

УДК 524.386

## Возможность уточнения спектральной классификации и оценки межзвездного поглощения для пекулярных звезд по наблюдениям в ультрафиолетовой области спектра

*В.И. Бурнашев, Б.А. Бурнашева*

НИИ “Крымская астрофизическая обсерватория”, 98409, Украина, АР Крым, Научный  
*bella@crao.crimea.ua*

Поступила в редакцию 21 сентября 2011 г.

**Аннотация.** На основе результатов спектрофотометрии различных звезд, полученных с помощью IUE в области заатмосферного ультрафиолета, выбраны районы для гетерохромной фотометрии пекулярных звезд с целью уточнения их спектральной классификации и оценки межзвездного поглощения.

THE POSSIBLE CHOICE OF PHOTOMETRIC BANDS IN THE FAR ULTRAVIOLET REGION FOR THE CLASSIFICATION OF PECULIAR STARS, *by V.I. Burnashev and B.A. Burnasheva*. The possibility of estimating spectral classification and interstellar reddening for the Ap-stars on the base of photometric observations in the vacuum ultraviolet region is discussed. The choice of appropriate spectral bands was carried out on the base of the IUE spectral energy distribution data of various stars.

**Ключевые слова:** фотометрия, переменные, затменно-двойная звезда

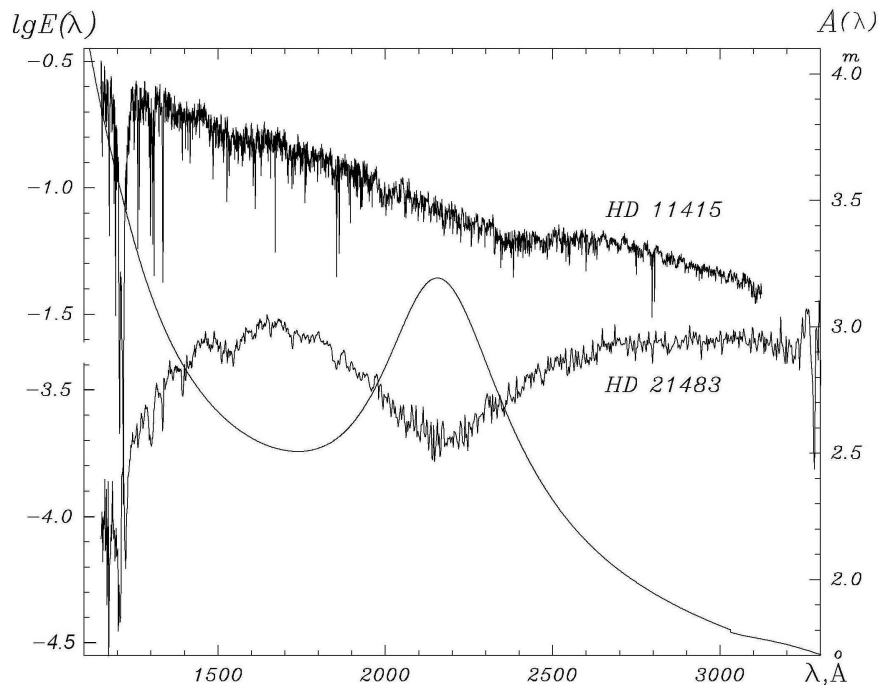
---

## 1 Введение

Верхняя часть главной последовательности ( $T_e \geq 6600$  К) в изобилии содержит звезды, показывающие различные пекулярности в спектрах. Зачастую у них обнаруживают также и переменность блеска. Эти объекты в первую очередь разделяются на звезды, обладающие сильным магнитным полем, порядка нескольких килогаусс: звезды с усиленными линиями стронция, хрома, европия (Ap SrCrEu), кремния (Ap Si), звезды с ослабленными (*He-weak*) и усиленными (*He-strong*) линиями гелия. Другие пекулярные звезды могут не показывать признаков магнитного поля, но обладать другими спектральными особенностями: усиленными линиями металлов (*Am*), линиями ртути и марганца (Ap HgMn), сильными линиями фосфора и галлия, но ослабленными линиями гелия (*He-weak* PGa).

Более привычно деление пекулярных звезд на диаграмме Герцшпрунга-Рессела на несколько групп: CP1 – *Am*-звезды с усиленными линиями металлов ( $T_e = 7$ –10 тыс. К), CP2 – магнитные *Ap*-звезды ( $T_e = 8$ –10 тыс. К), CP3 – ртутно-марганцевые звезды ( $T_e = 10$ –15 тыс. К), CP4 – *He-weak*-звезды с ослабленными линиями гелия ( $T_e = 13$ –20 тыс. К) (Престон, 1974; Хохлова, 1983; Рябчикова, 1992).

Характерными особенностями CP3-звезд, помимо избытка ртути и марганца в их атмосферах,



**Рис. 1.** Влияние межзвездного поглощения на распределение энергии в спектрах звезд: *HD 11415*, (V3III,  $E(B - V) = 0.05$ ), *HD 21483* (V3III,  $E(B - V) = 0.55$ ). Тонкая линия – средняя кривая межзвездного поглощения

являются низкая скорость вращения и отсутствие фотометрической переменности. Степень двойственности нормальная, характерная и для обычных звезд соответствующих спектральных подклассов. Магнитное поле слабое или отсутствует совсем (Престон, 1974; Вульф и Вульф, 1974). Возросший в последние годы интерес к этим звездам объясняется тем, что их изучение может пролить свет на теорию возникновения химических аномалий в атмосферах вследствие диффузионных процессов. В значительной степени этот интерес подогревает благодаря возросшим наблюдательным возможностям, связанным с доступностью результатов, полученных в ультрафиолетовой области спектра с помощью специализированных спутников (Вокулер и Вокулер, 1982; Смит и Дворецки, 1993).

