

УДК 524.45:520.84

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОБ-ЗВЕЗД РАССЕЯННЫХ  
ЗВЕЗДНЫХ СКОПЛЕНИИ NGC 2244 И NGC 2264

С. А. Пяткес\*

По спектрограммам, полученным на 6-м телескопе в области  $\lambda 3700-4900 \text{ \AA}$  (спектральное разрешение 0.5 и 0.8  $\text{\AA}$ ), определены эквивалентные ширины для 10 звезд скопления NGC 2244 и 8 звезд скопления NGC 2264. Найдены количественные спектральные классы, абсолютные величины, скорости вращения исследуемых звезд.

Методом моделей атмосфер определены параметры  $T_e$  и  $\lg g$ . Обнаружена возможная пекулярность 6 объектов программы.

Спектроскопические модули расстояний, полученные в данной работе, превышают все ранее определенные ( $V_0 - M_V$ ), что является следствием применения новой калибровки  $M_V$ , а также учета аномального закона поглощения для NGC 2264.

From the spectrograms, obtained with the 6-m telescope within the range  $\lambda 3700-4900 \text{ \AA}$  (spectral resolution 0.25 and 0.8  $\text{\AA}$ ) the equivalent widths for 10 stars in the open cluster NGC 2244 and for 8 stars in the open cluster NGC 2264 are determined. The quantitative spectral class, absolute magnitude  $M_V$  and rotational velocity of the investigated stars are obtained.

The atmosphere parameters  $T_e$  and  $\lg g$  have been determined using the method of the model atmospheres. A possible peculiarity for the 6 objects of our program is found.

The estimated spectroscopic distance moduli for open clusters NGC 2244, 2264 exceed all the photometric values, that is the sequense of using new calibration of  $M_V$  and of allowing for anomalous extinction law for NGC 2264.

В течение последнего десятилетия на БТА выполняется наблюдательная программа спектроскопического исследования звезд в составе звездных группировок разного возраста в диске Галактики. В результате выполнения обширной наблюдательной программы получен ряд принципиальных выводов, касающихся проблемы возникновения и последующей эволюции химически пекулярных (CP) звезд (Клочкова, 1985), проблемы эволюции, однородности химического состава диска Галактики (Клочкова и др., 1989).

Данная работа представляет собой, с одной стороны, продолжение выполняемой ранее программы спектроскопии CP-звезд. Задача включает в себя выявление по спектрам высокого спектрального разрешения с достаточной фотометрической точностью пекулярных звезд среди населения известной зоны звездообразования в северном Единороге. С другой стороны, представленная работа - первая из

\* Астрономическая обсерватория Уральского госуниверситета.

планируемых нами работ по поиску пространственных и возрастных вариаций CNO-элементов. Задача исследования содержания CNO-элементов, требующая для решения применения метода моделей атмосфер, является по своему подходу статистической. Поэтому в каждом скоплении из программы мы планируем изучить выборку нормальных OB звезд для корректной оценки среднего для данного скопления  $\varepsilon(\text{CNO})$ .

Диаграммы "цвет-величина" для исследуемых рассеянных звездных скоплений NGC 2244 и NGC 2264 представлены на рис. 1 и 2, соответственно.

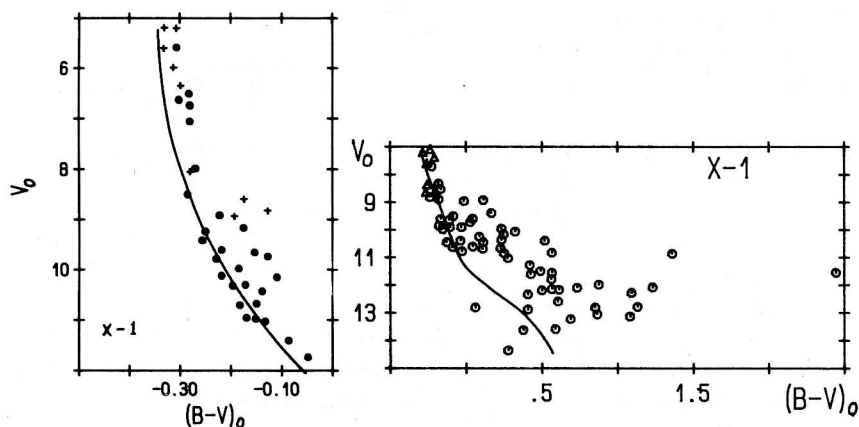


Рис. 1. Диаграмма "цвет-величина" для звезд скопления NGC 2244 по Хейзеру (1977): 1 - звезды программы.

Рис. 2. Диаграмма "цвет-величина" для звезд скопления NGC 2264 по Янгу, (1978): 1 - звезды программы.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ И РЕДУКЦИЯ ДАННЫХ

Спектроскопические наблюдения проведены в осенне-зимние сезоны 1985-88 гг. на Основном звездном спектрографе САО АН СССР. В спектральном интервале  $\lambda 3700-4900 \text{ \AA}$  с обратной дисперсией 9 и  $28 \text{ \AA/mm}$  на фотопластинках Kodak IIaO получено 59 спектров для 10 звезд скопления NGC 2244 и 10 звезд скопления NGC 2264, а также 4 спектра (с обратной дисперсией  $9 \text{ \AA/mm}$ ) стандартной звезды  $\theta \text{ Leo}$ .

Сканирование спектрограмм выполнялось на фотометрическом комплексе САО АН СССР, включающем в себя микроденситометр АМД-1 и ЭВМ ДВК-2. Перевод плотностей в интенсивности осуществлялся на ЭВМ ЕС-1035 с помощью программ, любезно предоставленных сотрудником Симферопольского госуниверситета Д. Ляшко. Отжествление спектров проводилось с использованием списков линий для OB-звезд, опубликованных в работах Райта и др. (1964); Андерхилл и др. (1973); Малароды (1981). Усредненные по всем имеющимся для каждой звезды спектрам эквивалентные ширины  $W_\lambda$  приведены в табл. 1, 2.

