu}}{h\nu} d\nu}{\alpha(Mg)} \quad (3)$$

ν_0 — частота ионизации магния; n_1 и n^+ — концентрации нейтральных и ионизованных атомов магния; B_{ν} — планковская функция; α_{ν} — эффективное сечение фотоионизации для магния, равное $2.4 \cdot 10^{-18} (\nu_0/\nu)^2$ [29]; $\alpha(Mg)$ — полный коэффициент рекомбинации.

По данным [30] значения $\alpha(Mg)$ для звезды классов F—K находятся в пределах $(0.8 \div 1.8) \cdot 10^{-12} \text{ см}^2 \text{ сек}^{-1}$. Подставив в (3) значения α_{ν} и $\alpha(Mg)$ и произведя интегрирование, найдем величины функции $f(T_*)$ в зависимости от эффективной температуры звезды. График зависимости $f(T_*)$ от T_* представлен на рис. 4.

Приведенные выше соотношения были использованы для нахождения средних электронных концентраций в атмосферах некоторых звезд классов F0—K0, входящих в наш список (табл. 2), для которых известны наблюдаемые величины $N(Mg^+)/N(Mg)$. При вычислениях допускалось,

что степень ионизации магния, то есть отношение n^+/n_1 постоянно по всей толщине фотосферы и примерно равно отношению $N(Mg^+)/N(Mg)$.

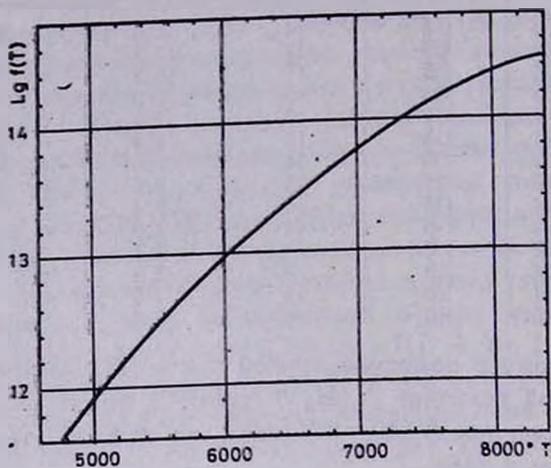


Рис. 4. Теоретическая зависимость функции $f(T_*)$ от эффективной температуры звезды.

Найденные указанным путем величины \bar{n}_e для более чем сорока звезд приведены в последнем столбце табл. 7, а в табл. 8 приведены усредненные величины \bar{n}_e по отдельным спектральным классам (второй столбец).

Таблица 8

Средние электронные концентрации \bar{n}_e в см⁻³ в фотосферах звезд классов F0 — K0, найденные с помощью спектральных линий 2800 Mg II и 2852 Mg I и по данным „Ориона-2“ (цифры в скобках означают число измеренных звезд)

Спектральный класс	Орион-2	Аллер [31]	Копылов [32]
F0	$1.5 \cdot 10^{13}$ (8)	$6.0 \cdot 10^{13}$	$3.6 \cdot 10^{13}$
F5	0.4 (10)	1.6	2.7
G0	0.07 (2)	0.9	—
G5	0.07 (10)	0.5	—
K0	0.07 (4)	0.4	—

Там же, для сравнения, приведены известные нам данные для тех же классов звезд (в случае [31] \bar{n}_e было найдено по величине среднего электронного давления и эффективной температуры). Как видим, согласие наших определений \bar{n}_e с другими данными более или менее удовлетворительное для звезд классов F0 и F5. Однако для классов G0, G5 и K0 найденные нами значения \bar{n}_e оказались почти на порядок меньше. Указать причину такого расхождения сейчас мы не можем.

8. О разбросе в величинах $W(2800)$

Как следует из рис. 2, существует наблюдаемый разброс в величинах $W(2800)$ внутри данного спектрального подкласса. Есть основание полагать, что этот разброс у всех спектральных классов, за исключением A2, в основном обусловлен ошибками измерений. Последние, по-видимому, редко доходят до 30%, и поэтому отклонения, превышающие, скажем, $\pm 35\%$ от среднего наблюдаемого значения $W(2800)$, следует принимать как физически существующие. Если исходить из этого допущения ($\pm 35\%$), по существу не обоснованного и нуждающегося в более тщательном рассмотрении, то мы приходим к заключению, что чуть ли не у всех спектральных классов, за исключением A2 и частично B9 и ранее, максимальные и минимальные величины $W(2800)$ находятся в пределах $\pm 35\%$ от среднего. Рассмотрим несколько примеров.

