

УДК 324.387

**М. М. Закиров<sup>1</sup>, М. У. Эшанкулова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Национальный Университет Узбекистана  
700174 Узбекистан, Ташкент, ВУЗ городок<sup>2</sup>Астрономический институт АН Республики Узбекистан  
700052 Узбекистан, Ташкент, ул. Астрономическая 33  
mamnun@astrin.uzsci.net, zamamnun@mail.ru, manzura@astrin.uzsci.net**Тесные двойные системы в областях OB-ассоциаций.  
III. V443 Лебеда в CYG OB9**

*Впервые проведены фотоэлектрические UBVR-наблюдения затменной переменной V443 Cyg. Получена новая эфемерида главных минимумов:  $Min I = HJD2452115.2316(38) + 1.66220545(43) \cdot E$ . Новое значение периода оказалось вдвое больше прежнего. Не выявлен синусоидальный член эфемериды, выделенный ранее. Обнаружена малоамплитудная модуляция блеска внезатменных фаз с периодом  $1.0481^d$ . Все кривые блеска звезды решены прямым методом Лаврова, и получены элементы фотометрической орбиты. Сделана оценка ожидаемых абсолютных характеристик звезд:  $M_1 = 3.2M_{\odot}$ ,  $M_2 = 2.5M_{\odot}$ ,  $R_1 = 2.3R_{\odot}$ ,  $R_2 = 1.8R_{\odot}$ ,  $M_{1,bol} = -0.3^m$ ,  $M_{2,bol} = 0.7^m$ . Компоненты двойной системы находятся на стадии эволюции вблизи начальной главной последовательности. V443 Cyg отнесена к физическим членам OB-ассоциации Cyg OB9.*

*ТИСНІ ПОДВІЙНІ СИСТЕМИ В ОБЛАСТЯХ ОБ-АСОЦІАЦІЙ. III. V443 ЛЕБЕДЯ В CYG OB9, Закиров М. М., Ешанкулова М. У. — Вперше виконано фотоелектричні UBVR-спостереження затемнюваної змінної V443 Cyg. Отримано нову ефемериду головних мінімумів:  $Min I = HJD2452115.2316(38) + 1.66220545(43) \cdot E$ . Нове значення періоду виявилось удвічі більшим за попереднє. Не виявлено синусоїдального члена ефемериди, виділеного раніше. Виявлено малоамплітудну модуляцію блиску позазатемнюваних фаз з періодом  $1.0481^d$ . Всі криві блиску зірки розв'язано прямим методом Лаврова, і отримано елементи фотометричної орбіти. Оцінені очікувані абсолютні характеристики зірок:  $M_1 = 3.2M_{\odot}$ ,  $M_2 = 2.5M_{\odot}$ ,  $R_1 = 2.3R_{\odot}$ ,  $R_2 = 1.8R_{\odot}$ ,  $M_{1,bol} = -0.3^m$ ,  $M_{2,bol} = 0.7^m$ . Компоненти подвійної системи перебувають на стадії еволюції біля початкової головної послідовності. V443 Cyg віднесено до фізичних членів OB-асоціації Cyg OB9.*

*CLOSE BINARY SYSTEMS IN REGIONS OF OB-ASSOCIATIONS. III. V443 CYGNI IN CYG OB9, by Zakirov M. M., Eshankulova M. U. — The first UBVR photoelectric observations for the eclipsing variable star V433 Cyg are carried out at the Maidanak Observatory in Uzbekistan. A new ephemeris*

of the binary ( $\text{Min I } HJD2452115.2316(38) + 1.66220545(43) \cdot E$ ) is derived. A new period is twice as large as that determined earlier. The ephemeris harmonic term detected before is not found. The harmonic small-amplitude osculation with a period of  $1.0481^d$  for outside eclipsing phases is detected. All the light curves of the binary are solved by Lavrov's direct method and the orbit photometric elements for the system are derived. The expected absolute basic parameters for the components of V433 Cyg are estimated:  $M_1 = 3.2M_{\odot}$ ,  $M_2 = 2.5M_{\odot}$ ,  $R_1 = 2.3R_{\odot}$ ,  $R_2 = 1.8R_{\odot}$ ,  $M_{1,\text{bol}} = -0.3^m$ ,  $M_{2,\text{bol}} = 0.7^m$ . We suppose that V433 Cyg is a PMS binary at the near ZAMS and belongs to the OB-association Cyg OB9.

## ВВЕДЕНИЕ

Слабая затменная переменная V443 Cyg (= 540.1936 = GCS 03152-01283; 12.—13.0 pg) была обнаружена Хоффмейстером [20] и была отнесена к короткопериодическим алголям. Дальнейшие фотографические наблюдения тесной двойной системы (ТДС) позволили уточнить эфемериду и обнаружить периодическое смещение главного минимума [27]:

$$\text{Min I} = HJD2427298.509 + 0.8311017^d \cdot E - 0.016^d \sin 0.00105 \cdot E.$$

Продолжительность главного минимума  $\text{dI} = 0.13^p$  и остановка блеска в минимуме  $\text{dI} = 0.04^p$ . Ослабление блеска на фазах вторичного минимума не было замечено. Приближенные элементы фотометрической орбиты (ЭФО) и абсолютные значения физических характеристик ТДС даны в работе [10]. Ожидаемые спектры компонентов системы оценены как F8 и K1 IV (субгигант). По предварительной оценке V443 Cyg является возможным членом OB-ассоциации Cyg OB1 [6].

