

Переменные звезды 21, № 5, 629–637, 1982
Variable Stars 21, No 5, 629–637, 1982

Уникальная затменная в Трапеции — ВМ Ориона.
 Природа компонентов и протяженного образования вокруг
 холодной звезды.

1. Результаты фотоэлектрических наблюдений.

М.М. Закиров, В.С. Шевченко

В работе приведены результаты UVVRI' фотоэлектрических наблюдений затменной системы ВМ Ори. Получено от 150 до 200 измерений в каждом фильтре. Ошибка одного определения блеска ВМ Ори составила $\pm 0^m.017$ U, $\pm 0^m.012$ B, $\pm 0^m.015$ V. Величина $O-C = +0^d.004 \pm 0^d.001$. Кривая блеска ВМ Ори подвержена внезатменным колебаниям с амплитудой до $0^m.1$. Амплитуда главного минимума ВМ Ори линейно зависит от длины волны. Получены следующие цветовые характеристики системы: в максимуме $-V = 7^m.90$, $U-V = -0.25$, $B-V = +0.20$, $V-R = +0.38$, $V-I' = +0.57$; в главном минимуме $-V = 8^m.51$, $U-V = -0.04$, $B-V = +0.29$, $V-R = +0.52$, $V-I' = +0.75$, во вторичном минимуме $-V = 7^m.98$; $U-V = -0.34$, $B-V = +0.27$, $V-R = +0.46$.

BM Orionis: The Unique Eclipsing Binary in the Trapezium.
 The Components and Extended Matter round the Cool Star.

1. Photoelectric Observations.

by M.M. Zakirov, V.S. Shevchenko

Results of photoelectric observations of the eclipsing binary BM Ori are given. From 150 to 200 measurements in each filter were obtained. The standart deviations were $\pm 0^m.017$ in U, $\pm 0^m.012$ in B, $\pm 0^m.015$ in V. The $O-C = +0^d.004 \pm 0^d.001$. The light curve of BM Ori is distorted out of eclipse by oscillations of $0^m.1$. The amplitude of the primary minimum of BM Ori is linearly dependent on wave length. The following color characteristics of the system are obtained — in maximum $7^m.90$ V, $U-V = -0^m.25$, $B-V = +0^m.20$, $V-R = +0^m.38$, $V-I' = +0^m.57$; in the primary minimum $8^m.51$ V, $U-V = -0^m.04$, $B-V = +0^m.29$, $V-R = +0^m.52$, $V-I' = +0^m.75$; in the secondary minimum $7^m.98$ V, $U-V = -0^m.34$, $B-V = +0^m.27$, $V-R = +0^m.46$.

Введение. На крайнюю молодость и другие замечательные особенности звездных систем типа Трапеции впервые обратили внимание Амбарцумян и Маркарян (1949). Определения фундаментальных характеристик звезд в трапециях крайне важны для понимания процесса звездообразования. Прототип таких систем — знаменитая Трапеция в Орионе (θ' Ori) состоит из четырех OB-звезд и по крайней мере двух звезд более низкой температуры (Паренато, 1954). Удивительно, что

две из четырех горячих звезд оказались затменными системами. Затменная природа θ' Ori B = BM Ori — слабойшей из четырех звезд Трапедии — была открыта Гуссом (1918). Вторая звезда θ' Ori A стала известна, как затменная, сравнительно недавно, благодаря Лозену (1975).

BM Ori после первых фотометрических исследований Паренаго (1947) и спектральных наблюдений Струве и Титус (1944), долгое время не изучалась. Новый этап исследований BM Ori начался в 1969 г., когда Хэлл и Гаррисон (1969) опубликовали результаты первых фотоэлектрических наблюдений. Струве и Титус (1944) при определении спектроскопических элементов обратили внимание, что в главном минимуме спектр системы не меняется. Поэтому, найденная Хэллом и Гаррисоном (1969) девятичасовая остановка блеска в главном минимуме BM Ori, свидетельствующая о полном затмении, явно противоречит результатам спектральных наблюдений и придает системе еще большую загадочность. Последующие спектральные наблюдения Доремус (1970) не внесли ясность в эту задачу, и Хэлл совместно с Арнольдом (1976) предприняли новые фотоэлектрические наблюдения. Наконец, Попперу и Плавецу (1976) после анализа спектральных наблюдений с обратной дисперсией от 10.8 до 32.4 Å/мм в фотографической, визуальной и инфракрасной области спектра, удалось найти крайне слабые линии холодной звезды системы BM Ori.

