

УДК 524.387

К. А. Антонюк

Научно-исследовательский институт «Крымская астрофизическая обсерватория»,
98409 Крым, п. Научный

UBVRI-поляриметрия затменной двойной системы V393 Cyg

Представлены результаты многоцветных поляриметрических наблюдений затменной двойной системы V393 Cyg в 2001—2003 гг. Проведен анализ изменений линейной поляризации, позволивший провести ее разделение на межзвездную и собственную. Показано, что степень собственной поляризации не превышает 0.1 %. Это говорит о практически полном отсутствии в системе оптически тонкого газа.

UBVRI-ПОЛЯРИМЕТРІЯ ЗАТЕМНЮВАНОЇ ПОДВІЙНОЇ СИСТЕМИ V393 Cyg, Антонюк К. А. — Подаються результати багатоколірних поляриметричних спостережень затемнюваної подвійної системи V393 Cyg у 2001—2003 рр. Проведено аналіз змін лінійної поляризації, який дозволив розділити її на міжзоряну і власну. Показано, що ступінь власної поляризації не перевищує 0.1 %. Це свідчить про практично повну відсутність у системі оптично тонкого газу.

UBVRI POLARIMETRY OF THE ECLIPSING BINARY V393 Cyg, by Antoniuk K. A. — Some results of multicolor photometrical and polarimetric investigations of the eclipsing binary V393 Cyg behaviour during 2001—2003 are presented. Light curves in UBVRI bands are given. An analysis of linear polarization changes was performed allowing us to carry out the decomposition of observed polarization into interstellar and intrinsic components. It is shown that intrinsic polarization degree of the system is not more than 0.1 %. This is an indication of absence of the optical thin gas in the system.

Затменная двойная V393 Cyg (BD+42 3548, SAO 49051, $\alpha_{2000} = 19^{\text{h}}58^{\text{m}}48.1^{\text{s}}$, $\delta_{2000} = +43^{\circ}17'42''$) была открыта в 1935 г. О. Моргенрозом [2]. Затем были получены несколько моментов ослабления блеска [1, 4], по которым вычислены фотометрические элементы системы:

$$\text{JD} = 2444090.485 + E \cdot 13.63354.$$

На основании этих данных и данных о спектральном классе яркого компонента эта система была отнесена к разделенным системам, в которых менее массивный компонент является субгигантом.

Линейная поляризация V393 Cyg ранее не изучалась.

В нашей работе проведены результаты многоцветных поляриметрических наблюдений V393 Cyg в 2001—2003 гг. Целью работы является

детальное изучение вариаций линейной поляризации в различных состояниях блеска системы.

Поляризационные наблюдения V393 Cyg получены на 1.25-м зеркальном телескопе АЗТ-11 Крымской астрофизической обсерватории с пятиканальным *UBVRI*-фотометром-поляриметром [4] в течение 65 ночей. Линейная поляризация измерялась одновременно в пяти широких цветовых полосах с эффективными длинами волн $\lambda\lambda = 0.36, 0.44, 0.53, 0.69$ и 0.83 мкм, близких к стандартным полосам *UBVRI*.

При обработке учитывалась инструментальная поляризация, определявшаяся по стандартным звездам из списка Серковского [5] для каждого цвета и каждого месяца наблюдений. Точность ее определения составляла 0.02 %. Для каждой ночи наблюдений вычислялись средневзвешенные значения параметров Стокса и их средние ошибки, определяемые по дисперсии отдельных наблюдений в данную ночь.

Полученные наблюдения дают высокую точность измерения линейной поляризации и позволяют изучать спектральную зависимость ее параметров. Одновременно с поляризационными наблюдениями проводилась *UBVRI*-фотометрия. В качестве звезды сравнения использовалась звезда с координатами $\alpha_{2000} = 19^{\text{h}}57^{\text{m}}46^{\text{s}}$, $\delta_{2000} = +43^{\circ}27'02''$, для которой нами были получены величины *UBVRI*, равные соответственно 11.40^{m} , 11.23^{m} , 10.56^{m} , 10.00^{m} , 9.65^{m} , определенные привязкой к фотометрическим стандартам в системе Джонсона.

