

Фотоэлектрические U, B, V наблюдения рентгеновских источников. I.
 Cyg X-1 = V1357 Cyg, Her X-1 = HZ Her, Sco X-1 = V818 Sco.

В. М. Лю т ы й

Приводятся фотоэлектрические U, B, V наблюдения рентгеновских источников Cyg X-1 = V1357 Cyg, Her X-1 = HZ Her и Sco X-1 = V818 Sco. Амплитуда колебаний блеска источника V1357 Cyg не превышает $0^m.1$. Эти колебания блеска вызваны эллипсоидальностью видимой звезды. Амплитуда колебаний блеска источника HZ Her достигает $2^m.5$, а показателя цвета U-B превышает 1^m .

Photoelectric U, B, V Observations of the X-Ray Sources. I.
 Cyg X-1 = V1357 Cyg, Her X-1 = HZ Her, Sco X-1 = V818 Sco.

V.M. Lyutyi

The photoelectric U, B, V observations of the X-Ray sources Cyg X-1 = V1357 Cyg = BD + 34°3815, Her X-1 = HZ Her and Sco X-1 = V818 Sco are given. The amplitude of the light variations of V1357 Cyg is not more than $0^m.1$ and is due to the ellipticity of the visible component. HZ Her has the amplitude of the light variations up to $2^m.5$ and the amplitude of the colour index U-B is more than 1^m .

Наблюдения рентгеновских источников начались на Крымской станции ГАИШ в августе 1971 г. после того, как Мартынов (1971) обратил наше внимание на совпадение радиокоординат рентгеновского и радиоисточника Cyg X-1 = V1357 Cyg с координатами звезды AGK₂+35°1910 = BD+34°3815. В августе 1971 г. автор начал систематические наблюдения этой звезды, что привело к обнаружению переменности ее блеска (Лю т ы й и др., 1972а). Наблюдения проводились с электрофотометром со счетом фотонов (Лю т ы й, 1971), установленном в касегреновском фокусе 60-см рефлектора.

В августе 1972 г. после сообщения о возможном отождествлении рентгеновского пульсара Her X-1 с переменной звездой HZ Her (Лэ м б и Сор в а р и, 1972, и др.), начались фотоэлектрические наблюдения HZ Her. Наблюдения рентгеновского источника Sco X-1 = V818 Sco проводились в соответствии с программой одновременных

фотометрических и поляриметрических наблюдений этого объекта (Крымская станция ГАИШ, КРАО АН СССР и АО ЛГУ).

• V1357 Cyg = BD+34°3815 = Cyg X-1. Карта окрестностей приведена на рис. 1, кривая блеска в фильтре "В" — на рис. 2. Величины и показатели цвета звезд сравнения даны в табл. 1.

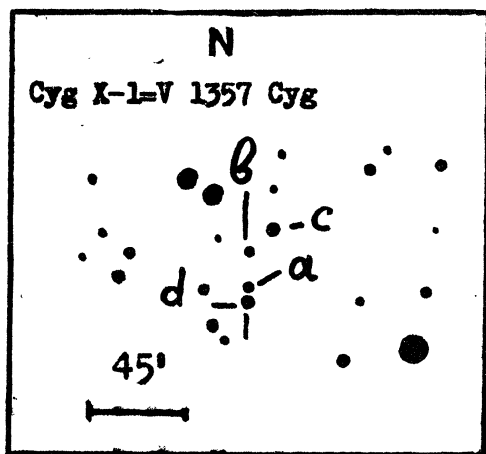


Рис. 1

Наблюдения V1357 Cyg частично опубликованы в Астрономическом циркуляре (Лютый и др., 1972а). Результаты наблюдений хорошо представляются элементами:

$\text{Min} = \text{J.D. } 2441166.06 + 5^{\text{d}}.6025 \cdot \text{E}.$
Орбитальный период $P = 5^{\text{d}}.6025$ получен из кривой лучевых скоростей (Брукато и Кристиан, 1972). Оптический минимум совпадает с рентгеновским.