Мы начали спектральные, многоцветные фотоэлектрические и поляриметрические наблюдения BM Ori в 1971 г. и продолжаем до настоящего времени. Эти наблюдения частично опубликованы (Шевченко, Кардополов, 1971; Шевченко, Закиров, 1976). В настоящей работе мы анализируем результаты, полученные в 1971–1978 гг. Для горячего компонента нам удалось найти фундаментальные характеристики — температуру, радиус, массу. Эти характеристики необычны: при радиусе 2.8–3.0 $R_{\odot}$ (которые соответствуют звезде В 9V), горячий компонент имеет спектральный класс B1 V — B1.5 V и массу 6 $M_{\odot}$ (как у звезд B6 V). Природа холодного компонента до конца не ясна. По-видимому, это — звезда, очень близкая к главной последовательности с массой 1.8 $M_{\odot}$ (Поппер, Плавец, 1976), окруженная протяженным газо-пылевым образованием, которое по форме напоминает диск и в плоскости орбиты заполняет внутреннюю критическую поверхность Роша (ВКП). Необычная форма образования вокруг холодной звезды и создает иллюзию полного затмения. Ряд особенностей в фотометрической и спектральных характеристиках системы BM Ori можно полностью отнести к протяженному образованию.

Нельзя не отметить, что замечательные особенности системы BM Ori породили ряд экзотических гипотез. Так, Хэлл (1971) предположил, что спутник системы сильно сплюснут, вследствие быстрого осевого вращения, и в главном минимуме происходит частное (псевдо-полное) затмение. Хэлл считает, что второй компонент системы описывается моделью быстро вращающейся звезды, рассчитанной Боденхеймером и Острайкером (1970).

Подвергнув сомнению существование таких звезд, Вильсон (1972) предложил модель спутника $BM\ Ogi$ в виде "черной дыры", окруженную тонким аккреционным диском. Другую интерпретацию спутника дал Хуан (1975) — звезда, окруженная непрозрачным диском вещества. В его модели диск вокруг спутника светится за счет электромагнитной энергии B -звезды и вследствие истечения вещества из горячей звезды, как в случае Be -звезд. В такой модели в спектре $BM\ Ogi$ должна наблюдаться собственная эмиссия в линиях.

С целью обнаружения вклада эмиссии B -звезды в водородные линии, мы провели специальный поиск (Шевченко, Закиров, 1976). Результаты исследований не подтвердили гипотезу Хуана. Анализ профиля линии H_δ в спектре $BM\ Ogi$ не выявил вклада линии поглощения спутника. В этой работе (Шевченко, Закиров, 1976) предположили, что спутник системы имеет низкую светимость, малую массу и окружен пылевой оболочкой, которая частично прозрачна для излучения B -звезды в период главного минимума.

Мы внимательно проанализировали выводы, полученные в работах Хэлла (1971), Хуана (1975), Поппера и Плавеца (1976), а также в нашей предыдущей работе (Шевченко, Закиров, 1976). Часть выводов была подвергнута сомнению и на основе наших наблюдений предложена новая интерпретация результатов. Другие выводы получили в нашей работе подтверждение и приняты нами в качестве основы для модели системы.

1. $UBVRI'$ фотозлектрическая фотометрия. Особенности кривой блеска $BM\ Ogi$.

