

одни район длин волн (5050—5200 ангстрем), в котором должна быть расположена полоса реакции  $Z$ , чтобы отсутствовал изгиб главной последовательности ( $\beta=0$ ). При положении  $X$  на 4075 ангстрем таких районов для величин  $Z$  уже два — около 5300 и 6000—6200 ангстрем.

Угол  $\gamma$  между главной последовательностью и линией покраснения на диаграммах  $X—Y$ ,  $Y—Z$  зависит от двух факторов — чисто геометрического измерения угла при изменении величины колор-индекса  $Y—Z$  (масштабный эффект) и истинного изменения угла, зависящего от кривых  $J(\lambda)$ . Оказалось, что максимальный угол  $\gamma$  получается при положении  $Z$  в районе 5300—5500 ангстрем (если средние длины волн величин  $X$  и  $Y$  равны 4025 и 4475 ангстр.).

Как известно, звезды  $B$ ,  $A$  и  $F$  различных светимостей значительно отличаются своими ультрафиолетовыми градиентами, положениями и величинами бальмеровского скачка. Особенно выгодна для определения светимостей диаграмма Боргмана ( $BAN$ , 1963, 17, 58), включающая величины  $Q$  (3560 анг.),  $P$  (3750 анг.) и  $N$  (4055 анг.). На диаграмме  $Q—P$ ,  $P—N$  (рис. 3) звезды главной последовательности полностью отделяются от сверхгигантов  $B—A—F$  линией покраснения звезд  $B0V$ . Это создает возможность, комбинируя диаграммы  $X—Y$ ,  $Y—Z$  и  $Q—P$ ,  $P—N$ , достичь однозначного определения светимости ранних звезд  $Q$ —методом. На рис. 4 показана диаграмма  $Q_{\text{эпс}}$ ,  $Q_{\text{орх}}$ , которая является аналогом диаграммы Боргмана ( $a$ ,  $e$ ). Таким образом, в пятицветной системе  $Q$ ,  $P$ ,  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$  (так как  $N \approx X$ ) возможно чисто фотометрическое однозначное определение спектральных классов, светимостей и межзвездных покраснений всех ранних звезд до  $F5$  или до  $G0$ .

#### СООБЩЕНИЕ М. Е. БОЯРЧУК (КРЫМ) О ВОДОРОДНЫХ ЛИНИЯХ, КАК КРИТЕРИЯХ КЛАССИФИКАЦИИ ПО СВИМОСТИ ЗВЕЗД $A$ И $F$

Я хочу сказать несколько слов о водородных линиях как критериях классификации звезд по светимости. Когда мы говорим о таких фундаментальных параметрах звезд, как спектральный класс, светимость, то нужно не забывать о тех физических процессах, которые происходят в атмосферах звезд. Это поможет более правильно делать некоторые эволюционные обобщения.

Известно, что водородные линии являются хорошими критериями для определения светимости звезд в ранних и поздних спектральных классах. Однако на вид в диапазоне спектральных классов  $F$  водородные линии кажутся одинаковыми.

Чтобы проверить это количественно, было проведено сравнение контуров линий поглощения водорода для звезд  $F5—F8$  разной светимости. По спектрограммам, с дисперсией 23.4 ангстрем мм у  $H\gamma$ , полученным на 50" телескопе Крымской астрофизической обсерватории, было показано, что контуры линий поглощения водорода для звезд различной светимости практически совпадают, в то время, как для звезд  $A$  они очень различны. Это наглядно представлено на рисунках. На рис. 1 приведены контуры линий поглощения водорода  $A$ -звезд, различающихся по абсолютной величине на 8 величин. Видно, что для сверхгигантов  $A$  контуры примерно в 4 раза уже, чем для карликов. На рис. 2 приведены контуры линий поглощения водорода для звезд



$F5: \alpha \text{Per } F5Ib, M_e = -4.5$  и  $\alpha \text{Cmi } F5IV-V, M_e = +3.1$ , и звезд  $F8: \gamma \text{Cyg } F8Ib, M_e = -4.5$  и  $36 \text{ UMa } F8V, M_e = +4.3$ . Видно, что и для сверхгигантов, и для карликов они практически совпадают.