Амплитуда изменений блеска звезды V1357 Cyg составляет $\sim 0^{\text{m}}.1$. Кривая блеска симметрична относительно фазы $0^{\text{P}}.25$ и $0^{\text{P}}.75$, что

указывает на эллипсоидальность, как причину изменений блеска. Поскольку видимый компонент является сверхгигантом B0Ib, имеющим большую массу, эллипсоидальность уже указывает на значительную массу невидимого компонента — рентгеновского источника. Подробный анализ наблюдений переменности V1357 Cyg проведен в работе Лютого и др. (1972). Там получена независимая оценка массы невидимого компонента $M_x > 7.8 M_{\odot}$, что хорошо согласуется с оценкой Брукато и Кристиана (1972), которые другим способом получили, что масса рентгеновского источника находится в пределах $8 \div 16 M_{\odot}$. Таким образом, под-

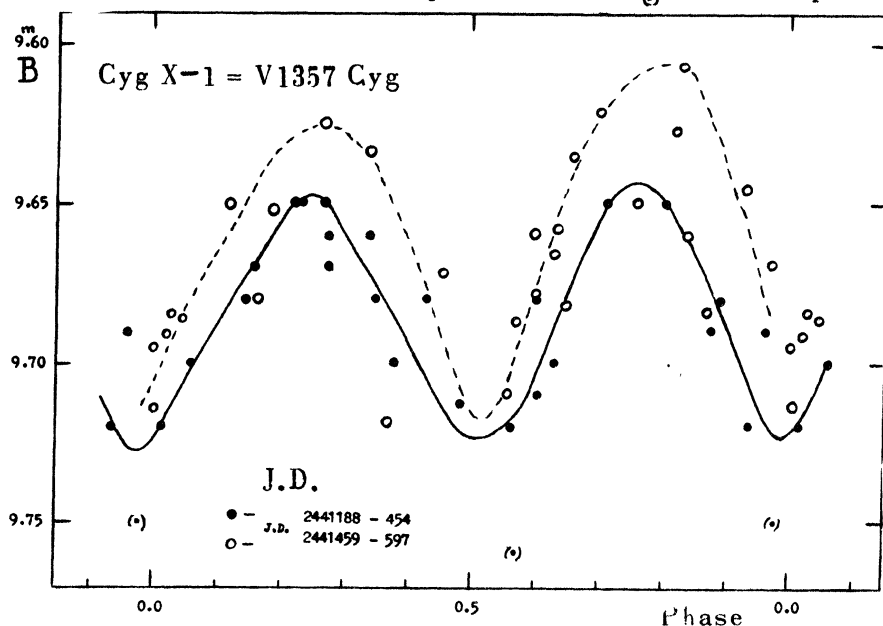


Рис. 2

Таблица 1

Звезда	V		B-V		U-B		n
	^m	^m	^m	^m	^m	^m	
a	9.976 ± 0.010		+0.590 ± 0.007		+0.064 ± 0.007		7
b	10.609	.004	+0.364	.006	+0.127	.006	14
c	9.053	.020	+0.007	.007	-0.016	.010	3
d	9.99	—	+0.15	—	+0.22	—	1

Примечание: звезда "а" — двойная. Спутник $\sim 13^m$ в $\sim 6''$. Приведен общий блеск.

тверждается предположение Брукато и Кристиана о том, что невидимый компонент двойной системы Cyg X-1 может быть сколлапсировавшей звездой.

Кроме переменности блеска, вызванной орбитальным движением, V1357 Cyg имеет неправильную физическую переменность, вызванную, видимо, тем, что звезда заполняет свою полость Роша. Разброс точек на кривой блеска (рис. 2) вызван именно физической переменностью. Интересно отметить, что до июня 1972 г. звезда находилась в более спокойном состоянии (заполненные кружки на рис. 2), с июня 1972 г. амплитуда неправильных флуктуаций значительно возросла (открытые кружки). В табл. 2 приводятся фотозлектрические наблюдения двойной системы V1357 Cyg с начала "активной" стадии (предыдущие наблюдения даны в работах Лютого и др., 1972а, б).

