

Спектральные абсолютные величины 312-и звезд спектральных классов В5—А3 в области ассоциации Лебедь OB4*

Цв. Радославова

Водородные линии хорошо известны как чувствительные индикаторы светимости В—А-звезд. Визуальные оценки их интенсивности несомненно дают информацию, достаточно точную для статистических исследований. Однако глаз не в состоянии оценить протяженность крыльев линий, поэтому достоверным критерием полного поглощения в данной линии следует считать ее эквивалентную ширину.

В спектрограммах, получаемых с помощью предобъективных призм, центральная глубина линий в большой степени является мерой их эквивалентных ширин. Дело в том, что характер условий видимости — важнейший фактор, определяющий разрешение спектра при подобных наблюдениях, и может привести к тому, что ширина линии, обязанная эффектам видимости, больше ее истинной ширины. В меньшей мере это относится к сильным линиям, каковыми являются линии водорода в В—А-звездах; они настолько интенсивны, что могут быть использованы и измерены почти с одинаковой точностью в довольно большом диапазоне значений дисперсии. Чаще всего используются линии H_γ и H_δ Бальмеровской серии, расположенные в середине фотографического спектра. При работе со спектрограммами низкой дисперсии они предпочитают еще и потому, что в более высоких членах серии имеет место перекрытие крыльев линий, уменьшающее их эквивалентные ширины. Оказывается, что даже в спектрах низкой дисперсии измеренные эквивалентные ширины линий H_γ и H_δ в звездах В—А могут дать довольно точную информацию относительно абсолютных величин этих звезд.

В абастуманских спектрах количественная оценка светимости звезд В5—А7 тем более желательна, так как в этом спектральном интервале не наблюдается других линий, кроме водородных; а визуальная оценка их ширины неуверенна по причине фактора субъективности и сильной зависимости от качества спектрограммы (K h a r a d z e, E. K., R. A. V a g t a y a, 1966).

* В этой статье используется астрофизическая единица длин волн ангстрем; $1\text{\AA} = 10^{-10}\text{ м}$.

Нами были определены спектральные абсолютные величины 312-и звезд спектральных классов В5—А3, расположенных в области ассоциации Лебедь ОВ4, в целях проверки применимости метода эквивалентных ширин к абастуманским спектрам и сравнения количественной оценки светимости с ее качественной оценкой, а также имея в виду будущее изучение межзвездного поглощения в исследуемой области.

Наблюдательный материал получен автором в течение 1974—1975 гг. на 70-см менисковом телескопе Абастуманской астрофизической обсерватории с применением 8°-предобъективной призмы (дисперсия 166 Å/mm при H_γ). Были использованы фотопластинки Kodak 11a-O, при времени экспозиции 20 минут и расширении спектров 0,4 mm, и Kodak 103-a-O или ORWO ZU-2, при времени экспозиции 30 минут и расширении спектров 0,2 mm. Наблюдения велись только в безлунные ночи, при отличных атмосферных условиях.

Методика обработки спектрограмм в целях спектрофотометрии. Спектры звезд калибровались при помощи трехпризменного лабораторного спектрографа ИСП-51 со ступенчатым ослабителем. Как можно было ожидать, характеристические кривые, соответствующие длинам волн линий H_γ и H_δ, оказались практически параллельными; поэтому мы пользовались единой характеристической кривой для двух интересующих нас длин волн.

Шкалки, как и спектры стандартных и программных звезд, были записаны на микрофотометре „Лирефо-2“ при оптимально выбранной ширине и высоте щели и увеличении в 50 раз.

Проведение непрерывного спектра на регистрограммах не представляло особых затруднений, имея в виду спектральный тип исследуемых звезд и рассматриваемый участок спектра. Эквивалентные ширины линий вычислялись на ЭВМ по программе, составленной автором (Р а д о с л а в о в а, Ц., 1977).

Стандартизация системы эквивалентных ширин и калибровка M_v по W_λ линий поглощения водорода. Для стандартизации системы эквивалентных ширин были использованы спектры 19-и звезд, для которых имелись определения других авторов. Стандартные звезды засняты при таких же условиях, как и программные. Для каждой из стандартных звезд мы располагали тремя спектрограммами, полученными при различной выдержке; спектрограммы были регистрированы и измерены таким же образом, как и для программных звезд, и результаты эквивалентных ширин каждой линии были усреднены сообразно с качеством спектрограммы.

Мы имели возможность сравнить наши определения эквивалентных ширин линий H_γ и H_δ стандартных звезд с определениями Бартая; данные приведены в табл. 1 вместе с определениями эквивалентных ширин Копылова (1960), Леушина (1973), Мустеля, Галкина (1960), Зиннерштада (Sinnerstad, U., 1961), Петри, Монселля (Petrie, R. M., C. D. Maunsell, 1950) для некоторых из звезд в таблице. Расхождение наших результатов с результатами Бартая имеет систематический характер и его наличие при обработке одних и тех же спектрограмм можно объяснить различием в методике проведения непрерывного спектра над линией. На рис. 1 представлено сравнение наших определений W_λ с определениями Копылова, Зиннерштада и Петри.

Сравнение с Зиннерштадом и Петри довольно хорошее, поэтому мы прямо вычисляли абсолютные величины в их системах, используя в случае Петри приведенную им формулу $M_v = 1,69 - 13,25 \times 10^{-0,093 W_\lambda}$ для А0 и А1, с коррекциями +0^m,4 для В9 и А2, +0^m,6 для В8 и А3; а в случае Зин-