1. *Фотозлектрическая фотометрия* $BM\ Ogi$ выполнена на 40-см и 60-см рефлекторах, установленных на горе Майданак, на идентичных фотометрах. Фотоумножитель ФЭУ-79 в комбинации с фильтрами УФС6+СЗС 21, ЖС 11+СС5+СЗС 21, ЖС+8+СЗС 21 и КС 15 дает систему близкую к $UBVR$ Джонсона. Для построения системы I' , с эффективной длиной волны 0.8 мкм, использованы в комбинации с ФЭУ-79 фильтры ФС7+КС 15. Эта система имеет существенные отличия от системы I Джонсона и при редукции наблюдений $BM\ Ogi\ I' \rightarrow I$ может возникнуть систематическая ошибка до 0.06. Наблюдения в системе I' проводились только в сезон 1974–75 г. Фотометры работают на принципе счета импульсов с выводом результатов на цифropечатающее устройство. Использовано время накопления импульсов от 3 сек до 5 сек и диафрагма 10". Для измерения фона использована методика Хэлла и Гаррисона (1969). В качестве звезд сравнения и контрольной служили звезды $\theta' Ogi\ C$, $\theta' Ogi\ D$ и $\theta^2 Ogi\ B$, условия наблюдений которых близки к таковым для $BM\ Ogi$. За период с 1974 г. по 1978 г. получено 152 измерения в фильтре U , 172 в B , 207 в V , 186 в R и 51 в I' . Результаты наблюдений приведены в конце статьи. Наблюдения были обработаны по элементам Хэлла и Гаррисона (1969):

$$\text{Min } I_{\odot} = 244\,0265.343 + 6^d 470525 \cdot E.$$

На рис. 1б показана сводная кривая блеска в фильтре V и кривые изменения показателей цвета с фазой.

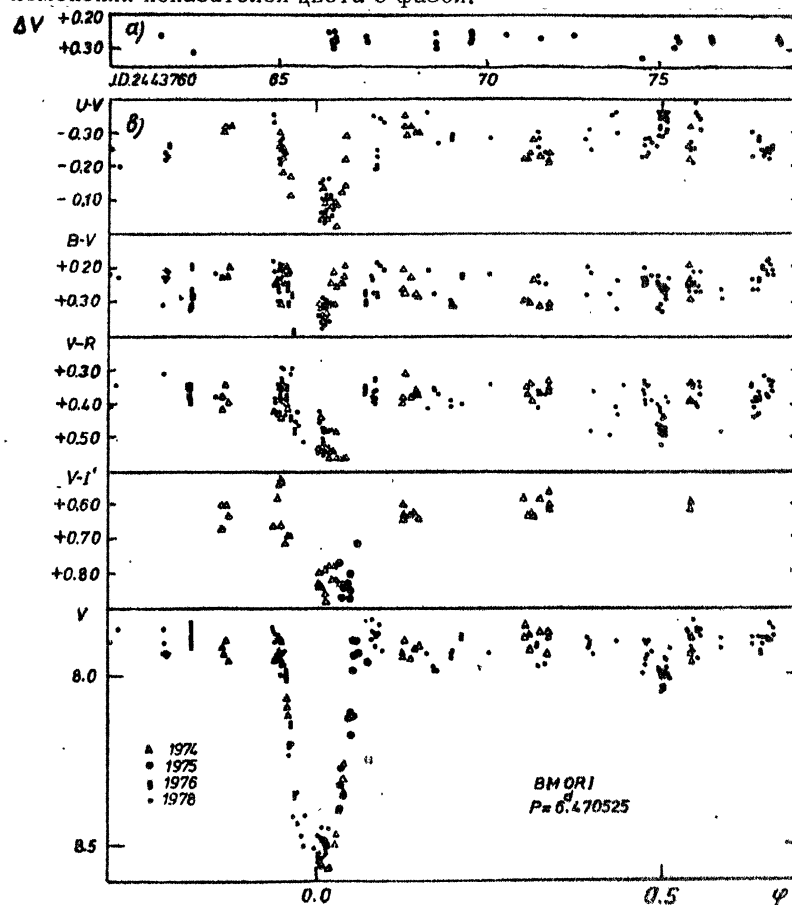


Рис. 1. Определение ΔV звезды сравнения относительно контрольной (а) и результаты фотоэлектрических наблюдений BM Ori (б).