Таблица 2

J.D.2441...	V		B-V		U-B		Фаза
	^m	^m	^m	^m	^m	^m	^p
459.481	8.779 ± 0.004		+0.840 ± 0.030		-0.224 ± 0.011		0.373
473.476	8.853	.002	+0.831	.002	-0.321	.038	.871
474.442	8.867	.005	+0.819	.000	-0.309	.003	.044
477.326	8.836	—	+0.874	—	-0.360	—	.558
.410	8.859	—	+0.828	—	-0.288	—	.573
479.394	8.828	—	+0.818	—	-0.284	—	.928
483.321	8.839	—	+0.827	—	-0.300	—	.628
486.325	8.843	—	+0.837	—	-0.283	—	.165
487.433:	8.89		+0.79		—	—	.362
500.318	8.820	.003	+0.816	.013	-0.291	.006	.662
501.315	8.805	.003	+0.855	.004	-0.302	.020	.840
511.448	8.826	.001	+0.856	.001	-0.349	.009	.649
512.461	8.811	—	+0.796	—	-0.294	—	.830
513.436	8.881	—	+0.833	—	-0.318	—	.004
530.353	8.890	—	+0.801	—	-0.306	—	.023
550.398	8.837	.003	+0.822	.003	-0.348	.001	.599
558.415	8.861	.002	+0.823	.003	-0.316	.007	.032
559.318	8.817	.002	+0.835	.002	-0.312	.001	.193

Таблица 2 (продолжение)

J.D.2441...	V		B-V		U-B		Фаза
	^m	^m	^m	^m	^m	^m	^p
565.339	8.797	±0.001	+0.828	±0.002	-0.318	±0.000	0.268
566.373	8.839	.001	+0.833	±0.001	-0.307	.010	.453
567.394	8.840	.016	+0.818	.001	-0.324	.002	.635
568.433	8.802	.008	+0.826	.008	-0.329	.003	.820
569.432	8.866	.003	+0.829	.010	-0.286	.004	.999
571.348	8.800	.002	+0.834	.001	-0.306	.002	.341
573.362	8.797	.003	+0.825	.009	-0.310	.008	.700
578.391	8.856	.002	+0.823	.001	-0.301	.010	.598
579.295	8.810	.006	+0.840	.004	-0.309	.003	.759
597.302	8.849	.001	+0.820	.002	-0.308	.008	.973

Таблица 3

Звезда	V		B-V		U-B		n	Прим.
	^m	^m	^m	^m	^m	^m		
C3	12.558	±0.019	+0.558	±0.008	-0.018	±0.015	5	=e
C2	13.16	.02	+1.12	.02	+1.01	.06	3	=h
C4	13.47	.02	+0.63	.03	+0.09	.07	3	

HZ Her=Her X-1. На рис.3 приведена карта окрестностей, в табл.3 – величины и показатели цвета звезд сравнения. Кривые блеска (V,B, U) показаны на рис.4. Характерным для этой звезды является

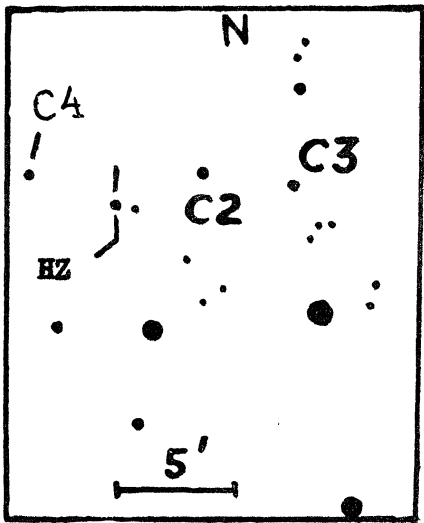


Рис. 3

очень сильное изменение показателя цвета U-B с фазой (рис.4), превышающее 1^m. Оптические наблюдения очень хорошо представляются элементами:

Min=J.D.2441329.5772+1^d.70017•E, полученными Т а н а н б а у м о м и др. (1972) из рентгеновских наблюдений. Оптический минимум совпадает с рентгеновским.