## НАБЛЮДЕНИЯ

Фотоэлектрические наблюдения V443 Cyg были выполнены на 60-см телескопах Майданакской обсерватории с одноканальными электрофотометрами в летне-осенние месяцы 2000—2002 гг. Измерения блеска звезд были редуцированы в международную фотометрическую систему *UBVR* Джонсона по методу Харди [13]. В качестве звезды сравнения служила  $\text{BD}+38^{\circ}4098$ , а контрольной звездой была  $\text{BD}+38^{\circ}4092$ . Звездные величины и цвета опорных звезд определены путем привязки к многоцветному фотометрическому стандарту SA113 [23]. С целью минимизации ошибки учета атмосферного поглощения измерения опорных звезд и стандартных площадок проводились при близких воздушных массах. Обработка наблюдений выполнялись с учетом рекомендаций [11]. При всех расчетах звездных величин и цветов звезд, включая и переменную звезду, использовались среднемесячные коэффициенты атмосферной экстинкции на горе Майданак [4]. Значения фотометрических величин опорных звезд и точность их определения даны в табл. 1. Число наблюдений ТДС в каждом фильтре и точность одного измерения блеска звезды приведены в табл. 2.

Таблица 1. Фотометрические величины опорных звезд

Звезда	V	U - B	B - V	V - R	Sp
Сравнения	$8.915 \pm 0.011$	$0.462 \pm 0.024$	$0.900 \pm 0.014$	$0.551 \pm 0.006$	B91b
Контрольная	$8.436 \pm 0.004$	$1.048 \pm 0.006$	$1.124 \pm 0.002$	$0.850 \pm 0.003$	K2

Таблица 2. Ошибки определения блеска ТДС в максимуме и число измерений

Ошибка одного измерения блеска ТДС				Число измерений			
$\sigma_U$	$\sigma_B$	$\sigma_V$	$\sigma_R$	U	B	V	R
0.042 <sup>m</sup>	0.046 <sup>m</sup>	0.041 <sup>m</sup>	0.047 <sup>m</sup>	411	454	455	470

Таблица 3. Моменты наблюдений минимумов ТДС и значения O – C

Источники	Наблюденные моменты минимумов HJD 2400000+	E	O – C, сут
Главные минимумы			
[27]	26206.465	-15587	0.027
[31]	27298.497	-14930	-0.007
[27]	27298.500	-14930	-0.004
[31]	27313.464	-14921	-0.000
[27]	27313.467	-14921	0.002
	28435.434	-14246	-0.018
	28819.424	-14015	0.002
	30375.253	-13079	0.006
	31703.363	-12280	0.014
	32775.456	-11635	-0.015
	33204.308	-11377	-0.012
	33887.457	-10966	-0.029
	35275.449	-10131	0.020
	35629.479	-9918	0.001
[28]	36751.500	-9243	0.033
	37130.430	-9015	-0.019
	37190.320	-8979	0.031
	37848.507	-8583	-0.015
	39788.292	-7416	-0.024
	40117.429	-7218	-0.004
[15]	47670.496	-2674	0.002
[17]	47670.501	-2674	0.007
[32]	48222.346	-2342	0.000
[32]	48222.351	-2342	0.004
	49171.452	-1771	-0.013
	49171.460	-1771	-0.005
	49171.468	-1771	0.002
	49181.433	-1765	-0.006
	49186.418	-1762	-0.007
	49186.420	-1762	-0.005
	49186.425	-1762	-0.000
	49186.426	-1762	0.000
	49186.426	-1762	0.000
	49595.350	-1516	0.022
[18]	49919.457	-1321	-0.000
Настоящая работа	51774.5032	-205	0.023
	52115.2329	0	0.001
Вторичные минимумы			
[31]	25841.571	-15806.5	-0.010
[27]	29488.456	-13612.5	-0.004
	35369.359	-10074.5	0.016
	36072.453	-9651.5	-0.003
	36127.322	-9618.5	0.013
	36137.293	-9612.5	0.011
[28]	37149.543	-9003.5	-0.022
	37174.522	-8988.5	0.024
	37224.385	-8958.5	0.021
	37523.504	-8778.5	-0.057
[28]	39699.373	-7469.5	-0.015
	40053.426	-7256.5	-0.011
[32]	49599.483	-1513.5	-0.000
[29]	50234.446	-1131.5	0.000
[17]	50583.499	-921.5	-0.010
[30]	50947.5353	-702.5	0.003

### ОРБИТАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

Для предварительного построения кривых блеска ТДС мы воспользовались приведенной выше эфемеридой. Разброс блеска в главном минимуме значительно превысил среднюю ошибку измерений, и мы удвоили орбитальный период. Обработка наблюдений с удвоенным периодом переменной выявила вторичный минимум, у которого глубина оказалась на  $0.19^m$  ( $V$ ) меньше главного минимума. Мы собрали все опубликованные наблюдения минимумов и методом наименьших квадратов уточнили эфемериду ТДС. Остаточные вариации, полученные после вычитания как линейного, так и квадратичного трендов моментов минимумов, были подвергнуты гармоническому анализу. Оказалось, они не содержат периодических составляющих. В частности, нам не удалось обнаружить синусоидальный компонент, полученный в работе [27]. Наилучшая эфемериды главного минимума описывается линейной формулой [19]:

$$\text{Min I} = \text{JDH}2452115.2316(38) + 1.66220545^d(43)\text{E}.$$

Сводка главных и вторичных минимумов V433 Cyg и разности  $O - C$ , вычисленные по линейной эфемериде, даны в табл. 3.

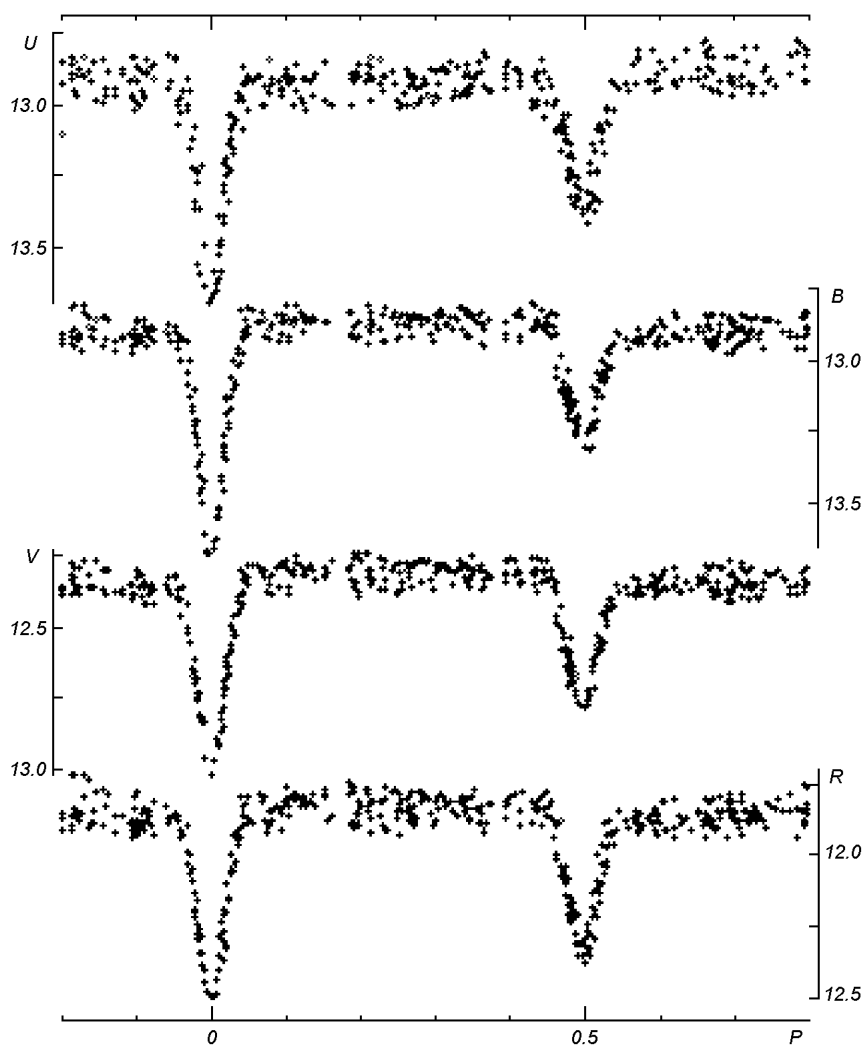


Рис. 1. Наблюденные кривые блеска V433 Cyg

**КРИВАЯ БЛЕСКА И ЕЕ РЕШЕНИЕ**

Кривые блеска V443 Cyg в цветовых полосах *UBVR* построены на рис. 1. ТДС отнесена к типу EA. Однако на кривых блеска, полученных в полосах *V* и *B*, отчетливо видны депрессии после вторичного минимума. На *R*-кривой она менее заметна, а на *U*-кривой из-за большого разброса точек ее трудно увидеть. Мы выбрали все фазы вне затмения и подвергли наблюдения процедуру поиска периодических изменений блеска. Поиск уверенно выявил периодические колебания *V*- и *B*-блеска с почти одинаковой амплитудой  $0.079 \pm 0.031^m$  и периодом  $1.0481^d$  (рис. 2). Мы тщательно проверили возможную переменность звезды сравнения относительно контрольной звезды и других звезд сравнения, использованных при наблюдениях в те же ночи еще четырех переменных звезд нашей программы. Однако звезда оставалась постоянной в пределах точности измерений. Мы исключили синусоидальную составляющую на *B*- и *V*-кривых, и на новой фазовой кривой блеска отмеченные выше депрессии практически исчезли (рис. 3). Формально мы эту процедуру провели и с другими кривыми блеска с соответствующей амплитудой, но с найденным периодом. В дальнейшем были анализированы эти кривые блеска ТДС. Фотометрические значения основных фаз переменной приведены в табл. 4. Кривые блеска ТДС во всех наблюдаемых фильтрах были решены прямым методом Лаврова [7]. Комплекс программ Лаврова реализует ректифицируемую модель Рессела — Меррилла и написана на алгоритмическом языке BASIC. В оригинальных программах используются нормальные точки и процедура их нахождения вызывает сомнения у исследователей. Мы отказались от этой практики и вводили в память компьютера все индивидуальные наблюдения. Для этого нами были сделаны соответствующие изменения в процедуру ввода и вывода данных. Ректификация внезатменной части кривых блеска не выявила эффекты фазы (коэффициенты оказались меньше  $3\sigma$ ). Коэффициент фотометрического гравитационного потемнения формально вычислялся по формуле [8]:

