

О фотометрических особенностях
 звезд типа R Северной Короны

А.Ф. Пугач

Из анализа опубликованных визуальных и фотоэлектрических измерений блеска некоторых наиболее часто наблюдавшихся звезд типа R Северной Короны получены коэффициенты, характеризующие фотометрическую активность. С учетом межзвездного поглощения света определены фотометрические параллаксы и положения проекций ближайших звезд на галактическую плоскость. Исследована зависимость скорости падения блеска от истинного показателя цвета.

On Some Photometric Features
 of R Corona Borealis Type Stars

by A.F. Pugach

From the analysis of visual and photoelectric observations of RCB stars the following data were obtained.

1. A coefficient K of photometric activity in per cent (table 2).
2. Interstellar extinction and photometric parallaxes have been calculated by ascribing to the all stars luminosity $M_V = -4.5$ (table 3). Space distribution of RCB between spiral arms gives an evidence for old age of the RCB stars (fig. 1).
3. There is a strong relation between unreddened colours $(B-V)_0$ and brightness change rate on the fading branch (fig. 2).

Введение.

Начало систематическому исследованию изменчивости блеска звезд типа R Северной Короны было положено в конце 20-х годов нашего столетия после выхода ряда работ, основанных на анализе богатого фотографического материала Гарвардской обсерватории, ранние пластинки которой были экспонированы еще в XIX веке. Несколькими годами позже появились и первые модельные представления о причине переменности этих удивительных объектов.

Большие ряды визуальных наблюдений, полученные членами американской Ассоциации наблюдателей переменных звезд и членами Астрономического Общества Новой Зеландии дали возможность проследить в общих чертах изменения блеска некоторых ярких звезд на протяжении десятилетий. Несмотря на то, что к настоящему времени получено очень много оценок блеска, подкрепленных большим количеством точных фотоэлектрических наблюдений в оптике и в инфракрасном (ИК) диапазоне, картина

фотометрического поведения звезд этого типа далека от полноты и законченности.

Причина этого кроется в том, что характерное время процесса изменения блеска, т.е. то время, в течение которого проявляются основные статистические закономерности случайного процесса, у звезд этого типа очень велико, и для некоторых объектов оно, возможно, превышает историю исследований. Это становится понятным, если принять во внимание, что характерное время должно быть намного больше длительности отдельных, пусть даже самых продолжительных максимумов или минимумов блеска звезд. Данные о последних приведены в табл. 1. Из рассмотрения таблицы становится ясно, что 10–20 летнюю продолжительность изучения какой-либо звезды следует считать лишь первым знакомством, и оно явно недостаточно для полного статистического описания процесса изменения блеска.

В свете вышеизложенного и следует рассматривать некоторые дальнейшие выводы.

Некоторые замечания.

1. Говоря о прародительнице исследуемого класса звезд самой R Северной Короны, в дальнейшем будем использовать ее официальное обозначение R CrB, а вместо выражения "звезды типа R Северной Короны" будет употребляться общепринятая аббревиатура "RCB".

2. "Нормальным блеском" назовем яркость звезды в спокойном, неактивном состоянии, т.е. между концом предыдущего и началом следующего минимума.

3. Главный из по крайней мере двух независимых процессов переменности – глобальное уменьшение яркости, возвращение к исходному состоянию и флуктуации около нормального блеска – будем называть основным процессом, в отличие от полуправильных периодических пульсаций с амплитудой в несколько десятых звездной величины.

4. Среди других в работе подвергнуты анализу визуальные наблюдения членов Астрономического Общества Новой Зеландии, которые, как полагает Бэйтсон (1975), использовали шкалу визуальных звездных величин, несколько отличающуюся от стандартной. Поэтому для некоторых южных RCB возможны отличия в величинах нормального блеска, определенных по визуальным и фотоэлектрическим наблюдениям.

Степень активности звезд.