Средняя величина $\bar{W}(2800)$ для звезд спектрального класса A0 составляет, согласно табл. 6 5.5 A. Максимальное и минимальное наблюдаемые значения $W(2800)$ для этого класса звезд оказались равными 3.2 A (SAO 040631) и 8.0 A (SAO 040746), то есть почти находятся в пределах разброса $\pm 35\%$ — от 3.6 A до 7.4 A (если исключить одну звезду, SAO 040121, для которой $W(2800) = 2.6$ A).

Величина $\bar{W}(2800)$ для звезд класса B9 равна 4.5 A, ожидаемый разброс должен быть в пределах 3—6 A, а наблюдения дают от 1.8 A (SAO 040303) до 5.4 A (SAO 040167), то есть имеется реальное отличие, вероятно, со стороны меньшей эквивалентной ширины линии 2800 A.

«Устойчивость» в величинах $W(2800)$ лучше у звезд средних классов — F—G. Для класса F5, например, имеем $W(2800) = 35$ A, ожидаемый разброс должен быть от 23 до 47 A, а наблюдаемые предельные величины $W(2800)$ оказались в пределах от 24 A (SAO 040689) до 44 A (SAO 040104), то есть не наблюдается никаких отклонений.

Иначе обстоит дело у звезд класса A2. Для них $\bar{W}(2800) = 8.3$ A, ожидаемый разброс — от 5.3 до 11.3 A. Что касается наблюдений, то со стороны минимальных значений $W(2800)$ вроде нет отклонений ($W_{\min} = 6.4$ A для SAO 040783), между тем со стороны максимальных значений имеется по крайней мере пять звезд, для которых $W(2800)$ больше 11.3 A. Особо выделяются среди них две — SAO 040095, для которой $W(2800) \approx 20$ A, и SAO 039988 с невероятно большим значением $W(2800)$ — около 30 A (1); последняя была специально рассмотрена Дж. Б. Оганесян как аномальная [21]. По-видимому, эти отклонения реальны и связаны с аномальными физическими условиями фотосфер указанных звезд.

Мы глубоко признательны Дженкинсу за любезное предоставление кривых роста для линий 2795.5 MgII и 2852 MgI, а также Н. А. Сахибулину за предоставление результатов некоторых теоретических расчетов эквивалентных ширин 2800 MgII.

Выводы

Результаты измерений интенсивности ультрафиолетового резонансного дублета ионизованного магния 2800 Mg II в спектрах 222 звезд спектральных классов B2—K0 по данным космической обсерватории «Орион» для областей неба вокруг α Aur, β Aur и γ Cas позволяют сделать следующие выводы:

1. Наблюдаемые эквивалентные ширины резонансного дублета 2800 Mg II в спектрах исследованных звезд оказались в хорошем согласии с результатами других наблюдателей для тех же классов звезд.

2. В спектрах звезд класса F—G линия 2800 Mg II достигает наибольшей силы, образуя мощную депрессию в их непрерывных спектрах около 2800 Å. Депрессия охватывает область спектра шириною 200—250 Å.

3. Из наблюдаемых величин эквивалентной ширины дублета 2800 Mg II в спектрах отдаленных звезд ранних классов была выделена межзвездная составляющая, обусловленная межзвездным ионизованным магнием. Ее величина для направлений звезд α Aur, β Aur и γ Cas оказалась почти одинаковой и равной 3.8 Å/кпс.

4. Построена — по данным $W(2800 \text{ MgII})$ для около 200 звезд — эмпирическая зависимость между наблюдаемой эквивалентной шириной 2800 Mg II и спектральным классом звезды (рис. 2). Она была использована, в частности, для спектральной классификации 74 звезд по их наблюдаемым эквивалентным ширинам линии 2800 Mg II.