## 2 Выбор спектральных районов для гетерохромной фотометрии

Окончательный архив данных INES (соответствует IUE Newly Extracted Spectra), полученных с помощью спутника IUE, содержит около 104 тыс. спектров различных объектов, в том числе и пекулярных Ар-звезд, наблюдавшихся в течение 18.5 лет практически непрерывной работы (Вамстекер и др., 2000). Имеющийся наблюдательный материал дает надежду уточнить для некоторых объектов спектральную классификацию и оценить влияние межзвездного поглощения.

С помощью стандартных звезд можно попытаться выбрать соответствующие районы с характерными спектральными особенностями и построить некоторые эмпирические зависимости.

Стандартные звезды для выбора спектральных районов для гетерохромной фотометрии, после критического рассмотрения, были отобраны из списка МК-стандартов (Гарсия, 1989). При отборе считалось, что для отобранных стандартов существующие (или возможные) двойные компоненты

не должны были вносить значительного – более нескольких процентов – вклада в общий наблюдаемый спектр. Переменность блеска также являлась существенным фактором при отборе. Хотя цвет звезды изменяется гораздо меньше при изменении блеска, тем не менее исключались звезды, в том числе и двойные, у которых блеск изменялся (или мог изменяться) более, чем на немногие сотые звездной величины в визуальной области. Кроме того, влияние межзвездного поглощения также должно было быть минимальным. Или известным, по крайней мере.

Окончательный список стандартов был дополнен несколькими звездами, примененными в свое время при создании вильнюсской семицветной системы (Зданавичюс и др., 1969; Зданавичюс и Никонов, 1967). В табл. 1 приведены некоторые сведения о выбранных звездах, взятые в основном из 5-го издания “Каталога ярких звезд” (Хоффлейт, Уоррен, 1991): 1) номер по каталогу *HD*, 2) название звезды, 3) спектральный класс, 4) звездная величина *V*. Здесь же отмечены сведения о переменности и двойственности. В 5-й колонке приводится оценка Джамера и др. (1976) возможного избытка цвета  $E(B - V)$ .

Распределение энергии в спектрах двух стандартных звезд-гигантов *V3III*, в разной степени затронутое межзвездным поглощением, показано на рис. 1. Значения монохроматической освещенности  $lgE(\lambda)$  выражены в  $erg/sec \cdot cm^2$ , отнесенных к интервалу длин волн 1 *cm*.

Величины оценок межзвездного покраснения  $E(B - V)$  взяты из каталога Джамера и др. (1976) для *HD* 11415 ( $E(B - V) = 0.05$ ) и атласа Фитцпатрика и Массы (1990) для *HD* 21483 ( $E(B - V) = 0.55$ ). Тонкой линией показана  $A_\lambda$  – средняя кривая межзвездного поглощения для данного спектрального диапазона, нормированная к единичному значению для визуальной области ( $A_V = 1^m$ ) (Карделли и др., 1989). Шкала значений для нее показана с правой стороны графика. Анализ представления кривой межзвездного поглощения в аналитической форме был выполнен нами ранее (Бурнашев, 1999). Достаточно хорошо в широком спектральном интервале она может быть представлена набором полиномов, для которых значение отношения полного поглощения к селективному  $R = A_V/E(B - V)$  выступает как параметр, зависящий от конкретных физических условий. При этом в видимой области, где сказывается влияние широкой спектральной особенности (Very Broad Structure – VBS), лучшее представление дает формула О’Доннелла (1994). Для диффузной материи в Галактике среднее числовое значение  $R = 3.1$ .

Список пекулярных звезд, в основном включающий HgMn-звезды, приведен в табл. 2. Основу его составляют звезды из статьи Глаголевского и Чунаковой (1986). Включены также пекулярные HgMn-звезды из статьи Смита и Дворецки (1993), предпринявших в свое время детальное изучение химического состава атмосфер этих объектов. Кроме того, добавлены три HgMn-звезды из каталога Ренсона и Манфреда (2009). В этой таблице мы сочли необходимым для каждой звезды также указать ее номер по “Каталогу ярких звезд” (Хоффлейт и Уоррен, 1991).

Рисунок 2 иллюстрирует выбор спектральных районов для целей гетерохромной фотометрии звезд в области вакуумного ультрафиолета. Для примера показано распределение энергии в спектрах стандартных звезд разных спектральных классов:  $\eta UMa$  (HD 120315, B3V),  $\theta Leo$  (HD 97633, A2V),  $\lambda Psc$  (HD 222603, A7V). Шкала значений логарифма монохроматической освещенности  $E(\lambda)$ , выраженных в  $erg \cdot s^{-1} \cdot (cm)^{-2}$ , отнесенных к интервалу длин волн 1 *cm*, показана в левой части рисунка. В верхней части рисунка схематично, в виде прямоугольников, отмечены выбранные спектральные области шириной 100 Å каждая:  $\lambda$  1600 Å и  $\lambda$  2700 Å – участки непрерывного спектра,  $\lambda$  2200 Å – область в районе широкой межзвездной особенности,  $\lambda$  2400 Å – особенность, вызванная сгущением резонансных и псевдорезонансных линий (Гурздян и Рустамбекова, 1980). Для рассматриваемого спектрального интервала выбранная фотометрическая система может считаться среднеполосной. Такие системы обычно реализуют на практике с помощью интерференционных фильтров.

