

ЛИНИИ НЕЙТРАЛЬНОГО ГЕЛИЯ В СПЕКТРАХ В-ЗВЕЗД. II. АНАЛИЗ КАТАЛОГА

В. Г. Клочкова, В. Е. Панчук

По данным составленного авторами каталога эквивалентных ширин 8 линий нейтрального гелия $W(\text{HeI})$ получены средние зависимости $\bar{W}(\text{HeI}) \pm \sigma$ от показателя цвета $(U-B)_0$. Выявлено существенное различие наблюдаемых и теоретических значений $W(\text{HeI})$. При анализе отношения «синглет/триплет» показано, что его величина аномальна для пекулярных В-звезд с ослабленными линиями гелия.

Using the data from the catalogue composed by the authors of the equivalent widths $W(\text{HeI}) \pm \sigma$ as a function of colour index $(U-B)_0$ has been obtained. The essential discrepancy between observational and theoretical value of $W(\text{HeI})$ is revealed. By the analysis of the ratio «singlet/triplet» it is shown that this ratio is anomalous for the He-weak stars.

На основании опубликованных данных об эквивалентных ширинах W линий нейтрального гелия с привлечением наших результатов спектроскопического изучения В-звезд в скоплениях и ассоциациях составлен каталог [1] для 8 линий HeI в синей области спектра: λ 4009, 4026, 4121, 4144, 4387, 4438, 4471, 4713 Å. Кроме того, в каталоге приведены значения W для линий H_γ , H_δ . Первая версия каталога содержит результаты 977 определений для 492 звезд. Большинство определений сведено в нашу систему W , внутренняя точность каталога после приведения W к единой системе возросла по крайней мере в 1.5 раза. Ниже мы рассмотрим часть результатов, полученных при анализе каталога [1].

Показатели цвета. Ввиду неопределенностей в значениях эффективных температур T_e и светимостей мы предпочитаем здесь рассматривать зависимости только между характеристиками, полученными непосредственно из наблюдений. В качестве индикатора T_e мы используем исправленный за межзвездное покраснение показатель цвета $(U-B)_0$. Для 433 объектов каталога в литературе (в основном из [2—4]) найдены результаты фотоэлектрической UBV -фотометрии. При исправлении показателей цвета мы пользовались нормальными показателями цвета, приведенными для звезд разных классов светимости в [5]. Сведения по двумерной МК-классификации взяты из каталогов [3, 6—8], кроме того, мы воспользовались результатами спектроскопического изучения химически пекулярных и нормальных звезд в группировках [9]. Необходимо отметить, что данные по МК-классификации в [3, 6—8] весьма неоднородны и зачастую противоречивы, именно поэтому мы не используем здесь S_p в качестве температурного параметра, а сведения о классе светимости звезд нам нужны лишь для группировки объектов при вычислении средних значений W и при исправлении показателей цвета за покраснение.

Линии водорода. Ввиду совпадения для В-звезд величин $W(H_\gamma)$ и $W(H_\delta)$ [1] зависимость эквивалентной ширины от показателя цвета мы приводим для величины $W(H)$, которая при наличии измерений W обеих линий равна полусумме $(1/2)(W(H_\gamma) + W(H_\delta))$, а в остальных случаях приравнивается W измеренной линии. Этот прием увеличивает точность и расширяет число исследуемых объектов. На рис. 1 приведены зависимости $W(H)$ от $(U-B)_0$, построенные отдельно для звезд I—II и III—V классов светимости. Видно, что в фиксированных интервалах показателя цвета $(U-B)_0$ нет систематических различий в $W(H)$ у пекулярных и нормальных звезд. Вывод об одинаковой светимости пекулярных и нормальных звезд главной последовательности следует и из сравнения положений этих объектов на диаграммах цвет—величина для

рассеянных скопления [9]. Поэтому при вычислении средней зависимости $\bar{W}(H)$ от $(U-B)_0$ пекулярные звезды мы не исключали.

Большой объем однородной информации позволяет выполнить сравнение наблюдений и теории. Сплошной и прерывистой линиями на рис. 1, б нанесены теоретические значения $W(H_\gamma)$ от $(U-B)_0$, взятые из [10], соответственно для $\lg g=3.5$ и 4.0 . Поскольку в [10] даны зависимости $W(H_\gamma)$ от T_e и $\lg g$, нам пришлось использовать связь $(U-B)_0$ с T_e и $\lg g$ из [11]. Из рис. 1, б следует, что для поздних В-звезд наблюдаемые $W(H)$ систематически ниже теоретических значений даже для значения ускорения силы тяжести в атмосфере $\lg g=3.5$. Это подтверждает выводы, полученные ранее [12].