$$N = \frac{15 + x}{15 - 5x} (1 + y),$$

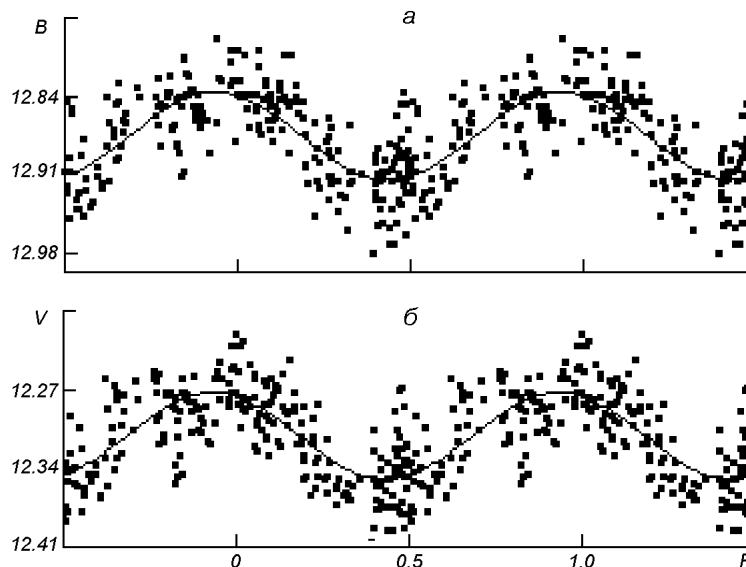


Рис. 2. Модуляция блеска внезатменной части кривой блеска V443 Cyg

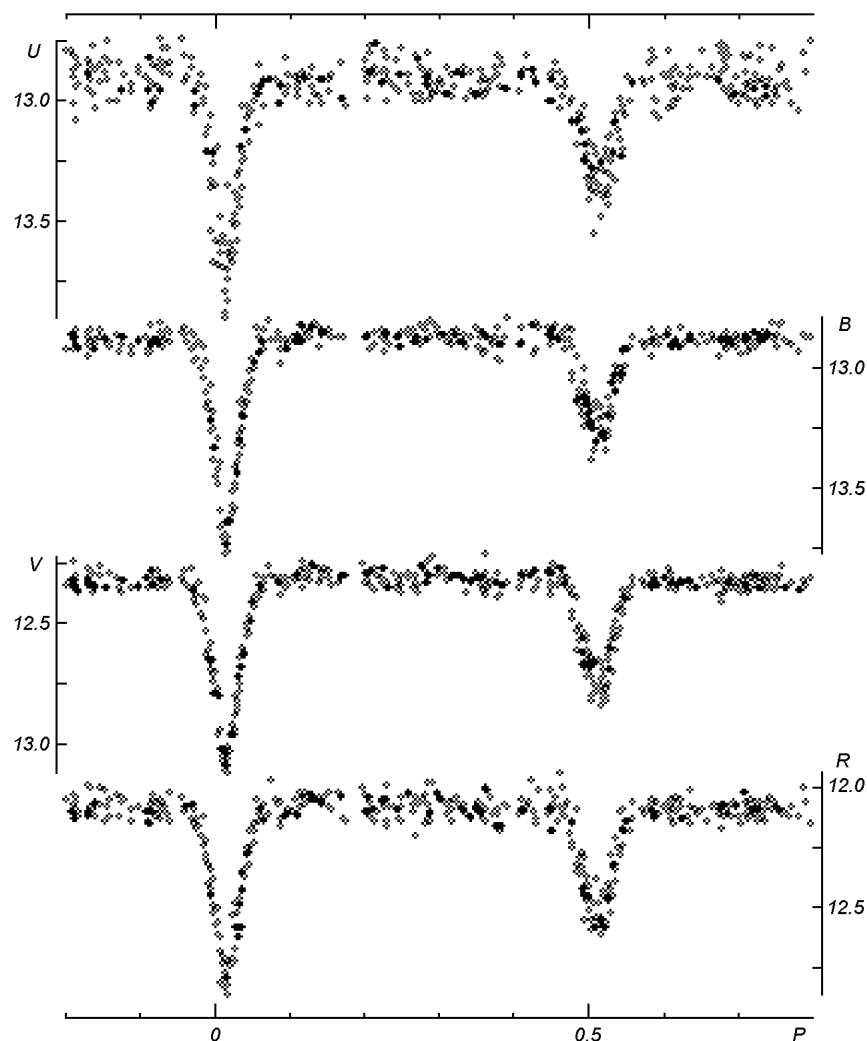


Рис. 3. Кривые блеска V443 Cyg, построенные с учетом синусоидальной составляющей

Таблица 4. Фотометрические значения основных фаз кривых блеска V443 Cyg

Фаза	V	U - B	B - V	V - R
Max	12.32	0.02	0.56	0.48
MinI	12.96	-0.02	0.66	0.48
MinII	12.78	0.04	0.50	0.47

где  $x$  — коэффициент потемнения к краю,  $y$  — коэффициент гравитационного эффекта. Значения  $x$  брались из таблицы [16], где они рассчитаны для полос  $UBVR$  Джонсона для различных моделей звездных фотосфер. Таблица коэффициентов гравитационного эффекта в избранных длинах волн для разных спектральных классов звезд взята из работы [21]. В главном минимуме наблюдается прохождение малого по размерам компонента по диску большей звезды (гипотеза  $M \rightarrow B$ ), и происходит полное затмение во вторичном минимуме. Нам удалось решить все полученные кривые блеска V443 Cyg. Полученные значения элементов фотометрической орбиты

Таблица 5. Элементы фотометрической орбиты V443 Cyg

Полоса	$r_1$	$r_2$	$x_1$	$x_2$	$i$ , град	$L_1$	$\varepsilon$
<i>U</i>	0.177	0.142	0.80	0.50	90.0	$0.668 \pm 0.007$	$0.072^m$
<i>B</i>	0.170	0.142	0.75	0.95	89.1	$0.687 \pm 0.004$	0.037
<i>V</i>	0.172	0.143	0.30	0.50	88.7	$0.658 \pm 0.005$	0.037
<i>R</i>	0.172	0.142	0.30	0.50	89.3	$0.644 \pm 0.005$	0.037
$\langle UBVR \rangle$	$0.172 \pm 0.001$	$0.140 \pm 0.003$			$89.3 \pm 0.2$		
[10]	0.30	0.26			77.5	0.89	

(ЭФО) ТДС даны в табл. 5. Обозначения элементов орбиты общепринятые. Относительный блеск компонентов дан в единицах суммы  $L_1 + L_2$ . В последней графе указаны средние уклонения индивидуальных наблюдений от теоретических кривых блеска. В пятой строке приведены средневзвешенные значения геометрических элементов системы по всем цветам. Отклонения