5. С помощью кривой роста для дублета 2800 Mg II определены полные количества ионов магния $N(\text{Mg}^+)$ в фотосферах исследованных звезд. Найденные значения $N(\text{Mg}^+)$ оказались в хорошем согласии с тем, что имелось раньше по результатам наблюдений в оптическом диапазоне длин волн.

6. Была найдена степень ионизации магния, то есть величина $N(\text{Mg}^+)/N(\text{Mg})$, а также средние электронные концентрации в фотосферах некоторых звезд класса F0—K0. Величины n_e оказались порядка $4 \cdot 10^{13}$ — $5 \cdot 10^{11} \text{ см}^{-3}$ для этих звезд.

7. Подтверждено существование реального разброса в наблюдаемых величинах $W(2800)$ для звезд спектрального класса A2.

Ռ. Ս. ԱՍԱՏՐՅԱՆ

ԻՌԱՑՎԱԾ ՄԱԳՆԵԶԻՈՒՄԻ 2800 MgII ՈՒՆՏՐԱՄԱՆՈՒՇԱԿԱԳՈՒՅՆ
ՉՈՒՑԳԸ ԹՈՒՅԼ ԱՍՏՂԵՐԻ ՍՊԵԿՏՐԵՆՆԵՐՈՒՄ

Ա Մ Փ Ն Փ Ն Ի Վ

Բերված են α Aur, β Aur և γ Cas աստղերի շրջակայքում մինչև 10-րդ տեսանելի մեծություն և B2—K0 սպեկտրալ դասի 222 աստղերի սպեկտրեն-

րում իոնացված մագնեզիումի 2800MgII ուլտրամանուշակագույն ռեզոնանսային զույգի էքվիվալենտ լայնության չափման արդյունքները: Այդ աստղերի ուլտրամանուշակագույն սպեկտրոգրամները ստացվել են «Օրիոն—2» տիեզերական աստղադիտարանի օգնությամբ լուսանկարչական մեթոդով:

Մանրակրկիտ վերլուծության են ենթարկված նախապես հաստատված մի շարք օրինաչափություններ, որոնք վերաբերում են 2800MgII զույգի վարքագծին աստղային սպեկտրներում:

Առանձին վաղ տիպի աստղերի համար 2800MgII զույգի էքվիվալենտ լայնության դիտողական մեծություններից անջատված է միջաստղային բաղադրիչը, որը α Aur, β Aur և γ Cas աստղերի ուղղությամբ 3,8A կպս է: Մոտ 200 «օրիոնյան» աստղերի տվյալներով կառուցված է W (2800)-ի սպեկտրալ դասից դիտողական կախվածության (նկ. 2) էլ ավելի հագեցված դիագրաման: Այդ կախվածությունը օգտագործվել է 74 աստղերի սպեկտրալ դասակարգման համար, համաձայն 2800MgII գծի դիտողական ինտենսիվությունների: W (2800MgII)-ի տվյալներով որոշված են մագնեզիումի իոնի լրիվ քանակությունները B2—K0 սպեկտրալ դասի աստղերի լուսոլորտներում: Ուլտամասիված աստղերից մի քանիսի լուսոլորտներում որոշված են նաև իոնացման աստիճանը և միջին էլեկտրոնային խտությունները: Հաստատված է A2 դասի անոմալ աստղերի գոյությունը 2800MgII գծի էքվիվալենտ լայնության բացառիկ մեծ արժեքներով, որոնք 2 և ավելի անգամ գերազանցում են այդ դասի աստղերի համար միջին արժեքին:

R. S. ASATRYAN

ULTRAVIOLET DOUBLET 2800 Mg II IN THE SPECTRA OF FAINT STARS

S u m m a r y

The results of the intensity measurements (equivalent width) of the ultraviolet resonance doublet 2800 Mg II in the spectra of 222 B2—K0 type stars up to 10^m are presented for the sky regions around α Aur, β Aur, γ Cas. The ultraviolet spectrograms of these stars were obtained photographically with the help of the space observatory "Orion-2".