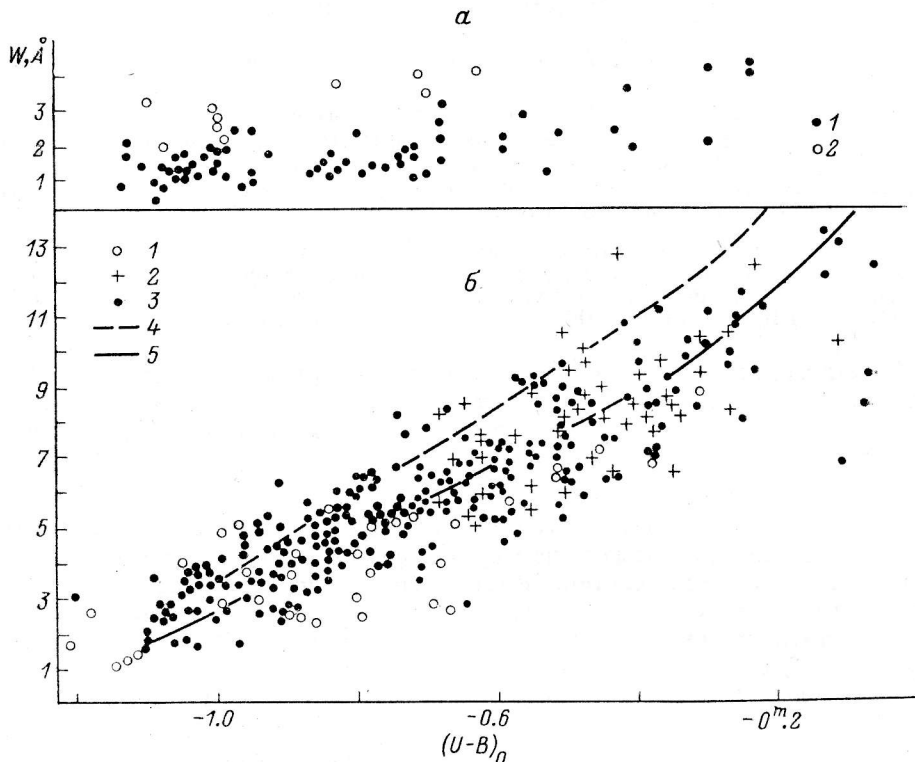


Рис. 1. Эквивалентная ширина линии водорода H_γ в зависимости от показателя цвета, исправленного за межзвездное покраснение.

а — звезды высокой светимости (1 — класс светимости I, 2 — класс светимости II); б — звезды главной последовательности (1 — B_e , 2 — B_p , 3 — нормальные В-звезды III—V классов светимости); 4 — теоретические значения $W(H_\gamma)$ из [10] для $\lg g=4.0$, 5 — то же, для $\lg g=3.5$.

В табл. 1 мы приводим средние зависимости $\bar{W}(H)$ от $(U-B)_0$, построенные для I, III и IV—V классов светимости. В колонках 2 и 4 указаны ошибки средних, в 5 — число использованных звезд.

Линии нейтрального гелия. Схема определения средних зависимостей \bar{W} для линий HeI подобна той, которая применена при анализе линий водорода. Однако при вычислении $\bar{W}(\text{HeI})$ мы исключили пекулярные звезды He-weak и He-rich. Необходимость такого исключения очевидна (рис. 2). Известно [13], что значительная часть звезд He-weak из-за низких скоростей осевого вращения и ослабления линий гелия классифицируется в двумерной МК-классификации как принадлежащая III классу светимости. Поэтому после исключения B_p -звезд при вычислении средних $\bar{W}(\text{HeI})$ нам пришлось объединить звезды III—IV—V классов светимости. Средние значения $\bar{W}(\text{HeI})$ в зависимости от $(U-B)_0$ даны в табл. 2, здесь же указаны ошибки среднего и число звезд.

На рис. 3 приведена кривая ошибок для средних значений \bar{W} линий HeI, индивидуальные точки здесь соответствуют значениям $\sigma_{\bar{W}}$ из колонки 4 табл. 2.

При построении рис. 3 мы использовали значения $\sigma_{\bar{W}}$ для $(U-B)_0 < -0^m4$, для более холодных звезд ввиду небольшого числа определений величины \bar{W} (HeI) определены с большой ошибкой. Из рис. 3 и табл. 2 можно сделать вывод о том, что относительная ошибка величин \bar{W} (HeI) в среднем составляет 3—4 % в диапазоне $\bar{W} \approx 0.3 \div 1.0 \text{ \AA}$. Аналогичная ошибка для значений \bar{W} (H) по данным табл. 1 составляет в среднем 3.5 % для тех случаев, когда средние \bar{W} (H) определены по числу звезд $n \geq 10$, и составляет в среднем 8 % для случаев с $n < 10$.

ТАБЛИЦА 1
Средние зависимости \bar{W} (H) от $(U-B)_0$

$(U-B)_0$	$\frac{\sigma_{\bar{W}}}{\bar{W}}$, %	\bar{W} , \AA	$\sigma_{\bar{W}}$, %	n
1	2	3	4	5
IV—V				
—1 ^m 06	0.99	2.92	5.90	24
—0.94	0.59	3.93	4.92	30
—0.84	0.55	4.70	2.46	38
—0.74	0.61	5.37	3.67	36
—0.65	0.72	6.20	2.89	35
—0.55	0.99	7.04	3.37	36
—0.45	1.40	8.28	4.40	20
—0.35	1.81	8.62	2.78	23
—0.25	3.02	10.08	3.76	12
—0.09	12.31	10.40	2.03	6
III				
—1.07	1.28	2.37	4.63	15
—0.94	1.21	3.17	4.82	9
—0.85	1.18	3.37	7.66	8
—0.74	2.6:	3.92	2.9:	4
—0.63	1.85	5.37	1.46	5
—0.53	1.95	6.62	5.33	11
—0.44	2.41	7.00	3.98	7
—0.36	1.62	6.67	7.43	5
—0.10		10.7:		2
I—II				
—1.07	0.78	1.34	1.67	21
—0.96	0.81	1.58	1.19	10
—0.83	0.78	1.34	6.35	7
—0.74	1.28	1.48	8.16	11
—0.67	0.60	2.05	17.9	5
—0.55	2.90	1.99	13.2	5
—0.40	2.20	2.50	20.7	3
—0.25	6.93	3.51	15.0	4