Найденные значения  $W_\lambda$  были сопоставлены с измерениями других авторов. По спектрам стандартной звезды  $\theta$  Leo проведено сравнение нашей системы  $W_\lambda$  с данными Райта и др. (1964). Из рис. 3 следует удовлетворительное согласие между указанными системами  $W_\lambda$ . Часть звезд нашей программы ранее исследовалась в работе Ключковой и Панчука (1987).

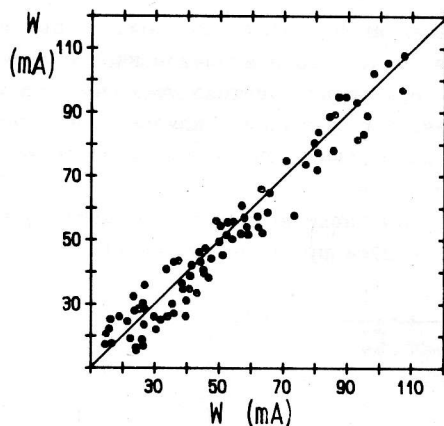


Рис. 3. Сравнение эквивалентных ширин, полученных Райтом и др. (1964), с  $W_\lambda$  из данной работы для стандартной звезды  $\theta$  Leo.

Сравнение эквивалентных ширин, измеренных в данной работе и Ключковой, Панчуком (1987), представлено на рис. 4. Видно, что для большинства линий наблюдается хорошее согласие. Сведения о фотометрической точности спектров, получаемых в данном наблюдательном варианте, приведены Бикмаевым и др. (1986).

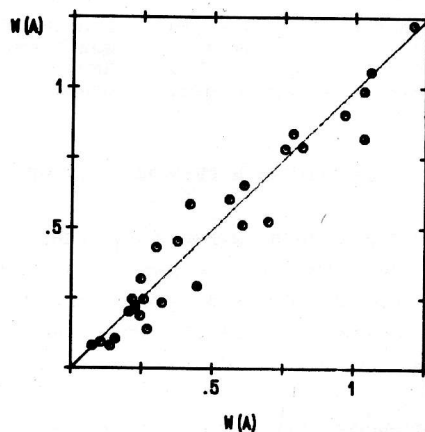


Рис. 4. Сравнение эквивалентных ширин, полученных Ключковой и Панчуком (1987), с  $W_\lambda$  из данной работы.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ $T_e$ И $\lg g$

Определение физических параметров атмосфер исследуемых звезд проводилось путем сравнения ряда наблюдаемых и теоретических данных, таких, как эквивалентные ширины водородных линий  $H_\gamma$  и  $H_\delta$  (а также ширины линии  $H_\gamma$  ( $\Delta\lambda$ )) на уровне остаточной интенсивности 0.9 и 0.8), фотометрические показатели цвета  $(U-V)_0$ ,  $(B-V)_0$ , индексы стремгеновской фотометрии  $[m1]$ ,  $[c1]$ ,  $[u-b]$  и  $\beta$ . Теоретические значения этих характеристик рассчитаны Базером и Куручем (1978); Куручем (1979); Лестером и др. (1986), соответственно. Измеренные

нами  $W_\lambda$  линий  $H_\gamma$  и  $H_\delta$  приведены в табл. 3. Наблюдаемые величины показателей цвета и индексов стремгеновской фотометрии получены Уокером (1956); Перезом и др. (1987); Огурой и Ишидой (1981); Тэрнером (1976); Янгом (1978); Хейзером (1977). Показатели цвета  $(U-V)_0$ ,  $(B-V)_0$ , свободные от межзвездного покраснения, были определены в данной работе с помощью линии нормальных цветов Страйжиса (1977).

Построенные в плоскости  $T_e$  и  $\lg g$  изолинии всех вышеперечисленных наблюдаемых величин пересекаются в области искомых значений физических параметров атмосферы звезды (пример приведен на рис. 5). При построении изолиний учитывались поправки для показателей цвета, эквивалентных ширин и профилей водородных линий, обоснованные Ключковой и др. (1983). Средние ошибки определения  $T_e$  и  $\lg g$  для O-звезд составляют 2000 К и 0.4 dex, для горячих B-звезд - 1000 К и 0.3 dex, и для поздних B-звезд - 500 К и 0.3 dex. Из-за несовершенства применяемых моделей атмосфер (Куруч, 1979) в области высоких температур, оказалось невозможным установление  $T_e$  и  $\lg g$  для самых горячих звезд рассеянного скопления NGC 2244 (HD 46150, 46223).

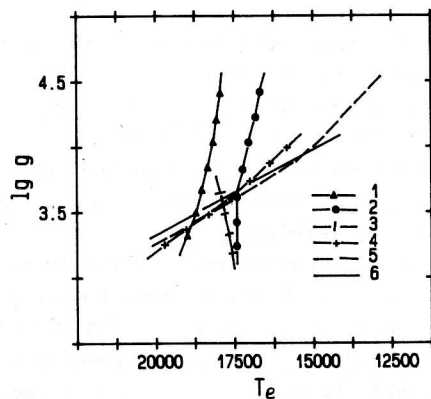


Рис. 5. Пример определения физических параметров  $T_e$  и  $\lg g$  для звезды HD 261878: 1 -  $(B-V)_0$ , 2 -  $[u-b]$ , 3 -  $[c1]$ , 4 -  $\beta$ , 5 -  $W_{H_\gamma}$ , 6 -  $\Delta\lambda_{O.9}$ .