Максимальные и минимальные значения блеска во всех полосах приводятся в табл. 1.

Таблица 1. Интервалы изменения блеска V393 Cyg в полосах *UBVRI*

U	B	V	R	I
9.5—10.2	9.7—10.4	9.5—10.2	9.4—10.1	9.3—10.0

АНАЛИЗ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Как известно, наблюдаемая поляризация звезд является суперпозицией межзвездной и собственной поляризации, и для дальнейшего исследования собственной поляризации объекта необходимо корректно отделять ее от межзвездной составляющей.

На рис. 1 и 2 приведены полученные из наблюдений V393 Cyg средние значения параметров поляризации P_X и P_Y , а также степени поляризации P и позиционного угла P_A в пяти цветах для различных фаз. Видно, что существенных изменений параметров поляризации на фазах, соответствующих главному минимуму блеска, не происходило. В то же время видны флуктуации поляризации, из которых самые большие — в полосе *U*. Можно предположить, что в этой полосе проявляется собственная поляризация системы. Представим наблюдаемую зависимость поляризации в полосе *U* от орбитальной фазы рядом Фурье до второй гармоники включительно:

$$q = q_0 + q_1 \cos \lambda + q_2 \sin \lambda + q_3 \cos 2\lambda + q_4 \sin 2\lambda, \quad (1)$$

$$u = u_0 + u_1 \cos \lambda + u_2 \sin \lambda + u_3 \cos 2\lambda + u_4 \sin 2\lambda,$$

где $\lambda = 2\pi\varphi$, φ — фаза.