На рис. 4 средние зависимости \bar{W} (HeI) от $(U-B)_0$, построенные для линий $\lambda 4121$ и $\lambda 4026$, сравниваются с теоретическими величинами из [14] и [15]. Ауэр и Михалас [14] рассчитали сетку значений W (HeI), учитывая не-ЛТР-эффекты при определении населенностей уровней, причем использованы модели атмосфер, рассчитанные с учетом бланкетирования излучения в линиях водорода. Вольф и Хисли [15] опубликовали зависимость W (HeI) для линии $\lambda 4026$ от эффективной температуры модели T_e , рассчитанную для группы ЛТР-моделей Куруча [10] с $\lg g = 4.0$. Из сравнения приведенных на рис. 4 кривых следует, что наблюдаемые и теоретические зависимости согласуются плохо, причем различаются как абсолютные значения W , так и форма кривых. Несмотря на то что обе рассматриваемые на рис. 4 линии образуются при триплетных переходах и особенности схемы расчета в [14] (раздельное рассмотрение систем триплетных и синглетных уровней) не должны повлиять на относительные населенности триплетных уровней, соотношение между теорией и наблюдениями на рис. 4 обратное. Разница между теоретическими и наблюдаемыми

ТАБЛИЦА 2

Средние зависимости \bar{W} (HeI) от $(U - B)_0$

$(U - B)_0$	$\sigma_{(U - B)_0}$	$\bar{W}, \text{\AA}$	$\sigma_{\bar{W}, \text{\AA}}$	n	$(U - B)_0$	$\sigma_{(U - B)_0}$	$\bar{W}, \text{\AA}$	$\sigma_{\bar{W}, \text{\AA}}$	n
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
$\lambda 4009 \text{\AA}, \text{III-V}$					$\lambda 4144, \text{\AA} \text{ III-V}$				
-0 ^m .22	0 ^m .04	0.105	0.039	5	-0.18	0.062	0.140	0.039	5
-0.36	0.005	0.159	0.023	11	-0.36	0.007	0.166	0.029	12
-0.45	0.023	0.291	0.040	9	-0.45	0.009	0.258	0.035	9
-0.55	0.007	0.335	0.020	26	-0.54	0.006	0.389	0.021	28
-0.65	0.006	0.435	0.024	25	-0.65	0.006	0.534	0.031	26
-0.74	0.005	0.600	0.024	30	-0.74	0.004	0.730	0.031	36
-0.84	0.005	0.624	0.022	34	-0.84	0.005	0.710	0.019	38
-0.94	0.005	0.545	0.028	32	-0.94	0.005	0.610	0.025	34
-1.06	0.009	0.416	0.017	32	-1.06	0.008	0.541	0.024	35
$\lambda 4009 \text{\AA}, \text{I-II}$					$\lambda 4144 \text{\AA}, \text{I-II}$				
-0.25		0.04:		2	-0.26	0.020	0.065	0.010	3
-0.52	0.034	0.200	0.025	5	-0.40	0.009	0.114	0.073	3
-0.67	0.005	0.199	0.050	4	-0.55	0.016	0.190	0.044	5
-0.73	0.011	0.264	0.025	6	-0.67	0.005	0.285	0.054	4
-0.83	0.006	0.313	0.024	7	-0.75	0.010	0.319	0.019	10
-0.96	0.008	0.324	0.025	11	-0.84	0.002	0.438	0.060	9
-1.06	0.008	0.260	0.012	24	-0.96	0.008	0.397	0.032	12
$\lambda 4026 \text{\AA}, \text{III-V}$					$\lambda 4387 \text{\AA}, \text{III-V}$				
-0.09	0.012	0.136	0.021	6	-0.24	0.025	0.242	0.017	7
-0.26	0.008	0.319	0.034	7	-0.36	0.007	0.279	0.030	14
-0.36	0.007	0.390	0.023	18	-0.45	0.008	0.342	0.037	11
-0.45	0.007	0.640	0.034	15	-0.55	0.006	0.448	0.025	30
-0.55	0.005	0.761	0.024	36	-0.65	0.006	0.602	0.026	28
-0.65	0.006	0.928	0.039	29	-0.74	0.004	0.750	0.021	38
-0.74	0.005	1.237	0.040	31	-0.84	0.005	0.775	0.016	49
-0.84	0.005	1.165	0.039	36	-0.94	0.005	0.652	0.021	38
-0.94	0.005	1.009	0.042	37	-1.06	0.008	0.567	0.018	38
-1.06	0.008	0.828	0.023	36	$\lambda 4387 \text{\AA}, \text{I-II}$				
$\lambda 4026 \text{\AA}, \text{I-II}$					-0.26	0.020	0.054	0.003	3
-0.25	0.017	0.188	0.088	4	-0.40	0.009	0.133	0.091	3
-0.40	0.009	0.175	0.110	3	-0.55	0.016	0.220	0.056	5
-0.55	0.016	0.337	0.073	5	-0.68	0.005	0.346	0.079	5
-0.67	0.009	0.618	0.114	7	-0.75	0.010	0.364	0.015	10
-0.73	0.010	0.471	0.021	8	-0.83	0.005	0.492	0.046	10
-0.83	0.005	0.668	0.086	10	-0.96	0.008	0.431	0.029	12
-0.97	0.007	0.609	0.045	12	-1.06	0.008	0.381	0.020	25
-1.062	0.008	0.545	0.022	24	$\lambda 4438 \text{\AA}, \text{III-V}$				
$\lambda 4121 \text{\AA}, \text{III-V}$					-0.24		0.048		2
-0.22	0.042	0.031	0.007	4	-0.45	0.020	0.140	0.053	3
-0.36	0.009	0.082	0.056	3	-0.55	0.010	0.234	0.036	10
-0.45	0.009	0.160	0.022	10	-0.63	0.010	0.181	0.030	9
-0.54	0.007	0.224	0.024	23	-0.75	0.009	0.196	0.030	12
-0.65	0.006	0.270	0.025	22	-0.84	0.008	0.212	0.043	10
-0.74	0.006	0.321	0.016	24	-0.93	0.007	0.238	0.017	18
-0.84	0.005	0.358	0.018	28	-1.05	0.011	0.249	0.024	16
-0.94	0.006	0.414	0.017	28	$\lambda 4438 \text{\AA}, \text{I-II}$				
-1.05	0.008	0.406	0.017	30	-0.25		0.046		2
$\lambda 4121 \text{\AA}, \text{I-II}$					-0.52	0.043	0.128	0.044	4
-0.26	0.020	0.025	0.002	3	-0.71	0.017	0.139	0.020	5
-0.40	0.009	0.079	0.063	3	-0.83	0.004	0.207	0.017	4
-0.54	0.016	0.134	0.039	5	-0.96	0.011	0.173	0.020	7
-0.67	0.005	0.147	0.038	4	-1.05	0.009	0.160	0.011	10
-0.73	0.015	0.207	0.018	6					
-0.83	0.006	0.295	0.038	7					
-0.96	0.008	0.347	0.024	11					
-1.06	0.008	0.306	0.018	22					

