

Переменные звезды 21, № 2, 183–190, 1979

Variable Stars 21, No 2, 183–190, 1979

Фотометрические наблюдения XX Змееносца в 1964–1978 годах

Т.С. Белякина, Г.Е. Ерлексова, Г.В. Зайцева

Представлена фотографическая кривая блеска XX Oph 1964–72 годов. Фотозлектрические UVB-измерения 1970–78 годов показали, что в среднем, увеличение блеска переменной в системе V вызывает покраснение показателя цвета (U–B). Из совокупности наших фотографических и фотозлектрических наблюдений следует, что характер переменности XX Oph в 1964–78 годах не изменился по сравнению с 1890–1946 годами. Показано существование относительно быстрых колебаний блеска XX Oph с амплитудой 0^m1 – 0^m2 .

Измерения H_{α} -эмиссии, выполненные в 1972 и 1974 годах, не коррелируют с изменениями блеска XX Oph в полосе V.

Обращено внимание на изменение контура H_{α} со временем.

The Photometric Observations of XX Oph from 1964 through 1978

by T.S. Belyakina, G.E. Erleksova, G.V. Zaitseva

The photographic light curve of XX Oph from 1964 through 1978 is shown (fig. 1). The photoelectric UVB measurements of this star for the period 1970–78 demonstrate that in the average the brightness in the V-system is connected with reddening of the colour index (U–B) (fig. 2,3). From our observations it follows that the behaviour of XX Oph during 1964–1978 was not changed as compared with that of 1890–1946. There were rather rapid light variations of XX Oph with the amplitude close to 0^m1 – 0^m2 (fig. 2).

The measurements of H_{α} -emission in 1972 and 1974 do not correlate with light variations of XX Oph in the band V (fig. 2). Attention was drawn to the time variations of the H_{α} contour (fig. 4).

Неправильная переменная XX Oph известна с начала нашего века. Прагер (1941) и Ганошкин (1946) показали, что согласно фотографической кривой блеска 1890–1946 годов, XX Oph напоминает переменные типа R Cr B. Однако в отличие от последних, амплитуда колебаний ее блеска не превышает 1^m5 в фотографических лучах. После 1946 года опубликовано лишь несколько отдельных фотографических и визуальных оценок блеска. Имеются также немногочисленные фотозлектрические наблюдения в системе BV (Бродская, 1968) и UVB (Белякина, 1974). Однако, по этим данным трудно составить полное представление об изменении блеска переменной в течение последних тридцати лет.

В спектре XX Oph, наряду с яркими линиями водорода, нейтрального гелия, нейтральных и ионизованных металлов, видно большое количество линий ионизованного железа. Поэтому эту звезду иногда назы-

вают "жел зной". Интенсивность и вид контура многих эмиссионных линий переменны. Однако связь этих изменений с колебаниями блеска звезды не обнаружена. Сложные контуры некоторых спектральных линий XX Орh свидетельствуют об интенсивном истечении вещества (Меррил, 1951, 1961).

Недавно фотометрические и спектральные наблюдения XX Орh, выполненные в широком диапазоне длин волн (0.36–10.2μ), показали, что эта звезда двойная, причем горячий компонент В0 III в визуальной области спектра на 4^м ярче холодного М6 III. Таким образом, излучение переменной в области λ<0.6μ характеризуется лишь горячим компонентом (Локвуд и др., 1975; Хамфри и Галагер, 1977).

Нами выполнены фотографические и фотоэлектрические UVV наблюдения XX Орh в течение 1964–78 годов. Было сделано также несколько измерений интенсивности H_α эмиссии в спектре этой звезды. Описание и обсуждение этих наблюдений представлены ниже.

Наблюдения.

Фотографические величины XX Орh оценены по пластинкам "Службы неба" Института Астрофизики АН Тадк. ССР в Душанбе в системе, близкой к В. В качестве звезд сравнения использованы звезды списка Шепли и Вудс (1926).