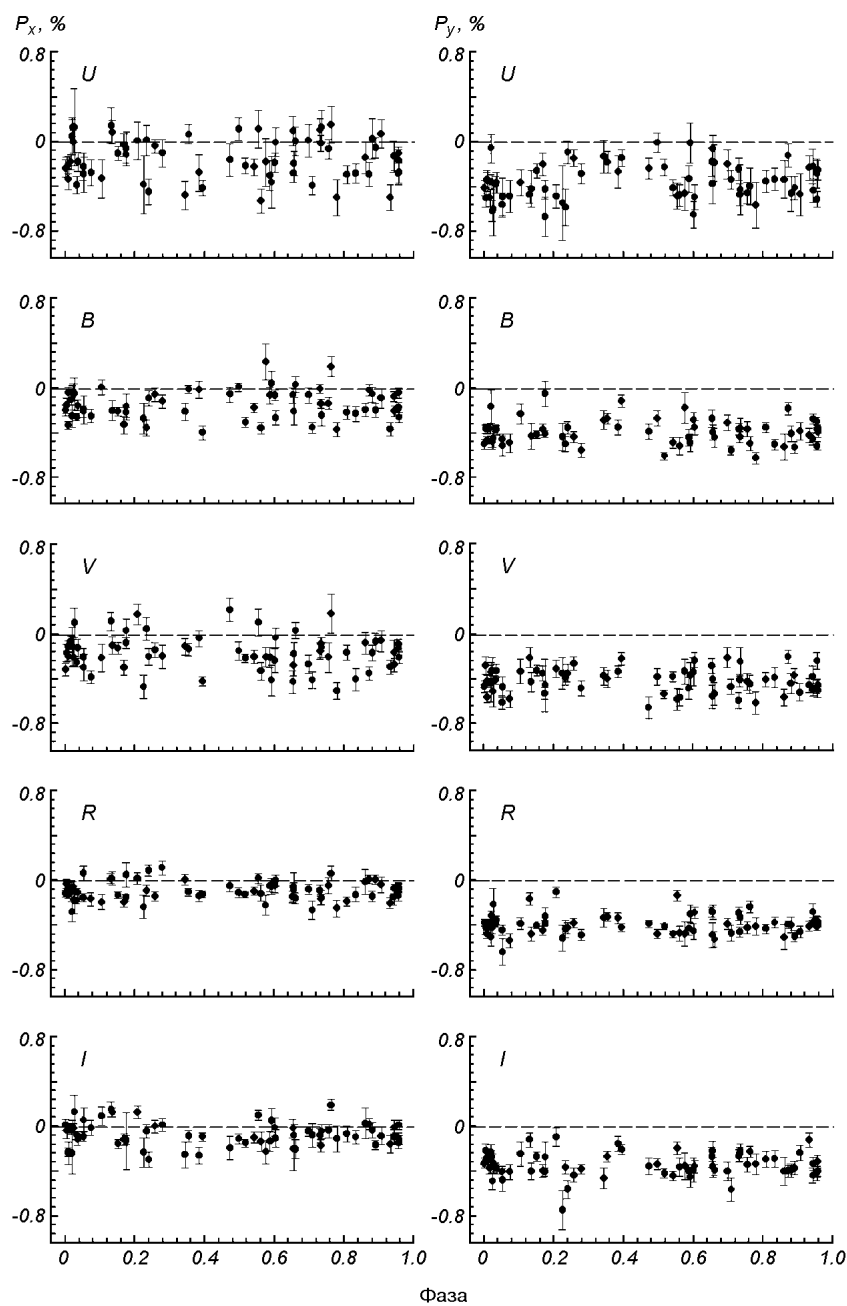


Рис. 1. Зависимости средних значений параметров поляризации от фазы орбитального периода в полосах UBVRT

На рис. 3 сплошной линией показана полученная аппроксимационная кривая, а в табл. 2 приведены значения коэффициентов разложения (1). Видно, что существенной является только первая гармоника параметра P_y .

Данная ситуация необычна — у подавляющего большинства двойных, обладающих переменной поляризацией, доминирующей является вторая гармоника. Если интерпретировать данную переменность как небольшие изменения собственной поляризации V393 Cyg, то это может говорить о наличии сильно асимметричной оболочки возле субгиганта. Однако помимо