Кроме этого было просмотрено различие интенсивностей линий поглощения водорода  $H\gamma, H\beta$  по известному атласу Кинан и Моргана. Сравнение этих линий в спектрах звезд сверхгигантов и карликов показало, что для звезд  $O9$  они совпадают. Расхождение начинается для звезд спектрального класса  $B1$ , затем оно постепенно увеличивается до звезд спектрального класса  $A0$ , достигая здесь наибольшей величины. Затем для звезд спектральных классов  $A3, A5$  линии поглощения водорода в спектрах звезд сверхгигантов начинают постепенно расширяться, почти совпадают в спектрах звезд  $F0$ , и совершенно совпадают в спектрах звезд  $F5, F6, F8, G0$ . В спектрах звезд  $G5$  опять начинается расхождение интенсивностей линий поглощения водорода, но действует оно в другую сторону. В спектрах звезд сверхгигантов линии остаются широкими, а в спектрах звезд карликов они начинают сужаться. Большое расхождение линий в этом смысле наблюдается в спектрах звезд  $K0, K3, K5$  и  $M2$ . Интересно понять физическую сущность этого явления.

Можно предложить следующее объяснение отсутствия различий в наблюдаемых контурах линий поглощения водорода для звезд  $F$  сверхгигантов и карликов.

Остаточная интенсивность в линии ( $r_\nu$ ), а следовательно, и контур линий в случае приближенной модели атмосферы Милна-Эддингтона является функцией величины  $\eta_\nu$ .

$$r_\nu \sim f(\eta_\nu). \quad (1)$$

Величина  $\eta_\nu = \frac{k_\nu}{\kappa_\nu}$  — отношение коэффициента поглощения в линии

к коэффициенту непрерывного поглощения является функцией и температуры, и плотности. Если выражение (1) записать в явном виде, то можно получить выражение:

$$\eta_\nu(\Delta\lambda) = \frac{k_\nu}{\kappa_\nu} = \frac{321 \cdot C g_{2e} \frac{\epsilon_{1\nu}}{kT}}{\alpha(H^-) T g_1 \Delta\lambda^{3/2}}. \quad (2)$$

Более подробно это изложено в нашей работе 1963 г. (Крым. Изв. т. 29). Из (2) видно, что контур линии не зависит от электронной плотности. Это понятно. Коэффициент поглощения в линии, определяемый Штарк-эффектом, пропорционален электронной плотности и коэффициент непрерывного поглощения также пропорционален электронной плотности, если он определяется, в основном, отрицательными ионами водорода. А последнее предположение справедливо для атмосфер звезд  $F5-F8-G2$ . Легко видеть, что в этом случае контур линии не зависит от электронной плотности.

Физический смысл этого заключается в следующем. При уменьшении электронной плотности коэффициент непрерывного поглощения убывает и атмосфера звезды становится более прозрачной, а, значит ее можно просматривать глубже. И поскольку температура меняется мало, число поглощающих атомов на луче зрения возрастает и компенсирует уменьшение коэффициента поглощения в крыле линии, происходящее из-за уменьшения электронной плотности.



и звезд F8:  $\gamma$  Cyg  
что и для сверхгигантов

интенсивностей линий  
Кинан и Моргана.  
антов и карликов  
кление начинается  
енно увеличивает  
здесь наибольшей  
3, A5 линии погло-  
щают постепенно  
0, и совершенно  
ах звезд G5 опять  
поглощения водорода,  
звезд сверхгигантов  
ков они начинают  
сле наблюдается в  
физическую сущ-

существования различий  
рода для звезд F  
ательно, и контур  
Милна-Эддингтона

(1)  
поглощения в линии  
функцией и тем-  
в явном виде, то

(2)  
(Крым. Изв. т. 29).  
ронной плотности.  
деляемый Штарк-  
коэффициент не-  
электронной плотно-  
ми ионами водо-  
атмосфер звезд  
линии не зависит

щем. При умень-  
поглощения  
рачной, а, значит  
ература меняется  
растает и компен-  
линии, пропе-