индивидуальных наблюдений минимумов во всех полосах от соответствующих теоретических кривых блеска были протестированы методом  $\chi^2$ . Достоверность полученных результатов во всех цветах  $Q > 24\%$ , что показывает высокую степень надежности полученных элементов из анализа наших наблюдений. Как видно из таблицы, полученные значения элементов значительно отличаются от данных [10]. Однако в работе [10] использовалось значение орбитального периода из ОКПЗ, в то время как реальный период ТДС оказался вдвое больше каталожной величины. Кроме того, кривая блеска V443 Cyg оценивалась приближенными методами.

#### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Данные табл. 4 и 5 легко позволяют вычислить звездные величины и цвета каждого компонента ТДС (табл. 6). Такие же результаты можно легко получить, если учесть, что во вторичном минимуме происходит полное затмение, и мы видим только главный компонент. С целью фотометрической оценки спектральных классов компонентов V433 Cyg мы нанесли положения звезд на двуцветные диаграммы  $(U - B) - (B - V)$  и  $(U - B) - (V - R)$ . По линии нормального покраснения, главный компонент пересекает стандартные кривые в точках вблизи спектра B7.5. Поведение спутника на цветовых диаграммах необычное. Из-за отрицательного показателя цвета спутника  $U - B$  он пересекает стандартные кривые в области более ранних спектральных классов, чем главная звезда (рис. 4). Это противоречит величине амплитуды главного минимума, которая больше вторичного. Тогда мы обратились к способу вычисления температуры, используя закон излучения абсолютно черного тела, часто применяемого при оценке температуры звезд:

$$\frac{L_1 r_2^2}{L_2 r_1^2} = \frac{\exp(c_2/\lambda T_2) - 1}{\exp(c_2/\lambda T_1) - 1},$$

где  $c_2$  — вторая константа формулы Планка,  $\lambda$  — длина волны,  $T_1$  и  $T_2$  — температуры звезд. Усредненная температура вторичного компонента, по-