Рассмотрим важнейшие особенности кривой блеска и показателей цвета BM Ori, полученных в настоящей работе.

2. Точность наблюдений и изменчивость кривой блеска от цикла к циклу. Фотоэлектрические наблюдения BM Ori связаны со значительными трудностями, обусловленными тесным расположением звезд Трапеции и высокой поверхностной яркостью центральной части туманности. С целью увеличения точности фотометрии BM Ori, Хэлл и Гаррисон (1969) предложили использовать для отсчетов фона так называемую "отраженную точку" вблизи Трапеции, где, по их измерениям, яркость туманности и рассеянного суммарного света звезд эквивалентна "подложке" BM Ori. Авторы (Хэлл, Гаррисон, 1969)

применяли 9" диафрагму при точном наведении на точку фона и прецизионном ведении часового механизма телескопа. В нашей работе мы стремились строго придерживаться этой методике. Тем не менее, при наведении, как и при гидировании, всегда существует остаточная ошибка, поэтому точность измерения блеска VM Ori ниже, чем при обычной звездной фотометрии с достаточной статистикой импульсов.

Среднеквадратическая ошибка одного измерения блеска VM Ori по результатам наблюдений контрольной звезды $\theta' \text{ Ori D}$ и звезды сравнения $\theta^2 \text{ Ori B}$ равна соответственно $\pm 0.^m017 \text{ U}$, $\pm 0.^m012 \text{ B}$, $\pm 0.^m015 \text{ V}$ и $\pm 0.^m029 \text{ R}$ и при одинаковых размерах диафрагмы и одинаковой ошибке часового ведения практически не зависит от статистики импульсов (т.е. от применяемого диаметра телескопа и времени экспозиции — от 3 сек до 5 сек). На рис. 1а приведены измерения контрольной звезды $\theta' \text{ Ori D}$ в фильтре V , из которых явствует значение среднеквадратической ошибки при наблюдениях VM Ori $\sigma_v = \pm 0.^m012$. Отметим, что при фотометрии ординарных звезд меньшей яркости с той же аппаратурой мы получали точность $\pm 0.^m003$ (Бруевич и др., 1978).

Вместе с тем, дисперсия точек на сводной кривой блеска в 2–3 раза превышает ошибки измерений. Изменяемость или непостоянство формы кривой блеска VM Ori является реальным явлением. Арнольд и Хэлл (1976) также отмечают, что блеск VM Ori вблизи некоторых одинаковых фаз меняется. В статье Поппера и Плавеца (1976) отмечено, что согласно частному сообщению Лозена, кривая блеска VM Ori испытывает некоторые изменения от цикла к циклу. Результаты сравнения наблюдений VM Ori Хэлла и Гаррисона (1969) в 1967–69 гг. и наблюдений Арнольда и Хэлла (1976) в 1973–75 гг. привели к выводу, что форма главного минимума подвержена небольшим изменениям (Арнольд, Хэлл, 1976). Разброс точек на нашей кривой блеска такой же, или меньше, чем по данным Хэлла и Гаррисона (1969), но больше, чем по данным Арнольда и Хэлла (1976). По-видимому, это обстоятельство целиком обусловлено изменяемостью формы кривой блеска VM Ori — наши измерения охватывают значительно больший интервал времени, чем предыдущих авторов. Найти какую-либо закономерность в изменении формы кривой блеска не удается.

3. Быстрые нестационарные изменения с амплитудой до $0.^m1$ во всех фильтрах в различных фазах кривой блеска можно заподозрить, если сравнить между собой отдельные даты наблюдений. Такое подозрение впервые было высказано Хэллом и Гаррисоном (1969). В 1978 г. мы заподозрили, что наблюдались быстрые изменения блеска VM Ori с амплитудой до $0.^m3$ в UBVR в даты 20/21 сентября. К сожалению, именно в эти даты не было наблюдений контрольной звезды и достаточного контроля за работой аппаратуры, поэтому, не гарантируя достоверность этих наблюдений, мы не включили их в сводную таблицу результатов наблюдений VM Ori и в общий анализ результатов. Пока нельзя утверждать, что быстрые изменения ($\Delta t < 2^h$) удалось надежно зафиксировать, хотя вероятность таких изменений существует.

