

УДК 524.33/38:520.82

ПЯТЕННАЯ АКТИВНОСТЬ НОВОЙ ПЕРЕМЕННОЙ ТИПА W UMa GSC 3599-2569

© 2015 С. Ю. Горда^{1*}, А. П. Ляпцев², А. М. Соболев¹

¹Коуровская астрономическая обсерватория, Уральский федеральный университет,
Екатеринбург, 620000 Россия

²Уральский федеральный университет, Екатеринбург, 620000 Россия

Поступила в редакцию 5 октября 2014 года; принята в печать 24 ноября 2014 года

В окрестности молодой яркой массивной переменной V 645 Cyg обнаружена новая затменная переменная звезда типа W UMa подкласса А. На интервале наблюдений в четыре года (2009–2013 гг.) зарегистрированы смещения кривой блеска вдоль оси звездных величин с амплитудой 0^m08 и изменения глубин минимумов на величину до 0^m055 . Получены оценки параметров компонентов этой новой затменной системы. Заподозрено изменение потока излучения системы с периодом 940 суток. Сделано предположение, что возможной причиной таких изменений может быть пятенная активность компонентов. Найдены параметры пятенной структуры для случая максимума пятенной активности.

Ключевые слова: *звёздные пятна — двойные: затменные — звёзды: индивидуальные: GSC 3599-2569*

1. НАБЛЮДЕНИЯ И ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА

Во время проведения четырехлетнего (2009–2013 гг.) фотометрического мониторинга молодой переменной звезды неправильного типа V 645 Cyg [1] был получен большой ряд ПЗС-кадров окрестностей этой звезды. Наблюдения проводились на телескопе АЗТ-3 ($D = 0.45$ м, $F_{\text{Newton}} = 2.0$ м) астрономической обсерватории Уральского федерального университета, оснащенного ПЗС-камерой Apogee Alta-U6 с чипом Kodak KAF-1001E, 1048×1048 , 24 мкм. На кадрах регистрировалась область неба размером $40' \times 40'$ с центром в районе V 645 Cyg. Первоначальная обработка ПЗС-кадров с целью измерения блеска звезд проводилась в пакете Muniwin.¹

Переменность звезды GSC 3599-2569 была обнаружена случайно в процессе поиска звезд, обладающих переменностью неправильного типа и находящихся в ближайшей окрестности переменной V 645 Cyg.

В качестве звезд сравнения и контрольной в непосредственной близости от переменной были выбраны две рядом расположенные звезды, обозначенные нами как C и $C1$. Данные о звездах приведены в таблице 1. В результате фотометрической обработки было получено 1233 оценки

блеска переменной звезды в фильтре V и 915 — в R -фильтре.

Предварительный анализ данных показал, что изменение блеска звезды происходит периодически с характерной формой, присущей затменным переменным с коротким значением периода. За весь интервал наблюдений было получено 25 моментов минимумов, приведенных в таблице 2. Кривая блеска, полученная 8 октября 2010 г. (JD 2455478), содержала оба минимума, что позволило получить достаточно уверенную оценку периода $P = 0^d4$ и вычислить значения E для каждого момента минимума, полученного в другие ночи. Точные величины периода, эпохи минимума и погрешностей были получены методом наименьших квадратов путем аппроксимации моментов минимумов линейной зависимостью от E и приведены ниже:

$$\text{JD}_{\odot}(I_{\min}) = 2454979.1586 + 0.4029112 \times E. \\ \pm 0.0004 \quad \pm 0.0000002 \quad (1)$$

Кривые блеска переменной звезды в фильтрах V и R с фазами, вычисленными на основе коэффициентов полученного эфемеридного уравнения (1) и с использованием данных всего периода наблюдений приведены, на рис. 1. В верхней части рисунка для сравнения помещены кривые разностей блеска звезды сравнения и контрольной звезды ($C - C1$) в фильтре V в тех же фазах.