Таблица 1

№ HD	W_{λ} (Å)												
	Автор		Бартая		Копылов		Зиннерштад		Леушин		Петри	Мустель	
	H_{γ}	H_{δ}	H_{γ}	H_{δ}	H_{γ}	H_{δ}	H_{γ}	H_{δ}	H_{γ}	H_{δ}	H_{γ}	H_{γ}	H_{δ}
2772	10,2	10,8	10,8	11,4									
53244	7,7	7,4	7,3	5,3							10,7		
6811	7,3	8,1	7,8	8,0									
21291	1,8	1,6	2,7	2,7	2,2	2,2	2,0	2,1				7,3	
15318	12,3	12,6	13,2	12,8	13,4	12,2							
40362	8,4	8,7	9,8	9,7									
358	8,1	7,6	10,6	10,1					8,3	8,6			
21389	1,9	2,2	2,9	2,8	1,8	2,2	1,8	1,9	7,9	8,6	7,6	8,3	8,0
46300	5,5	5,5	5,3	6,0			4,6	4,5					
87737	4,4	4,8	5,0	4,8	4,2	4,2	4,4	4,2					
186882	10,8	10,6	13,2	13,4	9,7	9,5	10,9	10,3	10,4	10,6	10,5	10,4	11,3
47105	12,1	11,3		14,3			11,9	11,4	16,2	17,5	13,0	12,6	11,9
73262	14,5	12,8	16,8	14,4									
71155	14,4	14,4	15,8	15,1	13,5	14,0							
25490	14,9	14,8	16,9	18,0									
14489	3,7	2,6	3,9	3,1									
50019	13,9	13,5	14,5	13,6	11,9	13,8	14,3	14,0					
33111	14,3	13,6	14,3	13,4			13,2	13,8			13,8		
56537	15,7	16,7	13,8	16,5			17,4	16,1			15,6		

нерштада пользовались данными табл. 6 из его работы (Sinnerstad, U., 1961A).

Связь наших определений эквивалентных ширин с эквивалентными ширинами Копылова может быть выражена формулой

$$W_{\lambda \text{ авт.}} = 0,94 W_{\lambda k} + 0,20.$$

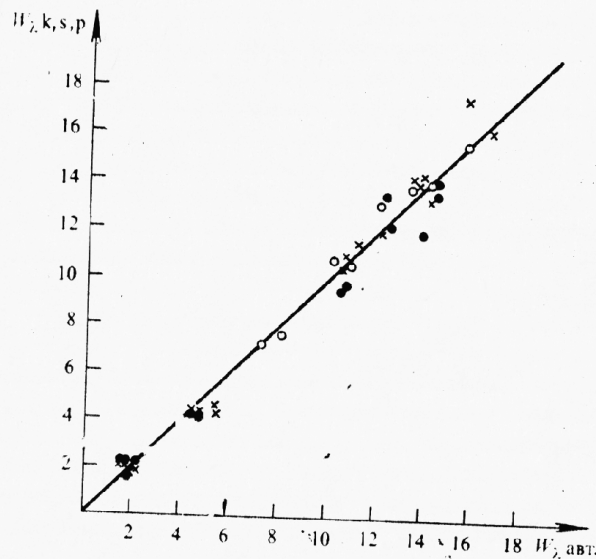


Рис. 1. Сравнение эквивалентных ширин водородных линий стандартных звезд, измеренных автором, с измеренными Копыловым (●), Зиннерштадом (×) и Петри (○)

Точность в определениях эквивалентных ширин оценена в виде вероятной относительной ошибки среднего по формуле

$$\varepsilon_p = \frac{0,67}{\bar{W}_\lambda} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{W}_\lambda - \bar{W}_{\lambda i})^2}{n(n-1)}}$$

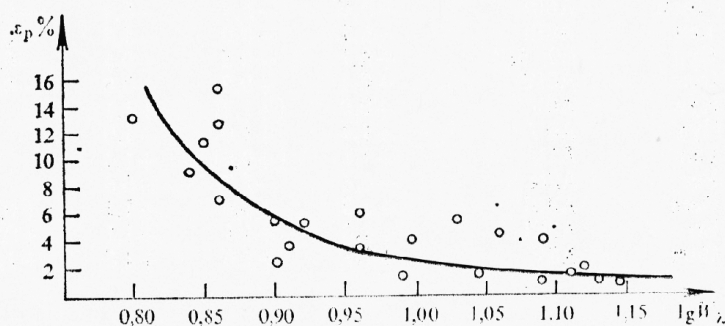


Рис. 2. Зависимость внутренней ошибки $\varepsilon_p\%$ в измерении W_λ от $\lg W_\lambda$

Таблица 2

A0—A2:

W_λ	M_v	W_λ	M_v	W_λ	M_v	W_λ	M_v
7,0	-1,7	9,5	-0,3	12,0	+0,6	14,5	+1,2
7,5	-1,3	10,0	-0,1	12,5	+0,8	15,0	+1,3
8,0	-1,1	10,5	+0,1	13,0	+0,9	15,5	+1,4
8,5	-0,8	11,0	+0,3	13,5	+1,0	16,0	+1,5
9,0	-0,6	11,5	+0,5	14,0	+1,1		

(для B9 коррекция +0,3; для A3 коррекция +0,4)

B8:

W_λ	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
M_v	-1,2	-1,1	-0,9	-0,6	-0,4	-0,1	+0,1	+0,2	+0,3	+0,4	+0,5

B5:

W_λ	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5
M_v	-1,9	-1,5	-1,2	-0,9	-0,7	-0,4

I класс светимости:

W_λ	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
M_v	-7,2	-6,9	-6,6	-6,2	-5,8	-5,6	-5,3	-5,0	-4,7

Таблица 3

HD No	Название звезды	Sp MK	$M_{v \text{ авт.}}$	M_{vK}	M_{vB}	M_{vS}	M_{vP}
2772	λ Cas	B8	+0,5	(+1,9)	+0,4		0,0
53244	γ CMa	B8II	-0,2	-0,2	-1,2		
6811	ϕ And	B8III	-0,1	-1,2	-0,6		-0,5
21291	3H Cam	B9Ia	-7,3	-6,9	-7,2	-7,8	
15318	ξ ² Cet	B9III	+0,9	+0,8	+0,8		
40362	θ Aur	B9IIIp	-0,6	-0,6	-0,4		
358	α And	B9IIIp	-0,9	-1,2	-0,3		-0,3
21389	1H Cam	A0Ia	-7,0	-7,0	-7,0	-7,9	
46300	13 Mon	A0Ib	-5,0	-5,4	-5,4	-6,7	
87737	η Leo	A0Ib	-5,5	-5,0	-5,8	-6,9	
186882	δ Cyg	B9, 5III	+0,1	-0,3	+0,5	-0,3	+0,3
47105	γ Gem	A0IV	+0,4	+0,8	+0,8	-0,2	+0,9
73262	δ Hya	A0V	+0,9	(+1,3)	+1,1		
71155	ϵ Hya	A0V	+1,4	+1,0	+1,0		
25490	ν Tau	A1V	+1,1	(+0,6)	+1,4		
14489	9 Per	A2Ia	-6,4	-7,7	-6,8		
50019	θ Gem	A3III	+1,3	+0,9	+1,1	+0,6	
33111	β Eri	A3III	+1,3	+1,1	+1,1	+0,5	+1,0
56537	λ Gem	A3V	+1,7	+1,6	+1,5	+1,6	+1,6

где W_λ — среднее для данной линии из n -определений. В оценке значения ошибки включены как стандартные, так и программные звезды. На рис. 2 представлена зависимость ϵ_p в % от $\lg W_\lambda$; как и следовало ожидать, точность в определении W_λ понижается с уменьшением W_λ , но вероятная относительная ошибка не превышает 15%.