4. *Возможные изменения периода BM Ori* заподозрено нами при сравнении отклонений $O-C$, полученного в нашей работе и в работе Арнольда и Хэлла (1976). По нашим данным величина $O-C$ оказалась равной $+0.004 \pm 0.001$ ($E=322-512$). Арнольд и Хэлл (1976) нашли $O-C = +0.0015 \pm 0.0010$ ($E=221-344$).

5. *Форма кривой блеска в главном минимуме.*

а) *Остановка блеска* разной продолжительности (от 8 до 9 часов) следует из предыдущих наблюдений (Хэлл, Гаррисон, 1969; Арнольд, Хэлл, 1976). Однако, учитывая переменность формы кривой блеска и возможные быстрые изменения в главном минимуме, мы не можем утверждать, что кому-либо из авторов удалось четко установить наличие остановки блеска. Правильнее сказать, что остановка блеска установлена по усредненным или ректифицированным кривым блеска. Возможно, при измерениях индивидуальных минимумов четкую остановку блеска в главном минимуме BM Ori и не удастся обнаружить.

б) *Различная глубина минимума и изменчивость крыльев* формы главного минимума BM Ori видна как при сравнении индивидуальных наблюдений, полученных в разные годы, так и при сравнении усредненных кривых блеска (Хэлл, Гаррисон, 1969; Арнольд, Хэлл, 1976) и полученной в настоящей работе. Эти изменения, после усреднений систематически превышают в 2-3 раза ошибки измерений и достигают значений ± 0.11 во всех фильтрах (рис. 5 во II части работы).

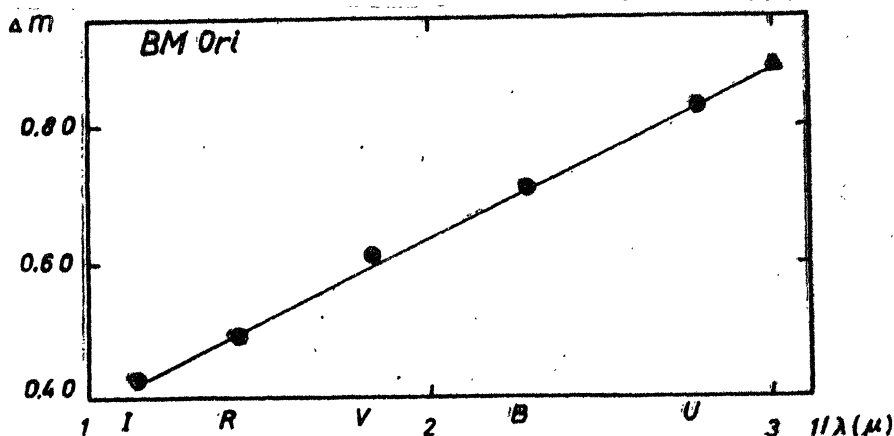


Рис. 2. Зависимость амплитуды главного минимума BM Ori от длины волны.

Амплитуда главного минимума BM Ori в разных фильтрах различная и ее величина увеличивается с уменьшением длины волны, причем эта зависимость оказалась близка к линейной (рис. 2).

в) *Вторичный минимум BM Ori*. Никому из авторов не удалось пронаблюдать уверенно форму вторичного минимума, однако уменьшение блеска во вторичном минимуме не вызывает сомнений. Наличие вторич-

ного минимума отчетливо видно и на кривой блеска **BM Ori**, полученной Хэллом и Гаррисоном (1969). Глубина вторичного минимума **BM Ori** по нашим измерениям больше ($0^m.08$ V), чем по данным Хэлла и Гаррисона (1969) ($0^m.04$ V). Продолжительность вторичного минимума **BM Ori** примерно вдвое меньше, чем главного.