Таблица 6. Фотометрические величины компонентов V443 Cyg

Компонент	V	U - B	B - V	V - R
Главный	$12.77 \pm 0.01$	$0.05 \pm 0.01$	$0.51 \pm 0.01$	$0.46 \pm 0.01$
Вторичный	$13.50 \pm 0.02$	$-0.04 \pm 0.03$	$0.66 \pm 0.02$	$0.53 \pm 0.02$

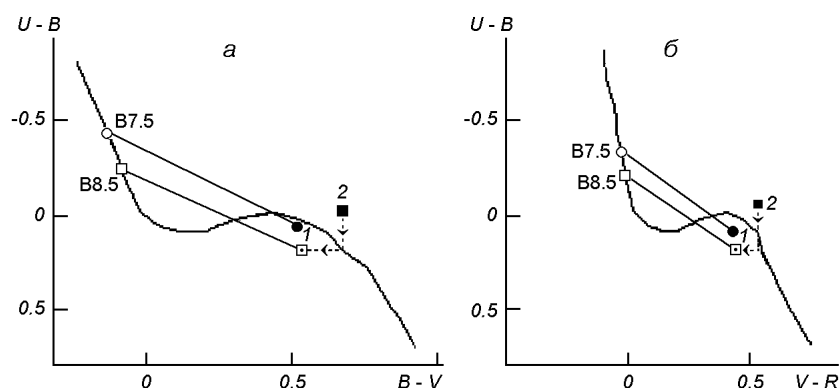


Рис. 4. Положения компонентов V443 Cyg на двухцветных диаграммах: *a* —  $(U - B) - (B - V)$  и *б* —  $(U - B) - (V - R)$ . Кругок — главный компонент, квадратик — второй компонент (квадратик с точкой — положение компонента с учетом возможного избытка цветов)

Таблица 7. Ожидаемые абсолютные характеристики V443 Cyg

Источник	$M/M_{\odot}$	$R/R_{\odot}$	$M_{bol}$	Sp
Главный компонент				
Настоящая работа [10]	3.2	2.3	-0.3	B7.5
	1.15	1.25	4.0	F8
Вторичный компонент				
Настоящая работа [10]	2.5	1.8	0.7	B8.5
	0.3	1.1	5.5	K1IV

лученная по всем цветам равна  $T_2 = 10800 \pm 100$  К. Мы использовали температурную шкалу звезд [26]. Полученная температура соответствует звезде спектра B8.5. Считая, что избытки цветов компонентов должны быть одинаковыми, положения спутника на двухцветных диаграммах были смещены так, чтобы его избытки цвета были такие же, как и у главного компонента (рис. 4). Поиск основных характеристик звезд производился по схеме, изложенной в [5]. Наилучшие согласия физических параметров компонентов их спектру получился в случае, если звезды находятся на стадии эволюции до начальной главной последовательности. Мы анализировали положения звезд на эволюционной диаграмме Г-Р, построенной по расчетам [25]. Предполагаемые абсолютные параметры компонентов V443 Cyg даны в табл. 7. Возможно, необычное цветовое поведение спутника ТДС связано с ранним возрастом звезды, когда она еще активно взаимодействует с остатком протозвездного вещества.

Нам остается не совсем ясной природа модуляции блеска ТДС, наиболее четко проявляемой в *B*- и *V*-фильтрах. Полученная амплитуда переменности в максимуме «заглушена» блеском соседней звезды, и истинная амплитуда переменности будет больше полученной. Какой из компонентов может быть физической переменной, нам неизвестно. Поэтому мы рассмотрели обе возможности и вычислили пределы изменения блеска звезд, полагая при этом одну из них постоянной. Расчеты выполнены в цветах *V* и *B*, так как в этих фильтрах модуляция блеска проявляется наиболее четко. Расчеты даны в табл. 8. Судя по величине частоты колебания, это явление не связано с орбитальным периодом. Можно было бы предположить, что этот феномен подобен модуляции блеска некоторых молодых



Таблица 8. Ожидаемые пределы изменения блеска физической переменности компонентов V443 Cyg

Компонент	Максимум	Минимум	Фильтр
Главный	13.23	13.33	<i>B</i>
	12.71	12.83	<i>V</i>
Вторичный	14.03	14.25	<i>B</i>
	13.38	13.62	<i>V</i>

звезд, у которых период колебания блеска отождествляется с осевым вращением сильно неоднородно запятненных звезд [24]. В таком случае по аналогии с Солнцем мы должны предположить наличие достаточно сильных магнитных полей и развитой конвекции на поверхности одного из компонентов. Для сильно намагниченных переменных звезд (магнитные Ap-звезды) современные модели звезд ранних спектральных классов отрицают наличие конвективных зон. Нам кажется, что один из компонентов является вращающейся переменной звездой. Из всех типов переменных звезд, описанных в ОКПЗ, ближе всего к нашему случаю подходит тип  $\alpha^2$  CVn. Звезды этого типа сильно намагничены ( $10^5 - 10^6$  А/м), и у них наблюдаются переменность магнитного поля и видимого блеска [1]. Звезды этого типа обнаружены в молодых рассеянных скоплениях и ОБ-ассоциациях [14], что не противоречит нашему выводу о молодости компонентов V443 Cyg.