Некоторые RCB, несмотря на удобное расположение и относительно большую яркость, плохо исследованы в фотометрическом отношении, поскольку редко бывают в ослабленном состоянии. Так, MV Sgr (одна из самых горячих RCB) за 26 лет наблюдений была в минимуме всего два раза, а XX Cam и Y Mus – по одному за все время исследования. Сейчас невозможно сказать, чем объясняется такое поведение: пассивной фазой эволюции или же чередованием периодов спокойствия и активности.

Как ни различаются между собой в деталях многочисленные модели RCB, все они базируются на идее о том, что ИК-избытки являются следствием переработки фотосферного излучения в окружающей звезду пылевой оболочке. (Здесь мы отвлекаемся от модели, предложенной

Хэмфрисом и Нэем [1974]). Поэтому степень фотометрической активности, которую численно можно выразить как отношение недоизлученной из-за минимумов энергии к энергии звезды, высвеченной за такой же период в нормальном состоянии, возможно связана с ИК-светимостью, поскольку считается, что ИК-излучение возникает в частицах, поглотивших видимый свет.

Поиски корреляции между изменением оптического и инфракрасного излучений затруднялись не только тем обстоятельством, что мгновенная связь между ними отсутствует (Уинг и др., 1972), но и незнанием количества поглощенного в оболочках излучения.

Попытка определить долю поглощенной (недоизлученной) энергии для R CrB была сделана Форрестом и др. (1972), где было показано, что в среднем почти 30% видимого света звезды экранируется пылью.

В настоящей работе по опубликованным рядам фотографических и визуальных наблюдений 11 звезд определены коэффициенты K фотометрической активности, которые дают относительную величину энергии, поглощенной в визуальных лучах:

$$K = \frac{1}{\bar{J}_V (T_1 - T_2)} \int_{T_1}^{T_2} J_V dt$$

где \bar{J}_V — интенсивность, соответствующая нормальному блеску \bar{m}_V звезды в визуальных лучах; J_V — наблюдаемая интенсивность; T_1 и T_2 — моменты начала и конца наблюдений. В качестве нормального блеска \bar{m}_V бралась модальная звездная величина из дифференциальных функций распределения блеска, а в случае отсутствия последних — средняя визуальная величина звезды в периоды неактивного состояния. Модальная и средняя величины, строго говоря, не совпадают между собой, но на их близость указывает то обстоятельство, что функции распределения блеска вблизи максимума удовлетворительно описываются нормальным законом (Ковальчук и др., 1975).

Определение K было выполнено для объектов, имеющих достаточно длинные без существенных пробелов ряды наблюдений. Интегрирование проводилось численным методом; точность 5–7%, для MV Sgr, и WX CrA — около 15%. Результаты приведены в табл. 2, где после названия звезды следуют: величина K в процентах, пределы интегрирования в юлианских днях, то же самое в годах, источник наблюдений.

Данные таблицы показывают, что в оболочках некоторых RCB может поглощаться весьма существенная доля оптического излучения, превышающая в некоторых случаях 50% светимости звезды. Именно от таких звезд мы вправе ожидать большие ИК-избытки.

Фотометрические параллаксы.

Фотометрический параллакс звезды или модуль расстояния является функцией трех переменных: абсолютной величины M_V , видимой величины m_V и межзвездного поглощения A_V .

1. *Абсолютные величины.* Всем исследуемым звездам было приписано одно и то же значение \bar{M}_V , независимо от имеющих для каждой звезды

определений. Судя по литературным данным, касающимся абсолютных светимостей RCB (Шервуд, 1975; Эгген, 1969; Ли, Фист, 1969; Роджерс, 1970; Андрус, 1967; Фист, 1956 и Фист, 1972), значения M_V образуют довольно тесную группу, распределяясь, в основном, между -4^m и -5^m (см. последнюю колонку таблицы 3). Это служит оправданием для использования среднего значения \bar{M}_V . Из всех имеющихся в нашем распоряжении фотометрических данных *) были получены среднее значение \bar{M}_V и дисперсия среднего σ_M^2 :

$$\bar{M}_V = -4.5 \quad \sigma_M^2 = 0.27.$$

Последняя потребуется нам для нахождения суммарной ошибки определения расстояния, куда, в частности, войдет и ошибка, связанная с использованием среднего значения \bar{M}_V .