*E-mail: Stanislav.Gorda@urfu.ru

¹<http://c-munipack.sourceforge.net>

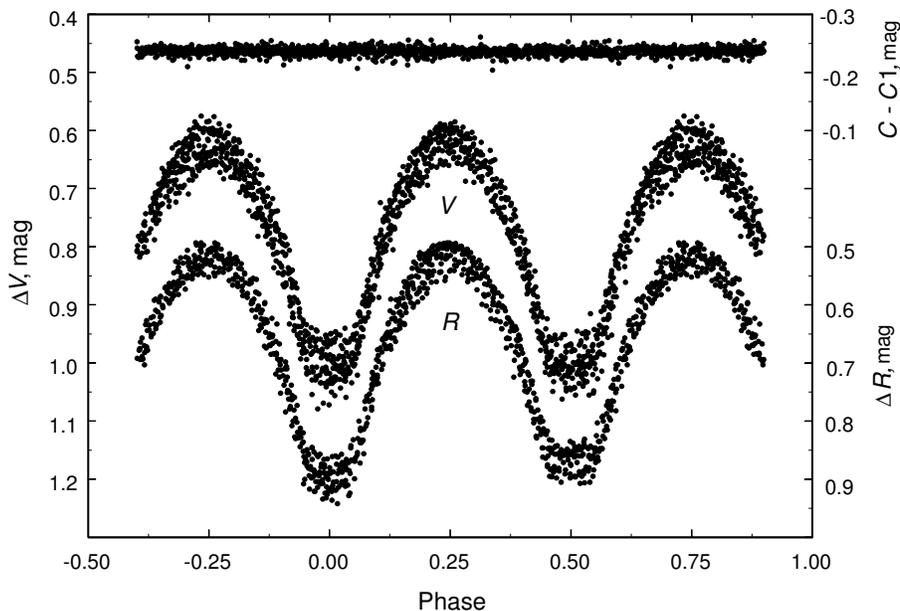


Рис. 1. Полные кривые блеска новой переменной в фильтрах V и R . В верхней части рисунка — кривая разностей блеска звезд сравнения и контрольной в фильтре V .

Таблица 1. Обозначения и координаты звезд

3UC	GSC	Обозначение	α (2000)	δ (2000)	m_V	m_R
281-202918	3599-2569	variable	21 ^h 39 ^m 03 ^s .99	+50°09'36".8	13 ^m 26	12 ^m 39
281-203195	3599-2386	C , comparison	21 ^h 39 ^m 19 ^s .55	+50°07'39".9	12 ^m 53	11 ^m 57
281-203149	—	$C1$, check	21 ^h 39 ^m 16 ^s .64	+50°07'19".7	13 ^m 02	12 ^m 21

Можно видеть, что даже на внезатменных участках на фазах 0.25 и 0.75 вблизи максимума блеска кривые блеска показывают значительные изменения. Глубины обоих минимумов $\delta m = \Delta m_{\min} - \Delta m_{\max}$ сравнимы по величине. Разности глубин главного, более глубокого, и вторичного минимумов составляют всего 0^m01 и 0^m03 в фильтрах в V и R соответственно. Перечисленные выше характеристики кривых блеска, наряду с малой величиной периода, позволяют однозначно отнести данную переменную звезду к типу WUMa (KW по классификации Общего каталога переменных звезд).

Следует также отметить, что глубина главного минимума одинакова в обоих фильтрах $\delta m = 0^m385$. На участках кривых блеска, полученных в отдельные ночи на фазах вторичного затмения, хорошо заметно, что вторичный минимум имеет плоское дно. Это указывает на полное затмение в системе и означает, что угол наклона i должен быть значительным, более 80°.

На рис. 1 видно, что разброс точек на кривых

блеска переменной звезды заметно больше величины разброса точек на кривой разностей блеска звезды сравнения и контрольной. Вместе с тем на кривых блеска переменной звезды, полученных в отдельные ночи, наблюдаемый разброс точек оказался значительно меньше. Причиной сильного разброса точек на суммарных кривых блеска являлся сдвиг участков кривых блеска, полученных в разные ночи, друг относительно друга вдоль оси звездных величин. Определенный вклад в разброс точек на суммарных кривых блеска вносит также изменение глубин минимумов.