Отношение масс компонентов ТДС  $q = 0.78$ , что определяет их критические радиусы  $r_{cr1} = 0.397$  и  $r_{cr2} = 0.352$ . Здесь под критическими радиусами звезд мы понимаем радиусы сечений максимальных размеров соответствующих полостей Роша, перпендикулярных к линии центров масс компонентов в плоскости орбиты. Обе звезды не выходят за свои пределы размеров полостей Роша.

Оценим модуль расстояния двумя способами. На двухцветной диаграмме вида  $(U - B) - (B - V)$  главный компонент показывает избыток цвета  $E_{B-V} = 0.63^m$ . Принимая нормальный закон межзвездного поглощения, находим модуль расстояния звезды с учетом космической дисперсии абсолютных звездных величин В-звезд [9] ( $m - M = 10.3 \pm 0.6^m$ ). Оценка модуля расстояния ТДС получена по данным обоих компонентов. Боллометрические поправки вычислялись по формуле [2]

$$BC = -5.608 \lg(T/1000) + 5.376.$$

Расстояние до ТДС можно найти и по зависимости Барнса — Эванса [22], записанной нами в удобной форме:

$$F_v = 3.7369 - 0.1V_0 + 0.5 \lg(rR_\odot/R),$$

где  $F_v$  — поверхностная яркость звезды, табулированная в [26],  $r$  — расстояние в пк. Подстановка данных в эту формулу приводит к среднему значению  $m - M = 10.2^m$ . Использование двух независимых способов оценки модуля расстояния ТДС дали практически одинаковый результат. ТДС находится на окраине ОБ-ассоциации Cyg OB9, имеющей модуль расстояния  $m - M = 10.1^m$  [3]. В нашей работе [6] выполнено исследование принадлежности ТДС ранних спектральных классов к ОБ-ассоциациям. Мы использовали формулы расчета вероятности физического членства звезды к ассоциации по общности собственных движений, лучевых скоростей и расстояний, основанных на распределении Рэлея — Райса для нормально распределенных случайных чисел [12]. В частности, вероятность

принадлежности ТДС к ОВ-ассоциации по модулю расстояний проводился по формуле

$$P = \exp\left\{-\frac{[(m-M)_{\text{acc}} - (m-M)_{\text{TDC}}]^2}{2\sigma^2}\right\},$$

где  $\sigma^2$  — сумма дисперсий модулей расстояния ТДС и ОВ-ассоциации. Подстановка данных для V443 Cyg и Cyg OB9 в эту формулу дает  $P = 0.97$ . Это же значение вероятности можно получить в рамках стандартного уравнения проверки ненулевой гипотезы. Таким образом, учитывая молодость компонентов ТДС, V443 Cyg вполне можно считать физическим членом ОВ-ассоциации Cyg OB9, к которой она тяготеет по расстоянию больше, чем к Cyg OB1.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые получены полные фотоэлектрические кривые блеска затменной переменной звезды V443 Cyg в фотометрической системе UBVR Джонсона. Даны новые эфемериды главных минимумов ТДС, причем период в два раза больше значения, определенного ранее. Не подтверждено наличие гармонического члена в световых элементах системы. Обнаружена модуляция блеска ТДС с малой амплитудой ( $< 0.1^m$ ) и периодом  $1.0486^d$ . Все кривые блеска решены прямым методом Лаврова с учетом модуляции блеска, и получены высокоточные значения элементов фотометрической орбиты. Сделана оценка абсолютных характеристик компонентов. Звезды находятся на стадии эволюции до главной последовательности, и ТДС отнесена к физическим членам ОВ-ассоциации Cyg OB9.

Авторы глубоко признательны рецензенту за полезные замечания и советы, которые привели к существенному улучшению содержания текста. Благодаря его совету была обнаружена пульсационная составляющая кривой блеска ТДС.

Работа выполнена при финансовой поддержке Центра по науке и технологиям Республики Узбекистан (грант Ф2.1.76). В работе использован банк астрономических данных SIMBAD в Страсбурге.

1. Гоффмейстер К., Рихтер Г., Венцель В. Переменные звезды. — М.: Наука, 1990.—359 с.
2. Губочкин А. Н., Мирошниченко А. С. Метод поверхностной яркости и зависимости болометрической поправки от эффективной температуры // Кинематика и физика небес. тел.—1991.—7, № 1.—С. 64—71.
3. Дамбис А. К., Мельник А. М., Расторгуев А. С. Тригонометрические параллаксы и кинематически согласованная шкала расстояний до ОВ-ассоциаций // Письма в Астрон. журн.—2001.—27, № 1.—С. 68—75.
4. Железнякова А. И. Результаты исследования прозрачности и влагосодержания атмосферы на астропункте Майданак // Астроклимат и эффективность телескопов. — Л.: Наука, 1984.—С. 55—59.
5. Закиров М. М. Тесные двойные системы в областях звездообразования. FF Ori, FH Ori, FK Ori и FR Ori в ассоциации Ori I // Письма в Астрон. журн.—1996.—22, № 9.—С. 664—695.
6. Закиров М. М., Эшанкулова М. У. Тесные двойные системы в областях ОВ-ассоциаций. I. Предварительное исследование // Кинематика и физика небес. тел.—2004.—20, № 4.—С. 313—327.
7. Лавров М. И. Комплекс программы на языке «Бейсик» для анализа кривых блеска затменных двойных систем // Тр. Казан. гор. астрон. обсерватории.—1993.—№ 53.—С. 34—47.
8. Мартынов Д. Я. Затменные системы с деформированными компонентами. Тонкие эффекты // Затменные переменные звезды / Под ред. В. П. Цесевича. — М.: Наука, 1971.—С. 155—208.
9. Мдзинаришвили Т. Г. Задача определения функции пространственной плотности звезд по