Таким образом, абсолютная величина всех звезд в дальнейшем принималась равной -4.5 , что хорошо совпадает со средней абсолютной величиной сверхгигантов F5 Ib – G8 Ib, определенной Шмидт – Калером (1965).

2. Видимые величины. Как указывалось выше, \bar{m}_V определялось либо как модальное значение функции распределения, либо как среднее арифметическое наблюдений вблизи нормального блеска, поскольку абсолютные величины, которые мы используем в вычислениях, относятся к состоянию околорасширенного блеска. Кроме известных функций распределения трех звезд: RY Sgr, R CrV и SU Tau (Ковальчук и др., 1975), к анализу были привлечены функции распределения S Aps, UW Cen, GU Sgr и RS Tel, полученные автором по опубликованным наблюдениям (Бэйтсон 1974; Бэйтсон, Джонс 1972; Бэйтсон 1975). Для остальных звезд в качестве \bar{m}_V использовались средние значения в максимуме блеска.

Без учета возможных систематических ошибок, о которых говорилось ранее в замечании 4, ошибка определения \bar{m}_V как модального или среднеарифметического значения выражается в сотых долях звездной величины (поскольку m_V выводится из многих наблюдаемых значений блеска) и она пренебрежимо мала по сравнению с ошибкой $\sigma_{\bar{M}_V}^2$ и ошибкой определения межзвездного поглощения $\sigma_{A_V}^2$. Поэтому дисперсию $\sigma_{\bar{m}_V}^2$ положим равной нулю.

3. Учет межзвездного поглощения. Величина межзвездного поглощения A_V в заданном направлении бралась из работ (Нэкель, 1967) и (Фитцджеральд, 1968). В случае расхождения табличных данных использовалось среднее значение, а неопределенность учитывалась при вычислении общей ошибки модуля расстояния. Но, чтобы определить полное поглощение, требуется знать расстояние. Это противоречие решалось методом последовательных приближений. В качестве нулевого приближения полагалось $A_V = 0$. Тогда величина $(m-M)$ давала некоторое завышенное

*) В определение \bar{M}_V не вошло одно значение, найденное в предположении, что R CrV является членом группы Wolf 630 (Эгген, 1965) и абсолютная величина SY Hvi, тип переменности которой установлен ненадежно.

расстояние r' , для которого отыскивалось поглощение и вводилось в исправленное значение модуля $(m-M)'$ и т.д. Итерации велись до тех пор, пока найденное расстояние и соответствующее ему поглощение удовлетворяли одному уравнению.

4. *Определение ошибок.* Для оценки точности вычисления поглощения σ_{A_v} мы воспользуемся результатами исследования Кузнецова В.И. (Диссертация, 1977 г., неопубликовано), где показано, что для одиночной звезды ошибка определения полного поглощения составляет $0.^m3$, что дает $\sigma_{A_v}^2 = 0.09$.

Воспользуемся формулой, связывающей общую ошибку определения расстояния с ошибками входящих в нее компонентов:

$$\sigma_r^2 = \sigma_{m_v}^2 + \sigma_{A_v}^2 + \sigma_{M_v}^2$$

и подставив вычисленные ранее значения, получим

$$\sigma_r^2 = 0.00 + 0.09 + 0.27; \text{ и } \sigma_r = \pm 0.^m60.$$

Следовательно, среднеквадратичная ошибка модуля расстояния, в которую вошли ошибки определения межзвездного поглощения и абсолютной светимости звезд, равна $0.^m60$.