$(U-B)_0$	$\sigma_{(U-B)_0}$	$\bar{W}, \text{Å}$	$\sigma_{\bar{W}}, \text{Å}$	n	$(U-B)_0$	$\sigma_{(U-B)_0}$	$\bar{W}, \text{Å}$	$\sigma_{\bar{W}}, \text{Å}$	n
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
$\lambda 4471 \text{ Å}, \text{ III-V}$					$\lambda 4713 \text{ Å}, \text{ III-V}$				
-0.08	0.016	0.173	0.035	8	-0.25	0.081	0.060	0.015	3
-0.26	0.008	0.309	0.030	7	-0.46	0.012	0.216	0.020	5
-0.36	0.007	0.376	0.028	17	-0.54	0.009	0.262	0.028	15
-0.45	0.007	0.507	0.031	15	-0.65	0.008	0.322	0.022	20
-0.55	0.005	0.683	0.029	36	-0.74	0.006	0.372	0.017	24
-0.65	0.006	0.886	0.039	28	-0.84	0.006	0.375	0.014	25
-0.74	0.004	1.094	0.030	35	-0.94	0.006	0.340	0.017	28
-0.84	0.005	1.105	0.035	39	-1.05	0.008	0.361	0.017	30
-0.94	0.005	0.970	0.032	36					
-1.063	0.008	0.885	0.026	38					
$\lambda 4471 \text{ Å}, \text{ I-II}$					$\lambda 4713 \text{ Å}, \text{ I-II}$				
-0.25	0.017	0.200	0.087	4	-0.33	0.047	0.033	0.002	4
-0.40	0.009	0.210	0.111	3	-0.63	0.028	0.208	0.044	6
-0.55	0.016	0.367	0.068	5	-0.75	0.010	0.241	0.020	9
-0.67	0.009	0.570	0.101	7	-0.84	0.006	0.311	0.014	9
-0.74	0.010	0.537	0.023	11	-0.96	0.008	0.306	0.022	12
-0.84	0.005	0.709	0.067	10	-1.06	0.008	0.297	0.014	24
-0.96	0.007	0.661	0.046	14					
-1.06	0.008	0.629	0.030	25					

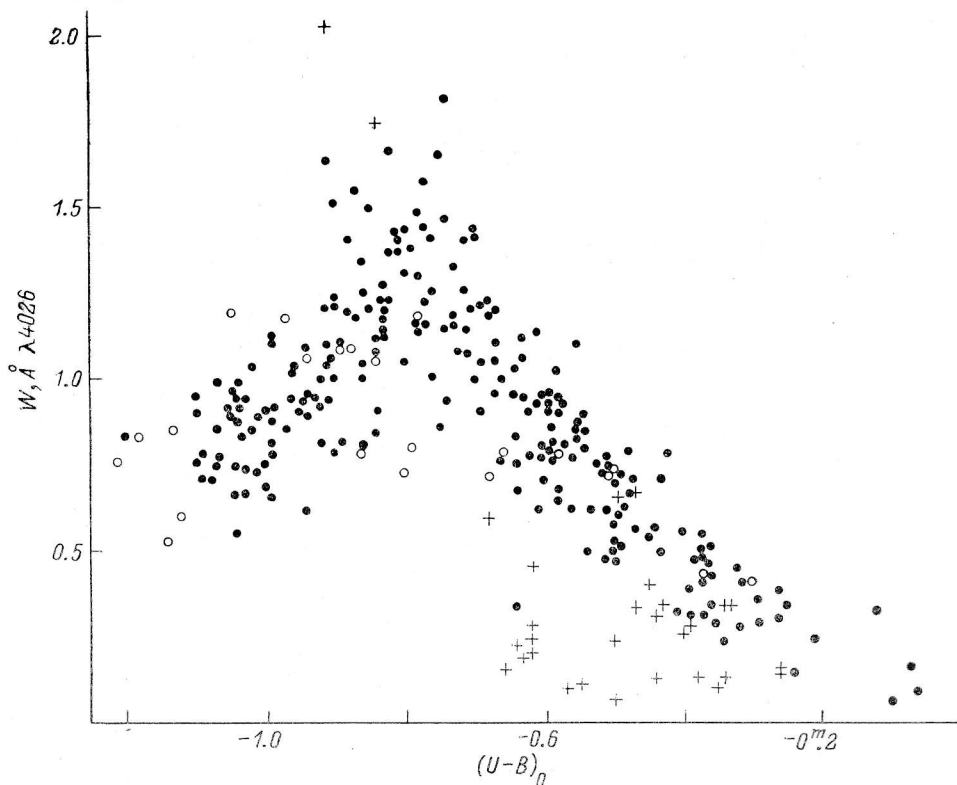


Рис. 2. Эквивалентная ширина линии HeI $\lambda 4026 \text{ Å}$ в зависимости от показателя цвета $(U-B)_0$.