В последнем столбце таблицы 3 указаны соответствующие звезды сравнения из работы Курочкина (1972). Основываясь на фотографических наблюдениях, Курочкин (1972) отмечает наличие изменений формы

кривой блеска HZ Her (меняется величина в минимуме и максимуме). Тоже можно отметить, сопоставляя фотоэлектрические наблюдения настоящей работы с фотоэлектрическими наблюдениями Д а в и д с е н а и др. (1972). Согласно последним, величина в минимуме блеска была $V=14.^m9$ (июнь–июль 1972), а в августе–октябре 1972 г. в минимуме -

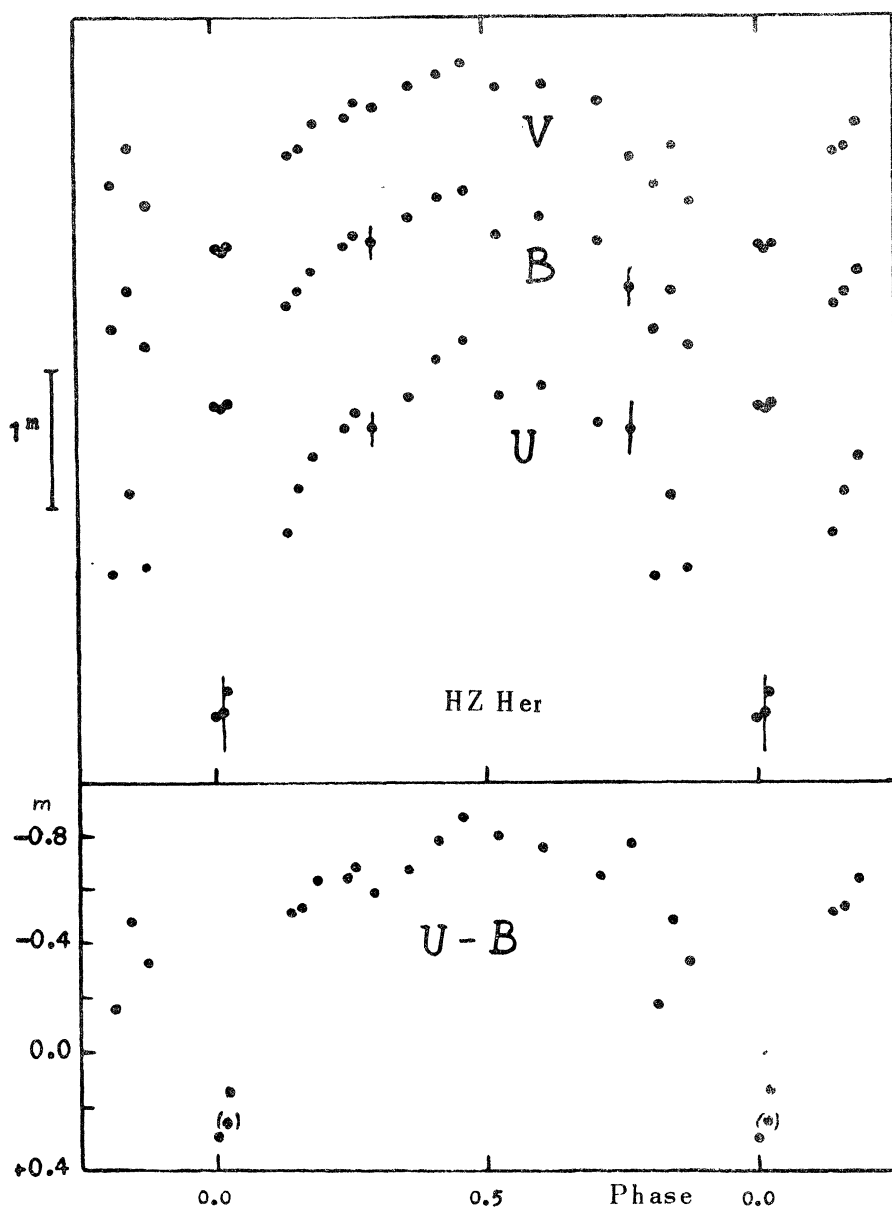


Рис. 4

ме $B = 14^m.6$ (рис. 4, табл. 4). Относительно корреляции с 36-дневным циклом (Тананбаум и др., 1972) пока ничего сказать нельзя из-за малочисленности наблюдений. Можно лишь отметить, что оптические затмения, в отличие от рентгеновских, не зависят от фазы 36-дневного цикла.

Детальная интерпретация фотоэлектрических наблюдений переменности блеска HZ Her дана в работе Лютого и др. (1972b), где показано, что основной причиной изменений блеска HZ Her является эф -

Таблица 4

J.D.2441...	V		B-V		U-B		Фаза
	^m	^m	^m	^m	^m	^m	_P
546.3928	13.30 ± 0.03		+0.07 ± 0.01		-0.80 ± 0.02		0.526
559.3406	13.78	—	+0.09	—	-0.51	—	.141
566.3181	13.50	—	-0.08	—	-0.64	—	.245
.3386	13.41	—	-0.05	—	-0.68	—	.257
567.2850	13.99	.02	+0.06	.01	-0.17	.03	.812
568.3045	13.19	.01	-0.11	.01	-0.78	.04	.414
569.3365	14.46	.01	+0.16	.01	+0.26	.31:	.021