5. *Результаты.* Итоги вычислений представлены в табл. 3, где в следующих после названия звезды колонках приводятся: галактические координаты l и b , видимая величина \overline{m}_v , полное поглощение A_v , избыток цвета, полученное расстояние в килопарсеках, индивидуальные оценки M_v . Данные таблицы нанесены на рис. 1 и в совокупности с данными предыдущего параграфа показывают положения проекций наиболее ярких РСВ на галактическую плоскость и их вероятные ошибки. Солнце — в центре чертежа. Точками показано расположение ближайших рукавов Галактики по радионаблюдениям областей ионизованного водорода (Кортес, 1972). Как видно на рисунке, звезды РСВ не проявляют тенденции к сосредоточению внутри спиральных ветвей; за исключением нескольких двусмысленных случаев, ближайшие РСВ попадают в пространство, свободное от областей активного звездообразования.

Эти результаты свидетельствуют в пользу большого возраста звезд типа R Северной Короны.

Скорость падения блеска.

Одна из особенностей РСВ выделяет их среди большинства других переменных: широкий спектральный диапазон ее членов. Только, пожалуй, неправильным переменным присуща эта же особенность, поскольку среди них есть и очень горячие и холодные звезды, но они не образуют в фотометрическом смысле однородную группу. То обстоятельство, что среди РСВ присутствуют звезды спектральных классов В и R, создает известные трудности при построении теоретических моделей.

В связи с этим важным является вопрос о том, зависят ли фотометрические особенности звезд от их температуры. Фист (1975) обратил внимание на то, что скорость падения блеска должна зависеть от размеров звезды и от скорости роста облака. Косвенной информацией о раз-

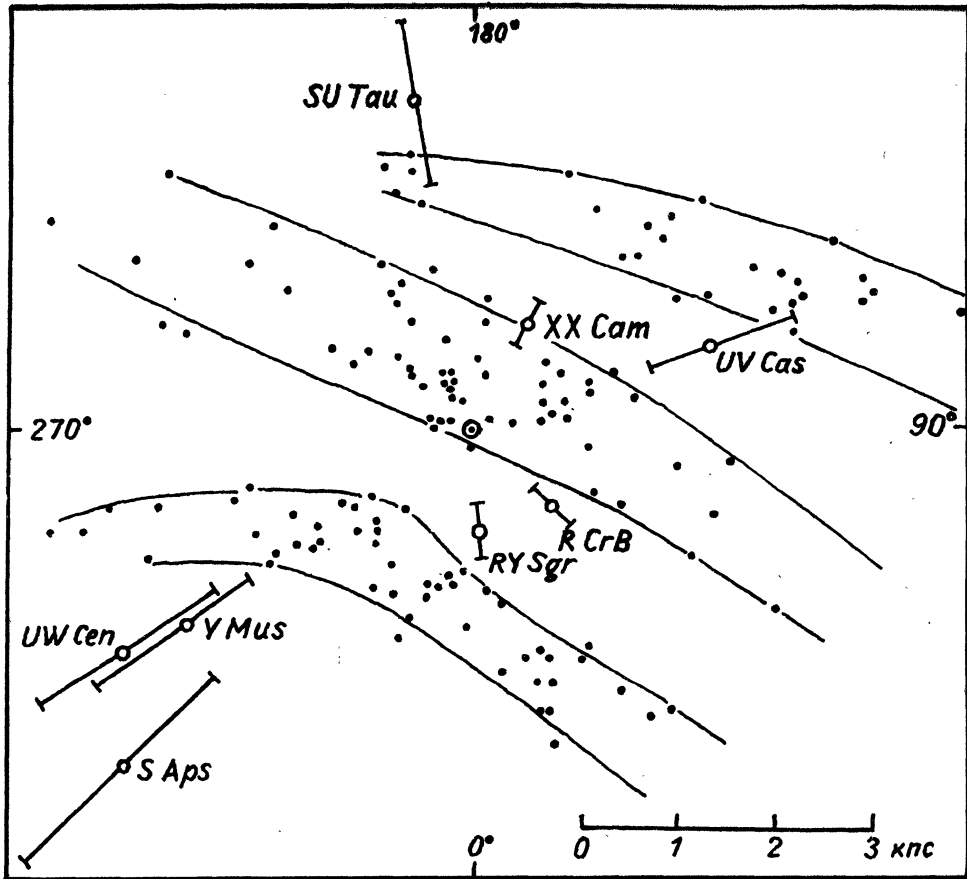


Рис. 1. Проекция положений ближайших звезд типа RCB на галактическую плоскость.