Обозначения те же, что и на рис. 1, б.

значениями W (HeI) зависит от $(U-B)_0$. В связи с этим подчеркнем, что при формальном использовании имеющейся теории для определения содержания гелия ϵ (He) в группировках В-звезд разного возраста, у которых населенность

разных участков главной последовательности различна, можно прийти к ошибочному выводу о зависимости средней для группировки величины ϵ (He) от возраста группировки.

В работе [16] мы обратили внимание на аномальное поведение части исследованных нами В-звезд на плоскости W (λ 4121)— W (λ 4026), причем было отмечено, что эта аномалия не коррелирует с классом светимости звезды. Пользуясь более обширной выборкой из [1], рассмотрим теперь этот феномен подробнее. На рис. 5 сопоставление W для вышеуказанных линий проведено отдельно для сверхгигантов (рис. 5, а) и карликов (рис. 5, б). Из рис. 5, б вновь делаем вывод о том, что

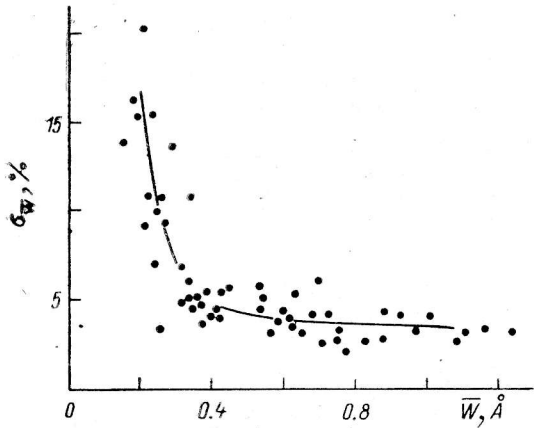


Рис. 3. Относительная ошибка $\epsilon_{\bar{W}}$ средних значений \bar{W} (HeI) в зависимости от \bar{W} (HeI).

не-ЛТР-теория [14] не описывает соотношения линий резкой и диффузной серий. Кроме того, следует заметить, что, во-первых, звезды высокой и

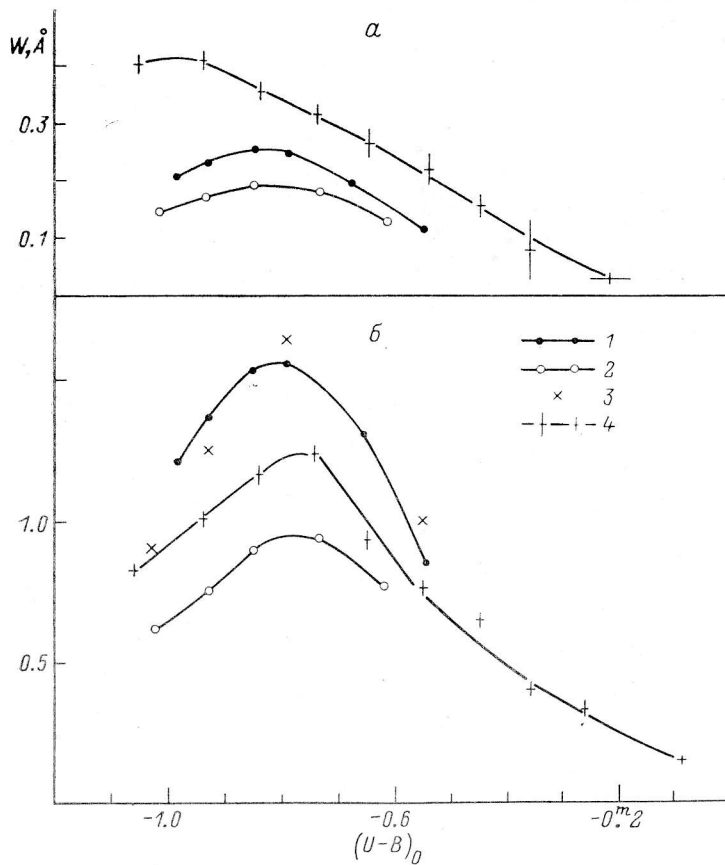


Рис. 4. Средние значения \bar{W} в зависимости от $(U-B)_0$.

а — линия HeI λ 4121 Å; б — линия HeI λ 4026 Å; 1—3 — теоретические зависимости (1 — не-ЛТР из [14], $\lg g=4.0$; 2 — то же, $\lg g=3.0$; 3 — ЛТР из [15]); 4 — наблюдения.

низкой светимости на плоскости W (λ 4121)— W (λ 4026) достаточно надежно различаются, во-вторых, в этих координатах различно положение звезд B_0 и B_p , причем B_p -звезды лежат ближе к теоретической зависимости.

Традиционно (см., например, [14]) при теоретическом описании спектра атомов нейтрального гелия исследуется отношение эквивалентных ширин W_s/W_t для синглетов и триплетов, чувствительное к отклонениям от локального термодинамического равновесия (ЛТР). На примере линий λ 4387 ($^1P^0-^1D$) и λ 4471 ($^3P^0-^3D$) рассмотрим сначала поведение В-звезд на плоскости W_s-W_t . На рис. 6, а эта зависимость построена по материалам нашего каталога [1], на рис. 6, б — по данным каталога [17]. Здесь же нанесено теоретическое соот-