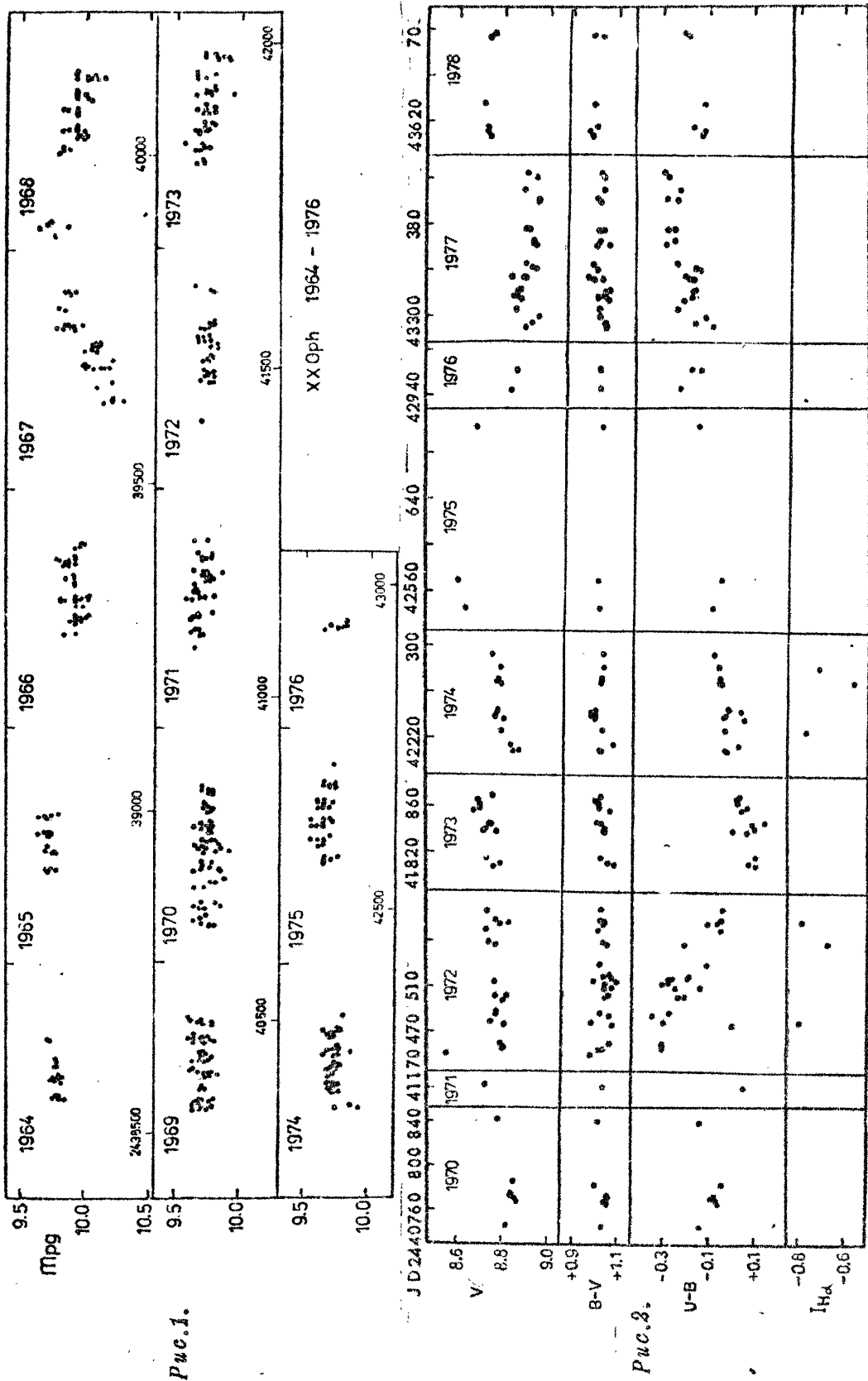
Полученные 855 оценок, характеризующие изменение блеска переменной в 1964–1976 годах, представлены на рис. 1. Из этого рисунка видно, что блеск звезды преимущественно был близок $m_{pg} = 9^m.7$, то есть к максимальному блеску. Лишь в 1966–67 гг и в 1968 году наблюдались дра минимума с амплитудами 0^м.3 и 0^м.4 соответственно. Отсюда следует, что характер переменности XX Орh в 1964–76 годах существенно не изменился по сравнению с 1890–1946 годами (Прагер, 1941; Гапошкин, 1946).

Фотоэлектрические UVV-наблюдения XX Орh выполнены в Крыму на трех телескопах: 60-см рефлекторе Южной станции ГАИШ, 70-см рефлекторе и 64-см менисковом телескопе Крымской астрофизической обсерватории.