Амплитуда смещений кривых блеска, полученных в отдельные ночи, и величина изменения глубины минимумов больше в V -фильтре. Амплитуды смещений составляют 0^m08 и 0^m06 в фильтрах V и R соответственно. Глубины минимумов изменяются в меньшей степени. Амплитуды их изменений составляли 0^m055 и 0^m045 в фильтрах V и R . При этом разности блеска звезды сравнения и контрольной звезды, полученные в те же ночи, оставались практически неизменными в

Таблица 2. Моменты минимумов новой переменной

JD 2450000+	<i>E</i>	<i>O – C</i>	JD 2450000+	<i>E</i>	<i>O – C</i>
4979.3582	0.5	–0.0018	5478.1637	1238.5	–0.0004
5035.3654	139.5	0.0007	5478.3643	1239.0	–0.0012
5040.4000	152.0	–0.0011	5533.1606	1375.0	–0.0008
5089.3565	273.5	0.0017	5533.3620	1375.5	–0.0009
5092.3787	281.0	0.0021	5543.2347	1400.0	0.0005
5153.2173	432.0	0.0011	5570.2282	1467.0	–0.0011
5176.1815	489.0	–0.0006	5582.1153	1496.5	0.0001
5223.1225	605.5	0.0012	6205.2168	3043.0	–0.0005
5399.3940	1043.0	–0.0009	6212.2675	3060.5	–0.0007
5413.2958	1077.5	0.0004	6274.1149	3214.0	–0.0002
5414.3027	1080.0	0.0001	6281.1660	3231.5	–0.0001
5441.2971	1147.0	–0.0006	6517.2741	3817.5	0.0021
5442.3058	1149.5	0.0008			

пределах разброса точек. Величина среднеквадратичного отклонения разброса точек этих разностей, характеризующая точность наблюдений, не превышала $\sigma_V = \pm 0.006$. Следует отметить, что значение среднеквадратичного отклонения разброса точек на участках кривых блеска переменной звезды, полученных в отдельные ночи, было сравнимо по величине с этой оценкой.

Отмеченные выше особенности проиллюстрированы на рис. 2, где приведены кривые блеска переменной звезды, построенные для двух периодов наблюдений и показывающие максимально смещенные кривые блеска. Можно видеть, что величины смещений кривых блеска заметно превосходят величины случайного разброса точек на кривых блеска, полученных в отдельные ночи. В тоже время значения разностей блеска звезд сравнения и контрольной (*C – C1*), полученные в эти же даты, не показывают каких-либо смещений.

Известно, что временные вариации кривых блеска присущи переменным типа W UMa. Наиболее часто отмечаются изменения общего блеска системы, приводящие к смещению участков кривых блеска, полученных в разные ночи, относительно друг друга. Также наблюдаются изменения глубин минимумов и дифференциальные изменения величин обоих максимумов кривой блеска. Наиболее вероятной причиной таких изменений принято считать появление горячих и холодных пятен на

поверхности маломассивных компонентов спектральных классов F–G этих контактных тесных двойных систем.

Для определения величин смещений участков кривых блеска, полученных в разные ночи, с целью уменьшения величины разброса точек в суммарных кривых блеска были построены нормальные (средние) кривые блеска в каждом из фильтров, которые использовались как своеобразные нуль-пункты. Процесс усреднения значений фаз и разностей блеска не представлял особых затруднений, поскольку количество наблюдательных точек было достаточно большим, и они равномерно покрывали кривые блеска в обоих фильтрах. В среднем в одну нормальную точку усреднялось по 15 точек отдельных наблюдений, при этом интервал усреднения по фазе не превышал величины 0.012, что практически не приводило к какому-либо заметному искажению кривых блеска. В результате было получено 68 нормальных точек в фильтре *R* и 91 — в фильтре *V*.

Далее вычислялись средние величины смещений кривых блеска, полученных в отдельные ночи, согласно следующему соотношению:

$$\delta m = \sum (\Delta m_i - \Delta m_i^{\text{norm}}) / N, \quad (2)$$

где Δm_i — разность блеска (переменная минус звезда сравнения) отдельной точки на кривой блеска, Δm_i^{norm} — разность блеска соответствующей точки нормальной кривой блеска, *N* — количество измерений за ночь.

