

УДК 524.338.5

Анализ фотометрической переменности RZ Рыб

А. Ф. Пугач

Анализ фотоэлектрических (U , B , V , R) наблюдений антивспыхивающей звезды RZ Рыб, полученных в 1972—1984 гг., показал, что в отдельные сезоны происходили периодические изменения нормального блеска. Оказалось, что определенная фаза обнаруженных периодических вариаций статистически связана с моментами антивспышек. В начальных стадиях ослабления блеска от 11.6 до 12.1^m показатели цвета $U-B$, $B-V$ и $V-R$ увеличиваются так, как если бы их изменение было связано с поглощением света околозвездной пылью, близкой по оптическим свойствам к межзвездной. Сделан вывод о сходстве некоторых фотометрических характеристик RZ Рыб и звезд типа R Северной Короны.

ANALYSIS OF THE PHOTOMETRIC VARIABILITY OF RZ PSC, by Pugach A. F.— The analysis of the 1972—1984 photoelectric *UBVR* observations revealed some periodic components of the normal light of the antiflare star RZ Psc. The definite phase of the periodic *V*-variations proved to be statistically connected with the moments of antiflares. While the star gets weak from 11.6 to 12.1^m its colour indexes $U-B$, $B-V$ and $V-R$ increase as if the light variations are caused by circumstellar dust which optical properties strongly coincide with the interstellar ones.

The conclusion is drawn that certain photometric features of the antiflare star RZ Psc show an obvious resemblance to RCB stars.

Введение. Переменная звезда RZ Рыб, классифицированная в ОКПЗ как быстрая неправильная переменная, является, судя по картине фотометрического поведения, типичной антивспыхивающей звездой: относительно устойчивый уровень нормального блеска прерывается непредсказуемыми алголеподобными ослаблениями блеска разной глубины и продолжительности [3, 4, 7, 9, 14, 20].

Физические особенности этой антивспыхивающей звезды почти не изучены. Известно только, что она относится к субгигантам спектрального класса K0 и на диаграмме ($U-B$), ($B-V$) занимает положение, свидетельствующее о наличии заметного УФ-избытка [8]. Звезда находится на большой галактической широте ($b_{II} = -35^\circ$), где не только не обнаружены области звездообразования, но нет даже заметного межзвездного поглощения ($E_{B-V} \leq 0.05^m$ [15]).

Однако необычная переменность блеска звезды вызывает на протяжении нескольких десятилетий постоянное к ней внимание наблюдателей. В истории фотометрического изучения RZ Рыб отражены две взаимоисключающие тенденции в интерпретации ее кривой блеска: одни исследователи искали скрытый период повторяющихся затмений, другие все объясняли случайным характером переменности. П. П. Паренато [7] классифицировал RZ Рыб как затменную систему с периодом 31.89^d/ n , В. П. Цесевич [14] и Венцель [20] показали, что нерегулярные ослабления блеска имеют разную глубину и продолжительность и никакой период более 1 сут строго не соответствуют результатам наблюдений.

Казалось бы, в решении вопроса о периодичности изменений блеска RZ Рыб была поставлена точка. Однако результаты *UBV*-фотометрии позволили Г. В. Зайцевой [3] разделить минимумы* на селективные (с изменяющимся показателем $B-V$) и неселективные, а для последних — предположить 25-суточную периодичность. Затем в [4] она пришла к выводу о необходимости иначе рассматривать цветовые особенности RZ Рыб в минимуме блеска и предложила другое значение

* В данном случае минимумы — это ослабленные состояния, а не экстремальная точка на кривой блеска.

периода, но ее предыдущая публикация стимулировала новые усилия в отыскании периодов. В. И. Кардополов с соавторами [5] по своим наблюдениям предложили период затмений, равный 12.71 сут. Построенный с этим периодом график содержит некоторое число точек, отклоняющихся по фазе от предвычисленных моментов, что заставило авторов [5] усомниться в истинности найденного периода.