#### СПЕКТРАЛЬНЫЕ КЛАССЫ

Количественная спектральная классификация звезд программы проведена по калибровочным зависимостям  $W_\lambda(SP)$ , построенным по работам Копылова (1958, 1960) (использовались эквивалентные ширины линий:  $H_\gamma$ ; HeI  $\lambda 4009 + 4144$ , 4387, 4471; SiII  $\lambda 4267$ ; SiIII  $\lambda 4128 + 4131$ ; TiIII  $\lambda 4172$ , 4290, 4300). В связи с тем, что исследуемые нами объекты имеют в своих спектрах большое количество линий OII, NII, SiIII, а также дублет MgII, мы дополнили данную классификацию критериями из работы Диделона (1982). В итоге средняя ошибка определения спектрального класса не превышает 0.3 величины спектрального подкласса (та же ошибка для пекулярных звезд (см. ниже) достигает значения 1,2-х величин спектрального класса).

## АБСОЛЮТНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ

Абсолютные величины  $M_V$  получены с помощью новой калибровки зависимости  $M_V$  от эквивалентной ширины  $H_\gamma$  (Ключкова и Панчук, 1989; см. табл. 3).

## ПЕКУЛЯРНЫЕ ЗВЕЗДЫ

Для выявления возможной пекулярности звезд программы применялось несколько критериев. Наряду с дефицитом нейтрального гелия, наличие интенсивной линии ртути Hg II  $\lambda 3984$ , ряда линий Mn II, Ti II, Cr II служит признаком пекулярной ртутно-марганцевой звезды (например, Гутри, 1984). Объект HD 47553 вполне соответствует этому критерию. Его спектральный класс B8 является обычным для указанного типа звезд. Слабая линия ионизированной ртути  $\lambda 3984$  заметна и в спектре звезды HD 46057 (по данным Хоаг и Смита (1959) HD 46057 не является членом скопления NGC 2244). Наличие линий MnII  $\lambda 4200$ , 4259 (бленды с Si II), а также уверенный дефицит гелия позволяет отнести эту звезду также к классу Hg-Mn звезд.

Среди CP-звезд выделяется класс объектов, имеющих увеличенное или уменьшенное содержание нейтрального гелия в атмосферах. Это так называемые He-rich и He-weak звезды. Один из новых статистических критериев нормальности OB-звезд по отношению к содержанию нейтрального гелия был опубликован в работе Ключковой и Панчука (1989). Индикатором пекулярности гелиевого спектра служит отношение  $W_e/W_t$  эквивалентной ширины  $W_e$  линии, возникающей при переходе между синглетными уровнями, к  $W_t$  триплета. После исследования нашей выборки звезд на предмет такой пекулярности, мы остановились на нескольких объектах. Прежде всего, это отождествленные Hg-Mn звезды HD 47553 и HD 46057. Тип гелиевой пекулярности другого объекта - HDE 261878 - He-weak звезда. Линии He I в ее спектре ослаблены в 1.5 раза по сравнению с нормальными звездами. Величина  $W_e/W_t$  для HDE 261878 равна 0.506. Все остальные измеренные линии имеют нормальные  $W_\lambda$ .

Звезда HD 48055 имеет немного ослабленные линии нейтрального гелия (в среднем, в 1.2 раза). Эквивалентная ширина HeI  $\lambda 4387$  отличается от нормальной в 1.5 раза, что приводит к заниженной величине  $W_e/W_t$ , равной 0.517. Следует отметить, что, несмотря на небольшой эффект He-weak, для этой звезды наблюдается усиленный дефицит магния - ослабление интенсивности ( $W_\lambda$ ) дублета Mg II  $\lambda 4481$  в 3 раза. Данный факт усиливает вывод о возможной пекулярности HD 48055.

Согласно работе Моргана и др. (1965), исследуемая нами звезда HDE 259300 также является пекулярной (спектральный класс B3Vp), в ее спектре замечены необычно широкие водородные линии. Ускорение силы тяжести  $lg g$ , полученное для этого объекта на основании контура и эквивалентной ширины линии  $H_\gamma$  (см. табл. 3), действительно значительно больше  $lg g$  нормальных звезд главной последовательности класса светимости V (Страйжис и Курилене, 1981). Морганом и др. (1978), Ключковой и Копыловым (1984) звезды такого типа отнесены к классу

светимости Vb. Как следует из табл. 1,  $W_\lambda$  линий HeI, MgII, SiII вполне нормальны, т. е. соответствуют спектральному классу по  $(B-V)_0$  (критерий  $W_\lambda/W_t$  также дает нормальную величину). В то же время наблюдается ослабление интенсивности линии C II  $\lambda 4267$  в 1.5 раза.

Спектральная особенность, проявляющаяся в уширении водородных линий, оказалась характерна еще для одной звезды – HD 47469 (спектральный класс B3 V). Найденное для нее ускорение силы тяжести ( $\lg g = 4.7$ ) превышает  $\lg g$  для нормальных звезд этого класса светимости Vb. В спектре этого объекта наблюдаются ослабленные в 1.5 раза линии HeI, SiI. Эквивалентные ширины остальных линий соответствуют спектральному классу, определенному по  $(B-V)_0$ . Используя результаты данной работы, получим в итоге, что HD47469 – He-weak звезда спектрального класса B2.7 Vb. Необходимо отметить, что звезды класса светимости Vb типичны, по-видимому, для предельно молодых звездных группировок, о чем говорят данные Моргана и др. (1978); Ключковой и Копылова (1984), а также полученные нами результаты.

HD 47777 и HDE 259480 определены в проведенном исследовании как спектрально-переменные звезды. Этот вывод был сделан на основании измерения интенсивности спектральных линий от спектра к спектру, полученных в разные даты наблюдений. Важной особенностью HD 47777 является изменение интенсивности только линий HeI. О фотометрической переменности этого объекта уже упоминалось (Перез и др., 1987).

В спектрах ряда звезд программы – HD/HDE 46150, 259105, 46223 – наблюдаются уверенные эмиссионные линии (для HDE 262042 отметим небольшую эмиссию в линиях  $H_\beta$ ,  $H_\gamma$ ).

#### СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ

Использование в данной работе однородного спектроскопического материала с хорошим спектральным разрешением позволило определить проекции скорости осевого вращения  $V \sin i$  звезд программы. Калибровочная зависимость полуширины профиля линии MgII  $\lambda 4481$  от скорости вращения построена по данным Слеттебака и др. (1975).  $V \sin i$  исследуемых звезд, найденные нами по средним профилям линии MgII  $\lambda 4481$ , приведены в табл. 3. Наши скорости вращения оказались, в среднем, заниженными в 2 раза по сравнению с данными каталога Уесуги и Фукуда (1982). За исключением объекта HD 48055, пекулярного в отношении линии MgII, это свидетельствует о повышенной точности наших наблюдений.

#### МОДУЛИ РАССТОЯНИИ

Абсолютные величины  $M_V$  дают возможность рассчитать средний модуль расстояния для исследуемых рассеянных скоплений NGC 2244, 2264. Используя  $(B-V)_0$  (способ исправления за межзвездное покраснение описан выше), мы определили средний модуль расстояния  $\bar{V}_0 - M_V$  для NGC 2244, равный  $11.33^m$ , что соответствует

1850 пк, и для NGC 2264, соответственно,  $10.34^m$  или 1170 пк (закон поглощения для отдельных звезд программы взят, согласно Перез и др., 1987). При выполнении этой процедуры для NGC 2244 были исключены HD 45996 и 46057, не являющиеся членами скопления (Хоаг и Смит, 1959), а также HDE 259300, имеющие в своем спектре уширенные водородные линии, что дает ошибочное значение  $M_V$ . По аналогичной причине для NGC 2264 была исключена звезда HD 47469.

Спектроскопические модули расстояний, полученные в данной работе, превышают все ранее определенные ( $V_O - M_V$ ) (см. Перез и др., 1987), что является следствием существенных различий калибровки  $M_V$  Клочковой и Панчука (1989) с общепринятой, а также аномального закона поглощения для NGC 2264.

В заключение выражаю благодарность В. Г. Клочковой за руководство работой, Е. Л. Ченцову за предоставленный наблюдательный материал, а также В. Е. Панчуку, И. М. Копылову, О. П. Пыльской за полезные консультации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Андерхилл и др. (Underhill A., Fahey P.): 1973, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 25, No. 224, P. 463-486.
- Базер и Куруч (Buser R., Kurucz R. L.): 1978, *Astron. and Astrophys.*, 70, P. 555-563.
- Бикмаев И. Ф., Клочкова В. Г., Панчук В. Е.: 1986, *Астрофиз. исслед.* (Изв. САО), 23, С. 117-126.
- Диделон (Didelon P.): 1982, *Astron. Astrophys. Suppl. Ser.*, 50, P. 199-207.
- Гутри (Guthrie V. N. G.): 1984, *Mon. Not. R. Astron. Soc.*, 206, P. 85-107.
- Клочкова В. Г.: 1985, *Кандидатская диссертация*, Н. Архыз, САО АН СССР.
- Клочкова В. Г., Копылов И. М.: 1984, *Письма в астрон. ж.*, 10, No. 7, С. 508-515.
- Клочкова В. Г., Копылов И. М., Панчук В. Е.: 1983, *Астрон. ж.*, 60, С. 1114-1119.
- Клочкова В. Г., Мишенина Т. В., Панчук В. Е.: 1989, *Письма в астрон. ж.*, 15, No. 4, С. 315-323.
- Клочкова В. Г., Панчук В. Е.: 1987, *Письма в астрон. ж.*, 13, No. 1, С. 56-62.
- Клочкова В. Г., Панчук В. Е.: 1989, *Препринт САО АН СССР*, No. 31.
- Копылов И. М.: 1958, *Изв. КраО*, 20, С. 123-155.
- Копылов И. М.: 1960, *Изв. КраО*, 22, С. 189-206.
- Куруч (Kurucz R. L.): 1979, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 40, P. 1-340.
- Лестер и др. (Lester J. B., Grey R. O., Kurucz R. L.): 1986, *Astrophys. J. Suppl. Ser.*, 61, P. 509-529.
- Маларода (Malaroda S.): 1981, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 93, No. 555, P. 614-620.
- Морган и др. (Morgan W. W., Hiltner W. A., Neff J. S., Garrison R., Osterbrock D. E.): 1965, *Astrophys. J.*, 142, No. 3, 974-978.
- Морган и др. (Morgan W. W., Abt H. A., Tapscott J. W.): 1978, *Revised MK spectral atlas for stars earlier than the Sun*, Yerkes Observ. of Chicago and Kitt Peak Nat. Observ.
- Огура и Ишида (Ogura K., Ishida K.): 1981, *Publ. Astron. Soc. Jap.*, 33, P. 149-176.
- Перез и др. (Perez M. R., Jhe P. S., Westerlund B. E.): 1987, *Publ. Astron.*

- Soc. Pacif., 99, No. 620, P. 1050-1066.
- Райт и др. (Wright K. O., Lee E. K., Jakobson T. V., Greenstain J. L.): 1964, Publ. of the Dominion Astrophys. Observ., 12, No. 7, P.173-297.
- Слеттебак и др. (Slettebak A., Collinse G. W. II, Boyce P. B., White N. M., Parkinson T. D.): 1975, Astrophys. J. Suppl. Ser., 29, No. 281, P.137-160.
- Страйжис В. Л.: 1977, Многоцветная фотометрия звезд, Вильнюс: Мокслас.
- Страйжис и Курилене (Strayzys V., Kuriliene G.): 1981, Astrophys. and Space Sci., 80, P.353-368.
- Тэрнер (Turner D. G.): 1976, Astrophys. J., 210, P. 65-75.
- Уесуги и Фукуда (Uesugi A., Fukuda I.): 1982, Revised Catalogue of Stellar Rotational Velocities. Depart. of Astron. Kyoto Univers.
- Уокер (Walker M. F.): 1956, Astrophys. J. Suppl. Ser., 2, No. 23, P.365-388.
- Хейзер (Heiser A. M.): 1977, Astron. J., 82, No. 1463, P. 973-977.
- Хоар и Смит (Hoag A., Smith E. V. P.): 1959, Publ. Astron. Soc. Pacif., 71, P. 32-38.
- Янг (Young A.): 1978, Publ. Astron. Soc. Pacif., 90, No. 534, P. 144-148.