Для определения M_v из W_λ мы использовали табл. 2, выведенную Барта по данным Копылова. При этой калибровке принят во внимание разрыв калибровочных зависимостей для звезд-сверхгигантов и звезд III—V классов светимости. Единая калибровочная кривая построена для звезд A0—A2, а для звезд B9 и A3 найдены соответствующие коррекции, предполагая, что калибровочные кривые для близких спектральных подклассов параллельны между собой. Звезды спектральных подклассов B8 и B5 формируют отдельные зависимости.

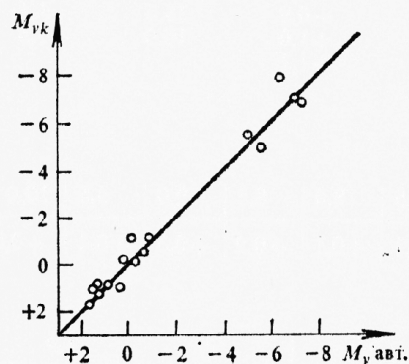


Рис. 3. Сравнение абсолютных величин стандартных звезд по данным автора ($M_{v \text{ авт.}}$) и Копылова (M_{vK})

Полученные автором абсолютные величины стандартных звезд, после редукции W_λ к системе Копылова, приведены в табл. 3. Там же приведены определения M_{vK} самого Копылова (определения в скобках принадле-

Таблица 4

№.	Зона	№. зв.	HD (BD)	Sp	LC	W_{γ}	W_{δ}	$W_{\gamma\delta}$	$M_{ок}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	35°—36°	21	34°4206	B5	III	5,9	4,8	5,4	-1,6
2	35—36	22	35°4319	B5	III	5,4	6,0	5,7	-1,4
3	36—37	59	36°4354	B5	V	8,4	6,7	7,5	-0,5
4	37—38	283	37°4281	B5	IV	6,3	6,9	6,6	-1,0
5	38—39	173		B5	V	6,6	6,6	6,6	-1,0
6	38—39	267	38°4387	B5	III	6,5	5,9	6,2	-1,2
7	38—39	472	37°4305	B5	V	7,0	7,4	7,2	-0,7
8	40—41	187	39°4474	B5	III	5,5	5,4	5,5	-1,5
9	34—35	128	34°4280	B8	IV	7,4	7,2	7,3	-0,3
10	34—35	153	34°4296	B8	V	12,8	10,6	11,7	+0,7
11	34—35	214	33°4201	B8	IV	9,0	9,0	9,0	+0,2
12	34—35	251	34°4367	B8	V	12,0	11,0	11,5	+0,7
13	34—35	386		B8	IV	9,3	7,8	8,5	+0,1
14	35—36	85	35°4353	B8	V	10,8	9,8	10,3	+0,5
15	35—36	149	35°4393	B8	IV	8,1	8,7	8,4	+0,1
16	35—36	171	35°4406	B8p:	III	8,5	6,4	7,5	-0,2
17	35—36	198		B8	V	10,9	9,5	10,2	+0,5
18	35—36	219	34°4327	B8	V	10,2	10,6	10,4	+0,5
19	35—36	335		B8	V	12,5	12,5	12,5	+0,9
20	35—36	360		B8	V	13,2	12,2	12,7	+0,9
21	36—37	30	36°4329	B8	III	7,5	8,0	7,8	-0,1
22	36—37	42	36°4338	B8	III	7,2	5,8	6,5	-0,7
23	36—37	53	36°4344	B8	IV	8,0	8,4	8,2	+0,1
24	36—37	66	36°4358	B8	III	6,1	8,3	7,2	-0,4
25	36—37	173	36°4426	B8	V	9,2	8,6	8,9	+0,2
26	36—37	217	36°4455	B8	V	11,2	9,9	10,6	+0,5
27	36—37	233	35°4436	B8	III	6,9	6,6	6,8	-0,6
28	36—37	293	35°4466	B8	IV	10,0	10,2	10,1	+0,4
29	36—37	415	35°4523	B8	IV	10,9	9,4	10,2	+0,5
30	37—38	30	37°4133	B8	III	7,5	8,0	7,7	-0,1
31	37—38	89	36°4391	B8	IV	10,6	9,9	10,3	+0,5
32	37—38	133	37°4194	B8	IV	8,3	8,3	8,3	+0,1
33	37—38	193	36°4479	B8	IV	10,5	9,2	9,8	+0,4
34	37—38	207	36°4490	B8	V	10,6	9,9	10,3	+0,5
35	37—38	245	37°4263	B8	IV	10,8	8,2	9,5	+0,3
36	38—39	52	38°4297	B8	III	7,5	7,5	7,5	-0,2
37	38—39	86		B8	IV	7,4	6,7	7,1	-0,4
38	38—39	88		B8	IV	8,6	9,0	8,8	+0,2
39	38—39	175	37°4175	B8	III	6,3	5,9	6,1	-0,9
40	38—39	189	38°4351	B8	II	5,8	7,0	6,4	-0,8
41	38—39	298	37°4233	B8	III	9,3	7,6	8,4	+0,1
42	38—39	303	202420	B8	IV	10,0	8,8	9,4	+0,3
43	38—39	486	38°4503	B8	V	11,8	10,5	11,2	+0,6
44	38—39	519	38°4512	B8	III	7,6	7,4	7,5	-0,2
45	39—40	12	39°4364	B8	III	7,4	6,6	7,0	-0,5
46	39—40	15	39°4366	B8	IV	9,1	7,6	8,4	+0,1
47	39—40	60	39°4390	B8	IV	9,0	7,2	8,1	+0,1
48	39—40	62		B8	IV	7,4	7,9	7,7	-0,1
49	39—40	88	39°4407	B8	IV	10,3	9,0	9,7	+0,4
50	39—40	200		B8	V	10,2	9,4	9,8	+0,4
51	39—40	224	202087	B8	IV	11,1	10,7	10,9	+0,6
52	39—40	303	38°4446	B8	IV	7,9	7,2	7,5	-0,2
53	39—40	308	38°4450	B8	III	6,9	6,8	6,9	-0,5
54	39—40	329	39°4534	B8	IV	8,5	8,2	8,3	+0,1
55	39—40	373	38°4488	B8	IV	10,0	9,2	9,6	+0,3
56	39—40	392		B8	IV	8,6	8,2	8,4	+0,1