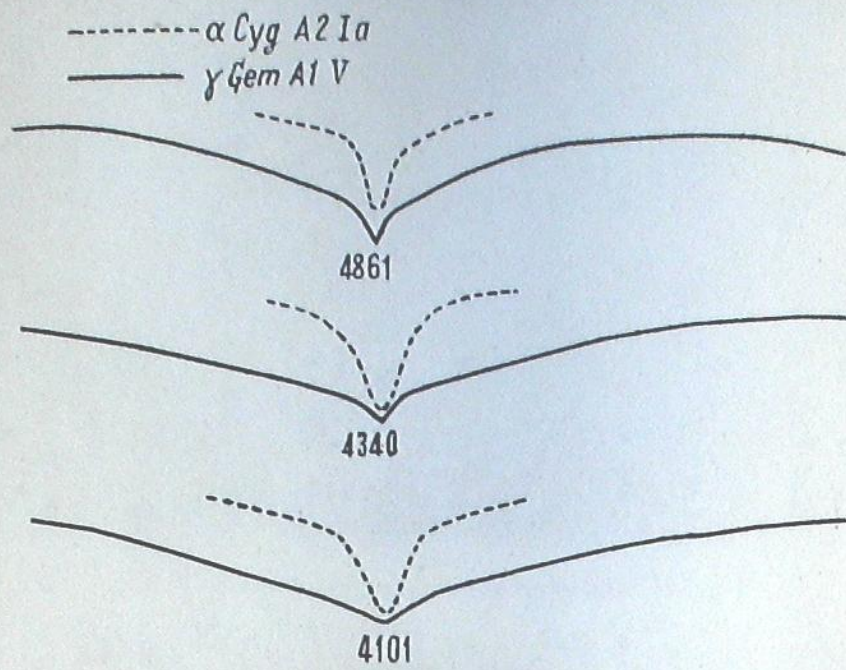


Рис. 1

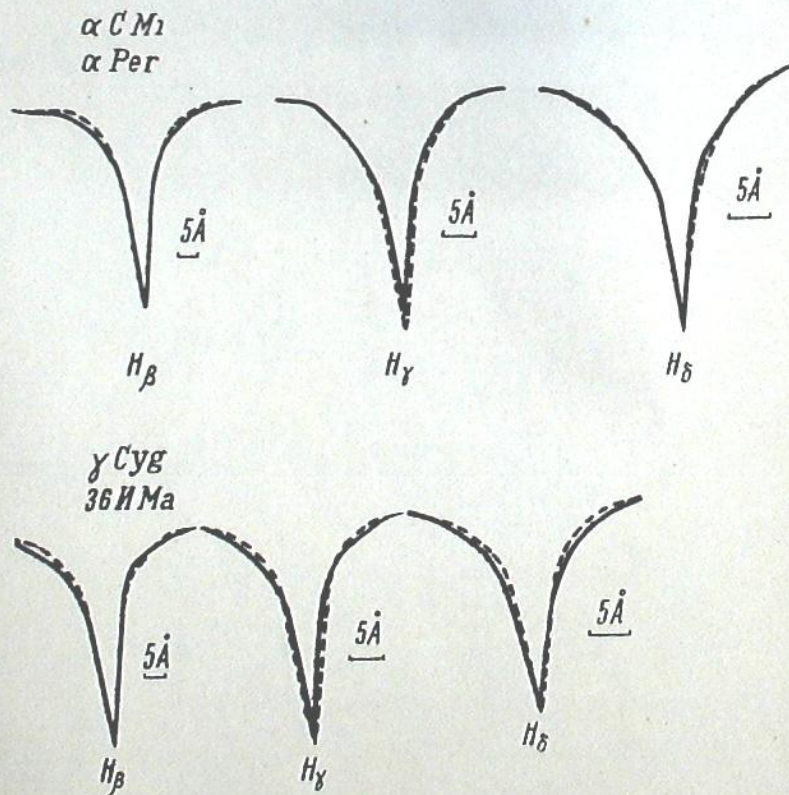


Рис. 2

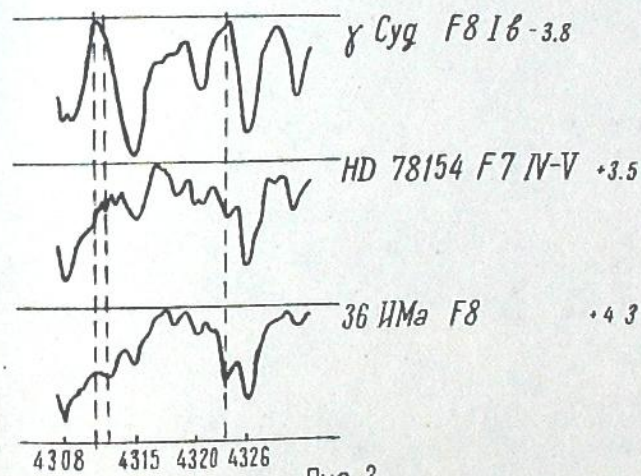
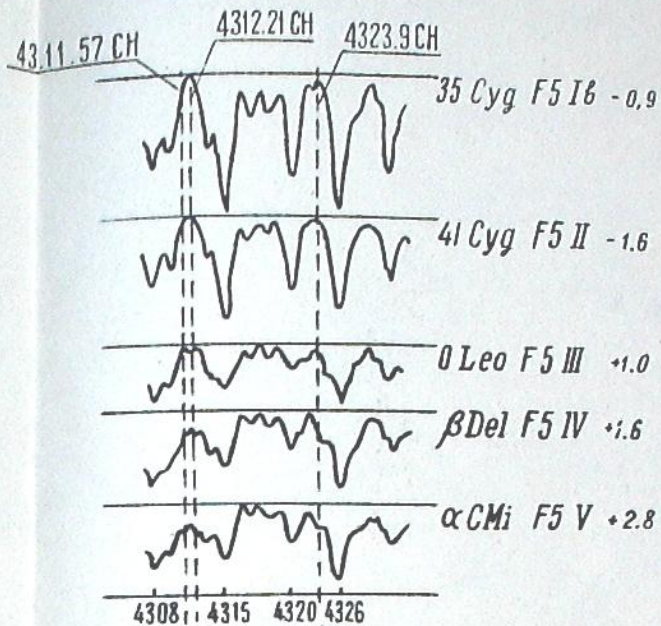