Поступила в редакцию  
20 декабря 1989 г.

Таблица 1. Эквивалентные ширины звезд скопления NGC 2244, мÅ

	HD/HDE									
Элемент	46I49	46I06	46I50	259I05	462223	259300	259480	45996	46057	46484
$\lambda$ (Å)										
<b>He I</b>										
3554.53	495	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3634.23	-	-	-	597	-	-	-	-	-	-
3819.61	560	662	150	924	-	I084	435	-	-	561
3926.53	-	269	-	359	35	-	-	-	-	306
4009.27	I93	280	-	462	-	37I	65	-	-	392
4026.19	74I	729	378	939	343	974	368	282	I79	835
4120.81	I53	326	-	368	I23	294	300:	-	-	432
4143.76	I92	422	-	6I5	-	537	I54	I67	-	493
4168.97	I26	I20	I8I	-	20	II7	-	-	-	-
4387.93	278	559	II0	623	I08	677	307	250	I07	43I
4437.55	-	49	-	I06	66	83	I49	-	-	I82
447I.48	654	I030	284	I089	I67	973	273	360	I39	967
47I3.I5	206	I98	II2	27I	83	I57	62	67	-	242
492I.93	-	562	-	755	-	5I6	327	384	-	657
<b>He II</b>										
4I99.83	I65	I20	475	-	4I2	I03	-	-	-	-
454I.59	428	I67	7I0	-	7I4	-	-	-	-	-
4685.68	672	358	946	-	700	-	-	-	-	I66



Таблица I. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE									
	46I49	46I06	46I50	259I05	462223	259300	259480	45996	46057	46484
<b>C II</b>										
3920.69	-	-	-	-	-	-	-	77	-	I46
4074.52*	-	-	-	-	58	-	-	-	-	-
4075.85*	I93	-	-	II6	-	-	-	-	-	-
4267.26	-	-	-	I47	-	96	85	-	-	I22
4372.35*	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4374.27*	-	64	-	46	-	84	-	33	-	-
44II.I6	-	-	22	-	33	-	-	-	-	-
<b>C III</b>										
4I62.86	99	-	-	-	3I	-	72	-	-	-
4647.40	I37	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4650.I6*	-	-	-	I24	-	-	-	-	-	557:
465I.35	84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>C IV</b>										
4659.I0	67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>N II</b>										
3955.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I2I
3995.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	200
4043.54*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I06
4I76.66	-	-	-	-	-	-	I00	-	-	-
4227.75	78	-	-	-	-	-	66	-	-	-
4236.93*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II7
424I.79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79
4427.97	I29	III	-	-	-	52	57	-	-	I00
4432.74	-	-	-	-	-	65	-	-	-	-
4447.03	-	I02	46	-	-	-	-	-	-	-
460I.48*	-	-	-	-	-	-	88	-	-	-
4607.I6	-	-	-	-	-	-	59	-	-	-
462I.39*	-	-	-	-	-	-	48	-	-	-
4630.54	82	-	44	-	I54	-	-	-	-	II8
<b>N III</b>										
4634.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65
464I.40	-	-	-	-	-	35	-	-	-	-
<b>O II</b>										
3945.05	-	-	53	-	-	-	-	-	-	87
404I.3I*	-	-	53	-	-	-	-	-	-	-
4060.58*	-	-	-	-	-	-	-	-	79	-
4069.90	335	223	74	I76	7I	-	-	-	-	-
4072.I6	70	-	-	I35	93	-	-	-	-	-
4075.87*	I93	I40	80	II6	-	-	-	-	-	220
4078.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II7

Таблица I. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE									
	46149	46106	46150	259105	462223	259300	259480	45996	46057	46484
4085.12	68	-	26	-	-	-	-	-	-	-
4087.16	-	-	52	-	-	-	-	-	-	-
4119.22	53	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4132.81	-	-	-	-	40	-	-	-	-	9I
4153.10	86	-	-	-	-	-	-	-	-	18I
4185.46	9I	109	-	253	64	-	-	-	-	146
4189.79*	-	-	286	-	-	-	-	-	-	-
4253.80*	-	125	29	-	-	-	-	-	-	94
4275.52*	45	7I	-	-	-	-	-	-	-	125:
4283.75	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4285.70	42	-	-	-	-	-	-	5I	-	-
4303.82	3I	93	-	-	36	-	-	-	-	-
4317.14*	-	-	-	III	-	-	-	-	-	-
4319.63	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4349.43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	29I
4366.90	38	-	-	224	-	-	-	-	-	9I
4369.28	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4395.95*	63	77	26	-	-	-	-	-	-	-
4414.9I	46	-	-	-	46	-	-	-	-	132
4416.98	25	-	-	-	-	164	87	-	-	324
4448.2I	-	-	-	-	3I	-	-	-	-	-
4449.43	-	-	70	135	-	-	-	-	-	-
4469.32	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4491.25	-	-	-	-	-	-	73	-	-	-
4590.7I	35	-	-	-	-	-	106	-	-	118
4638.85*	99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4641.8I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	389
4649.14	-	-	-	250	-	-	-	-	-	-
4661.63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	117
4676.23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	115
<b>Mg II</b>										
4433.99	-	-	-	-	-	-	79	-	-	-
4481.33	66	-	74	125	-	232	180	25I	206	97
<b>Al III</b>										
4479.89	47	-	-	90	35	-	-	-	-	87
4529.18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	135
<b>Si II</b>										
4128.05	68	-	-	-	-	-	186	-	166	-
4130.88	10I	46	-	-	-	137	10I	-	115	-
4200.66*	-	-	70	-	-	-	-	-	90	-
<b>Si III</b>										