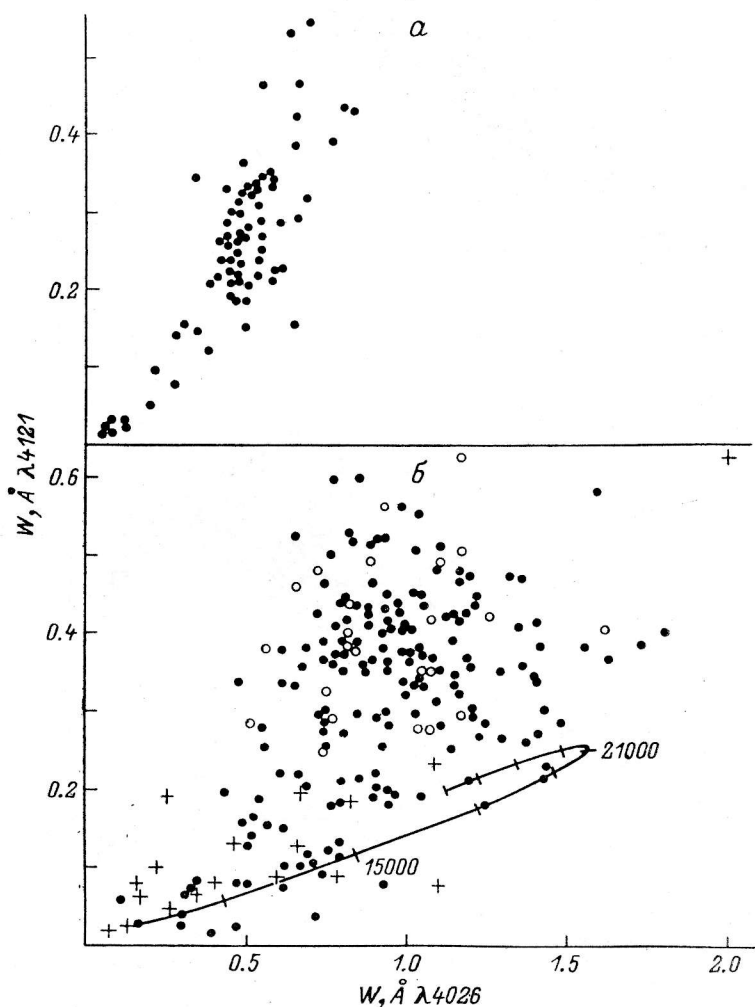


Рис. 5. Эквивалентные ширины линий λ 4121 и 4026 Å по данным каталога [1].

а — звезды высокой светимости, I—II; б — звезды III, обозначения те же, что и на рис. 1, б. Линией нанесена теоретическая зависимость из [14], $\lg g=4.0$ при не-ЛТР. Числа около кривой — значения T_e .

ношение из [14]. Из сравнения рис. 6, а и б, б следует вывод о более высокой точности нашего каталога по отношению к работе [17], полностью основанной на наблюдениях с низким спектральным разрешением. Следует отметить, что списки [1] и [17] перекрываются только для небольшого числа звезд и приведенное в [1] редуцированное соотношение между системами эквивалентных ширин этих работ определено с невысокой точностью. Эти два обстоятельства не позволили нам объединить оба списка, и на рис. 6, б нанесены оригинальные определения из [17], не редуцированные в нашу систему W . Если все же воспользоваться редуцированным соотношением из [1], то сгущение звезд с координатами $W(\lambda 4387)=0.7 \text{ \AA}$; $W(\lambda 4471)=1.2 \text{ \AA}$ на рис. 6, б совпадает с центром сгущения звезд на рис. 6, а. По-видимому, не следует объяснять это сгущение на рис. 6, а избытком В-звезд определенной массы, так как распределение числа