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
57	39°—40°	440	38°4514	B8	V	12,5	11,5	12,0	+0,8
58	40—41	158	201544	B8	IV	9,0	8,3	8,6	+0,2
59	40—41	236	40°4456	B8	III	6,6	5,7	6,2	-0,8
60	40—41	260	40°4473	B8	V	12,0	11,2	11,6	+0,7
61	40—41	333	40°4497	B8	III	6,4	6,4	6,4	-0,8
62	40—41	447	40°4556	B8	V	12,0	10,8	11,4	+0,7
63	41—42	221	40°4129	B8	III	9,9	8,9	9,4	+0,3
64	33—34	115	201655	B9	IV	9,5	10,2	9,9	0,0
65	34—35	26	33°4095	B9	IV	10,8	8,2	9,5	-0,2
66	34—35	130	33°4160	B9	IV	11,3	12,5	11,9	+0,7
67	34—35	169		B9	V	12,7	11,6	12,2	+0,8
68	34—35	187	33°4186	B9	IV	9,0	9,6	9,3	-0,3
69	34—35	241	34°4360	B9	V	12,0	11,6	11,8	+0,7
70	34—35	247	34°4363	B9	III	10,0	10,2	10,1	+0,1
71	34—35	248	34°4365	B9	IV	13,1	12,0	12,5	+0,9
72	34—35	300		B9	V	13,7	13,3	13,5	+1,1
73	35—36	241	35°4439	B9	V	12,0	11,4	11,7	+0,7
74	35—36	250		B9	V	13,8	12,1	13,0	+1,1
75	35—36	257	34°4351	B9	V	14,0	12,6	13,3	+1,1
76	35—36	279	35°4453	B9	III	8,6	9,0	8,8	-0,5
77	35—36	351		B9	V	12,5	12,4	12,5	+0,9
78	35—36	353		B9	V	10,0	12,2	11,1	+0,4
79	36—37	83	35°4354	B9	V	11,0	11,0	11,0	+0,4
80	36—37	92		B9	V	13,0	13,4	13,2	+1,1
81	36—37	96	36°4374	B9p:	IV	12,4	10,4	11,4	+0,6
82	36—37	146	201050	B9	IV	11,8	12,0	11,9	+0,7
83	36—37	193	36°4438	B9	III	8,7	9,5	9,1	-0,4
84	36—37	226	36°4460	B9	V	11,5	11,8	11,6	+0,6
85	36—37	332	36°4523	B9	V	13,0	12,2	12,6	+0,9
86	36—37	341		B9	V	15,0	13,0	14,0	+1,3
87	36—37	344		B9	V	12,2	12,0	12,1	+0,8
88	37—38	56	37°4149	B9	V	13,2	11,7	12,5	+0,9
89	37—38	62	37°4154	B9	IV	10,0	9,2	9,6	-0,2
90	37—38	134	37°4195	B9	IV	9,2	9,0	9,1	-0,4
91	37—38	197	36°4481	B9	III	9,2	8,8	9,0	-0,5
92	37—38	220	36°4498	B9	V	14,7	11,6	13,1	+1,1
93	37—38	234	37°4260	B9	V	11,2	10,0	10,6	+0,3
94	37—38	289		B9	V	12,3	10,3	11,3	+0,5
95	37—38	300	37°4289	B9	V	11,4	12,4	11,9	+0,7
96	38—39	9	38°4271	B9	III	8,0	7,0	7,5	-1,2
97	38—39	15	38°4275	B9	III	7,2	6,8	7,0	-1,6
98	38—39	44	38°4295	B9	V	15,4	14,1	14,7	+1,4
99	38—39	76		B9	V	12,5	13,7	13,1	+1,1
100	38—39	94		B9	V	13,8	13,0	13,4	+1,1
101	38—39	106	38°4314	B9	III	7,7	7,0	7,4	-1,2
102	38—39	122		B9	III	8,5	8,1	8,3	-0,8
103	38—39	133	37°4161	B9	IV	10,1	11,8	11,0	+0,4
104	38—39	203	37°4186	B9	V	14,6	13,0	13,8	+1,2
105	38—39	221		B9	IV	11,4	10,3	10,8	+0,3
106	38—39	222	37°4201	B9	V	15,1	15,0	15,0	+1,4
107	38—39	226	37°4202	B9	IV	13,4	12,5	13,0	+1,1
108	38—39	230		B9	III	8,0	9,2	8,6	-0,6
109	38—39	244	201839	B9	IV	10,8	10,0	10,4	+0,2
110	38—39	258		B9	V	14,6	13,6	14,1	+1,3
111	38—39	296	37°4232	B9	V	13,0	12,0	12,5	+0,9
112	38—39	297		B9	V	13,6	12,3	13,0	+1,1
113	38—39	301	38°4408	B9	III	9,5	8,3	8,9	-0,5
114	38—39	328	38°4422	B9	V	13,2	11,6	12,4	+0,9
115	38—39	356	38°4435	B9	V	11,2	12,5	11,9	+0,7