Таблица I. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE									
	46149	46106	46150	259105	462223	259300	259480	45996	46057	46484
3924.44	-	-	I74	-	-	-	-	-	-	-
4552.65	44	II5	-	-	-	-	-	-	-	2I4
4567.87	59	90	69	-	-	-	-	-	-	2II
4574.78	4I	66	-	-	-	-	-	-	-	96
<b>Si IV</b>										
4088.85	267	2I4	-	-	74	-	57	-	-	326
4II6.I0	166	99	77	-	-	-	-	-	-	I8I
4654.32	I04	55	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>S II</b>										
4I45.I0	-	-	-	-	-	-	-	-	30	-
4I53.I0*	86	-	-	-	-	-	-	-	-	I8I
4I89.7I*	-	-	286	-	-	-	-	-	-	-
4282.63	-	-	-	-	-	-	42	-	-	-
443I.02*	-	-	I2I	-	-	-	-	-	-	-
<b>S III</b>										
4253.59*	-	I25	29	-	-	-	-	-	-	94
4284.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-	II0:
<b>Ca II</b>										
3933.66	3I2	273	30I	308	3I8	756:	463:	288	257	299
<b>Ti II</b>										
4I7I.90*	-	-	-	-	-	-	I00	-	-	-
4294.I0	-	-	-	-	-	-	-	III	-	-
4300.05	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-
4398.3I	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4468.48	-	-	-	-	-	-	96	-	-	-
<b>Ti III</b>										
4540.22	-	-	-	68	-	-	-	-	-	-
<b>Fe I</b>										
3940.88	-	-	-	-	-	-	344	-	-	-
4I7I.90*	-	-	-	-	-	-	I00	-	-	-
4I77.60*	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-
4227.43*	-	-	-	-	-	-	66	-	-	-
<b>Fe II</b>										
3996.36	-	-	-	-	-	-	-	-	I8I	-
4078.86*	-	-	-	-	-	-	200:	-	-	-
4I77.70*	-	-	-	-	-	-	90	-	-	-
4233.I7	-	-	-	-	-	-	84	54	-	-
4273.32	-	-	-	-	-	-	-	64	-	-
4294.I3	-	-	-	-	-	-	-	III	-	-
449I.40*	-	-	-	-	-	-	73	-	-	-
4508.28	-	-	-	-	-	-	88	-	-	-

Таблица I. (окончание)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE									
	46149	46106	46150	259105	462223	259300	259480	45996	46057	46484
4549.21*	-	-	-	-	-	-	I09	-	II5	-
4576.33	-	-	-	-	I03	-	-	-	-	-
4583.83	-	-	-	-	I08	-	-	-	-	-
<b>Fe III</b>										
4043.54*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I06
4153.10*	86	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4164.73	-	-	-	-	I66	-	-	-	-	-
4253.48*	-	-	29	-	-	-	-	-	-	94
4264.73*	-	-	46	-	-	-	-	-	-	-
4273.40	-	-	-	-	I57	-	-	-	-	-
4296.85	-	-	-	-	I5	-	-	-	-	-
4304.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60
4372.31*	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4374.28*	-	-	-	-	-	84	-	33	-	-
4419.60	-	-	-	-	35	-	-	-	-	-
4431.02*	-	-	I2I	-	-	-	-	-	-	-
<b>Hg II</b>										
3983.96	-	-	-	-	-	-	-	-	43	-
<b>Mn II</b>										
4259.20	-	-	-	-	-	-	-	-	I08	-
<b>Ne II</b>										
4409.30	-	-	-	-	-	-	-	-	78:	-

\* - Бленда

Таблица 2. Эквивалентные ширины звезд скопления NGC 2264, мÅ

Элемент λ (Å)	HD/HDE							
	47469	47553	47777	261878	47887	262042	47961	48055
<b>He I</b>								
3819.6I	6I6	-	-	579	-	I008	I047	88I
3926.53	-	-	-	-	-	272	89	II0
4009.27	336	-	25I	3I8	433	628	362	290
4026.19	935	2I3	767	984	III6	I222	III6	I057
4I20.8I	224	-	309	I6I	3I6	I98	243	294
4I43.76	499	-	442	256	562	700	592	599
4I68.97	60	-	I38	II2	II3	-	79	-
4383.24	-	-	I24	-	-	-	-	-
4387.92	642	8I	707	359	685	753	745	537:
4437.55	49	-	I40	87	I0I	69	I08	-
4469.92	-	-	-	99	-	-	68	-
447I.47	I042	I56	I058	709	II97	I259	I336	I038
47I3.I4	I88	98	269	205	260	333	237	2I2
492I.93	590	-	-	384	-	987	863	693
<b>He II</b>								
4I99.83	-	-	20	4I	-	-	-	-
454I.59	-	-	-	-	24	-	47	-
4685.68	-	-	-	-	38	-	-	-
<b>C II</b>								
3920.69	-	-	-	-	-	II8	-	-
4074.52*	-	-	-	-	38	-	43	-
4075.85*	-	-	67	-	II2	-	48	-
4I53.I0*	-	-	39	-	-	-	-	-
4267.26	I46	48	I78	82	I6I	I56	I40	II3
43I7.26*	36	-	79	-	87	-	4I	-
4372.35*	27	-	76	-	80	-	-	-
4374.27*	-	-	43	-	-	32	-	-
44II.I6	-	-	-	-	37	-	38	-
<b>C III</b>								
4I62.86	-	-	27	-	5I	57	64	-
4447.40	-	-	-	-	90	-	40	-
4382.90	36	-	-	-	-	-	-	-
4650.I6	-	-	45	-	-	52	-	-
465I.35	-	-	46	-	-	-	-	-
<b>N II</b>								
3995.00	-	3I	64	-	5I	-	5I	-
4035.09*	-	-	-	-	43	-	-	-
404I.3I*	40	-	-	-	55	-	20	-
4043.54	-	-	-	-	48	-	-	-
4227.75	-	-	20	7I	22	-	-	-