Для выбранных звезд, перечисленных в табл. 1 и 2, были вычислены показатели цвета:

$$C(\lambda_1 - \lambda_2) = -2.5 \log \int E(\lambda) \cdot S_1(\lambda) \cdot d\lambda + 2.5 \log \int E(\lambda) \cdot S_2(\lambda) \cdot d\lambda.$$

Здесь  $E(\lambda)$  – значение монохроматической освещенности в спектре звезды,  $S_1(\lambda)$  и  $S_2(\lambda)$  – кривые реакции системы (прямоугольные в данном случае).

Таблица 1. Список стандартных звезд

HD	name	Sp	V	E(B-V)	HD	name	Sp	V	E(B-V)
5448	$\mu$ And	A5V	3.87	-0.03	11415	$\epsilon$ Cas	B3III	3.38 var?	+0.05
9132	48 Cet	A1V	5.12 double	-0.01	18604	$\lambda$ Cet	B6III	4.70	+0.02
10250	42 Cas	B9V	5.18 var? double	+0.03	21483	HD21483	B3III		-
16970	$\gamma$ Cet	A3V	3.47 double	+0.01	22928	$\delta$ Per	B5IIIe	3.01	+0.04
17081	$\pi$ Cet	B7V	4.25	-0.01	23180	$\phi$ Per	B1III	3.83var double	+0.31
17769	$\sigma$ Ari	B7V	5.49	+0.04	23302	17 Tau	B6IIIe	3.70 double	-
25340	35 Eri	B5V	5.28	0.00	23630	$\eta$ Tau	B7IIIe	2.87 double	+0.03
29646		A2V	5.78 double	-	23850	27 Tau	B8III	3.63 var?	-
32630	$\eta$ Aur	B3V	3.17 var?	+0.02	28319	$\theta$ 2 Tau	A7III	3.40 var double	-
34759	$\rho$ Aur	B3V	5.23 double	+0.01	33111	$\beta$ Eri	A3III	2.79 var? double	+0.05
38899	134 Tau	B9IV	4.91 double	-0.03	34503	$\tau$ Ori	B5III	3.60 double	+0.04
58142	21 Lyn	A1V	4.64 var	-0.04	35468	$\gamma$ Ori	B2III	1.64 var? double	+0.02
83754	$\kappa$ Hya	B5V	5.06 var	+0.01	123299	$\alpha$ Dra	A0III	3.65 var?	-0.02
87901	$\alpha$ Leo	B7V	1.35 var? double	0.00	147547	$\gamma$ Her	A9III	3.75 var?	-0.02
90994	$\beta$ Sex	B6V	5.09 var	0.00	159561	$\alpha$ Oph	A5III	2.08 var?	0.00
95418	$\beta$ UMa	A1V	2.37 var?	-0.04	176437	$\gamma$ Lyr	B9III	3.24 var? double	+0.03
97633	$\theta$ Leo	A2V	3.34 var?	-0.03	182255	3 Vul	B6III	5.18 V377 Vul double	+0.02
102647	$\beta$ Leo	A3V	2.14 var double	+0.01	184915	$\kappa$ Aql	B0.5III	4.95 var?	+0.28
108767	$\delta$ Crv	B9.5V	2.95 var? double	+0.11	186882	$\delta$ Cyg	B9.5IV	2.87 var? double	+0.03
120315	$\eta$ UMa	B3V	1.86 var?	+0.01	195810	$\epsilon$ Del	B6III	4.03 var?	+0.02
122408	$\tau$ Vir	A3V	4.26 double	+0.02	207330	$\pi$ 2 Cyg	B3III	4.23	-
135742	$\beta$ Lib	B8V	2.61 var?	0.00	214993	12 Lac	B1.5III	5.22 var DD Lac double	+0.11
162374		B6V	5.90 var V957 Sco	-0.01					
166205	$\delta$ UMi	A1Vn	4.36	0.00					
172167	$\alpha$ Lyr	AOVa	0.03 var? double	+0.01					
174567		AOVs	6.64	-					
190993	17 Vul	B3V	5.07	+0.02					
192685		B3Ve	4.78 var QR Vul double	+0.02					
193432	$\nu$ Cap	B9.5V	4.76 double	0.00					
205767	$\xi$ Aqr	A7V	4.69 double	-0.03					
209459	21 Peg	B9.5V	5.80	-					
215573	$\xi$ Oct	B6IV	5.35	-0.02					
218045	$\alpha$ Peg	B9V	2.49 var?	+0.04					
222603	$\lambda$ Psc	A7V	4.50	0.00					