Звезды сравнения и контрольные звезды приведены в таблице 1, где указаны номер звезды по BD, определенные нами значения величин V и показателей цвета В–V и U–В и спектральные классы по HD.

Таблица 1.

Звезда	V	B–V	U–B	Sp HD	Примечание
BD–6 ^o 4634	10 ^м .13	+0 ^м .82	+0 ^м .62	—	Контрольная звезда
BD–6 ^o 4641	9.52	+0.58	–0.01	F8	Звезда сравнения
BD–6 ^o 4643	9.31	+0.80	+0.68	A0	Звезда сравнения
BD–6 ^o 4651	8.95	+0.77	+0.40	B9	Контрольная звезда



Результаты наших фотоэлектрических наблюдений, приведенные к системе UBV, представлены в таблице 2 и на рисунке 2. Измерения, выполненные на трех различных фотометрах, хорошо согласуются между собой, несмотря на то, что в спектре XX Ori имеются многочисленные эмиссионные линии. По-видимому, эффект ярких полос невелик.

Рассмотрение рисунка 2 показывает, что в 1970–78 годах излучение XX Ori в наблюдаемом диапазоне спектра менялось достаточно медленно в пределах нескольких десятых звездной величины. Блеск переменной в полосах V и В колебался синхронно с близкими по величине амплитудами, не превышающими $0^m.4$. Однако излучение звезды в полосе фильтра U менялось несколько иначе. Эти изменения несомненно связаны с колебаниями блеска в полосах V и В и имеют большую по сравнению с ним амплитуду ($\Delta U \approx 0^m.5$). Так, небольшое ($\Delta V \approx 0^m.1$) увеличение блеска XX Ori в полосе V в 1972–73 гг вызвало значительное увеличение показателя цвета U–В (покраснение звезды); небольшое падение блеска V в 1977 году сопровождалось уменьшением U–В. На рис. 3 представлено соотношение между усредненными за год величинами V и U–В. Видно, что между $\bar{V}$ и $\bar{U}-\bar{B}$ существует зависимость, показывающая, что увеличение блеска XX Ori в полосе V вызывает, в среднем, покраснение показателя цвета U–В. Выпадают из этой зависимости лишь наблюдения 1975 г., которые, в общем, немногочисленны.

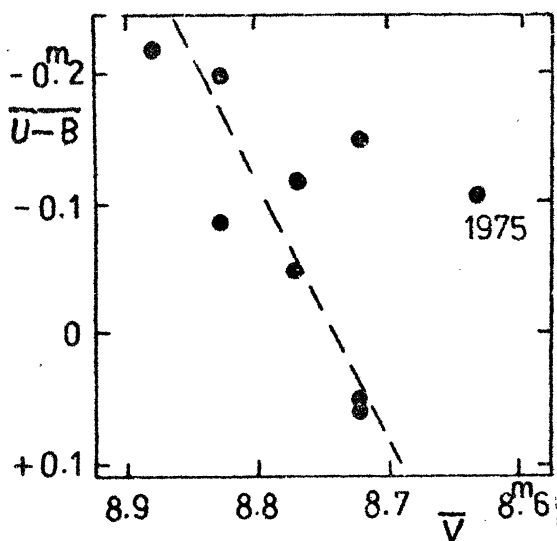


Рис. 3. Сопоставление величины $\bar{V}$ и показателя цвета ($\bar{U}-\bar{B}$) XX Ori, усредненных за год.

Кроме медленных колебаний от года к году, излучение XX Ori подвержено быстрым колебаниям, что выражается в дисперсии оценок на кривых блеска и показателей цвета, превышающей по величине ошибки наблюдений. Амплитуда этих колебаний около $0^m.1-0^m.2$.

Фотоэлектрические измерения интенсивности H_{α} -эмиссии в спектре XX Ori проведены в течение трех ночей 1972 г. и трех ночей 1974 г. Эти наблюдения выполнены на 125-см рефлекторе Южной станции ГАИШ с узкополосным электрофотометром, снабженным интерференционным клиновым фильтром (Черепашук и др., 1973). Эффективная полоса пропускания фильтра равна $160\text{\AA}$.

Таблица 2.