Поскольку в основном наблюдался только сдвиг кривых блеска, полученных в отдельные ночи, логичным решением было уменьшить разброс точек на суммарных кривых блеска путем внесения полученных значений сдвигов в разности блеска с обратным знаком (своеобразное сжатие кривых блеска). В результате проведенной процедуры разброс точек на суммарных кривых блеска уменьшился в 2.5–3 раза. При этом форма кривых блеска не претерпела существенных изменений. Исправленные кривые блеска приведены на рис. 3. Именно эти кривые блеска были использованы для определения параметров данной тесной двойной системы.

2. РЕШЕНИЕ КРИВЫХ БЛЕСКА

Решение кривых блеска было проведено с использованием пакета PHOEBE², реализующего метод синтеза кривых блеска на основе кода Вилсона–Девиннея [2]. Поиск оптимальных значений искомых параметров в пакете производился методом Нелдера–Мида [3].

²<http://phoebe-project.org/1.0/?q=node/78>

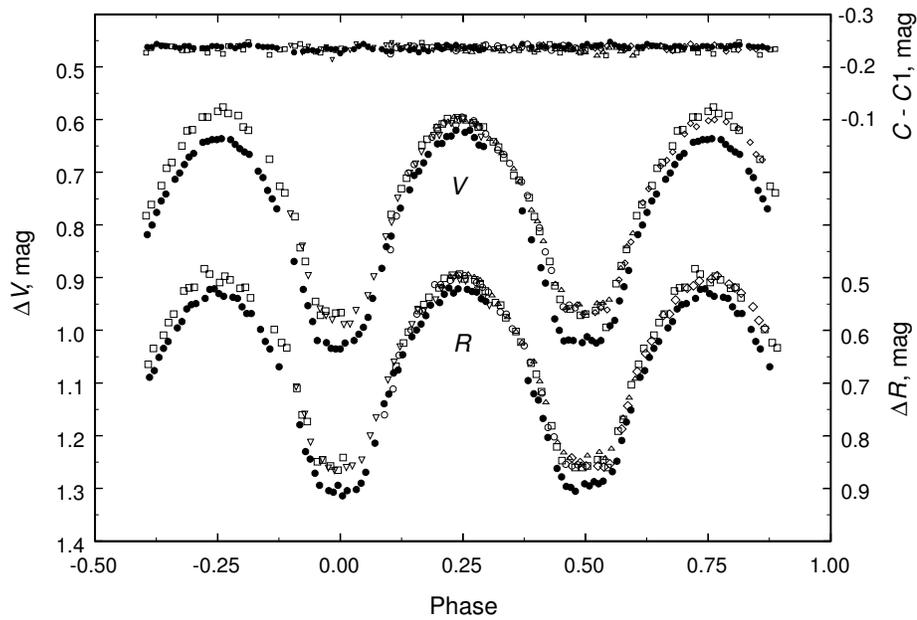


Рис. 2. Кривые блеска новой переменной и разностей звезд сравнения и контрольной ($C - C1$), полученные в течение двух периодов: черные кружки — 8 октября 2010 г., светлые кружки — октябрь–декабрь 2012 г.