Наблюдения. Фотоэлектрические наблюдения RZ Рыб проводились с 1972 по 1984 г. на 50-см телескопе ВНБ «Терскол» ГАО АН УССР ($h=3100$ м) с помощью автоматического электрофотометра,

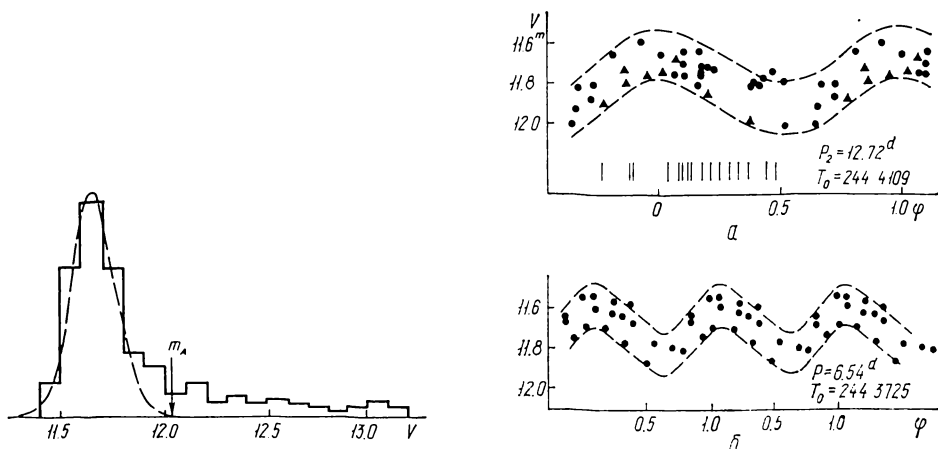


Рис. 1. Гистограмма распределения величин V звезды RZ Рыб

Рис. 2. Фазовые кривые блеска RZ Рыб в нормальном состоянии, отражающие наличие: а — периода пульсаций P_2 в 1979 и 1982 гг.; б — периода P_1 в 1978 г. (по наблюдениям [5])

работающего в счетном режиме. Приемником излучения был термостабилизированный при $t=+5^\circ\text{C}$ фотоумножитель ФЭУ-79 со стандартным набором (по рекомендации [12]) цветных стекол, позволяющим реализовать фотометрическую систему, очень близкую к стандартной системе U, B, V, R . Все наблюдения до 1975 г. выполнялись только в полосах U, B, V с применением фотоумножителя ЕМ1 9502-В. Ошибка одного измерения, полученная из наблюдений звезд сравнения в интервале 11—12^m, составляет в среднем 0.01—0.02^m. Выбор звезд сравнения и контрольных звезд, определение их стандартных величин U, B, V, R , точность этого определения, а также процедурные вопросы, относящиеся к учету нелинейности, дифференциальной атмосферной экстинкции и переводу инструментальных разностей в стандартные величины U, B, V, R описаны в [11].

За время наблюдений в течение 102 ночей получено по 707 значений блеска в полосах U, B, V и 184 — в полосе R . В табл. 1 приведены среднесуточные значения V и показателей цвета $U-B, B-V$ и $V-R$, а также количество n измерений за ночь.

Анализ результатов наблюдений. Статистические характеристики. Гистограмма распределения индивидуальных величин V показана на рис. 1. Если не использовать очень точные статистические критерии для оценки вида распределения, то рис. 1 позволяет заключить, что гистограмму можно представить как сумму нормального случайного распределения (штриховая кривая) с параметрами $a_0=11.73^m$, $\sigma_V = \pm 0.096^m$ и «хвоста» распределения, простирающегося в сторону слабого блеска. Здесь a_0 — модальное значение распределения, σ_V — мера дисперсии распределения случайной величины.

Для дальнейшего изложения существенно важна величина m_A , определенная по формуле $m_A = a_0 + 3\sigma_V \approx 12.02^m$. Физический смысл m_A — граница, которая разделяет величины V , относящиеся к нормальному блеску $m_j \leq m_A$, от величин $m_i > m_A$ ослабленного состояния. Величина m_A сразу позволяет вычислить коэффициент фотометрической активности K_A , который показывает, какую часть времени звезда находится в ослабленном состоянии. По нашим оценкам, $K_A \approx 17\%$.