Рис. 3

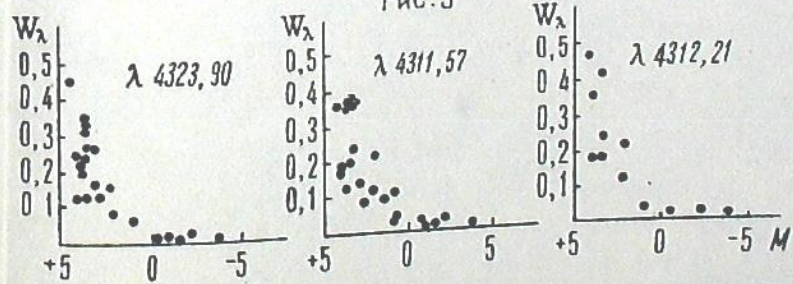


Рис. 4

К статье М.Е.Боярчук. Абаст. Бюлл. 33



Вернемся к рассмотрению *A*-звезд. Коэффициент поглощения в линии определяется также Штарк-эффектом, и пропорционален электронной плотности, но коэффициент непрерывного поглощения определяется, в основном, атомарным водородом, и не зависит от электронной плотности, а поэтому величина  $\eta_\nu$  или контур линии, зависит от электронной плотности. И мы наблюдаем для этих звезд хороший эффект светимости.

Если мы перейдем к более поздним классам звезд *G5—K5*, то для них характерно уменьшение температуры и общей плотности. Тогда коэффициент поглощения в линии будет определяться затуханием вследствие излучения. Он не зависит от электронной плотности. А коэффициент непрерывного поглощения по-прежнему определяется, в основном, отрицательными ионами водорода и зависит от электронной плотности. В этом случае  $\eta_\nu$  зависит от электронной плотности и контуры линий поглощения водорода в атмосферах звезд-карликов будут уже, чем в атмосферах звезд-сверхгигантов.

Из всего сказанного ясно, что в звездах спектральных классов *F5—G2* водородные линии не могут быть использованы, как критерии классификации по светимости.

Кажется, что в качестве чувствительного критерия, помимо отношений понижованных металлов, могут быть молекулярные полосы *CH* 4323.0, 4312.5, 4311.5 ангстрем. Это хорошо видно на рис. 3, где представлены регистрограммы звезд *F5* и *F8* разной светимости. Из рис. 3 видно, что по мере того, как уменьшается светимость звезды, полоса *CH* становится все более и более интенсивной. На рис. 4 представлено сравнение эквивалентных ширин молекулярных полос *CH* в звездах разной светимости. Это сравнение показало вполне четкую зависимость эквивалентных ширин полос *CH* от светимости для ряда звезд спектральных классов *F5—F8*.

Рассмотрение молекулярных полос *CH* по атласу Моргана и Кинана показало, что начиная от спектров *F0* до *K5* молекулярные полосы постепенно усиливаются, как в гигантах, так и в карликах. Однако они всегда остаются в спектрах звезд карликов более интенсивными, чем в спектрах звезд-гигантов. И такого превращения, как с водородными линиями, которые, то сильнее в спектрах карликов, то сильнее в спектрах гигантов, с ними не происходит. Поскольку полоса *G* в спектрах этих же звезд претерпевает такое же изменение, как и полоса *CH*, то можно полагать, что изменения полосы *G* объясняются изменением молекулы *CH*.

Весь этот анализ был проведен по спектрам с дисперсией 23.4 ангстрем/мм у *Hγ*, и получены хорошие зависимости, но я не знаю насколько эти критерии будут удобны для спектрограмм с малой дисперсией.

СООБЩЕНИЕ Н. А. ДИМОВА (КРЫМ)

#### ОПЫТ СОЗДАНИЯ ЗВЕЗДНОГО ФОТОМЕТРА НОВОГО ТИПА

Для решения различных задач звездной астрономии необходимо создание фотометра, который позволял бы выделять участки спектра звезды по желанию наблюдателя. Одновременно фотометр должен иметь возможно меньшие потери света для достижения достаточно