6. *Цветовые изменения* в различных фазах кривой блеска несут существенную информацию о природе компонентов **BM Ori**. Ниже приведены фотометрические характеристики **BM Ori** полученные из наших наблюдений.

Параметр	Максимум	Минимум I	Минимум II
U-V	-0.25	-0.04	-0.34
B-V	+0.20	+0.20	+0.27
V-R	+0.38	+0.52	+0.46
V-I'	+0.57	+0.75	-
V	7.90	8.51	7.98

7. *Эффект фазы* был отмечен Хэллом и Гаррисоном (1969), Арнольдом и Хэллом (1976). Наличие эффекта фазы критично для модели протяженного образования вокруг холодной звезды системы **BM Ori**. Выявление эффекта фазы затруднено в связи с наличием повышений блеска непосредственно перед началом главного минимума и после выхода из минимума (фазы $0^P.945-0^P.067$). Поэтому для оценки эффекта фазы мы воспользовались усредненной разностью в блеске в симметричных фазах ϕ_1 ($0^P.095-0^P.175 + 0^P.825 - 0^P.905$) и ϕ_2 ($0^P.300 - 0^P.450 + 0^P.550 - 0^P.700$).

Результаты приведены ниже:

Разность фаз	ΔU	ΔB	ΔV	ΔR	$\Delta I'$	σ
$\phi_2 - \phi_1$	$0^m.00$	$+0^m.03$	$+0^m.06$	$+0^m.07$	$+0^m.09$	$\pm 0^m.01$

Таким образом, при вышеуказанных допущениях эффект фазы существенен, начиная с области В, причем возрастает к инфракрасной области спектра.

Таблица

Результаты фотоэлектрических наблюдений **BM Ориона**

JD ₂₄₄ ...	V	U-V	B-V	V-R	V-I'	JD ₂₄₄ ...	V	U-V	B-V	V-R	V-I'
2352.333	7.96	-0.26	0.24	0.39	0.59	2381.295	8.64	-0.04	0.34	0.48	0.86
.339	7.99	.32	.19		.61	.314	8.61	.01	.32	.51	.79
.346	7.91	.22	.29	.34		.340	8.63	.08	.24	.56	.78
2370.217	7.87	.22	.29	.35	.58	.359	8.66	.09	.21	.54	.82
.230	7.91	.22	.29	.29	.63	.385	8.54	.02	.31	.48	.78
.256	7.89	.24	.30	.34	.62	.405	8.51	.08	.25	.56	.82
.282	7.95	.28	.23	.39	.63	.415	8.44	.12	.24	.56	.83
.347	7.90	.23	.31	.37	.58	.450	8.37	.14	.24	.56	.83
.424	7.89	.21	.31	.36	.56	.463	8.34	.22	.22	.56	.84
.431	7.91	.21	.31	.33	.60	.469	8.30	.29	.19	.56	.84
.437	7.96	.24	.30	.36	.61	2393.272	7.94	.30	.23	.38	.60
2381.230	8.63	.06		.54	.84	.285	7.96	.32	.23	.42	.63
.244	8.65	.13	.32	.53	.83	.311	7.92		.23	.35	.61
.257	8.59	.00	.34	.44	.80	.330	7.98	.32	.20	.20	.63
.273	8.66	.11	.30	.52	.84	2413.168	7.98	.35	.25	.42	.66
.288	8.63	.09	.32	.52	.88	.194	7.96	.26	.24		

Таблица (продолжение)