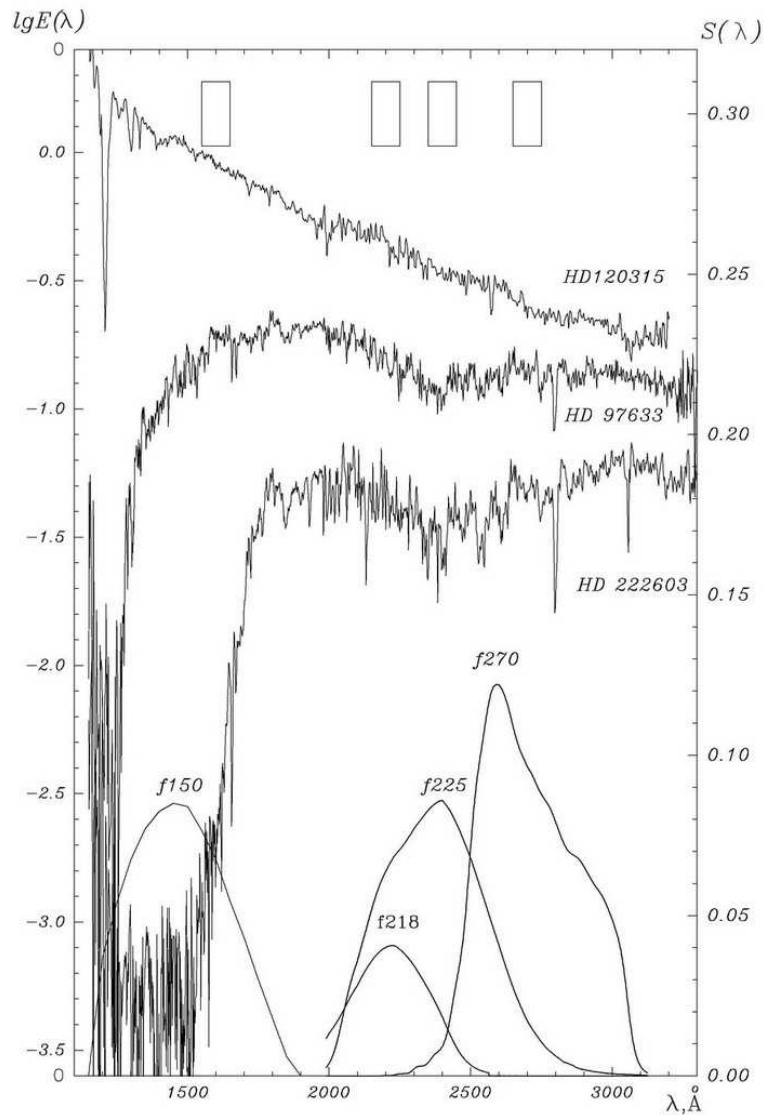
### 3 Обсуждение результатов вычислений

Построенные на основании вычисленных цветов двуцветные диаграммы показаны на рис. 3–5. Разными значками обозначены звезды разных классов светимости: гиганты (кресты) и звезды главной последовательности (точки). Обозначения разных типов пекулярных звезд, показанные в нижней части рис. 3, относятся и ко всем остальным рисункам.

Поскольку приводимые графики имеют чисто иллюстративный характер, нет необходимости, как это обычно принято, устанавливать точный нуль-пункт. Тем не менее было бы полезным указать положение координат цветов для Веги – звезды класса A0V, часто используемой для этой цели. Штриховыми прямыми на рисунке показаны оси, проходящие через точку, соответствующую показателям цвета Веги. Подобная процедура проведена и на остальных графиках подобного рода.

Таблица 2. Список пекулярных звезд

BS	HD	name	Sp	V	E( B-V)
15	358	$\alpha$ And	B8IVpMnHg	2.06var	–
364	7374	87 Psc	B8III	5.98 var?	+0.03
558	11753	$\phi$ Phe	A3V	5.11	–
1339	27295	53 Tau	B9IVp	5.35	–0.01
1347	27376	$\nu$ 4 Eri	B9V	3.56 var? double	–0.03
1702	33904	$\mu$ Lep	B9IIIpHgMn	3.31 var	–
1800	35548		B9pHgSi	6.57 double	–
2519	49606	33 Gem	B7III	5.85 var OV Gem double	–0.01
2676	53929		B9.5III	6.11	–0.08
2844	58661		B9pHgMn	5.72 double	+0.01
3595	77350	$\nu$ Cnc	A0pSi	5.45 var?	–0.02
3623	78316	$\kappa$ Cnc	B8IIIpMn	5.24 var double	–0.01
3652	79158	36 Lyn	B8IIIpMn	5.32 var EI Lyn	–0.04
4072	89822	ET UMa	A0pSiSrHg	4.97 var ET UMa	–
4915	112413	$\alpha$ 2 CVn	A0pSiEuHg	2.90 var	–
5475	129174	$\pi$ Boo	B9MnHgSi	4.94 double	–
5883	141556	$\kappa$ Lup	B9IV HgMn	3.95 double	+0.03
5971	143807	$\iota$ CrB	A0pHgMn	4.99 var?	+0.03
5982	144206	$\nu$ Her	B9III	4.76	–0.03
6000	144667	V1027 Sco	A0-3 IIIp	6.85 var	–
6023	145389	$\phi$ Her	B9pMn	4.26 var?	–
6158	149121	28 Her	B9.5III	5.63	0.00
6997	172044		B8II-IIIHgMn	5.42 var?double	0.00
7113	174933	112 Her	B9II-IIIpHg	5.48	–
7143	175640		B9III	6.22	–
7361	182308		B9IVpHgMn	6.52 double	–
7393	186122	46 Aql	B9IIIpHgMn	6.34	–
7664	190229	14 Sge	B9pHgMn	5.67 double	–
8937	193452	$\beta$ 2 Cap	A0IIIp	4.97 var ET UMa	–
8937	221507	$\beta$ Scl	B9.5IVpHgMnEu	4.37	–0.03
3109	65339	53 Cam	A2pSrEuCr	6.01 var AX Cam double	–
4766	108945	21 Com	A2p	5.46 var UU Com	–
5105	118022	78 $\phi$ Vir	A1pSrCrEu	4.94 var CW Vir	–
7879	196502	73 Dra	A0pSrCrEu	5.20 var AF Dra	–
954	19832	56 Ari	B9pSi	5.79 var SX Ari	–
1100	22470	EG Eri	B9.5p	5.23 var	–
1268	25823	41 Tau	B9pSi	5.20 var GS Tau	–
2095	40312	$\theta$ Aur	A0pSi	2.62 double	–
7287	179761	21 Aql	B8II-III	5.15 var V1288 Aql double	+0.03
–	215441	CL Lac	A0p	8.81 var	–
1063	21699	V396 Per	B8IIIpMn He-w	5.47 var V396 Per	0.00
1121	22920	EY Eri	B9IIIpSi4200	5.53	–0.08
3652	79158	36 Lyn	B8IIIpMn He-w	5.32 var EI Lyn	–0.04
3572	76756	$\alpha$ Cnc	A5m	4.25 var? double	–
3624	78362	$\tau$ UMa	F3-4IIImvs	4.67 var double	–
4300	95608	60_Leo	A1m	4.42	–
4751	108651	17 ComB	Am	6.65 var double	–
7653	189849	15 Vul	A4III	4.64 var NT Vul	–