Периодические изменения блеска. Вопрос о периодических изменениях блеска RZ Рыб можно рассматривать с двух сторон: периодичность минимумов и периодические изменения в нормальном блеске.

Таблица 1. Среднесуточные значения блеска и показателей цвета

<i>J. D.</i>	<i>V</i>	<i>U-B</i>	<i>B-V</i>	<i>V-R</i>	<i>N</i>	<i>J. D.</i>	<i>V</i>	<i>U-B</i>	<i>B-V</i>	<i>V-R</i>	<i>N</i>
2440000+						4204.4	11.76	0.27	0.77	0.68	2
1530.4	11.87	—	0.72	—	3	4212.2	11.73	.19	.83	.66	2
1537.4	11.67	0.14	.82	—	11	4213.2	11.73	.03	.81	.57	1
1548.4	11.60	.24	.78	—	8	4219.2	12.03	.26	.81	.68	2
1549.4	11.63	.06	.79	—	8	4220.2	11.89	.15	.90	.72	2
1550.4	12.98	.15	.90	—	10	4221.3	11.66	.16	.78	.59	3
1651.2	11.58	.06	.80	—	2	4226.3	11.74	.08	.81	.58	4
1652.3	11.78	.16	.85	—	7	4229.3	11.78	.16	.84	.60	2
1654.3	11.61	.08	.80	—	69	4230.3	11.80	.06	.84	.63	2
1929.4	12.17	.30	.87	—	63	4627.2	11.78	.10	.81	.64	1
1949.3	11.66	.00	.70	—	10	4632.2	11.73	.14	.89	.62	1
1951.4	12.19	.16	.82	—	47	4635.2	11.82	.22	.80	.64	1
1953.5	11.57	.06	.76	—	6	4876.5	11.73	.11	.86	.69	1
1955.4	11.59	.12	.74	—	1	4878.3	11.69	.12	.74	.66	2
1958.5	11.60	.11	.76	—	6	4879.4	11.64	.11	.79	.62	2
1960.5	12.40	.26	.90	—	25	5237.5	11.70	.17	.85	.56	1
2277.5	11.89	.18	.82	—	12	5240.4	11.69	.09	.82	.60	2
2279.4	11.74	.05	.80	—	3	5241.3	11.74	.14	.81	.62	2
2282.4	11.74	.19	.81	—	4	5249.3	11.90	.26	1.02	.76	1
2284.4	11.58	.07	.75	—	26	5250.4	11.80	.20	0.82	.65	2
2285.4	12.68	.19	.82	—	21	5252.3	11.75	.04	.80	.62	2
2286.4	12.00	.14	.81	—	12	5264.2	11.78	.06	.82	.54	2
2313.5	11.81	.15	.84	—	8	5266.4	12.25	.21	.88	.71	7
2314.5	11.76	.19	.82	—	8	5267.3	11.90	.22	.81	.69	2
2315.5	12.36	.26	.90	—	1	5268.4	12.12	.28	.89	.74	3
2719.5	11.67	.08	.81	—	3	5269.4	12.01	.24	.95	.72	4
2721.5	12.80	.17	.88	—	22	5553.5	11.68	.13	.80	.63	3
2722.4	11.90	.10	.78	—	95	5555.5	11.66	.20	.75	.58	1
2724.4	11.76	.09	.78	—	10	5564.4	11.70	.10	.80	.66	1
2725.3	11.90	.18	.82	—	18	5593.4	11.75	.13	.82	.62	3
3456.4	11.62	—	.72	—	1	5594.4	11.65	.12	.81	.54	1
3460.4	12.67	.40	1.05	0.87	3	5606.5	11.75	.23	.82	.62	3
3461.3	11.62	.09	0.83	.56	2	5607.5	11.91	.07	.87	.57	2
3462.3	11.63	.12	.77	.60	3	5608.5	12.17	.17	.86	.68	2
3463.4	11.98	.11	.90	.69	2	5609.5	11.83	.16	.84	.61	2
4109.4	11.67	.23	.80	.66	2	5617.3	11.71	.09	.79	.51	1
4110.4	11.77	.21	.86	.64	3	5635.2	12.07	.33	.83	.61	1
4111.5	11.83	.16	.92	.62	2	5636.3	11.92	.31	.90	.61	2
4112.4	11.74	.16	.86	.64	3	5643.3	11.82	.03	.88	.59	2
4114.5	11.82	.16	.87	.64	12	5647.3	11.84	.18	.82	.62	2
4123.4	11.78	.22	.83	.58	17	5724.2	11.70	.13	.85	.61	2
4124.4	11.77	.25	.87	.67	1	5727.2	11.69	.16	.87	.50	1
4127.4	11.83	.22	.89	.62	4	5733.2	11.78	.12	.82	.58	1
4130.5	11.94	.30	.89	.71	1	5735.2	11.79	.16	.81	.57	2
4131.4	11.83	.16	.95	.62	6	5750.4	12.07	—	.87	.62	1
4137.5	12.31	.42	1.02	.75	4	5759.2	11.90	.18	.84	.58	2
4141.5	12.02	.36	0.97	.72	2	5947.6	11.67	.13	.85	.53	3
4143.4	11.83	.13	.89	.68	1	5949.4	11.68	.12	.82	.57	2
4161.4	11.68	.15	.84	.60	4	5950.5	11.91	.19	.88	.68	2
4162.4	11.78	.14	.82	.63	1	5961.5	12.16	.40	1.02	.78	2
4175.3	11.65	.06	.84	.56	4	5965.4	11.84	.12	0.89	.64	2
4203.3	11.82	.05	.81	.64	2						