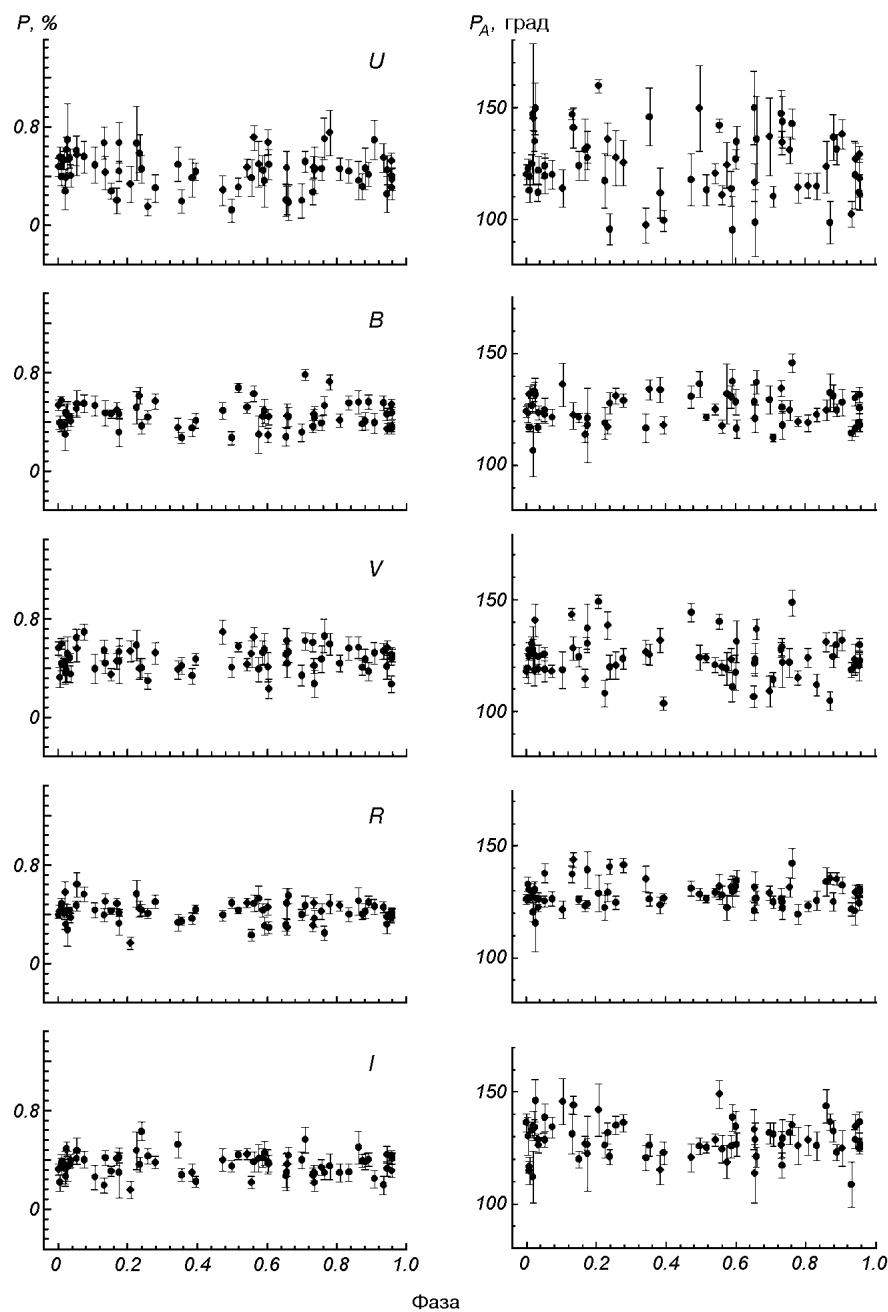


Рис. 2. Зависимости средних значений степени поляризации и позиционного угла от фазы орбитального периода в полосах *UBVRI*

чисто геометрических факторов, приводящих к образованию первой гармоники, могут быть и другие дополнительные причины, вызывающие эффект видимого нарушения симметрии. К числу этих дополнительных факторов относятся затмения, отражение света от поверхности одного из компонентов и эффекты, связанные со значительной оптической толщиной оболочки. Однако наблюдаемые изменения поляризации происходят на внезатменных фазах кривой.

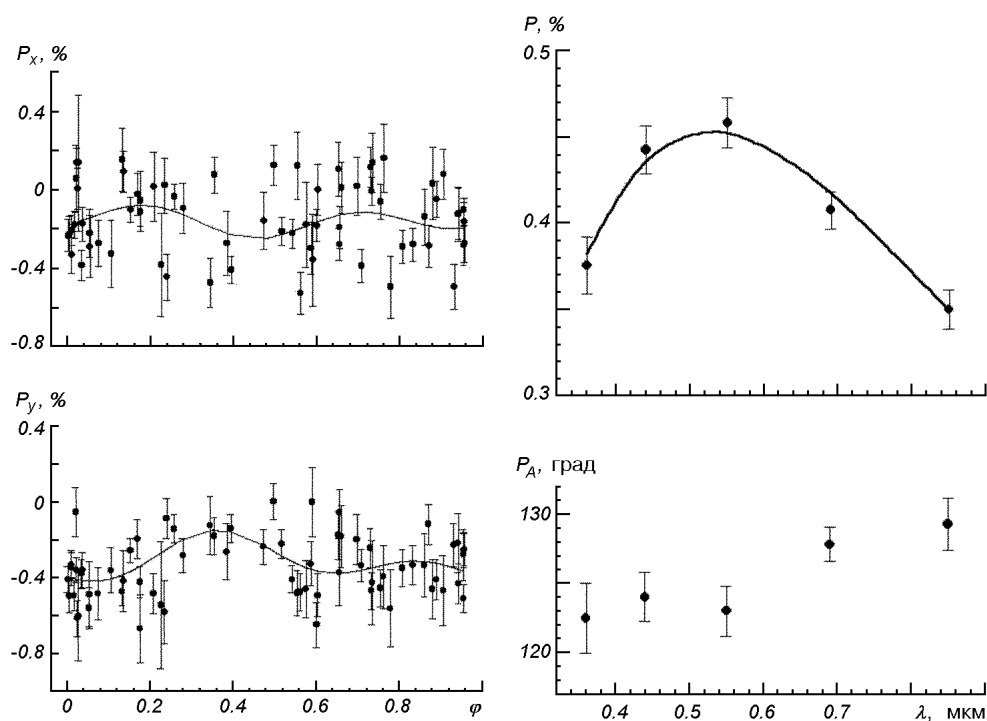


Рис. 3. Переменность параметров линейной поляризации V393 Cyg с фазой орбитального периода. Сплошная линия — фурье-аппроксимация