1,0
3,8

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
116	38°—39°	379		B9	IV	8,8	8,0	8,4	—0,7
117	38—39	380	37°4268	B9	IV	11,7	10,7	11,2	+0,5
118	38—39	408	38°4458	B9	IV	9,6	11,1	10,4	+0,2
119	38—39	418		B9	V	10,1	10,5	10,3	+0,2
120	38—39	482	38°4499	B9	IV	10,2	10,0	10,1	+0,1
121	38—39	525		B9	V	13,2	13,4	13,3	+1,1
122	39—40	25	38°4285	B9	V	12,5	11,7	12,1	+0,8
123	39—40	30	38°4288	B9	III	8,9	6,7	7,8	—1,0
124	39—40	40	38°4296	B9	V	11,8	12,1	12,0	+0,8
125	39—40	64	39°4392	B9	III	8,5	7,1	7,8	—1,0
126	39—40	70		B9	V	14,3	14,3	14,3	+1,3
127	39—40	117	38°4328	B9	IV	10,2	10,0	10,1	+0,1
128	39—40	139	38°4340	B9	IV	11,6	10,3	11,0	+0,4
129	39—40	234	202197	B9	IV	11,8	10,6	11,2	+0,5
130	39—40	275		B9	III	7,9	7,3	7,6	—1,1
131	39—40	300	38°4444	B9	V	14,2	11,6	12,9	+1,0
132	39—40	324	39°4533	B9	IV	9,4	9,5	9,5	—0,2
133	39—40	414	38°4505	B9	III	9,3	9,1	9,2	—0,4
134	39—40	424	38°4510	B9	V	12,5	13,0	12,8	+1,0
135	39—40	425	39°4574	B9	V	14,2	13,0	13,6	+1,2
136	40—41	22	39°4372	B9	IV	11,3	11,5	11,4	+0,6
137	40—41	55	40°4377	B9	V	12,8	11,0	11,9	+0,7
138	40—41	165		B9	V	12,4	11,7	12,1	+0,8
139	40—41	184	39°4473	B9	IV	11,3	10,1	10,7	+0,3
140	40—41	249	39°4497	B9	V	12,1	10,8	11,4	+0,6
141	40—41	251		B9	IV	9,3	9,5	9,4	—0,3
142	40—41	270	40°4476	B9	IV	12,0	12,0	12,0	+0,8
143	40—41	278		B9	V	12,4	12,4	12,4	+0,9
144	40—41	347	40°4501	B9	V	12,8	12,0	12,4	+0,9
145	40—41	438	40°4550	B9	IV	10,7	10,7	10,7	+0,3
146	41—42	57	40°4415	B9	IV	11,7	12,4	12,0	+0,8
147	41—42	90	40°4442	B9	IV	11,1	10,3	10,7	+0,3
148	41—42	109	40°4455	B9	V	12,9	12,7	12,8	+1,0
149	41—42	136	41°4072	B9	III	9,5	10,0	9,8	0,0
150	41—42	164	41°4094	B9	IV	12,4	13,3	12,9	+1,0
151	41—42	173	40°4493	B9	IV	9,9	9,7	9,8	0,0
152	41—42	182	41°4106	B9	V	12,3	11,1	11,7	+0,7
153	33—34	69	33°4148	A0	IV	13,5	13,5	13,5	+0,9
154	34—35	103	33°4142	A0	IV	13,6	11,9	12,8	+0,7
155	34—35	188		A0	V	13,7	16,2	14,9	+1,1
156	34—35	191	33°4488	A0	IV	12,8	13,1	12,9	+0,7
157	34—35	238	202571	A0	V	14,0	15,9	15,0	+1,1
158	34—35	279	34°4378	A0	V	14,8	15,0	14,9	+1,1
159	34—35	308	34°4389	A0	IV	15,1	14,5	14,8	+1,1
160	34—35	384	34°4418	A0	V	15,4	15,0	15,2	+1,2
161	35—36	86	35°4356	A0p:	IV	15,5	13,5	14,5	+1,0
162	35—36	96	35°4365	A0	IV	14,6	11,7	13,1	+0,8
163	35—36	146		A0	IV	13,6	12,0	12,8	+0,7
164	35—36	220	35°4430	A0	V	14,0	12,8	13,4	+0,8
165	35—36	291	35°4460	A0	V	16,3	16,6	16,4	+1,4
166	35—36	337		A0	V	14,5	12,6	13,5	+0,9
167	35—36	448	35°4540	A0	V	15,6	14,8	15,2	+1,2
168	36—37	116	35°4379	A0	III	12,7	12,1	12,4	+0,6
169	36—37	182	35°4414	A0	V	16,0	15,6	15,8	+1,3
170	36—37	196	36°4441	A0	IV	15,0	13,9	14,5	+1,0
171	36—37	239	36°4440	A0	IV	13,0	13,7	13,3	+0,8
172	36—37	305		A0	V	16,0	13,0	14,5	+1,0
173	37—38	34		A0	V	13,5	13,5	13,5	+0,9
174	37—38	117	37°4182	A0	III	10,7	9,8	10,2	—0,7