мере может служить температура звезды, т.к. более холодная звезда должна иметь большие размеры. Поэтому, если не принимать во внимание, что скорость расширения облака может быть различной, мы вправе ожидать, что скорость Φ должна быть меньше у холодных звезд. Пэй-Гапошкина (1963) установила качественную связь между Φ и спектральным классом звезды, показав, что время падения блеска у самой холодной звезды RS Tel (спектр R 8) составляет 300 дней, т.е. на порядок больше, чем аналогичная характеристика у R CrB (спектр F 7).

У нас была возможность получить из опубликованных наблюдений Φ и сравнить ее с исправленным за межзвездное поглощение показателем цвета $(B-V)_0$ в нормальном состоянии.

Скорость падения Φ определялась, как правило, на участке от нормального блеска до точки, лежащей на 2–3 величины ниже. Межзвездное поглощение определено ранее. В табл. 4 приведены результаты вычислений. Здесь указаны: название звезды, средняя по нескольким ослаблениям скорость падения блеска $\bar{\Phi}$, которая выражена в звездных величинах.

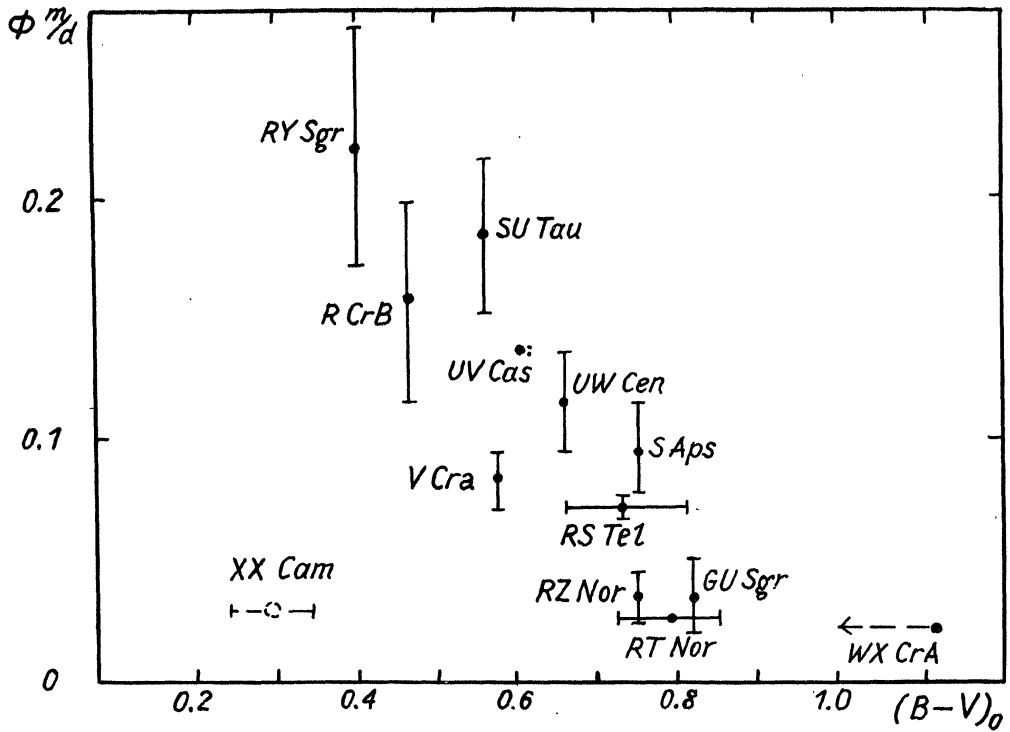


Рис. 2. Зависимость скорости падения блеска от исправленного за межзвездное поглощение показателя цвета $(B-V)_0$.