570.3278	13.28	.03	-0.06	.00	-0.75	.02	.604
571.2685	13.74	—	+0.02	—	-0.53	—	.157
.3174	13.56	—	+0.06	—	-0.63	—	.186
573.3149	13.30	.01	-0.05	.01	-0.67	.00	.361
577.3045	13.39	—	+0.01	—	-0.64	—	.707
578.3018	13.44	.04	-0.05	.08:	-0.58	.01	.294
579.2403	13.72	.03	+0.04	.03	-0.48	.01	.846
596.2910	14.14	.04	+0.01	.04	-0.33	.03	.875
597.2819	13.11	.01	-0.08	.01	-0.87	.02	.458
598.2060	14.49	—	+0.13	—	+0.30	—	.001
.2212	14.44	—	+0.15	—	+0.34	—	.010
.2358	14.48	—	+0.13	—	+0.11'	—	.019
.2510	14.45	—	+0.13	—	+0.17	—	.028
605.1931	13.96	—	+0.09	—	-0.31	—	.111
618.2174:	13.81	.06	-0.09	.05	-0.77	.20	.771

фект отражения, вызванный нагревом рентгеновским излучением обращенной к рентгеновскому источнику части видимой звезды. Для полной интерпретации затменных систем с пекулярными компонентами классические методы решения кривых блеска неприменимы. В настоящее время разработана новая методика определения элементов орбит и физических параметров подобных систем (Черепашук, 1971). Требуется только более обширный наблюдательный материал.

V818 Sco = Sco X-1. Наблюдения этого объекта проводились в июне-июле 1972 г. В качестве звезды сравнения использовалась звезда "А" = BD-15°4301 (Сэндидж и др., 1966). Величины звезд "В" и "С" определены в данной работе (табл. 5). В табл. 5 приведены также величина и показатели цвета звезды "А" согласно Сэндиджу и др. (1966). Карта окрестностей приведена на рис. 5.