Первая возможность обсуждалась в [3, 5, 7], но результат анализа остается неопределенным: иногда минимумы действительно следуют через 12 или 25 сут, но значительная их часть (почти половина) все же наступает в отличные от эфемериды моменты. Наши наблюдения также противоречат предположению о строгой периодичности минимумов, поскольку промежутки времени между некоторыми из них составляют 9, 22, 30 суток. В совокупности с другими ранее обсуждавшимися фактами — разной продолжительностью ослабленных состояний (от нескольких часов [14, 20] до нескольких суток [3, 5]), остановкой в минимумах на разных уровнях блеска [3] — общая картина переменности исключает возможность ее объяснения затменным периодическим характером наступления минимумов.

Методом спектрального статистического анализа нам удалось обнаружить периодические колебания нормального блеска RZ Рыб. Для этого из всех среднесуточных значений блеска были выбраны величины m_j , удовлетворяющие условию $m_j \leq m_A$, т. е. из наблюдаемого ряда исключены величины, относящиеся к ослабленному состоянию. Выбранные значения блеска подвергнуты спектральному статистическому анализу для поиска скрытых периодов. Использовался метод Ивенса — Холопова [13]:

$$1/P_{k+1} = 1/P_k + \Delta\phi/(T_N - T_0), \quad (1)$$

где P_k и P_{k+1} — пробные значения периода; $\Delta\phi$ — единичный сдвиг фазы; T_0 , T_N — начальная и конечная эпохи наблюдений.

Анализ на ЭВМ отдельных сезонов наблюдений дал несколько значений периодов, но лишь с одним из них удалось построить нормальную фазовую кривую. Оказалось, что все наши наблюдения 1979 г. в интервале $J.D. \dots 4109-4248$ хорошо представляются одним периодом $P_2 = 12.72^d$. Нормальная фазовая кривая с этим периодом показана кружками на рис. 2, а. Амплитуда периодических колебаний, как следует из условия $m_j \leq m_A$, соответствует размаху колебаний нормального блеска и составляет около 0.24^m . Попытка описать весь ряд 13-летних наблюдений с этим периодом к успеху не привела, но выяснилось, что в сезон наблюдений 1982 г. вновь проявился 12-суточный период, причем фаза этих колебаний не изменилась, что свидетельствует о постоянстве периода и неразрывности колебаний. Наблюдения 1982 г. с теми же световыми элементами нанесены треугольниками на рис. 2, а.