нах за сутки; ошибка определения среднего значения σ , количество наблюдаемых падений блеска n и исправленный показатель цвета $(B-V)_0$. Содержание таблицы выражено также на рис. 2, из которого следует, что самые холодные звезды действительно входят в минимум медленнее, чем звезды промежуточных спектральных классов.

К сожалению, не удалось определить место наиболее горячих звезд на этой диаграмме, т.к. для VZ Sgr нет измерений цвета, а MV Sgr и DY Cen не имеют надежных кривых блеска на участке вхождения в минимум. И все же косвенные данные указывают на то, что, возможно, у более горячих звезд Φ не растет с уменьшением показателя цвета, как это следовало бы ожидать из анализа предыдущих данных, а падает.

Так, например, по единственному минимуму XX Cam, зарегистрированному на фотографических пластинках, можно определить скорость падения блеска, которая не будет существенно отличаться от истинного значения, поскольку известно, что при неглубоких и быстрых изменениях блеска цвет RCB существенно не меняется. Найденное таким образом Φ оказалось близким к 0.038 , в то время как показатель цвета звезды лежит в пределах $0.^m25 - 0.^m35$.

В другом случае звезда VZ Sgr не имеет наблюдаемых значений цвета, но можно предположить, что ее показатель $(B-V)_0$ не сильно отличается от нуля, поскольку спектральный класс звезды В 8. И для этой звезды, как следует из таблицы, скорость Φ ниже, чем для звезд промежуточных спектральных классов.

Таблица 1.

Звезда	Продолжительность в Юлианских днях		в годах	Литература
	начало	конец		
	максимум			
R CrB	2424100	2427750	10	Мэйолл, 1960
DY Cen	37100	42500	15	Бэйтсон, 1975
UV Cas	31500	42000	29	Пти, 1960; Заватти, 1975
XX Cam	29631	наст. время	37	
	минимум			
R CrB	01800	05700	10	Мэйолл, 1960
AE Cir	34860	38400	10	Бэйтсон, 1975
RZ Nor	35940	39970	11	—
V 618 Sgr	35618	41595	16	—

Таблица 2.

Звезда	K%	Юлианские дни	$T_2 - T_1$ годы	Литература *
S Aps	25.5	28000–31900, 38200–4200	21	1, 2, 3, 4, 5,
XX Cam	0.2	15000–по наст. время	76	6
UW Cen	42	35106–42045	19	7
WX CrA	58.4	11000–28000	47	8, 15
R CrB	32.2	12800–36000	62	9, 1, 10, 11, 12, 13, 14
Y Mus	3.0	12500–24750	33	16
RZ Nor	54.8	35520–43320	19	15
RY Sgr	30.1	24500–32000, 38000–42000	31	1, 15, 17, 18
GU Sgr	20.2	11000–34000, 40710–41950	66	3, 19, 20
MV Sgr	21.8	24000–33000	25	19
RS Tel	28.5	13000–24500, 35000–42290	47	15, 16

*) *Примечание*: 1. — Кэмпбелл (1938, 1940, 1945, 1948), 2. — Марино, Уокер (1971), 3. — Бэйтсон (1974), 4. — Уотерс (1966), 5. — Двайер (1929), 6. — Юн (1948), 7. — Бэйтсон, Джонс (1972), 8. — Свун (1936), 9. — Кэмпбелл (1940 a), 10. — Кэмпбелл (1941), 11. — Айслес (1973), 12. — Бласберг (1968, 1971, 1972), 13. — Лукаш (1975), 14. — Мэйолл (1960), 15. — Бэйтсон (1975), 16. — Пэйи (1928), 17. — Кэмпбелл (1926, 1927, 1928, 1929, 1930, 1931, 1932, 1934), 18. — Александер и др. (1972), 19. — Хоффлейт (1959), 20. — Лютен (1927).