JD	V	B-V	U-V	JD	V	B-V	U-V
2440745.408	8. ^m 31	+1. ^m 06	-0. ^m 14	2442209.367	8. ^m 86	+1. ^m 01	-0. ^m 04
765.395	8.86	1.05	-0.06	213.357	8.82	1.07	+0.02
768.417	8.95	1.04	-0.07	226.318	8.78	1.02	-0.04
771.403	8.83	1.06	-0.09	236.318	8.79	0.99	+0.04
773.425	8.83	1.05	-0.08	238.326	8.75	0.97	-0.05
783.367	8.85	1.00	-0.04	239.322	8.75	0.99	-0.04
839.267	8.78	1.01	-0.14	242.319	8.76	0.97	+0.03
41170.302	8.72	1.03	+0.05	244.313	8.76	0.99	-0.03
450.387	8.54	0.97	-	267.294	8.78	1.02	-0.06
454.358	8.79	1.01	-	268.281	8.76	1.02	-0.07
455.374	8.80	1.03	-0.31	271.344	8.77	1.02	-0.06
459.382	8.78	1.05	-0.31	281.265	8.78	1.03	-0.07
475.440	8.80	1.07	0.00	292.289	8.74	1.03	-0.09
478.421	8.74	0.98	-0.30	543.458	8.62	1.01	-0.10
484.417	8.76	1.06	-0.35	567.407	8.59	1.00	-0.06
485.369	8.77	1.02	-0.28	700.204	8.67	1.02	-0.16
495.879	8.79	-	-	943.395	8.82	1.01	-0.24
500.365	8.76	1.04	-0.24	950.374	8.84	1.01	-0.15
501.367	8.81	1.05	-0.21	961.360	8.84	1.01	-0.19
508.332	-	1.04	-0.25	43282.438	8.91	1.03	-0.17
509.339	-	1.07	-0.14	287.468	8.94	1.01	-0.14
512.322	-	1.04	-0.31	289.453	8.88	1.04	-0.09
513.423	8.76	1.09	-0.28	304.484	8.84	1.01	-0.25
515.335	-	0.93	-0.28	312.418	8.66	1.05	-0.22
517.326	-	1.07	-0.26	315.396	8.84	1.00	-0.13
518.339	-	1.03	-0.20	.425	8.83	1.03	-0.18
519.319	-	1.06	-0.19	320.409	8.85	1.04	-0.18
539.289	-	1.02	-0.11	321.434	8.86	1.06	-0.17
546.354	8.76	1.05	-0.21	331.375	8.88	0.99	-0.18
549.266	8.73	1.03	-	.413	8.87	1.02	-0.20
559.256	8.74	1.01	-0.05	333.451	8.82	0.96	-0.22
565.304	8.78	1.04	-0.11	339.438	8.93	1.00	-0.15
566.267	8.82	1.04	-0.07	340.315	8.91	1.00	-0.17
568.249	8.76	1.02	-0.05	344.329	8.88	0.98	-0.25
577.248	8.72	1.02	-0.05	360.320	8.93	1.00	-0.30
806.477	8.75	1.08	+0.10	361.307	8.91	1.05	-0.30
808.521	8.78	1.05	+0.07	364.338	8.91	1.01	-0.26
813.431	8.72	1.02	+0.10	374.267	8.89	1.03	-0.29
836.355	8.76	1.04	+0.06	.295	8.90	1.01	-0.26
838.458	8.71	1.03	0.00	399.250	8.94	1.01	-0.25
839.417	8.72	1.04	+0.10	400.234	8.94	1.00	-0.29
843.400	8.73	1.02	+0.08	408.238	8.98	1.03	-0.24
844.377	8.74	1.00	+0.14	420.203	8.93	1.03	-0.29
855.462	8.66	1.06	+0.04	423.212	8.89	1.02	-0.30
857.366	8.69	1.01	+0.06	606.559	8.73	0.98	-0.14
861.317	8.69	1.01	+0.02	610.536	8.72	0.97	-0.13
864.376	8.68	0.99	+0.02	614.525	8.72	1.00	-0.18
867.346	8.75	1.02	+0.03	634.480	8.71	0.99	-0.13
42208.351	8.83	1.02	-0.03	692.401	8.73	1.03	-0.19
.377	8.83	1.02	-0.04	695.382	8.75	0.98	-0.21

Узкополосные наблюдения проводились в трех спектральных областях $\lambda\lambda$ 6563 Å (линия), 6380 Å и 6410 Å (континуум) дифференциальным способом по отношению к звезде сравнения BD-6°4643. Интенсивность эмиссионной линии H_{α} определялась как разность между интенсивностью излучения XX Ori в области 6563 Å и проинтерполированной на эту длину волны интенсивностью континуума, выраженных в долях излучения звезды сравнения. Таким образом, эти наблюдения могут дать излучение линии H_{α} , выраженное в абсолютных энергетических единицах, если известно абсолютное распределение энергии в спектре звезды сравнения.