JD _⊙ 244...	V	U-V	B-V	V-R	V-I'	JD _⊙ 244...	V	U-V	B-V	V-R	V-I'
2413.201	7.98	-0.30	0.21	0.43	0.58	3549.109	8.09	-0.37	0.25	0.48	
.214	7.95	.26	.20	.35	.54	.115	8.05	.32	.24	.52	
.227	7.89	.18	.31	.34		.118	8.04	.34	.26	.46	
.223	7.96	.23	.20	.44	.52	.122	8.05	.35	.31	.42	
.235	7.92	.23	.22	.34	.53	.127	8.03	.32	.26	.42	
.246	7.99	.25	.25	.39	.66	.130	8.07	.29	.26	.46	
.278	8.08	.28	.20	.40	.71	.134	8.05	.34	.33	.46	
.285	8.11	.17	.22	.34	.69	.140	8.04	.36	.26	.49	
.304	8.16	.09	.22	.41	.69	.144	8.07	.35	.27	.44	
2414.353	7.97	.35	.20	.40	.63	.148	8.03	.34	.25	.43	
.366	7.96	.32	.27	.38	.64	.152	8.08	.34	.26	.49	
.379	7.92	.29	.26	.31	.60	.157	8.03	.33	.27	.47	
.437	7.98	.32	.22	.38	.63	.165	8.04	.30	.30	.48	
.476	7.95	.30	.27	.36	.62	.170	7.99	.31	.29	.38	
.508	7.94	.30	.28	.37	.64	.179	8.05	.36	.28	.39	
2724.377	8.39					.207	8.02		.23	.45	
.377	8.32					3555.120	8.03	.35	.27	.49	
.379	8.27				.77	.182	8.04	.30	.23	.43	
.393	8.35				.87	3556.152	7.93		.26	.48	
.455	8.12				.83	.159	7.98	.34	.29	.45	
.469	8.17				.85	3755.471	7.97	.28	.27		
.469	8.11				.87	.490	7.94	.31	.19		
.469	8.11				.80	3756.423	7.92		.25	.39	
.487	7.90					.433	7.92		.27	.33	
.502	7.90					.441	7.97	.27	.23	.34	
.509	7.93					.458	7.94	.25	.25	.35	
.524	7.93				.71	3557.492	8.00	.25	.22	.41	
3046.489	7.93		.32	.36		3558.498	7.98		.22	.38	
.493	7.90			.35		3559.454	8.57				
.496	7.94		.27	.35		.462	8.60	.15	.34	.45	
.502	7.95		.29	.38		.489	8.61	.05	.31	.51	
.504	7.96		.29	.36		.497	8.59	.05	.32	.50	
.506	7.91		.29	.40		3560.454	7.99	.36	.20	.41	
3047.391	8.02		.25	.35		3561.487	7.97	.30	.22	.41	
.392	8.04		.20	.38		.496	7.96	.26		.36	
.396	8.09		.26			3562.489	7.95	.23	.23	.34	
.416	8.13		.31			.495	7.95		.23	.37	
.437	8.17		.28	.44		3563.494	7.94	.30	.26	.39	
.464	8.38		.39	.48		.505	7.96	.23	.23	.37	
3055.501	7.94		.22	.40		3564.471	7.95		.23	.35	
3106.350	8.06		.27			.475	7.98	.24	.23	.41	
.353	7.95		.34	.35		.490	7.98	.23	.23	.44	
.355	7.91		.30	.36		.495	7.98	.27	.21	.43	
3526.167	8.04	-0.78		.39		.504	7.98	.27	.21	.38	
.195	8.04			.43		3565.498	7.91	.33	.18	.43	
.243	8.28			.31		.504	7.95	.35	.21	.38	
3526.257	8.25			.29		.509	7.92			.39	
.288	8.41			.35		3566.406	7.95		.22	.38	
.302	8.39			.33		.416	7.89	.35	.23	.39	
.315	8.39			.42		.433	7.92	.19	.27	.36	
.332	8.48			.40		.440	7.93	.25	.28	.32	
.354	8.52					.449	7.97	.23	.27	.40	
.374	8.55			.51		.456	7.94	.20	.18	.33	
3637.130	7.95	.25	.19			.474	7.90	.34	.19	.39	
.146	7.93	.23	.20	.32		.504	7.98	.33	.20	.38	
.163	7.94	.24	.21	.37		3567.505	7.98	.28	.21	.34	
.183	7.98	.25	.18			3568.451	7.96	.25	.26		
.192	7.94	.24	.17	.38		.499	7.99			.36	
.201	7.89		.22	.33		3569.420	7.98		.25	.42	
.208	7.94	.26	.19	.35		.446	7.95		.21	.40	
.229	7.90	.25	.22	.36		.453	7.92	.36	.27	.40	
.236	7.92	.25	.21	.33		.470	7.91	.35	.25	.33	
3547.149	7.98	.28	.29			.483	7.93	.34	.27	.35	
.157	7.97	.28	.30	.39		.497	7.92	.31	.21	.37	
.165	7.99	.29	.31	.41		3570.503	7.91	.20	.23	.35	
.171	8.01		.31			3572.413	8.49	.10	.32	.54	
3549.084	8.02	.26	.32	.46		.419	8.50	.16	.29	.48	
.091	8.03		.22	.40		.427	8.46	.02	.36	.47	
.102	8.09	.29	.25	.48		.431	8.50	.11	.35	.47	