Таблица 2. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE							
	47469	47553	47777	261878	47887	262042	47961	48055
4236.93*	-	-	45	-	32	-	22	-
4241.79	-	-	50	-	46	-	-	-
4427.97	-	-	-	-	77	-	20	-
4432.74	-	-	-	-	32	-	-	-
4433.48	-	-	58	-	-	-	-	-
4441.99	-	-	-	-	-	-	36	-
4447.03	25	-	39	42	55	22	-	-
4601.47*	32	-	-	-	54	-	-	-
4607.16	-	-	-	-	63	-	-	-
4613.88*	23	-	36	-	60	-	-	-
4621.39	-	-	-	-	-	-	23	-
4630.53*	30	-	44	-	88	91	40	-
4643.09	63	-	-	-	-	-	20	-
O II								
3945.05	-	-	-	-	48	-	-	-
3954.37*	-	-	-	65	80	-	59	-
4035.09*	-	-	-	-	43	-	-	-
4041.31*	-	-	-	-	55	-	20	-
4060.58*	-	-	-	-	45	-	20	-
4069.90	-	-	51	-	146	-	42	37
4072.16	-	-	-	-	83	-	24	-
4075.86*	75	21	67	-	112	-	-	-
4078.86	-	-	-	-	88	-	-	-
4085.12	-	33	-	-	68	-	27	-
4087.16	-	-	-	-	33	-	-	-
4119.22	-	26	-	-	135	-	-	-
4132.81	-	-	-	-	75	-	-	-
4153.23	-	-	-	-	103	-	43	-
4156.54	-	-	-	-	45	-	-	-
4185.46	-	30	21	-	66	45	-	-
4189.79*	-	-	34	-	78	-	-	-
4253.79*	-	-	38	-	103	44	-	-
4275.52*	-	30	70	-	81	-	-	-
4276.71	-	-	-	-	52	47	-	-
4283.75	20	II5	-	-	93	-	-	-
4285.70	-	-	55	-	-	-	77	62
4288.83	-	-	-	-	24	-	-	-
4291.25	-	-	28	-	-	-	-	-
4294.82	26	-	-	-	55	-	37	-
4303.82	-	-	74	-	55	-	-	-
4317.14*	36	-	79	-	87	-	41	-

Таблица 2. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE							
	47469	47553	47777	261878	47887	262042	47961	48055
4319.63	-	-	49	-	I02	-	48	-
4325.77*	-	-	79	-	69	-	-	-
4349.43	-	-	-	-	89	-	-	-
4351.27	-	-	-	-	89	-	-	-
4366.90	23	-	70	48	88	58	60	-
4369.28	-	-	-	3I	64	-	-	-
4395.95*	20	-	I33	-	62	-	-	-
4414.9I	49	-	72	55	I2I	-	37	-
4416.98*	5I	-	86	-	II4	-	-	-
4448.2I	-	-	-	-	-	-	28	-
4452.38	27	-	4I	-	48	-	36	-
4477.88*	-	-	-	-	66	-	65	-
449I.25	-	-	-	-	56	-	-	-
4590.7I	-	-	25	-	74	-	39	-
4596.I7	20	-	-	-	86	-	26	-
460I.47	32	-	-	-	54	-	-	-
46I0.I4	-	-	-	-	57	-	38	-
4638.85	30	-	68	-	99	-	-	-
464I.8I	2I	-	60	-	I45	-	25	-
4649.I3	-	-	58	-	I5I	-	56	-
466I.63	-	-	66	-	84	-	47	-
4673.80	-	-	-	-	55	-	-	-
4676.23	-	-	-	-	I08	-	52	-
4690.7I	2I	-	-	-	-	-	-	-
4699.2I	-	-	-	-	I02	-	-	-
4705.36	-	-	-	-	94	-	-	-
<b>Mg II</b>								
4384.64	-	22	-	-	-	-	-	-
448I.33	257	249	I55	274	I26	I75	I90	83
<b>Al III</b>								
4I49.90*	-	-	-	-	64	-	-	-
4479.89	-	-	-	26	-	-	4I	89
45I2.54	-	-	-	-	43	-	36	-
4529.I8	-	-	-	-	6I	-	40	-
<b>Si II</b>								
4I28.05	76	I29	-	I07	-	4I	55	33
4I30.88	75	98	-	I29	24	78	46	44
4232.86	-	88	-	-	-	-	-	-
4673.27	-	-	-	-	55	-	-	-
<b>Si III</b>								
4552.65	84	-	I33	-	I58	-	52	-

Таблица 2. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE							
	47469	47553	47777	261878	47887	262042	47961	48055
4567.87	52	-	88	-	I4I	-	48	-
4574.77	40	-	78	-	94	-	30	-
4638.86	30	-	68	-	99	-	-	-
<b>S I IY</b>								
4088.85	-	-	-	-	I04	-	-	-
4116.10	-	-	-	-	50	-	56	-
4654.32	-	-	-	-	-	-	43	-
<b>S II</b>								
4032.8I	-	-	-	-	98	-	-	-
4153.10*	-	-	-	-	I03	-	43	-
4162.70	-	50	27	-	5I	57	64	-
4189.7I*	-	-	34	-	78	-	-	-
4230.98	-	-	-	-	-	96	-	-
4257.42	-	-	-	-	56	-	-	-
443I.02*	-	-	-	-	47	-	-	-
4463.58	-	-	-	-	-	-	67	-
<b>S III</b>								
4253.59*	-	-	38	-	II4	-	47	-
4284.99	-	-	-	-	59	-	-	-
436I.53	-	-	-	-	70	-	-	-
<b>Ca II</b>								
3933.66	28I	390	280	304	2I9	2I4	24I	250
<b>Sc II</b>								
4314.08	-	40	-	-	-	-	-	-
<b>Ti II</b>								
417I.90	-	90	-	-	-	-	-	-
4173.54	-	56	-	-	-	-	-	-
4290.22	-	53	-	-	-	-	-	-
4294.10	-	70	-	-	-	-	-	-
4300.05	-	56	-	-	-	-	-	-
4307.90	-	7I	-	-	-	-	-	-
4314.98	-	53	-	-	-	-	-	-
4320.96	-	87	-	-	-	-	-	-
4374.82	-	110	-	-	-	-	-	-
4386.85	-	43	-	-	-	-	-	-
4395.02	-	80	-	-	-	-	-	-
4398.3I:	-	-	I25	-	-	-	-	-
4399.77	-	43	-	-	-	-	-	-
4417.72	-	35	-	-	-	-	-	-
4443.80	-	54	-	-	-	-	-	-
4450.49	-	49	-	-	-	-	-	-