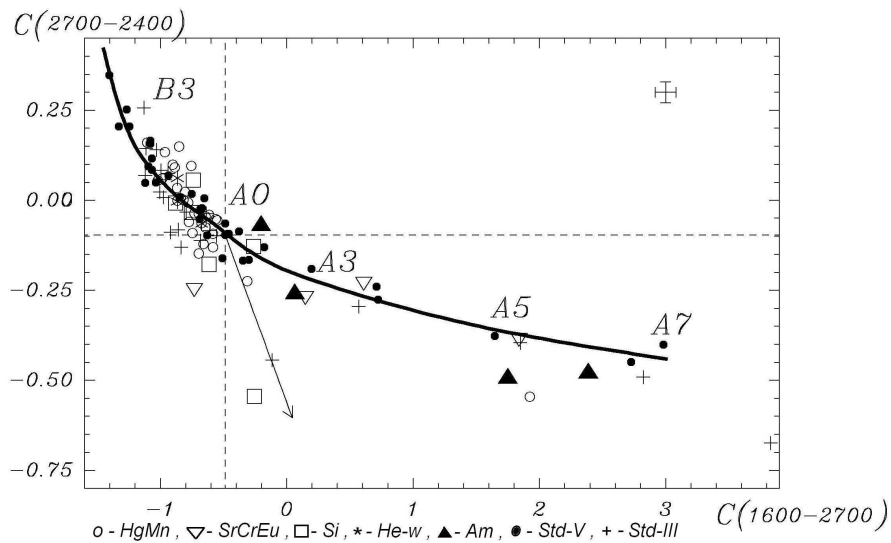


**Рис. 2.** Выбор спектральных районов для гетерохромной фотометрии. Левая шкала – значения логарифма монохроматической освещенности  $E(\lambda)$ , выраженные в  $erg \cdot s^{-1} \cdot (cm)^{-2}$ , отнесенные к интервалу длин волн  $1 cm$ , для звезд разных спектральных классов: B3V (HD 120315), A2V (HD 97633), A7V (HD 222603). Правая шкала – пропускание фильтров камеры поля HST

Стрелками указана линия нарастающего межзвездного поглощения. Длина стрелки соответствует  $A(V) = 1^m$ .

Как видно, звезды на диаграммах довольно слабо различаются по светимости и химсоставу, особенно на рис. 3. Поэтому для них на этом рисунке сплошной линией проведена некоторая средняя температурная зависимость и отмечено примерное положение звезд соответствующего спектрального класса.

Гораздо лучше звезды разделяются как по светимости, так и по особенностям химсостава, на рис. 4. Видно, что горячие HgMn-звезды и тем более другие пекулярные звезды, как обладающие магнитным полем, так и без него, в среднем заметно отделяются от звезд главной последователь-



**Рис. 3.** Двухцветная диаграмма среднеполосной системы. В нижней части рисунка показаны принятые обозначения для пекулярных звезд: ртутно-марганцевых, стронциевых, кремниевых, со слабыми линиями гелия, металлических, а также для стандартов главной последовательности и гигантов

ности и гигантов, что и показано на рисунке пунктирной линией. При этом последовательность металлических *Am*-звезд с главной последовательностью совпадает.

Между тем, хотя для *A*-звезд можно более или менее точно оценить спектральный класс, для *B*-звезд такая задача представляется более сложной. Более подробная часть диаграммы, относящаяся к пекулярным звездам, занимающим область спектральных классов *B6* – *B9*, показана на рис. 5. Отмечены звезды, испытывающие наибольшее влияние межзвездного поглощения: *V957Sco* ( $A(V) = 0.^m3$ ),  $\lambda$  *Set* ( $0.^m3$ ),  $\phi$  *Per* ( $0.^m7$ ),  $\kappa$  *Aql* ( $1.^m0$ ), HD 21483 ( $0.^m9$ ), GL Lac ( $1.^m1$ ). Они же явственно отделяются и на других графиках.

Отметим попутно, что при этом для наиболее горячих звезд оценка спектрального класса получается систематически ниже приводимого в каталогах: *B3* – 4 – для  $\phi$  *Per* (*B1III* в каталоге *HR*), *B4* – *V957Sco* (*B1III*), *B3* –  $\kappa$  *Aql* (*B0.5III*).