Для поиска периодических изменений нормального блеска RZ Рыб по наблюдениям других исследователей мы выполнили анализ наблюдений Кардополова и др. 1978 г. [5] (из наблюдаемого ряда исключили точки, относящиеся к ослабленному блеску). В исследуемом ряду четко прослеживается период $P_1 = 6.54$ сут. Фазовая кривая блеска для этого ряда, построенная с периодом P_1 , показана на рис. 2, б.

Таким образом, в переменности нормального блеска RZ Рыб обнаружены два периода $P_1 = 6.54^d$ и $P_2 = 12.72^d$, проявившиеся в трех различных сезонах наблюдений.

Цветовые изменения и их интерпретация. Характерная особенность RZ Рыб, как и других антивспыхивающих звезд, проявляется при сопоставлении показателей цвета $U-B$, $B-V$ и $V-R$ с изменяющейся величиной V . В начальной стадии падения блеска (пока амплитуда ослабления не превышает приблизительно 0.5^m) наблюдается увеличение показателей цвета по общему для всех антивспыхивающих звезд закону [6, 9, 17]:

$$\frac{\Delta V}{\Delta(U-B)} = 2.12, \quad \frac{\Delta V}{\Delta(B-V)} = 3.20, \quad \frac{\Delta V}{\Delta(V-R)} = 3.81. \quad (2)$$

С дальнейшим ослаблением блеска увеличение показателей $U-B$ и $B-V$ приостанавливается, и в глубоких минимумах даже наблюдается

их прогрессивное уменьшение. Двухзначный характер зависимости «величина — показатель цвета» RZ Рыб отражен на рис. 3.

Такое цветовое поведение RZ Рыб мы интерпретируем в рамках эруптивной феноменологической модели. Согласно этой модели ослабление блеска связано с появлением на луче зрения нестационарного пылевого слоя, оптические свойства которого в полосах B , V , R , точно совпадают со свойствами межзвездной среды [19], а коэффициент экстинкции в УФ-области несколько выше. Увеличение показателей цвета RZ Рыб в начальной стадии ослабления связано с селективным поглощением фотосферного излучения пылевым слоем.

Наблюдаемое уменьшение показателей цвета в минимуме связывается в данной модели с наличием протяженной эмиссионной области

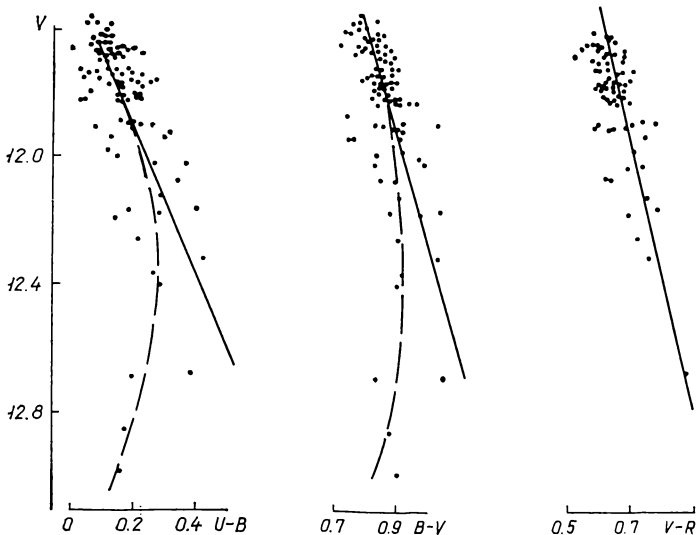


Рис. 3. Зависимость между блеском RZ Рыб и показателями цвета $U-B$, $B-V$ и $V-R$. Сплошная кривая соответствует закону покраснения в форме (2), штриховые кривые получены по формулам (3) — (5)

вокруг звезды, собственные цвета которой «голубее» фотосферных. Когда в глубоком минимуме фотосферное излучение подавлено, доминирует излучение эмиссионной области, что и приводит к наблюдаемому уменьшению показателей цвета $U-B$ и $B-V$.