Рис. 4. Зависимость наблюдаемой поляризации и позиционного угла от длины волны. Сплошная линия — межзвездная поляризация согласно (2)

Таблица 2. Коэффициенты разложения в ряд Фурье зависимости параметров P_x , P_y от фазы

P_x	P_y
$q_0 = -0.162 \pm 0.013$	$u_0 = -0.310 \pm 0.014$
$q_1 = 0.028 \pm 0.018$	$u_1 = -0.065 \pm 0.017$
$q_2 = 0.008 \pm 0.019$	$u_2 = 0.052 \pm 0.020$
$q_3 = -0.047 \pm 0.017$	$u_3 = -0.022 \pm 0.017$
$q_4 = 0.040 \pm 0.020$	$u_4 = -0.074 \pm 0.020$

Таблица 3. Параметры наблюдаемой поляризации P_x , P_y , P , P_A с их ошибками для пяти длин волн

λ , мкм	P_x , %	σ_{P_x}	P_y , %	σ_{P_y}	P , %	σ_P	P_A , град	σ_{P_A}
0.370	-0.16	0.020	-0.34	0.012	0.38	0.021	122	2.2
0.440	-0.17	0.015	-0.41	0.012	0.44	0.012	124	1.7
0.530	-0.19	0.016	-0.42	0.013	0.46	0.015	123	1.8
0.690	-0.10	0.008	-0.39	0.009	0.41	0.010	127	1.2
0.830	-0.07	0.012	-0.34	0.011	0.35	0.011	129	1.9

Наличие второй гармоники в данном случае может говорить об эффекте отражения на атмосфере субгиганта.

Так как величины P и P_A имеют одинаковые значения на всем интервале фаз (возможно, кроме полосы U), то получаем из них средние значения P и P_A . Эти результаты с их ошибками даны в табл. 3 и на рис. 4.

Наложив на зависимость степени поляризации от длины волны (рис. 4) кривую межзвездной поляризации, построенную по закону Серковского [6]

$$P(\lambda)/P_{\max} = \exp[-K \ln^2(\lambda_{\max}/\lambda)], \quad (2)$$

видим, что наблюдаемая поляризация V393 Cyg хорошо описывается уравнением (2) при

$$P_{\max} = 0.45 \pm 0.012 \%, \quad \lambda_{\max} = 0.53 \pm 0.077 \text{ мкм.}$$

Видно, что в наблюдаемой поляризации преобладает межзвездная составляющая, а собственная поляризация системы не может превышать 0.1 % (для полосы U). Следовательно, в системе V393 Cyg практически нет газового слоя. Очевидно, субгигант еще далек от заполнения своей полости Роша, и обмена веществом между компонентами затменной двойной системы V393 Cyg практически нет.

1. *Berthold T.* Verbesserte elemente von V393 Cyg // Mitt. veränderl. Sterne.—1981.—9.—S. 19—20.
2. *Morgenroth O.* 23 neue Veränderliche // Astron. Nachr.—1935.—255.—425 p.
3. *Pirola V.* Simultaneous five-colour (UBVRI) photopolarimeter // Polarized radiation of circumstellar origin / Eds G. V. Coune, S. J., A. M. Magalhaes, A. F. Moffat, et al. — Vatican: Observatory — Vatican City State, 1988.—P. 735—742.
4. *Reichenbacher K.* Photographische Beobachtungen von V393 Cyg (BD+42 3548) // Mitt. veränderl. Sterne.—1978.—8.—52 S.
5. *Serkowski K.* Polarization Techniques // Methods of Experimental Physics / Ed. by N. Carleton. — New York: Acad. press, 1974.—12a.—P. 361—412.
6. *Serkowski K., Mathewson D. S., Ford V. L.* Wavelength dependence of interstellar polarization and ratio of total to selective extinction // Astrophys. J.—1975.—196, N 1.—P. 261—290.

Поступила в редакцию 12.12.03