Так как часть звезд имеет по несколько наблюдений, можно оценить среднюю дисперсию приводимых значений. В верхней правой части рис. 3–5 отмечена средняя величина дисперсии одного определения для каждого показателя цвета:

$$\sigma(1600 - 2700) = \pm 0.082, \quad \sigma(2700 - 2400) = \pm 0.029, \quad \sigma(2700 - 2200) = \pm 0.034.$$

В этот “бар ошибок” – помимо неопределенности, связанной с ошибками наблюдений и последующей обработки, – включен также и разброс, обусловленный переменностью звезды, иногда составляющий величину порядка нескольких десятых звездной величины. В наиболее выдающемся случае, к примеру, для *HR 6000*:

$$\sigma(1600 - 2700) = \pm 0.226, \quad \sigma(2700 - 2400) = \pm 0.108, \quad \sigma(2700 - 2200) = \pm 0.122.$$

Рассмотрение рис. 3–5 позволяет сделать следующие выводы: а) спектральный класс для ранних звезд определяется с точностью до 2-х спектральных подклассов, б) межзвездное поглощение может быть оценено как по первой, так и по второй диаграмме с точностью около  $0.^m1$ , в) пекулярные звезды (кроме *Am*-звезд) достаточно надежно отделяются от общей температурной последовательности.

Таким образом, можно принять, что с помощью двухцветных диаграмм возможно оценивать спектральный класс с точностью до двух подклассов, а также определять величину межзвездного поглощения с точностью порядка  $0.^m1$ .

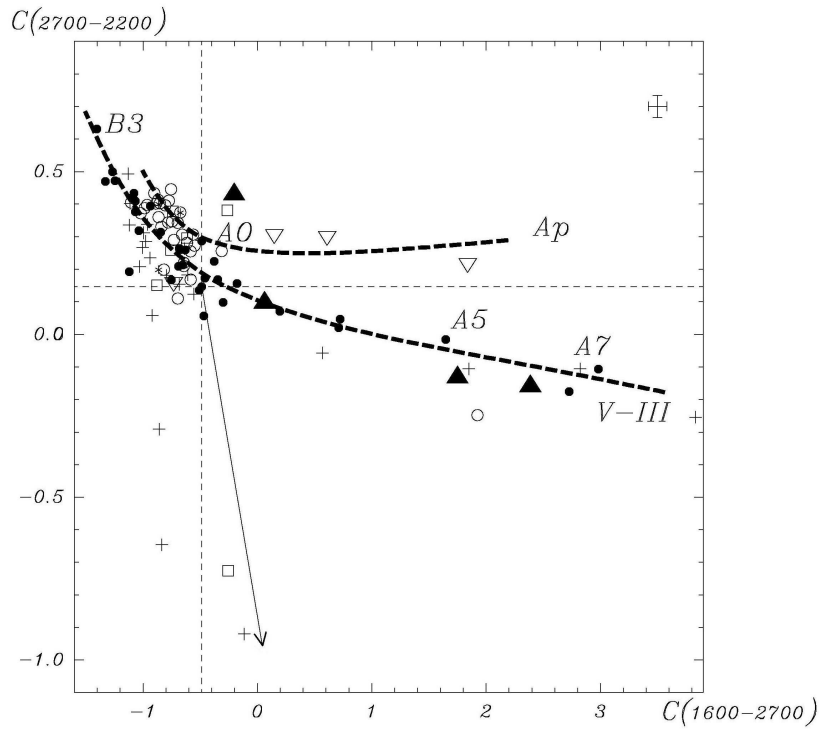


Рис. 4. Двухцветная диаграмма для оценки межзвездного поглощения

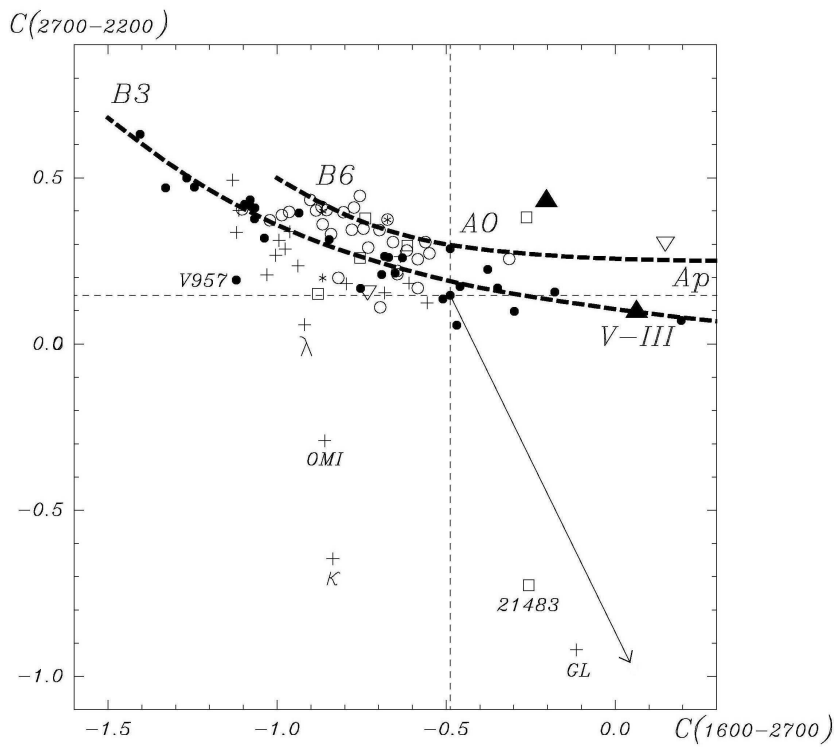


Рис. 5. Пекулярные звезды на двухцветной диаграмме. Отмечены некоторые покрасневшие звезды: V957 Sco,  $\lambda$  Cet,  $\phi$  Per,  $\kappa$  Aql, HD 21483, GL Lac