В таблице 3 приведены результаты узкополосных наблюдений. В столбцах размещены: моменты наблюдений в юлианских днях, отношение потоков XX Orh (I_v) и звезды сравнения (I_c) в спектральных областях λ 6380, 6563 и 6740 Å. В последнем столбце приведена относительная интенсивность H_{α} -эмиссии, выраженная в единицах потока от звезды сравнения и представленная в шкале звездных величин.

Таблица 3.

Дата JD	I_v/I_c λ 6380 Å	I_v/I_c λ 6563 Å	I_v/I_c λ 6740 Å	$H_{\alpha}(\Delta m)$
2441478.488	2.150	4.310	2.266	-0. ^m 805 ±0. ^m 005
548.356	2.052	4.028	2.267	-0.679 ±0.082
566.254	2.042	4.172	2.142	-0.795 ±0.008
42226.393	2.018	4.123	2.120	-0.782 ±0.005
269.30	2.114	3.856	2.204	-0.574 ±0.008
281.33	2.046	4.055	2.162	-0.726

Графически эти результаты изображены на рис. 2 внизу. В период наблюдений интенсивность линии менялась в пределах 0.^m23. В четырех случаях из шести имеются близкие по времени ($\leq 0.^d07$) оценки UVV этой звезды. Однако, заметной корреляции интенсивности линии H_{α} , с одной стороны, и блеска и показателя цвета U-B, с другой стороны, не обнаружено.

Обсуждение результатов. Заключение.

Наши фотографические и фотоэлектрические наблюдения позволили проследить изменение блеска XX Orh в период с 1964 г. по 1978 г., то есть в течение 15 лет. Они показали, что в это время звезда находилась преимущественно в максимуме блеска $m_{\text{в}} \approx 9.^m7$. Наблюдены два минимума глубиной 0.^m6 и 0.^m4 и продолжительностью сотни дней. К сожалению, более глубокие минимумы с $\Delta m > 1.^m$, какие наблюдались в 1895, 1900, 1921-23 гг (Прагер, 1941), нами не зарегистрированы.

Фотоэлектрические UVV-измерения, выполненные в течение 9 лет, обнаружили сложный характер изменений блеска XX Orh в диапазоне 3500-6500 Å. В полосах V и B изменения блеска происходили синхронно и практически с равными амплитудами. Излучение же в полосе U, во-первых, менялось с большей амплитудой, а во-вторых, в среднем, увеличение блеска V сопровождалось уменьшением блеска в полосе U. Характерное время этих колебаний - десятки дней, и амплитуда ΔU достигала 0.^m5. Кроме того, имели место быстрые колебания блеска от ночи к ночи с амплитудой 0.^m1-0.^m2.

Фотоэлектрические наблюдения интенсивности H_{α} -эмиссии в спектре XX Orh показали переменность с амплитудой 0.^m23. Отсутствие корреляции между изменениями $I_{H_{\alpha}}$ и блеска и показателей цвета можно объяснить следующими причинами:

- а) малочисленностью полученных данных по интенсивности H_{α} ;
- б) возможным наличием неоднозначной зависимости $I_{H_{\alpha}}$ и V, $I_{H_{\alpha}}$ и U-B, которая наблюдалась у звезд типа Т Тельца RY Tau (Зайцева и др., 1974), DF Tau (Зайцева и Лютый, 1976). Не исключено, что у XX Orh имеет место подобная неоднозначность;
- в) наши наблюдения не включают глубоких минимумов, во время которых могли бы проявиться особенности изменения эмиссионных линий.

Исследование двойных систем, подобных XX Orh, представляет большой интерес, поскольку один из компонентов является поздним гигантом и близок к критическому моменту своей эволюции. Для понимания процессов, происходящих в XX Orh, большое значение имели бы следующие наблюдения:

1) Фотометрирование этой звезды в области длин волн $\lambda \geq 1\mu$, поскольку, согласно Локвуду и др. (1975), в этой области спектра преобладает излучение холодного компонента.