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
175	37°—38°	324	36°4558	A0	IV	13,3	13,4	13,3	+0,8
176	37—38	351	36°4588	A0	V	15,3	15,5	15,4	+1,2
177	38—39	30		A0	IV	13,0	14,2	13,6	+0,9
178	38—39	31	38°4286	A0	III	11,6	11,2	11,4	+0,3
179	38—39	73		A0	IV	13,5	14,2	13,9	+1,0
180	38—39	250	38°4377	A0	IV	14,2	13,2	13,7	+0,9
181	38—39	256	37°4216	A0	IV	13,0	13,1	13,0	+0,8
182	38—39	260	37°4219	A0	IV	12,9	11,7	12,3	+0,5
183	38—39	270	38°4388	A0	V	15,7	15,5	15,6	+1,3
184	38—39	273	38°4391	A0	III	12,8	12,9	12,8	+0,7
185	38—39	288		A0	IV	13,7	12,8	13,3	+0,8
186	38—39	295	38°4404	A0	V	14,8	14,2	14,5	+1,0
187	38—39	313	38°4417	A0	IV	13,8	10,9	12,3	+0,5
188	38—39	336	38°4428	A0	IV	14,4	12,1	13,2	+0,8
189	38—39	354	38°4434	A0	IV	13,0	13,3	13,2	+0,8
190	38—39	430	38°4469	A0	IV	12,6	12,4	12,5	+0,6
191	38—39	452	37°4297	A0	III	10,4	10,5	10,5	-0,1
192	38—39	479	38°4497	A0	III	11,5	10,0	10,8	0,0
193	38—39	488	37°4316	A0	V	16,2	14,3	15,3	+1,2
194	39—40	21	39°4370	A0	V	16,3	15,6	16,0	+1,3
195	39—40	37		A0	IV	12,7	12,5	12,6	+0,6
196	39—40	93	39°4409	A0	V	16,0	15,8	15,9	+1,3
197	39—40	156		A0	IV	13,3	13,5	13,4	+0,8
198	39—40	157	39°4442	A0	IV	13,0	14,4	13,7	+0,9
199	39—40	172		A0	V	15,2	15,1	15,2	+1,2
200	39—40	182	38°4364	A0	IV	11,2	11,0	11,1	+0,1
201	39—40	195	39°4466	A0	IV	14,3	13,9	14,1	+1,0
202	39—40	432	36°4576	A0	IV	14,3	13,5	13,9	+1,0
203	39—40	436	39°4577	A0	IV	11,6	11,2	11,4	+0,3
204	40—41	78	40°4387	A0	V	15,7	15,0	15,4	+1,2
205	40—41	83	40°4390	A0	V	15,8	15,2	15,5	+1,2
206	40—41	108	40°4399	A0	IV	12,5	11,6	12,1	+0,5
207	40—41	258	40°4471	A0	III	12,0	12,0	12,0	+0,5
208	40—41	266	39°4506	A0	III	10,3	10,5	10,4	-0,1
209	40—41	283	39°4516	A0	IV	13,5	12,9	13,2	+0,8
210	40—41	390	39°4556	A0	IV	13,3	12,9	13,1	+0,8
211	41—42	58	41°4007	A0	IV	15,6	12,4	14,0	+1,0
212	34—35	155	33°4175	A1	IV	12,2	12,8	12,5	+0,6
213	34—35	196	34°4330	A1	V	14,6	14,5	14,5	+1,0
214	34—35	211		A1	V	15,5	13,2	14,3	+1,0
215	35—36	123	34°4259	A1	V	15,6	15,7	15,6	+1,3
216	35—36	153	35°4395	A1	V	15,0	14,2	14,6	+1,1
217	35—36	181	34°4298	A1	IV	10,3	10,0	10,2	-0,2
218	35—36	183	35°4412	A1	III	12,8	9,2	11,0	+0,1
219	35—36	340		A1	IV	14,0	13,0	13,5	+0,9
220	36—37	24	35°4329	A1	IV	11,2	9,7	10,5	-0,1
221	36—37	36	35°4336	A1	IV	12,8	12,5	12,7	+0,6
222	36—37	41		A1	V	11,4	11,5	11,4	+0,3
223	36—37	68	36°4361	A1	IV	13,8	13,8	13,8	+0,9
224	36—37	70	35°4348	A1	IV	11,2	11,5	11,4	+0,3
225	36—37	97	35°4364	A1	IV	12,4	12,7	12,6	+0,6
226	36—37	132	35°4388	A1	IV	18,8	13,5	16,1	+1,3
227	36—37	299	36°4509	A1	IV	14,2	15,0	14,6	+1,1
228	36—37	422	36°4560	A1	IV	13,3	11,8	12,6	+0,6
229	37—38	178	37°4224	A1	IV	13,7	15,5	14,6	+1,1
230	37—38	194		A1	IV	12,5	12,5	12,5	+0,6
231	37—38	224		A1	IV	14,4	12,8	13,6	+0,9
232	37—38	240		A1	V	16,8	12,7	16,7	+1,5
233	37—38	281	36°4528	A1	IV	11,8	16,8	12,3	+0,5

Таблица 4 (продължение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
234	38°—39°	38	199556	A1	IV	14,0	14,5	14,3	+1,0
235	38—39	62	37°4130	A1m	III	12,1	13,0	12,6	+0,6
236	38—39	141	38°4331	A1p:	IV	13,6	13,1	13,3	+0,8
237	38—39	224	38°4366	A1	IV	15,0	13,2	14,1	+1,0
238	38—39	246	37°4210	A1	IV	12,1	12,9	12,5	+0,6
239	38—39	257	38°4384	A1	V	15,4	10,0	12,7	+0,6
240	38—39	281	38°4396	A1	IV	11,8	13,9	12,9	+0,7
241	38—39	323		A1	V	15,8	17,0	16,4	+1,4
242	38—39	333	38°4425	A1	IV	13,8	12,0	12,9	+0,7
243	38—39	377	38°4443	A1	IV	14,4	13,8	14,1	+1,0
244	38—39	483		A1	IV	12,0	13,6	12,8	+0,7
245	39—40	16	38°4278	A1	IV	13,0	11,7	12,3	+0,5
246	39—40	72	39°4396	A1	IV	16,5	16,0	16,3	+1,4
247	39—40	441	39°4578	A1	V	14,0	13,5	13,8	+0,9
248	40—41	46	40°4370	A1	III	11,3	12,6	12,0	+0,5
249	40—41	157	39°4452	A1	V	14,4	13,0	13,7	+0,9
250	40—41	201		A1	IV	12,6	12,8	12,7	+0,6
251	40—41	262	39°4504	A1	III	11,3	10,2	10,7	0,0
252	40—41	409	39°4563	A1	IV	13,4	12,6	13,0	+0,8
253	41—42	32	40°4398	A1	V	11,5	10,8	11,2	+0,2
254	41—42	45	40°4406	A1m:	III	10,8	7,8	9,3	-0,6
255	41—42	82		A1	V	13,2	11,2	12,2	+0,5
256	41—42	98	40°4448	A1	III	11,6	9,5	10,6	0,0
257	41—42	155	41°4088	A1	III	10,7	10,9	10,8	0,0
258	41—42	198		A1	III	10,7	9,1	9,9	-0,3
259	33—34	13		A2	IV	14,0	12,7	13,4	+0,8
260	33—34	34		A2	V	15,7	16,2	16,0	+1,3
261	33—34	114	32°4071	A2	III	11,6	10,1	10,8	0,0
262	34—35	47	33°4110	A2	IV	13,8	11,8	12,8	+0,7
263	34—35	100	34°4256	A2	IV	14,1	13,3	13,7	+0,9
264	34—35	102	33°4138	A2	V	15,0	12,8	13,9	+1,0
265	34—35	154	33°4174	A2	IV	11,9	10,5	11,2	+0,2
266	34—35	232		A2	V	15,0	13,5	14,3	+1,0
267	34—35	256		A2	V	15,2	14,4	14,8	+1,1
268	34—35	379	33°4263	A2m	III	12,0	13,6	12,8	+0,7
269	35—36	214		A2	V	15,2	13,8	14,5	+1,0
270	35—36	297	35°4464	A2	V	14,3	16,9	15,6	+1,3
271	35—36	352	34°4384	A2	V	14,5	14,5	14,5	+1,0
272	36—37	13	36°4320	A2	IV	12,2	9,9	11,0	+0,1
273	36—37	51	35°4342	A2	V	15,8	12,7	14,2	+1,0
374	36—37	183		A2	V	17,2	15,7	16,5	+1,4
275	36—37	371	36°4538	A2	V	15,1	13,3	14,2	+1,0
276	36—37	437	36°4567	A2	IV	13,0	11,2	12,1	+0,5
277	36—37	467	36°4591	A2	V	13,5	14,5	14,0	+1,0
278	37—38	137	201562	A2	V	16,7	16,0	16,3	+1,4
279	37—38	151		A2	V	17,4	13,4	15,4	+1,2
280	37—38	196		A2	V	15,7	13,3	14,5	+1,0
281	37—38	296		A2	IV	12,6	13,5	13,0	+0,8
282	38—39	170	38°4342	A2m:	III	13,0	13,0	13,0	+0,8
283	38—39	234	38°4371	A2	IV	13,1	12,5	12,8	+0,7
284	38—39	235		A2	V	14,5	13,8	14,2	+1,0
285	38—39	280		A2	V	15,2	14,1	14,7	+1,1
286	38—39	299	38°4407	A2	IV	14,9	12,8	13,8	+0,9
287	38—39	310	38°4416	A2	IV	13,1	12,3	12,7	+0,6
288	39—40	74		A2	IV	12,5	12,5	12,5	+0,6
289	39—40	287		A2	IV	13,0	11,6	12,3	+0,5
290	39—40	416		A2	IV	11,2	11,9	11,6	+0,3
291	40—41	380	39°4550	A2	IV	12,7	11,3	12,0	+0,5
292	41—42	8	40°4381	A2m:	III	8,9	9,7	9,3	-0,6