#### 4 Возможная реализация широкополосной системы

Фотометрическая система, эффективные длины волн которой близки к длинам волн системы, предлагаемой выше, уже частично реализована на космическом телескопе HST (<http://www.stsci.edu/hst/wfc3/>). В нижней части рис. 2 показаны кривые пропускания фильтров камеры поля WFC3 (Wide Field Camera, 3-d modification):  $f218$ ,  $f225$  и  $f270$ , максимумы пропускания которых примерно соответствуют участкам, показанным в верхней части графика. Что же касается полосы  $f150$ , то ее можно осуществить, применив фотоприемник с  $CsI$ -фотокатодом, обладающим окном, изготовленным из  $MgF_2$ , имеющим коротковолновую границу пропускания около  $\lambda 1150 \text{ \AA}$ . Кривая реакции такой фотометрической системы показана в нижней части графика.

Таким образом, полосы предлагаемой фотометрической системы в 2–3 раза шире, чем показанные в верхней части рис. 2. Как видно, для данного спектрального диапазона ширина всех полос предлагаемой фотометрической системы превышает  $300 \text{ \AA}$ , и ее в данном спектральном диапазоне уже надо считать широкополосной.

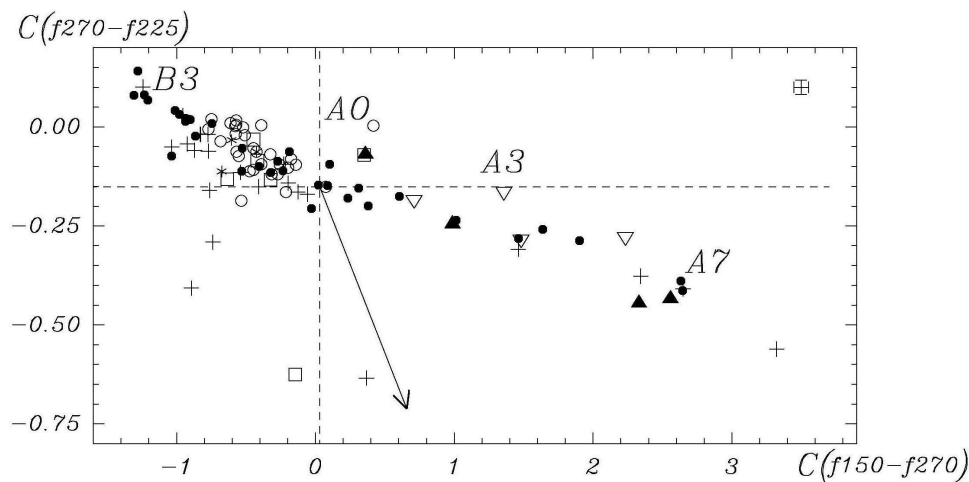


Рис. 6. Двухцветная диаграмма для возможной реализации широкополосной системы

Двухцветные диаграммы, рассчитанные для этой фотометрической системы, показаны на рис. 6 и 7, аналогичных приведенным выше рис. 3 и 4. Как видно, пределы изменения показателей цвета на этих графиках несколько меньше, чем на рис. 3 и 4. Поэтому, в частности, несколько хуже может быть оценено влияние межзвездного поглощения на обеих диаграммах. Расхождение в оценке межзвездного поглощения по сравнению с определяемым по графику на рис. 5 доходит до  $0.^m05$ . Из-за значительной ширины фотометрических полос  $f218$  и  $f225$  межзвездная особенность  $\lambda 2200 \text{ \AA}$  влияет на обе полосы этой системы. Тем не менее полученные зависимости вполне соответствуют графикам, приведенным на рис. 3–5, т. е. пригодны для целей спектральной классификации и оценки межзвездного поглощения. Однако при этом за счет большей ширины полос пропускания существенно, в 2–3 раза, возрастет проникающая сила.

#### 5 Заключение

Таким образом, на основании среднеполосной и широкополосной фотометрии различных звезд, проводимой в области вакуумного ультрафиолета, возможно выделить пекулярные звезды и провести для них спектральную классификацию и оценить межзвездное поглощение.