Показатель цвета $V-R$ изменяется линейно с изменением величины V . Это свидетельствует о том, что в области длин волн фотометрических полос V и R излучение эмиссионной области отсутствует или очень мало. Такие качественные соображения можно подтвердить расчетами, используя модель, основанную на предположении, что ослабление блеска антивспыхивающих звезд вызывается появлением на луче зрения нестационарного пылевого слоя, оптическая толщина которого изменяется от нуля до τ_{\max} и обратно. Оптические свойства пылевого слоя определяются из уравнений (2), поскольку последние справедливы для начальных стадий падения блеска, когда влияние излучения эмиссионной области на показатели цвета еще не существенно. Из уравнений (2) следует

$$\tau_U = 1.81\tau_V, \quad \tau_B = 1.31\tau_V, \quad \tau_R = 0.737\tau_V. \quad (3)$$

Для нормального блеска в фильтре i справедливо соотношение

$$[-0.4m_i] \text{ dex} = F_i + e_i, \quad (4)$$

где m_i — модальное значение блеска; F_i, e_i — условные интенсивности соответственно фотосферы и эмиссионной области в фотометрической полосе i .

Если предположить, что радиус эмиссионной оболочки значительно больше расстояния, на которое пылевой слой удален от фотосферы, и поэтому ослаблением излучения e_i можно пренебречь, то для минимума блеска (экстремума) можно записать

$$[-0.4m'_i] \text{ dex} = F_i \psi(\omega, \tau_i) + e_i, \quad (5)$$

где m'_i — минимальное наблюдаемое значение блеска; $\psi(\omega, \tau)$ — функция Амбарцумяна — Чандрасекхара, учитывающая рассеяние и поглощение, зависящие от альбеда ω пылевых частиц и оптической толщины τ [16].

Таблица 2. Расчетные параметры модели RZ Рыб

Параметр	Фотометрическая полоса			
	<i>U</i>	<i>B</i>	<i>V</i>	<i>R</i>
F_i	0.191	0.237	0.561	1.000
e_i	0.044	0.028	0.003	0.000
τ_{max}	2.90	2.10	1.60	1.18

Близость оптических свойств пылевого слоя к свойствам межзвездной среды позволяет предполагать, что их средний размер не сильно отличается от 0.1—0.2 мкм [1], что оправдывает применение табличных данных из работы [16]. Альбеда при этом принималось $\omega=0.45$ и не зависящим от длины волны [18, 21]. Решение системы уравнений (4) и (5) относительно F_i, e_i и τ_{max} приводит к значениям, представленным в табл. 2. С этими значениями получены расчетные зависимости, связывающие показатель цвета с величиной V (рис. 3, штриховые линии).

Обсуждение результатов. По характеру переменности блеска RZ Рыб — типичная антивспыхивающая звезда: на относительно устойчивый уровень нормального блеска $11.57^m \leq V \leq 12.02^m$ накладываются неперіодические ослабления блеска разной глубины, продолжительность которых в подавляющем большинстве случаев менее 2 сут.

В вариациях нормального блеска RZ Рыб содержатся периодические составляющие. Наблюдения Кардополова и др. 1978 г. [5] содержат период продолжительностью $P_1=6.54^d$. Наши наблюдения 1979 и 1982 гг., относящиеся к нормальному блеску, могут быть представлены периодом $P_2=12.72^d$. При этом обращает на себя внимание то, что отношение P_2/P_1 с точностью до 5 % равно 2. Предложенный в [3] период $P_4=25$ сут приблизительно равен учетверенному значению P_1 , а период $P_5=31.89^d/n$ [7] близок к P_1 при $n=5$.