Таблица 4 (продолжение)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
293	41°—42°	134	40°4475	A2m	IV	10,8	9,2	10,0	—0,3
294	33—34	149	33°4216	A3	V	13,4	12,8	13,1	+1,2
295	34—35	64	33°4118	A3	V	13,8	12,6	13,2	+1,2
296	34—35	174		A3	V	14,0	12,6	13,3	+1,2
297	34—35	372	33°4258	A3	V	15,6	15,4	15,5	+1,6
298	34—35	416		A3	V	16,4	13,5	15,0	+1,5
299	35—36	302		A3	V	14,9	14,3	14,6	+1,5
300	35—36	369		A3	V	12,8	14,5	13,7	+1,3
301	36—37	443	36°4570	A3	V	13,6	12,4	13,0	+1,2
302	37—38	93	36°4379	A3	V	16,2	15,4	15,8	+1,7
303	37—38	258		A3	IV	12,0	11,6	11,8	+0,8
304	37—38	275	37°4275	A3	IV	12,1	12,1	12,1	+0,9
305	38—39	275		A3	IV	14,7	12,1	13,4	+1,2
306	38—39	309	38°4414	A3m:	IV	12,2	10,8	11,5	+0,7
307	39—40	71	39°4395	A3	IV	12,4	10,8	11,6	+0,7
308	39—40	304	38°4447	A3	V	13,4	13,0	13,2	+1,2
309	40—41	177		A3	V	14,9	12,1	13,5	+1,3
310	40—41	302	203169	A3	IV	13,1	13,3	13,2	+1,2
311	40—41	375	40°4513	A3	V	13,7	12,5	13,1	+1,2
312	40—41	440	40°4552	A3	III	10,6	11,8	11,2	+0,6

жат Кадла на основе данных о тригонометрических параллаксах), как и Бартая ($M_{\text{вб}}$), Петри / $M_{\text{вп}}$ / и Зиннерштада / $M_{\text{вс}}$ / для исследованных ими звезд.

Сравнение наших определений $M_{\text{в}}$ с определениями Копылова (рис. 3) предоставило дополнительную возможность для проверки редуцированных соотношений с системой эквивалентных ширин Копылова. Среднее отклонение данных автора об абсолютных величинах стандартных звезд от данных Копылова составляет $\pm 0^{\text{m}}, 35$.

Абсолютные величины программных звезд. В табл. 4 приводятся измеренные эквивалентные ширины W_{γ} и W_{δ} линий H_{γ} и H_{δ} , как и их полусуммы $W_{\gamma\delta} = (W_{\gamma} + W_{\delta})/2$, в спектрах 312 звезд спектральных классов В5—А3, а также их абсолютные величины $M_{\text{вк}}$, вычисленные после редукиции W_{λ} к системе Копылова, с использованием его же калибровки абсолютных величин по эквивалентным ширинам упомянутых линий (табл. 2). Эти звезды были внимательно подобраны на пластинках с нормально экспонированными чистыми спектрами. Для каждой звезды мы располагали 2—4 спектрограммы, причем результаты W_{λ} усреднялись подобно тому, как это было сделано при стандартных звездах — придавая разный вес определениям W_{λ} в зависимости от качества изображения.

Звезды могут быть отождествлены на картах звездного неба, содержащихся в нашем каталоге (Р а д о с л а в о в а, Ц., 1977А); каждая звезда расположена в зоне, указанной в столбце 2 табл. 4 и обозначена номером, данным в столбце 3.