2) Одновременные спектральные и фотометрические исследования XX Orh в широком диапазоне длин волн (0.3–2 μ) при значительном ослаблении ее блеска ($\Delta m > 0.75$). Такие наблюдения до сих пор не проведены. В то же время, сопоставление опубликованных данных свидетельствует

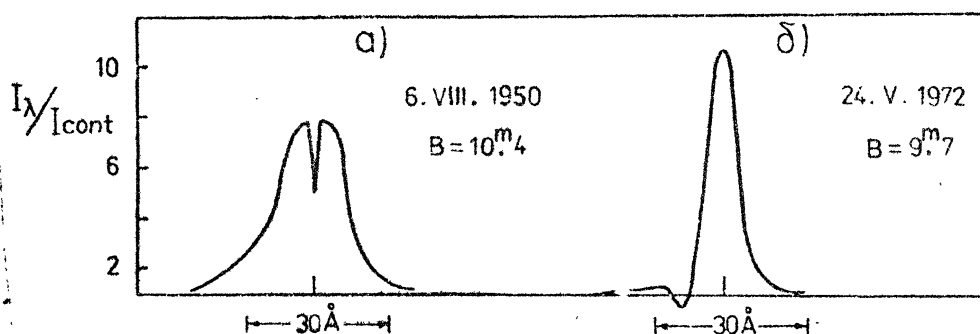


Рис. 4. Контуры линии H_{α} в 1950 г. (Мерилл, 1951) и в 1972 г. (Зайцева и Колотиллов, 1973 г.).

о значительных изменениях, происходящих в спектре XX Orh, в частности, в виде контура линии H_{α} . Так, контур H_{α} -эмиссии, опубликованный Мериллом (1951), относящийся к дате 6 августа 1950 года и блеску $V=10.4$ (минимум), имел двухкомпонентную структуру с узким абсорбционным провалом в центре (рис. 4а). Ширина линии на уровне непрерывного спектра была около 30 Å. В мае 1972 года (Зайцева и Колотиллов, 1973) блеск звезды был $V=9.7$ и H_{α} имела контур типа P Cygni: односторонняя эмиссия и абсорбционный провал, соответствующий лучевой скорости 450 км/с (рис. 4б). Оба эти контура получены на основе спектров сравнимой дисперсии: 15 Å (1950 г.) и 20 Å (1972 г.).

Литература:

- Белякина Т.С., 1974, АЦ № 834.
 Бродская Э.С., 1968, ПЗ 16, 429.
 Гапошкин, 1946—Gaposchkin S., НВ 918, 10.
 Зайцева Г.В. и Колотиллов Е.А., 1973, *Астрофизика* 9, 186.
 Зайцева Г.В. и Лютый В.М., 1976, ПЗ 20, 266.
 Зайцева Г.В., Лютый В.М., Черепашук А.М., 1974, *Астрофизика* 10, 357.
 Локвуд и др., 1975—Lockwood G.W., Dyck H.M., Ridgway S.T., *Astrophys.* 195, 385.

- Меррилл, 1951— Merrill P.W., *Astrophys. J.* **114**, 37.
 Меррилл, 1961— Merrill P.W., *Astrophys. J.* **133**, 503.
 Прагер, 1941— Prager R., НВ 912, 17.
 Хэмфри и Галагер, 1977— Hamphreys R.M., Gallagher J.S., *PASP* **89**, 182.
 Черепашук А.М., Лютый В.М., Халиуллин Х.Ф., 1973, АЖ **50**,
 1105.
 Шэпли и Вудс, 1926— Shapley H., Woods I.E., НС 292.

Крымская астрофизическая
 обсерватория АН СССР
 Институт Астрофизики АН
 Таджикской ССР
 Государственный астрономический
 институт им. Штернберга

*Поступила в редакцию
 12 октября 1978 г.*

Дополнение.

*Звездная величина BD-6°4634, приведенная в работе
 [Я.Ф. Наврт, A.Schmidt, As Ap Suppl, 15, 311, 1974] 8^m83-8^m95 V
 не согласуется с полученной нами (10^m13 V). В этой же работе
 заподозрена переменность BD-6°4634. Кроме того, звездная
 величина XX Ori в 1969 г. согласно этой работе равна 9^m5 V,
 что не согласуется с нашими данными ($\sim 8^m8$ V).*