Если уточнить теперь величину P_1 и принять, что она равна $P_0=6.36^d$, то согласие с периодами P_2, P_4 и P_5 станет еще лучше:

$$2P_0 = P_2 = 12.72^d, \quad 4P_0 = P_4 = 25.44^d, \quad 5P_0 = P_5 = 31.80^d.$$

Мы подошли к очень важному для последующего понимания момента: кратность P_2, P_4 и P_5 величине P_0 обнаруживается при сравнении периода пульсации P_0 с предложенными разными авторами периодами наступления ослаблений блеска. Это наводит на мысль о том, что у RZ Рыб, как и у звезд типа R Северной Короны, минимумы (глобальные ослабления блеска) наступают через интервалы времени, кратные основному периоду пульсаций P_0 [2]. Такая связь имеет статистический характер, поэтому каждое ослабление блеска невозможно сопоставить

с определенным значением фазы основного периода P_0 . Даже по нашим измерениям видно, что моменты некоторых минимумов отстоят друг от друга на интервалы, не содержащие целого числа временных отрезков по 6.36^d .

Однако наступление значительной части минимумов синхронизировано главным периодом P_0 . Например, на рис. 2, а вертикальные черточки под волнистой полосой указывают, на какие фазы 12.72^d периода пришлось моменты всех зарегистрированных нами ослаблений блеска. Четко видна тенденция черточек группироваться в одной области фаз. Это обстоятельство также может быть обоснованием предположения, что у RZ Рыб, как и у звезд типа R Северной Короны, не только существуют пульсации нормального блеска, но имеется связь между их фазой и моментами минимумов.

Существует еще одно обстоятельство, свидетельствующее о фотометрическом сходстве RZ Рыб и R Северной Короны, — тождественность законов, по которым происходит изменение показателей цвета $U-B$, $B-V$ и $V-R$ в начальной стадии ослабления блеска. Полученные для R Северной Короны зависимости «величина — показатель цвета» [10] точно совпадают с системой уравнений (2) для RZ Рыб. Это лишний раз показывает, что глобальная переменность RZ Рыб связана с поглощением света пылью.

Таким образом, перечисленные фотометрические особенности быстрой неправильной переменной с алголеподобными ослаблениями блеска RZ Рыб несколько противоречиво характеризуют ее эволюционный статус. С одной стороны, ее фотометрическое поведение имеет типичные признаки активспыхивающих звезд, которые, как считают многие исследователи, предположительно являются молодыми звездами, поскольку расположены в основном в направлении областей активного звездообразования, связаны с диффузным веществом, имеют ИК-избытки и эмиссию H_α , проявляют вспышечную активность и т. д. С другой стороны, многие фотометрические признаки объединяют RZ Рыб и R Северной Короны: пульсации нормального блеска, возможная связь фазы пульсаций с моментами глобальных ослаблений блеска, определяющая роль пыли в создании фотометрической переменности и, наконец, сам характер переменности — непредсказуемые ослабления яркости, наложенные на относительно устойчивый уровень нормального блеска.

Не исключено, что отмеченное противоречие всего лишь кажущееся. Его можно разрешить, если допустить, что RZ Рыб относится к молодым звездам, а все видимые проявления сходства RZ Рыб и R Северной Короны связаны не с определенной эволюционной стадией звезд, а только с тем, что у этих звезд действует один и тот же физический механизм — эрупция вещества и формирование пыли в околосветных оболочках.