Some regularities concerning with the behaviour of doublet 2800 Mg II in the stellar spectra discovered earlier were analyzed in detail. By differentiation of observed and theoretical equivalent widths the interstellar component of W (2800 Mg II) is determined; its magnitude turned out to be equal to 3.8 A/kpc for the directions of stars α Aur, β Aur, γ Cas. The most saturated diagram of empirical dependence of W(2800) on spectral type (Fig. 2) were made using the data of about 200 "Orion-2" stars. The dependence was used for the spectral classification of 74 stars by their observed intensities of 2800 Mg II. The whole

number of magnesium ions in the photosphere of B2—K0 type stars as well as the degree of ionization and the relative electron concentrations were found out in the photospheres of some observed stars. The existence of anomalous A2 type stars with the upnormal high equivalent widths 2800 Mg II, higher than twice or more, was confirmed.

ЛИТЕРАТУРА

1. Kondo Y., Henize K. G., Kotila C. L. Ap. J., 159, 927, 1970.
2. Doherty L. R. Phyl. Trans. Roy. Soc. London, Ap. J., 270, 189, 1971.
3. Kondo Y., Glull R. T., Modisette J. L., Rydgren A. E. Ap. J., 176, 153, 1972.
4. Гурздян Г. А., Оганесян Дж. Б. Astron. Astrophys., 20, 321, 1972.
5. Lamers H. J., Van der Hucht K. A., Sniijders M. A., Sakhbullin N. A. Astron. Astrophys., 25, 105, 1973.
6. Boksenberg-A., Kirkham B., Towlson W. A., Venis T. E., Bates B., Courts G. R., Carlson P. P. D. Nature, Phys. Sci., 240, 127, 1972.
7. Гурздян Г. А., Кашин А. Л., Крмоян М. Н., Оганесян Дж. Б. Астрофизика, 10, 177, 1972.
8. Гурздян Г. А. PASP, 87, 289, 1975.
9. Гурздян Г. А., Оганесян Р. Х. Астрофизика, 11, № 3, 1975.
10. Асатрян Р. С. Сообщ. Бюраканской обсерв., 48, 209, 1976.
11. Рустамбекова С. С. Сообщ. Бюраканской обсерв., 48, 101, 1976.
12. Гурздян Г. А. Sky and Telescope, 48, 213, 1974.
13. Гурздян Г. А., Джаракян А. Л., Крмоян М. Н., Кашин А. Л., Лорецян Г. М., Оганесян Дж. Б. Space Sci. Rev., 40, 393, 1976.
14. Smithsonian Astrophysical Observatory Star Catalogue, 1966.
15. Гурздян Г. А. Сообщ. Бюраканской обсерв., 48, 5, 1976.
16. Качалов В. П., Яковлева А. В. Изв. Крымской обсерв., 27, 5, 1962.
17. Morton D. C., Drake J. F., Jenkins E. B., Rogerson J. B., Spitzer L., York D. G. Ap. J., 181, L103, 1973.
18. Оганесян О. В. Сообщ. Бюраканской обсерв., 48, 14, 1976.
19. Sjögren By Ulf, Arkiv för Astronomi, Band 3, No 27, 339, 1964.
20. Mihalas D. Ap. J., 177, 115, 1972.
21. Оганесян Дж. Б. Сообщ. Бюраканской обсерв., 48, 68, 1976.
22. Grewing M., Lamers H. J., Walmsley C. M., Wulf-Mathies C. Astron. Astrophys., 27, 115, 1973.
23. Boer K. S., Hoekstra R., Hucht K. A., Kamperman T. M., Lamers H. L., Pottasch S. R. Astron. Astrophys., 21, 447, 1972.
24. Гурздян Г. А. Sky and Telescope, 43, 350, 1972.
25. Оганесян Дж. Б. Астрон. журн., 50, 972, 1972.
26. Сахибуллин Н. А., устное сообщение.
27. Боярчук А. А. Вопросы космогонии, вып. 7, 217, 1960.
28. Jenkins E. B. Устное сообщение.
29. Аллен К. У. «Астрофизические величины», стр. 223, изд. ИЛ, 1960.
30. Burgess A., Swaton M. J. M. N., 120, 121, 1960.
31. Boer K. S., Pottasch S. R. Astron. Astrophys., 28, 155, 1973.
32. Аллер Л. Х. «Звездные атмосферы», под ред. Дж. Л. Гринстейна, стр. 246, изд. ИЛ, М., 1963.
33. Копылов И. М. Изв. Крымск астрофиз. обсерв., т. XXVI, 232, 1961.