Таблица 3.

Звезда	l	b	\overline{m}_V	A_V	E_{B-V}	$r_{\text{КПС}}$	M_V
S Aps	313°	-12°	10 ^m 1	1 ^m 05	0 ^m 35	5.12	-4 ^m
XX Cam	150	1	7.3	1.5–1.8	0.5–0.6	1.00–1.15	
UV Cas	109	0	10.3	2.6–2.8	0.86	2.63	

Таблица 3 (окончание).

Звезда	<i>l</i>	<i>b</i>	\overline{m}_V	A_V	E_{B-V}	$r_{\text{КПС}}$	M_V
UW Cen	302°	8°	9 ^m .7	0 ^m .9–1 ^m .1	0 ^m .35	4.6–4.2	–4 ^m .5
DY Cen	308	8	12.3	>0.9	>0.3	<14.8	
AE Cir	313	– 9	<11.9	>1.1	>0.3–0.4	<11.0	
V CrA	358	–15	10.0	0.65	0.22	5.8–6.0	–4
WX CrA	355	– 8	11.7	>0.8	>0.25	<12.0	–4
RCrB	045	51	6.0	0.3–0.4	0.12	1.1	–4.6 –5.5
Y Mus	304	– 3	10.3	1.8–2.2	0.6–0.7	3.3–4.0	
RT Nor	327	– 7	11.0	>0.9–1.1	>0.3–0.4	<7.6	–4
RZ Nor	332	– 4	10.9	1.1	0.38	7.2	
RY Sgr	004	–20	6.6	0.8–1.0	0.3	1.0–1.2	–4; –4.6
VZ Sgr	002	– 6	11.3	<1.2	<0.4	>8.7	
GU Sgr	008	– 5	10.3	>1.1	>0.37	<5.4	
SU Tau	189	– 4	9.7	1.55	0.53	3.6	–4.6
RS Tel	347	–14	10.0	0.7–1.3	0.25–0.4	4.4–5.7	–4
W Men	282	–32		(член БМО)			–4.8; –5 –5.4

Таблица 4.

Звезда	Φ <i>m/d</i>	σ	<i>n</i>	$(B-V)_0$
S Aps	0.093	±0.027	4	0.84
XX Cam	.038:	–	1	0.25–0.35
UV Cas	.140:	–	.1	0.60
UW Cen	.115	.028	6	0.65
V CrA	.080	.016	5	0.57
WX CrA	.026	.011	6	<1.09
RCrB	.153	.051	14	0.47
RT Nor	.033	.003	3	0.74–0.84
RZ Nor	.038	.011	3	0.75
RY Sgr	.220	.057	3	0.39
GU Sgr	.041	.012	5	<0.82
SU Tau	.185	.035	4	0.56
RS Tel	.063	.008	4	0.65–0.82
VZ Sgr	.081	.027	3	–

Литература:

- Айслес, 1973 – Isles J.E., JBAА 83, n5, 368.
 Александер и др., 1972 – Alexander J.B., Andrews P.J., Catchpole R.M.,
 Feast M.W., Lloyd Evans T., Menzies J.W., Wisse P.N.,
 Wisse M., MN 158, n3, 305.
 Андрус и др., 1967 – Andrews P.J. et al, IBVS n235.
 Бласберг, 1968 – Blasberg H.J., MVS 4, n8, 199.