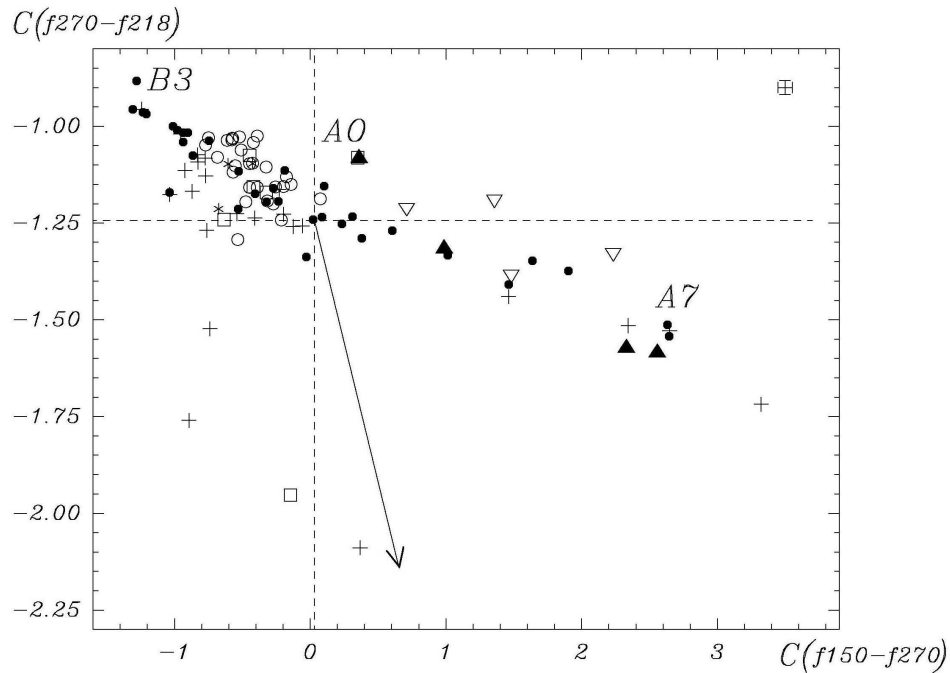


Рис. 7. Двухцветная диаграмма широкополосной системы для оценки межзвездного поглощения

Дальнейшие усилия по выбору спектральных районов для гетерохромной фотометрии в этой спектральной области могут быть направлены на исследование влияния двойственности звезд на приводимые зависимости.

Кроме того, как известно, закон межзвездного поглощения может быть различным в разных областях Галактики. Он заметно различается для диффузной материи, пузырей теплого газа вокруг ОВ-ассоциаций и компактных НП-областей. При этом изменяется ширина и интенсивность широкой межзвездной особенности  $\lambda 2200 \text{ \AA}$ . Оценка влияния различий в принятом законе межзвездного поглощения, возможно, заставит внести некоторые коррективы.

Возможно также, что звезды с разным типом пекулярности могут показывать какие-то отличия от общего хода полученных зависимостей, как это было видно выше на примере  $Am$ -звезд.

Тем не менее можно надеяться, что примененная на HST фотометрическая система, дополненная коротковолновой полосой, реализуемой, к примеру, фотоприемником, аналогичным примененному на спутнике IUE, допустит возможность спектральной классификации в пределах одного-двух спектральных подклассов, а также одновременно позволит оценить влияние межзвездной экстинкции с обычной для фотометрии точностью  $0.^m1 - 0.^m2$ .

## 6 Благодарности

В работе применены данные базы INES, за что авторы глубоко благодарны ее создателям. Мы выражаем чувство искренней признательности О.Ю. Малкову и Т.А. Рябчиковой, прочитавшим рукопись и сделавшим ряд ценных замечаний.

## Литература

- Бурнашев В.И. // Изв. Крымск. Астрофиз. Обсерв. 1999. Т. 95. С. 91.
- Вамстекер и др. (Wamsteker W., Skillen I., Ponz J.D., et al.) // *Astrophys. Space Sci.* 2000. V. 273. P. 155.
- Вокулер и Вокулер (Voculair S., Voculair G.) // *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 1982. V. 20. P. 37.
- Вульф и Вульф (Wolff S.C., Wolff R.J.) // *Astrophys. J.* 1974. V. 194. P. 65.
- Гарсиа (Garsia B.) // *Bull. Inform. CDS.* 1989. № 36. P. 27.
- Глаголевский Ю.В., Чунакова Н.М. // Изв. САО АН СССР. 1986. Т. 22. С. 17.
- Гурзadyн и Рустамбекова (Gurzadyan G.A., Rustambekova S.S.) // *Astrophys. Space Sci.* 1980. V. 69. P. 269.
- Джамер и др. (Jamar C., Macau-Hercot D., Monfils A., et al.) // *Ultraviolet bright star spectrophotometric catalogue.* ESA-SR 27. France. 1976.
- Зданавичюс К., Никонов В.Б. // Бюл. Вильнюсск. астрон. обсерв. 1967. № 19. С. 3.
- Зданавичюс К., Сюджюс И. и др. // Бюл. Вильнюсск. астрон. обсерв. 1969. № 26. С. 3.
- Карделли и др. (Cardelli J.A., Clayton G.C., Mathis J.S.) // *Astrophys. J.* 1989. V. 345. P. 245.
- О'Доннелл (O'Donnell) // *Astrophys. J.* 1994. V. 422. P. 158.
- Престон (Preston G.W.) // *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 1974. V. 12. P. 257.
- Ренсон и Манфред (Renson P., Manfroid J.) // *Astron. Astrophys.* 2009. V. 498. P. 961.
- Рябчикова Т.А. // *Химическая эволюция звезд и галактик.* М.: Космосинформ. 1992. С. 108.
- Смит и Дворецки (Smith K.S., Dworetzky M.M.) // *Astron. Astrophys.* 1993. V. 274. P. 335.
- Фитцпатрик и Масса (Fitzpatrick E.L., Massa D.) // *Astrophys. J. Suppl.* 1990. V. 72. P. 163.
- Хоффлейт и Уоррен (Hoffleit D., Warren W.H.) // *The Bright Star Catalogue, 5-th edition.* 1991. (CDS ID V-50).
- Хохлова В.Л. // *Итоги науки и техники. Астрономия.* Т. 24. М.: ВИНТИ. 1983. С. 233.