1. Гринберг М. Межзвездная пыль. — М.: Мир, 1970. — 199 с.
2. Жилев Б. Е., Орлов М. Я., Пугач А. Ф. и др. Звезды типа R Северной Короны. — Киев: Наук. думка, 1978. — 117 с.
3. Зайцева Г. В. О минимумах блеска RZ Рыб // Письма в Астрон. журн. — 1978. — 4, № 6. — С. 3—9.
4. Зайцева Г. В. Об изменении показателей цвета RZ Рыб в минимумах блеска // Астрон. циркуляр. — 1983. — № 1299. — С. 1—3.
5. Кардополов В. И., Саханюк В. В., Шутимова Н. А. О характере изменений блеска RZ Рыб // Перемен. звезды. — 1980. — 21, № 3. — С. 310—313.
6. Ковальчук Г. У. Исследование переменности V351 Ori // Кинематика и физика небес. тел. — 1985. — 1, № 3. — С. 25—32.
7. Паренаго П. П. Исследование переменных звезд с неизученными кривыми блеска // Перемен. звезды. — 1934. — 4, № 9. — С. 301—317.
8. Пугач А. Ф. Антивспыхивающие звезды. — Киев, 1981. — 57 с. — (Препринт / АН УССР. Ин-т теорет. физики; ИТФ-81-128Р).
9. Пугач А. Ф. К вопросу интерпретации многоцветных наблюдений быстрых неправильных переменных звезд // Астрофизика. — 1983. — 19, вып. 4. — С. 739—745.

10. Пугач А. Ф., Гончарова Р. И., Ковальчук Г. У. UBVR-фотометрия и оптические свойства околозвездной оболочки R CgB // Фотометрические и поляриметрические исследования небесных тел.— Киев : Наук. думка, 1985.— С. 96—101.
11. Пугач А. Ф., Ковальчук Г. У. Карты звезд сравнения и вторичные UBVR-стандарты для наблюдений антивспыхивающих звезд // Перемен. звезды.— 1983.— 22, № 1.— С. 9—23.
12. Страйжис В. Многоцветная фотометрия звезд.— Вильнюс: Моклас, 1977.— 312 с.
13. Холопов П. Н. Определение периодов изменения блеска переменных звезд с помощью ЭЦВМ // Методы исследования переменных звезд.— М.: Наука, 1971.— С. 307—329.
14. Цесевич В. П. Особенная переменная звезда RZ Рыб // Перемен. звезды.— 1956.— 10, № 6.— С. 406—409.
15. Burstein D., Heiles C. Reddening derived from H I and galaxy counts: accuracy and maps // Astron. J.— 1982.— 87, N 8.— P. 1165—1189.
16. Carlstedt J. L., Mullikin T. W. Chandrasekhar's X- and Y-functions // Astrophys. J. Suppl. Ser.— 1966.— 12, N 113.— P. 449—485.
17. Herbst W., Holtzman J. A., Klasky R. S. Photometric variations of Orion population stars // Astron. J.— 1983.— 88, N 11.— P. 1648—1664.
18. Patriarchi P., Perinotto M. Properties of dust in the Orion nebula // Astron. and Astrophys.— 1985.— 143, N 1.— P. 35—38.
19. Schultz G. V., Wiemer W. Interstellar reddening and IR-excess of O and B stars // Ibid.— 1975.— 43, N 1.— P. 133—139.
20. Wenzel W. RZ Piscium // Mitt. veränderl. Sterne.— 1956.— N 217.— S. 1.
21. Witt A. N., Lillie C. F. Diffuse galactic light and the albedo of interstellar dust in the 1500 Å to 4250 Å region // Astron. and Astrophys.— 1973.— 25, N 3.— P. 397—404.

Глав. астрон. обсерватория АН УССР,
Киев

Поступила в редакцию 02.03.87.
после доработки 06.04.87

РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ РУКОПИСИ

УДК 523.44—323

ПОЛОЖЕНИЯ МАЛЫХ ПЛАНЕТ В 1977—1978 ГГ. ПО НАБЛЮДЕНИЯМ, ВЫПОЛНЕННЫМ В ГАО АН УССР / Головня В. В., Майор С. П., Мороз Г. В., Середа Е. М.

(Рукопись деп. в ВИНТИ; № 7137-В87)

Приведены 54 точных положения 32 малых планет, полученные по наблюдениям на двойном астрографе 400/2000 в ГАО АН УССР. Координаты опорных звезд взяты из каталогов SAO и АГКЗ. Даны моменты наблюдений по всемирному времени и топоцентрические экваториальные координаты.