Таблица 2. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE							
	47469	47553	47777	261878	47887	262042	47961	48055
4464.46	-	46	-	-	-	-	-	-
4468.48	-	56	-	-	-	-	-	-
4488.32	-	22	-	-	-	-	-	-
4501.27	-	80	-	-	-	-	-	-
4571.97	-	84	-	-	-	-	-	-
<b>Ti III</b>								
4533.26	-	75	-	-	-	-	-	-
<b>Cr II</b>								
4077.50	-	57	-	-	-	-	-	-
4242.36	-	III	-	-	-	-	-	-
4252.63	-	I42	-	-	-	-	-	-
<b>Mn II</b>								
4171.04	-	45	-	-	-	-	-	-
4174.31	-	25	-	-	-	-	-	-
4206.37	-	75	-	-	-	44	-	-
4238.78	-	52	-	-	-	-	-	-
4259.20	-	77	-	-	-	-	-	-
4281.94	-	64	-	-	-	-	-	-
<b>Fe I</b>								
4205.48*	-	I00	-	-	-	-	-	-
4238.03*	-	52	-	-	-	-	-	-
4259.99*	-	77	-	-	-	-	-	-
4294.13*	-	70	-	-	-	-	-	-
4307.91*	-	71	-	-	-	-	-	-
4315.09*	-	53	-	-	-	-	-	-
<b>Fe II</b>								
4173.45*	-	56	-	-	-	-	-	-
4178.86	-	33	-	-	-	-	-	-
4205.55*	-	I00	-	-	-	-	-	-
4247.43*	-	44	-	-	20	-	21	-
4416.82	-	42	-	-	-	-	-	-
4489.18	-	24	-	-	-	-	-	-
4520.22	-	80	-	-	-	-	-	-
4549.21*	-	I64	-	-	-	-	-	-
4583.83	-	-	-	55	-	-	35	-
<b>Fe III</b>								
3954.33*	-	-	-	65	80	-	59	-
4043.54*	-	-	-	-	48	-	-	-
4137.76	-	-	-	-	52	-	-	-
4153.10*	-	-	39	-	103	-	43	-
4164.73	-	-	-	-	75	-	-	-

Таблица 2. (продолжение)

Элемент $\lambda$ (Å)	HD/HDE							
	47469	47553	47777	261878	47887	262042	47961	48055
4235.56	-	-	-	22	-	-	27	-
4253.48*	-	-	38	-	II4	-	47	-
4273.40	-	-	-	-	42	-	-	-
4296.85	-	-	-	-	28	-	-	-
4304.78	20	-	-	-	49	-	-	-
4310.36	-	-	-	-	-	-	43	-
4372.31*	-	-	76	-	85	-	-	-
4395.76*	20	-	-	-	62	-	-	-
4419.60	-	-	80	33	35	-	37	-
4431.02*	-	-	-	-	47	-	-	-
<b>Y II</b>								
4374.94*	-	II0	-	-	-	-	-	-
<b>Hg II</b>								
3983.96	-	230	-	-	-	-	-	-
<b>Nd II</b>								
4247.38*	-	44	-	-	20	-	2I	-
4303.57	-	25	-	-	-	-	-	-
<b>Sm II</b>								
4467.34	-	40:	-	-	-	-	-	-

\* - бленда

Таблица 3. Параметры атмосфер скоплений NGC 2264 и NGC 2244

HD/HDE	T, K	lg g	SP	M <sub>v</sub>	V sin i км/с	W <sub>Hγ</sub> Å	W <sub>Hδ</sub> Å	Примечания
NGC 2264								
47469	20700	4.7	B2.7	-1.7	58	6.90	6.38	Vb, He-weak
47553	12200	3.6	B7.0	-1.0	62	7.62	7.63	Hg-Mn
47777	24500	3.8	B1.8	-1.8	48	4.32	3.94	var. HeI
261878	15500	4.1	B3.8	-1.3	54	7.26	7.13	He-weak
47887	29000	4.0	B0.8	-3.6	40	3.90	3.90	
262042	23000	3.9	B1.8	-2.3	132:	4.77	4.34	H, H emiss.:
47961	22000	4.1	B2.3	-1.9	25	5.35	5.00	
48055	17200	4.0	B2.8	-1.8	55	6.23	5.73	He-weak
NGC 2244								
46149	32200	4.0	O9.6	-5.6	34	2.25	2.43	
46106	33000	4.1	O9.4	-5.3	-	3.38	3.06	
46150	-	-	-	-5.9	65	2.14	1.78	emission
259105	30000	4.1	B0.4	-4.1	100	4.06	4.29	emission
46223	-	-	-	-6.3	-	1.94	1.90	emission
259300	19500	4.8	B3.5	-1.8	95	7.77	7.67	Vb
259480	17700	3.6	B3.5	-0.7	58	5.41	5.50	var.
45996	12900	4.2	B7.5	-0.5	174	9.28	9.85	
46057	13200	4.1	B8.0	-0.8	115	8.56	8.92	Hg-Mn
46484	36000:	3.8:	O9.6	-5.2	73	2.78	2.89	