Таблица 5

Звезда	V		B-V		U-B		n	Примечание
	^m		^m		^m			
A	9.88 ±	—	+0.33 ±	—	+0.27 ±	—		BD-15°4301
B	11.36	0.03	+0.69	0.01	-0.05	0.01	2	4306
C	11.40	.01	+1.28	.01	+1.30	.02	4	4303

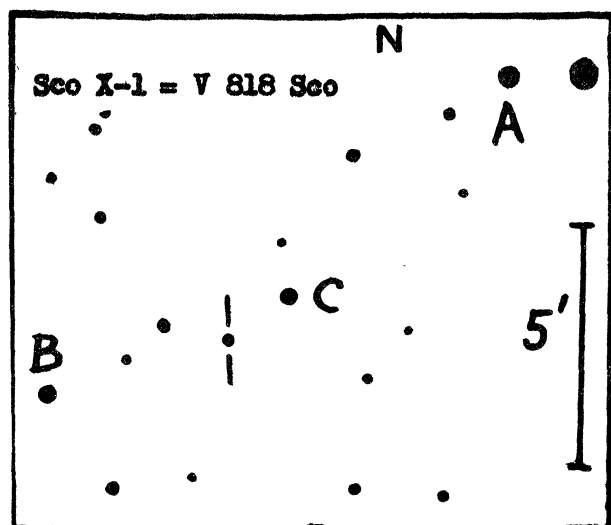


Рис. 5

V818 Sco показывает быстрые, за 2÷3 часа, неправильные флуктуации блеска; амплитуда $0.3 \div 0.4$ (табл. 6). Возможна корреляция показателя цвета U-B с блеском: с увеличением блеска объект "голубеет". Малочисленность наблюдений не позволяет пока сделать какие-либо выводы относительно периода. Однако наблюдения автора не противоречат предположению Ефремова (1967) о возможном существовании периода ~ 16 дней (более вероятно — ~ 8 дней).

Таблица 6

J.D.2441...	V	B-V	U-B
477.3420	12.28	+0.10	-
.3799	12.43	+0.19	-0.96
.3983	12.38	+0.09	-0.95
.4285	12.40	+0.16	-0.96
479.3490	12.75	+0.20	-1.00
.3715	12.88	+0.12	-1.02
485.3569	12.26	+0.07	-1.05
.4246	12.36	+0.13	-0.91
487.3826	12.93	+0.13	-0.59:
500.3413	12.33	+0.20	-0.69:
501.3375	12.30	+0.08	-1.08
511.3438	12.07	+0.12	-1.01
.4125	12.24	+0.30:	-0.39:
512.3712	12.37	+0.15	-0.94
513.3448	12.37	+0.19	-0.91

Литература:

Брукато и Кристиан, 1972 — Brucato R.J., Kristian J., preprint.
 Давидсен и др., 1972 — Davidsen A., Middleditch J., Smith H.E., preprint.

- Ефремов Ю.Н., 1967, АЦ № 401.
 Курочкин Н.Е., 1972, АЦ № 717.
 Лэмб и Сорвари, 1972 — Lamb D.Q., Sorvari J.B., IAU Circ. № 2422.
 Лютый В.М., 1971, Сообщения ГАИШ, № 172.
 Лютый В.М., Мороз В.И., Хромов Г.С., 1972а, АЦ № 675.
 Лютый В.М., Сюняев Р.А., Черепашук А.М., 1972, препринт ИПМ, № 61.
 Мартынов Д.Я., 1971 (письмо).
 Сэндидж и др., 1966 — Sandage A.R., Osmer P., Giacconi R., Gorenstein P., Gurshy H., Waters J., Bradt H., Garmire G., Sreekantan B.V., Oda M., Osawa K., Jugaku J., ApJ 146, 336.
 Тананбаум и др., 1972 — Tananbaum H., Gursky H., Kellogg E.M., Levinson R., Shreier E., Giacconi R., ApJ 174, L 143.
 Черепашук А.М., 1971, в монографии "Затменные переменные звезды", "Наука", М., стр. 261.

Гос. астрономический ин-т
 им. П.К. Штернберга

*Поступила в редакцию
 9 ноября 1972 г.*