В табл. 4 приведены также спектральные классы (Sp) и классы светимости (LC), определенные визуально при помощи критериев для двумерной спектральной классификации, разработанных применительно к абастуманским спектрам (Х а р а д з е, Е. К., Р. А. Б а р т а я, 1960). Наблюдается явная корреляция между классами светимости и эквивалентными ширинами водородных линий. Поскольку оба параметра являются мерой абсолютных величин звезд, этот результат показывает, что, несмотря на трудности качественной оценки светимости В—А-звезд по абастуманским спек-

Таблица 5

LC	III		IV		V	
	Ш.—К.	авт.	Ш.—К.	авт.	Ш.—К.	авт.
B5	-2 ^m ,2	-1 ^m ,4	-1 ^m ,8	-1 ^m ,0	-1 ^m ,0	-0 ^m ,7
B8	-1 ,0	-0 ,4	-0 ,7	+0 ,2	0 ,0	+0 ,6
B9	-0 ,4	-0 ,7	-0 ,2	+0 ,3	+0 ,5	+0 ,9
A0	(+0 ,1)	+0 ,2	+0 ,3	+0 ,7	+1 ,0	+1 ,1
A1	(+0 ,5)	0 ,0	+0 ,7	+0 ,7	+1 ,3	+0 ,9
A2	(+0 ,7)	+0 ,2	+1 ,0	+0 ,5	+1 ,2	+1 ,1
A3	+0 ,9	+0 ,6	+1 ,2	+0 ,9	+1 ,8	+1 ,3

рам, такая оценка возможна и она довольно близко сходится с количественной оценкой по W_{λ} -линий водорода.

В табл. 5 даны средние абсолютные величины, полученные для разных спектральных подклассов, отдельно для третьего, четвертого и пятого классов светимости. Рядом приводятся значения этих же величин по Шмидт-

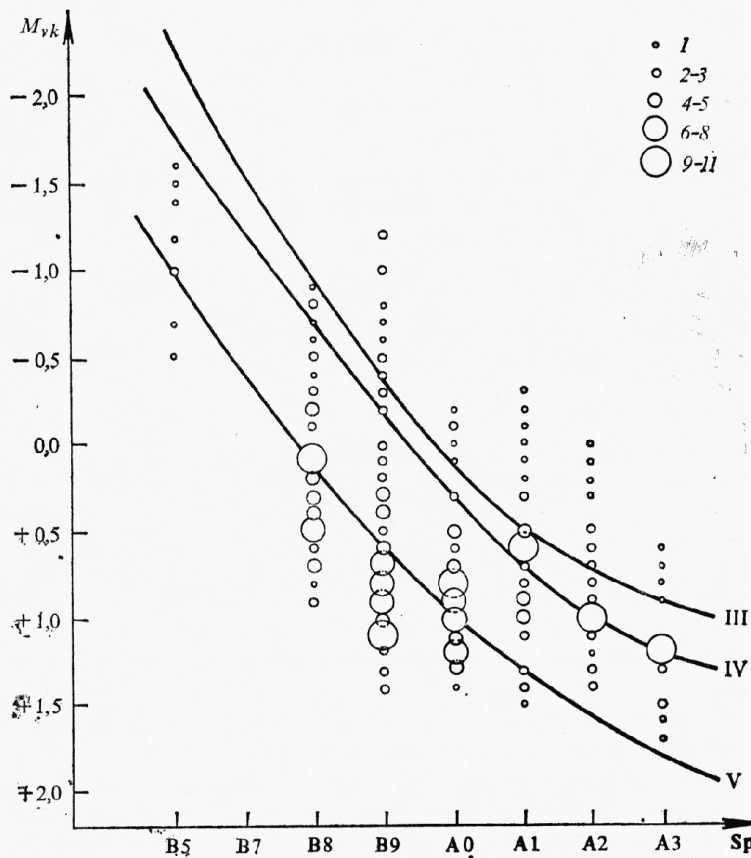


Рис. 4. Диаграмма абсолютная величина — спектральный класс для 312 программных звезд. Различные размеры кружков относятся к различному числу звезд, как указано в верхнем углу диаграммы. Линии проведены по данным Шмидт-Калера и показывают среднее положение звезд III, IV, V классов светимости

Калеру (Schmidt-Kaler, T., 1965). Заметно небольшое систематическое занижение светимости в интервале B5—A0 и такое же систематическое завышение в интервале A1—A3, средние значения которых соответственно $+0^m,5$ и $-0^m,3$.

То же самое видно и из диаграммы спектр — светимость, построенной для исследованных звезд (рис. 4). Кривые для третьего, четвертого и пятого классов светимости проведены по данным Шмидт-Калера.

Поскольку мы не располагаем данными других авторов для наших звезд, трудно решить, насколько это систематическое отклонение является реальным и связано ли оно с точностью визуальной классификации, спектрофотометрической обработки или же с разницей в калибровках Шмидт-Калера и Копылова.

В заключение считаем своей приятной обязанностью выразить благодарность доктору Раисе Ал. Бартая за всестороннюю помощь и ценные дискуссии при выполнении настоящей работы.

Л и т е р а т у р а

- Копылов, И. М. 1960. Изв. КрАО, **22**, 189.
Леушин, В. В. 1973. Изв. САО, **5**, 70.
Мустель, Э. Р., Л. С. Галкин. 1960. Изв. КрАО, **22**, 225.
Радославова, Ц. 1977. Бюлл. Абаст. обс., **48**, 251.
Радославова, Ц. 1977А. Диссертация. Абастумани.
Харадзе, Е. К., Р. А. Бартая. 1960. Бюлл. Абаст. обс., **25**, 139.
Kharadze, E. K., R. A. Bartaya. 1966. IAU Symp., **24**, 51.
Sinnerstad, U. 1961. Stockh. Obs. Ann., **21**, No 6.
Sinnerstad, U. 1961A. Stockh. Obs. Ann., **22**, No 2.
Petrie, R. M., C. D. Maunsell. 1950. Publ. Dom. Obs. Vict., **8**, 253.
Schmidt-Kaler, T. 1965. Landolt-Börnstein, gr. VI, **1**, 297.

Spectral absolute magnitudes of 312 stars of spectral classes B5-A3 in the region of the association Cygnus OB4

Tz. Radoslavova

(Summary)

The work is performed on the basis of observational material obtained on the 70 cm meniscus telescope of the Abastumani Astrophysical Observatory. The telescope was supplied with an 8° objective prism, the dispersion being 166 Å/mm at H_γ . After recording the spectra, the equivalent widths of the lines H_γ and H_δ were measured and a reduction was carried out to the Kopylov's system of equivalent widths using a number of standard stars. Applying the Kopylov's calibration of M_v by W_λ , the absolute magnitudes of 312 program stars spectral type B5-A3 are derived and their position in the H-R diagram is discussed. The results are presented in Table 4, as well as the spectral types and luminosity classes determined by visual inspection of the plates.

*Самостоятельный сектор астрономии
с Национальной астрономической об-
серваторией Болгарской академии наук*

Поступила 25. XII. 1984 г.