- данным каталогов BV-фотометрии и МК-классификации // Бюл. Абастум. астрофиз. обсерватории.—1985.—№ 59.—С. 117—124.
10. *Свечников М. А., Кузнецова Э. Ф.* Каталог приближенных фотометрических и абсолютных элементов затменных переменных звезд. — Свердловск: Уральский гос. ун-т, 1990.— Т. 1.—224 с.
  11. *Страйжис В.* Многоцветная фотометрия звезд. — Вильнюс: Моклас, 1977.—312 с.
  12. *Теребиж В. Ю.* Анализ временных рядов в астрофизике. — М.: Наука, 1992.—392 с.
  13. *Харди Х.* Редукция фотоэлектрических наблюдений // Методы астрономии / Под ред. В. А. Хилтнера. — М.: Мир, 1965.—С. 157—183.
  14. *Хохлова В. Л.* Магнитные звезды // Итоги науки и техники / ВИНТИ. Астрономия.— 1983.—24.—С. 233—289.
  15. *Borovicka J.* Observation of eclipsing binaries 1987—1989 // Contr. Copernicus observ. and Planet. in Brno.—1992.—N 30.—P. 13.
  16. *Claret A.* A new non-linear limb-darkening law for LTE stellar atmosphere models. Calculations for  $-5.0 \leq \log[M/H] \leq +1$ ,  $2000 \text{ K} \leq T_{\text{eff}} \leq 50000 \text{ K}$  at several surface gravities // Astron. and Astrophys.—363, N 3.—P. 1081—1190.
  17. *Detoch A.* 148 list of minima of eclipsing binaries // BBSAG Bull.— 1997.—N 115.
  18. *Diethelm R.* 142 list of minima of eclipsing binaries // BBSAG Bull.—1995.—N 109.
  19. *Eshankulova M., Zakirov M.* UBVR photometry of the eclipsing binary star V443 Cygni // Inform. Bull. Var. Stars.—2002.—N 5294.—P. 1—4.
  20. *Hoffmeister C.* 604 neue veränderliche // Astron. Nachr.—1936.—259, N 6195—P. 47.
  21. *Kopal Z.* Close binary system. The International Astrophysics Series. — London: Chapman & Hall, 1959.—Vol. 5.—558 p.
  22. *Lacy C. H.* Distances to eclipsing binaries: an application of the Barnes—Evans relation // Astrophys. J.—1977.—213, N 2.—P. 458—463.
  23. *Landolt A. U.* UBVR photoelectric standard stars around the celestial equator // Astron. J.— 1983.—88, N 3—P. 439—460.
  24. *Mathieu R. D.* The rotation of low-mass pre-main-sequence stars (invited review) // Stellar Rotation: Proc. IAU Symp. N 215 / Eds A. Maeder, P. Eeens. — Cambridge: Univ. press, 2004.—P. 113—122.
  25. *Palla F., Stahler S. W.* The pre-main sequence evolution of intermediate stars // Astrophys. J.— 1993.—418, N 2—P. 414—424.
  26. *Popper D. M.* Stellar masses // Annu. Rev. Astron. and Astrophys.—1980.—18.—P. 115—164.
  27. *Richter G.* V443 Cygni // Mitt. veröff. Stern.—1958.—N 352—353.
  28. *Romano G.* Researches with the Schmidt telescope. III. Variable stars in the field of gamma Cygni // Mem. Soc. astron. ital.—40.—P. 375—413.
  29. *Safar J., Zejda M.* CCD times of minima of faint eclipsing binaries II // Inform. Bull. Var. Stars.—2000.—N 4887.—P. 1—4.
  30. *Safar J., Zejda M.* CCD times of minima of faint eclipsing binaries II // Inform. Bull. Var. Stars.—2000.—N 4888.—P. 1—4.
  31. *van Schewick H.* Field gamma Cygni // Kleine Veroff. Univ. Berlin—Babelsberg.—1941.— 24.—P. 86—99.
  32. *Zejda M.* Results of observations of eclipsing binaries 1990—1994 // Contr. Copernicus observ. and planet. in Brno.—1992.—N 31.—P. 4—42.

Поступила в редакцию 20.02.04