Таблица (продолжение)

JD ₂₄₄ ...	V	U-V	B-V	V-R	V-I'	JD ₂₄₄ ...	V	U-V	B-V	V-R	V-I'
3572.435	8.49	-0.10	0.38	0.47		3575.439	7.98	-0.28	0.20	0.39	
.440	8.49	.07	.31	.53		.461	7.95	.28	.25	.35	
.446	8.49	.07	.28	.48		.467	7.91	.24	.25	.35	
.451	8.54	.11	.32	.55		.509	7.89	.27	.22	.39	
.456	8.50	.10	.36	.52		3576.497	7.90		.26	.39	
.460	8.54	.05	.34	.53		.505	7.94	.28	.24	.38	
.472	8.51	.16	.31	.54		3578.476	7.90	.21	.30	.35	
.476	8.51	.12	.32	.53		.480	7.89	.22	.26	.34	
.481	8.46	.01	.36	.47		.483	7.95		.24	.34	
3573.462	8.00			.36		.490	7.91	.25	.23	.38	
.474	7.99			.35		.496	7.96	.27	.21	.37	
.486	8.00	.27	.27	.37		.500	7.94	.22	.21		
3574.447	7.98	.28	.24	.37		.504	7.95	.25	.27	.32	
.497	7.98	.24	.24	.37		.507	7.98	.28	.21	.29	
3575.421	8.00	.23	.23	.36		.551	7.97	.24	.23	.29	
.430	7.96	.26	.25	.33							

Литература:

- Амбарцумян В.А., Маркарян Б.Е., 1949, Сообщ. Бюракан. обс. **2,3**.
 Арнольд, Хэлл, 1976 — Arnold C.N., Hall D.S., Acta Astron. **26**, 91.
 Боденхеймер, Острайкер, 1970 — Bodenheimer P., Ostriker J.P.,
 ApJ **161**, 1101.
 Бруевич В.В., Киячков Н.Н., Сюняев Р.А., Шевченко В.С.,
 1978, Письма в АЖ **4**, 544.
 Вильсон, 1972 — Wilson R.E., Ap. and space sci. **19**, 165.
 Гусс, 1918 — Goos W., AN **207**, 15.
 Доремус, 1970 — Doremus C., PASP **82**, 745.
 Лозен, 1975 — Lohsen E., IBVS no 988.
 Паренаго П.П., 1947, ПЗ **6**, 217.
 Паренаго П.П., 1954, Труды ГАИШ **25**, 3.
 Поппер, Плавец, 1976 — Popper D.M., Plavec M., ApJ **205**, 462.
 Струве, Титус, 1944 — Struve O., Titus J., ApJ **99**, 84.
 Хуанг, 1975 — Huang S.-S., ApJ **195**, 127.
 Хэлл, Гаррисон, 1969 — Hall D.S., Garrison L.M., PASP **81**, 771.
 Хэлл, 1971 — Hall D.S., Bamberg Veröff. **9**, №100, 217.
 Шевченко В.С., Кардополов В.И., 1971, ПЗ **18**, 131.
 Шевченко В.С., Закиров М.М., 1976, ПЗ **20**, 361.

Астрономический институт
 АН Узбекской ССР
 г. Ташкент

Поступила в редакцию
 26 февраля 1981 г.