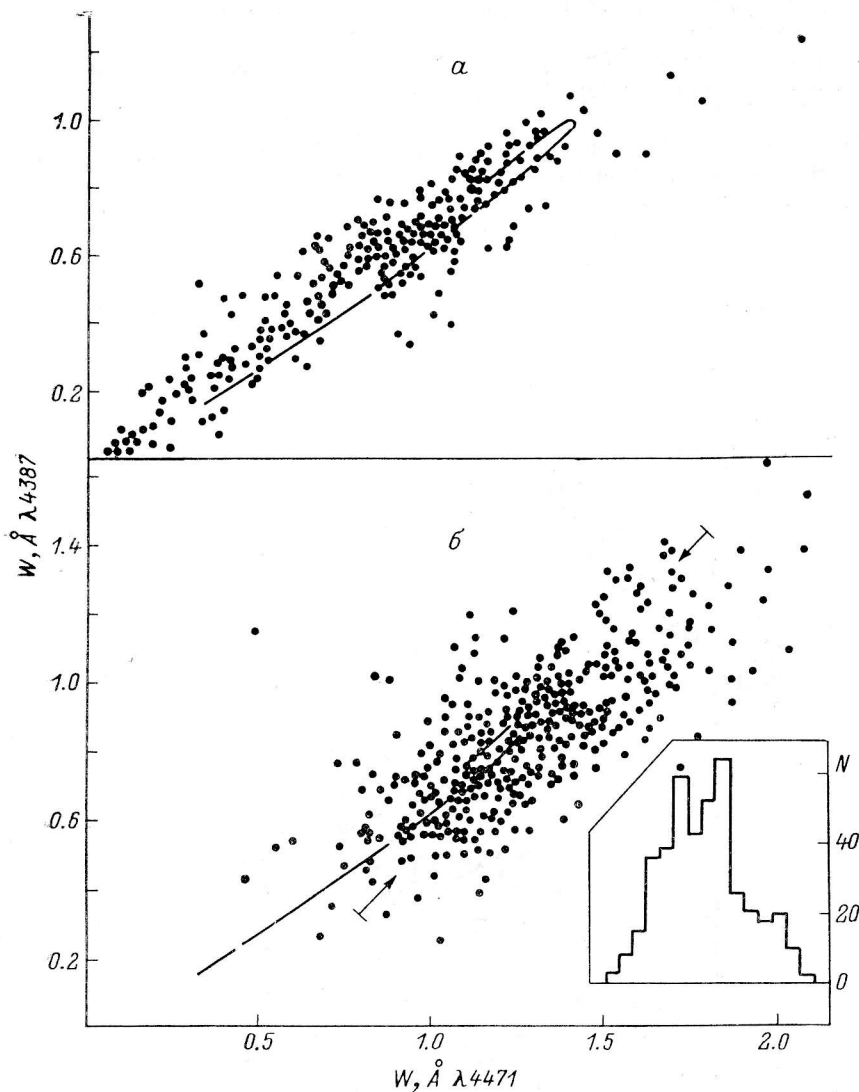


Рис. 6. Соотношение эквивалентных ширин синглета ($\lambda 4387$) и триплета ($\lambda 4471$).

Линией нанесена теоретическая зависимость из [14], $\lg g=4.0$ при не-ЛТР; а — данные каталога [1]; б — данные из [17], на врезке приведена гистограмма числа звезд, подсчитанных вдоль линии, обозначенной на рис. 6, б стрелками.

звезд на зависимости $W(N)$ от $(U-B)_0$ на рис. 1, б является монотонной функцией. Второго сгущения, соответствующего на рис. 6, б области с координатами $W(\lambda 4387)=0.9 \text{ Å}$; $W(\lambda 4471)=1.3 \text{ Å}$, на рис. 6, а нет, хотя его реальность на рис. 6, б иллюстрируется гистограммой.

Так как В-звезды разных типов неодинаково распределены вдоль температурной последовательности, рассмотрим поведение величины W_s/W_t в зависимости от $(U-B)_0$. На рис. 7, а вновь наблюдается четкое разделение областей, занимаемых V_e - и V_p -звездами. Звезды V_e расположены в среднем выше последовательности нормальных В-звезд, можно предположить, что это связано с усилением не-ЛТР-эффектов в атмосферах V_e -звезд, поскольку отклонения от ЛТР усиливают синглеты и ослабляют триплеты [14]. Средняя величина отношения W_s/W_t для горячих В-звезд разной светимости совпадает (см. рис. 7, а и б). Положение звезд He-weak на рис. 7, а обусловлено, вероятно, неодинаковым темпом уменьшения эквивалентных ширин рассматриваемых линий, возникающим в результате реального снижения содержания гелия в их атмосферах.

5628.65	203	3.42	-1.13	75	6.32	6.34	84	6.15	6.18	5628.60	CrI	79 (27)/88 (12)
5642.38	239	3.86	-0.93				45	6.35	6.35	5642.35	CrI	49 (30)/70 (17)
										5642.40	CrI	1 (31)/2 (33)
5719.82	119	3.01	-1.71	83	6.21	6.24				5642.55	CoI	2 (31)/2 (32)
5792.19	17	0.96	-4.45	88	6.43	6.51				5719.80	CrI	79 (27)/51 (6)
5825.81	17	0.96	-4.73	92	6.08	6.17				5792.20	CrI	92 (23)/98 (1)
										5725.75	CrI	82 (26)/97 (4)
										5725.90	NdII	2 (32)/30 (1)
5843.23	119	3.01	-2.41	36	6.23	6.23				5725.95	CrI	0 (32)/3 (13)
5844.61	119	3.01	-1.76	75	6.29	6.32				5843.20	CrI	26 (31)/73 (4)
6047.67	242	3.85	-1.91	26	5.75	5.74	18	5.94	5.94	5844.60	CrI	70 (28)/89 (4)
6501.20	16	0.98	-4.07	122	6.37	6.53	147	5.96	6.18	6047.65	CrI	6 (32)/23 (12)
										6501.22	CrI	98 (18)/99 (1)
6520.07		3.89	-2.06	13	5.92	5.92		6.07	6.12	6520.05	SiI	0 (18)/4 (35)
6529.20		3.89	-1.56	13	6.41	6.41		0.18	0.18	6529.20	CrI	4 (32)/18 (10)
6597.57		4.17	-0.88	49	5.94	5.94				6597.55	CrI	17 (31)/44 (16)
6669.25		4.17	-0.56	50	6.24	6.25				6669.25	CrI	34 (30)/56 (12)
Среднее (6.12)					6.18	6.22						56 (29)/73 (11)
σ (0.15)					0.22	0.24						
Mn												
6356.05		4.26	-1.71	14	6.27	6.28				6356.05	MnI	8 (32)/45 (15)
6382.19		3.77	-1.78	17	6.77	6.78				6382.20	MnI	25 (31)/44 (14)
										6382.00	VI	0 (32)/23 (4)
6413.94		3.76	-1.99	12	6.74	6.75	59	6.37	6.39	6413.95	MnI	19 (32)/36 (13)
6440.98		3.76	-1.36							6440.95	MnI	50 (30)/68 (13)
6519.37		3.77	-2.04	25	6.31	6.31				6440.95	NI	0 (30)/1 (40)
Среднее (6.60)					6.52	6.53				6519.35	MnI	15 (31)/31 (13)
σ (0.24)					0.27	0.27						
Fe												
5386.34	1064	4.15	1.82	97	4.23	4.26	92	4.31	4.34	5386.35	FeI	73 (28)/77 (17)
5395.22	1143	4.44	-1.83				70	4.30	4.34	5386.40	NI	2 (32)/2 (33)
5398.29	1145	4.44	-0.65	119	4.60	4.66	124	4.44	4.50	5395.20	FeI	42 (31)/42 (31)
5436.30	1161	4.39	-1.44				92	4.35	4.40	5395.25	NI	2 (32)/2 (33)
										5398.25	FeI	87 (26)/90 (31)
										5836.25	FeI	73 (29)/76 (31)
										5836.30	GdII	0 (29)/5 (1)
										5836.50	CrI	0 (31)/2 (2)
										5836.50	TiI	0 (31)/3 (1)
5441.35	1144	4.31	-1.72	79	4.47	4.51	76	4.44	4.52	5441.35	FeI	79 (28)/82 (31)