- Бласберг, 1971 – Blasberg H.J., MVS 5, n9, 172.
 Бласберг, 1972 – Blasberg H.J., MVS 6, n3, 56.
 Бэйтсон, Джонс, 1972 – Bateson F.M., Jones A.F., NZ Circ. n185.
 Бэйтсон, 1974 – Bateson F.M., Publ. VSS New Zealand n1, 33.
 Бэйтсон, 1975 – Bateson F.M., Publ. VSS New Zealand n3,
 Двайер, 1929 – Dwyer, HB, n868.
 Заватти, 1975 – Zavatti F., IBVS n1027.
 Ковальчук и др., 1975 – Ковальчук Г.У., Лендерман Е.И., Лукацкая Ф.И.,
 Розенбуш А.Э., "Астрометрия и Астрофизика", вып. 25, 4. "Нау-
 кова Думка", К.
 Кортес, 1972 – Courtes G., Vistas in Astronomy 14, 81.
 Кузнецов В.И., 1975, канд. диссертация, Москва.
 Кэмпбелл, 1926 – Campbell L., HC n319.
 Кэмпбелл, 1927 – Campbell L., HC n330.
 Кэмпбелл, 1928 – Campbell L., HC n344.
 Кэмпбелл, 1929 – Campbell L., HC n354.
 Кэмпбелл, 1930 – Campbell L., HC n361.
 Кэмпбелл, 1931 – Campbell L., HC n376.
 Кэмпбелл, 1932 – Campbell L., HC n382.
 Кэмпбелл, 1934 – Campbell L., HC n407.
 Кэмпбелл, 1938 – Campbell L., HA 104.
 Кэмпбелл, 1940 – Campbell L., HA 107.
 Кэмпбелл, 1940а – Campbell L., Popul. Astronomy 48, n5, 268.
 Кэмпбелл, 1941 – Campbell L., Popul. Astronomy 49, n1, 52.
 Кэмпбелл, 1945 – Campbell L., HA 110.
 Кэмпбелл, 1948 – Campbell L., HA 116.
 Ли, Фист, 1969 – Lee T.A., Feast M.W., ApJ 157, n3, L 173.
 Лукаш, 1975 – Lukaš R., "Sterne" 51, n3, 177.
 Льютен, 1927 – Luyten W.J., HB n852.
 Марино, Уокер, 1971 – Marino B.F., Walker B.G.S., NZ Circ. n184.
 Мэйолл, 1960 – Mayall M., JRASC 54, n2., 93.
 Нэкель, 1967 – Neckel Th., Landessternwarte Heidelberg–Konigstuhl
 Veröffentlichungen, band 19.
 Пти, 1960 – Petit M., Journal des Observ. 43, 79.
 Пэйн, 1928 – Payne C., HB n861.
 Пэйн–Гапошкина, 1963 – Payne–Gaposhkin C., ApJ 138, 320.
 Роджерс, 1970 – Rodgers A.W., "Observatory" 90, n978, 197.
 Свуп, 1936 – Swoope H., HB n902.
 Уинги др., 1972 – Wing R.F., Baumert J.H., Strom S.E., Strom K.E.,
 PASP 84, n501, 646.
 Уотерс, 1966 – Waters B.H., NZ Circ. n119.
 Фист, 1956 – Feast M.W., MN 116, 531.
 Фист, 1972 – Feast M.W., MN 158, n3, 11.
 Фист, 1975 – Feast M.W., "Variable stars and stellar evolution." IAU Symp.
 n67, Moscow 1974 .
 Фитцджеральд, 1968 – FitzGerald M.P., AJ 73, n10, 983.
 Форрест и др., 1972 – Forrest W.J., Gillet F.C., Stein W.A., ApJ 178,
 n3, L 129.

- Хоффлейт, 1959 – Hoffleit D., AJ **64**, n6, 241.
Хэмфрис, Нэй, 1974 – Humphreys R.M., Ney E.P., ApJ **190**, n2, 399.
Шервуд, 1975 – Sherwood V., "Variable stars and stellar evolution." IAU
Symp. No 67, Moscow, 1974 .
Шмидт-Калер, 1965 – Schmidt-Kaler T., Landolt-Bornstein, 301.
Эгген, 1965 – Eggen O.J., Observatory **85**, p. 191–195.
Эгген, 1969 – Eggen O.J., PASP **81**, 553.
Юн, 1948 – Yun C., ApJ **107**, 413.

Главная астрономическая
обсерватория АН УССР
г. Киев

*Поступила в редакцию
21 апреля 1977 г.*