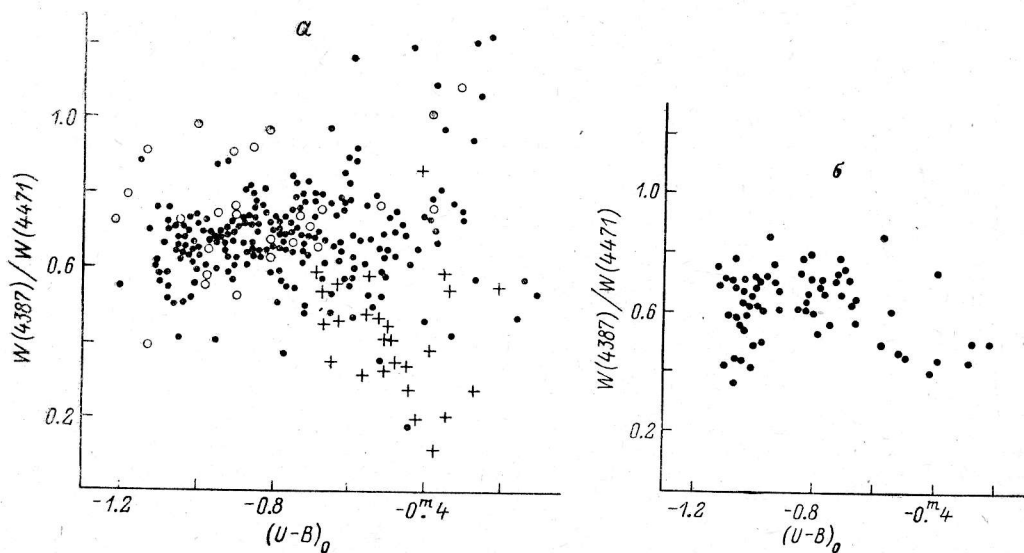


Рис. 7. Отношение W синглета λ 4387 к W триплета λ 4471 в зависимости от $(U-B)_0$ по данным каталога [1].

α — звезды ГП, обозначения те же, что и на рис. 1, б; б — звезды высокой светимости.

Литература

1. Ключкова В. Г., Панчук В. Е. Линии нейтрального гелия в спектрах В-звезд. 1: Каталог // Сообщ. САО. 1987. № 54.
2. Photoelectric catalogue. Magnitudes and colours of stars in the U , B , V and U_c , B , V systems / Blanco V. M., Demers S., Douglass G. G., Fitzgerald M. P. Washington, 1968. (Publ. of the U. S. Naval Observ., Second Ser.; Vol. 21, 13).
3. Mermilliod J. C. Catalogue of UBV photometry and MK spectral types in open clusters // Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 1977. Vol. 24. P. 159—297.
4. Warren W. H., Hesser J. E. A photometric study of the Orion OB1 association. I: Observational data // Astrophys. J. Suppl. Ser. 1977. Vol. 34. P. 115—206.
5. Страйжис В. Многоцветная фотометрия звезд. Вильнюс: Мокслас, 1977.
6. Jaschek C., Conde H., de Sierra A. C. Catalogue of stellar spectra classified in the Morgan—Keenan system. La Plata, 1964.
7. MK spectral classifications published since Jaschek's La Plata Catalogue / Compiled by P. M. Kennedy, W. Buscombe. Evanston, 1974.
8. Buscombe W. MK Spectral Classifications: 3rd General Catalogue. Evanston, 1977.
9. Ключкова В. Г. Спектроскопическое исследование химически пекулярных звезд разного возраста: Канд. дис. Н. Архыз, 1985.
10. Kurucz R. L. Model atmospheres for G, F, A, B and O-stars // Astrophys. J. Suppl. Ser. 1979. Vol. 40. P. 1—340.
11. Buser R., Kurucz R. L. A systematic investigation of multicolor photometric system. III: Theoretical UBV colors and the temperature scale for early-type stars // Astron. Astrophys. 1978. Vol. 70. P. 555—563.
12. Ключкова В. Г., Копылов И. М., Панчук В. Е. К вопросу о применении моделей атмосфер для определения параметров горячих звезд // Астрон. журн. 1983. 60, вып. 6. С. 1114—1119.
13. Глаголевский Ю. В., Чунякова Н. М. Наблюдательные проблемы исследования звезд с аномальными линиями гелия // Астрофиз. исслед. (Изв. САО). 1985. 20. С. 37—59.
14. Auer L. H., Mihalas D. Analyses of light-ion spectra in stellar atmospheres. IV: He I in the B stars // Astrophys. J. Suppl. Ser. 1973. Vol. 25, nr 223. P. 433—462.
15. Wolff S. C., Heasley J. N. The determination of the helium abundance in main-sequence B stars // Astrophys. J. 1985. Vol. 292. P. 589—600.
16. Ключкова В. Г., Панчук В. Е. Содержание гелия в атмосферах звезд в скоплениях NGC 869, 884 и 2264 // Письма в Астрон. журн. 1987. 13, 1. С. 56—62.
17. Walker G. A. H., Hodge S. M. Equivalent widths and half-widths of the λ 4388 and 4471 He I lines, rotational velocities and 4430 central depths for 450 O to B5 stars // Publ. Dominion Astrophys. Observ. 1966. Vol. 12, nr. 14. P. 401—424.

Поступила в редакцию 2 февраля 1987 г.