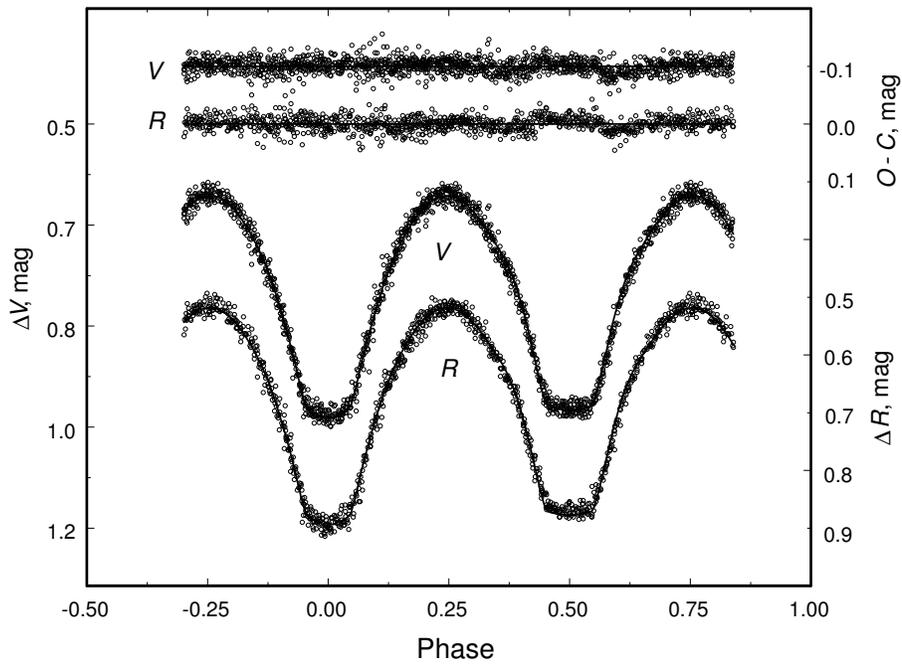


Рис. 3. Скорректированные кривые блеска и разности $O - C$ (зависимость $O - C$ в фильтре V смещена на $-0^m.1$); кружки — наблюдательные точки, сплошные линии — синтетические кривые блеска.

Параметры системы находились в классе решений для контактных систем типа W UMa. Для получения в процессе решения реалистичных оценок масс и размеров компонентов, соответствующих маломассивным контактным системам, расстояние между центрами компонентов a принималось равным трем радиусам Солнца, что соответствует среднему значению для систем типа W UMa. Начальные значения поверхностных температур компонентов задавались в предположении спектральных классов F5–G0, наиболее характерных для звезд типа W UMa.

Определение элементов орбиты и физических параметров компонентов затменной системы проводилось с одновременным использованием данных, полученных в фильтрах V и R . Соответствующие полученному решению синтетические кривые блеска, а также разности $O - C$ для обоих фильтров, приведены на рис. 3. Можно видеть, что приближение наблюдательных кривых блеска синтетическими кривыми достаточно хорошее. Зависимости $O - C$ не показывают заметных систематических отклонений.

Полученные значения параметров системы приведены в таблице 3. Здесь i — угол наклона плоскости орбиты системы к картинной плоскости; r_1 и r_2 — средние радиусы компонентов, выраженные в долях величины a ; k — отношение радиусов компонентов; q_{phot} — отношение масс компонентов; $T_{\text{eff},1}$ и $T_{\text{eff},2}$ — эффективные температуры компонентов; j_1/j_2 — отношение поверхностных яркостей компонентов; f — степень контакта (см. ниже); Ω — относительный гравитационный потенциал Копала на поверхности компонентов; Ω_{L_1} и Ω_{L_2} — относительные гравитационные потенциалы первой и второй точек Лагранжа; L_1 и L_2 — относительные светимости компонентов ($L_1 + L_2 = 1$).

Приведенные в таблице 3 эффективные температуры и их формальные погрешности соответствуют полученной в процессе решения модели системы. Реальные значения эффективных температур компонентов необходимо определить из спектральных или специально для этой цели проведенных фотометрических наблюдений. Значения температур компонентов приведены в таблице 3 исключительно для того, чтобы показать, что в результате решения кривых блеска более горячим получился первый компонент.

На основе полученных данных можно сделать следующие заключения. Конфигурация системы является контактной, значение степени контакта

$$f = 100 \times (\Omega_{L_1} - \Omega) / (\Omega_{L_1} - \Omega_{L_2}) = 24.7\%.$$

Вторичный, менее глубокий, минимум синтетической кривой блеска имеет плоское дно (полное

Таблица 3. Параметры относительной орбиты новой переменной звезды

Параметр	Значение	Параметр	Значение
i , deg	85.8 ± 0.5	j_1/j_2	1.17
r_1	0.54 ± 0.05	f , %	24.7
r_2	0.26 ± 0.06	Ω	2.152
k	0.47	$\Omega(L_1)$	2.181
q_{phot}	0.18 ± 0.01	$\Omega(L_2)$	2.066
$T_{\text{eff},1}$, K	7029 ± 10	L_1	0.84
$T_{\text{eff},2}$, K	6896 ± 10	L_2	0.16

затмение) (см. рис. 3). Главный, более горячий компонент ($T_{\text{eff},1} > T_{\text{eff},2}$), значительно массивнее вторичного ($q_{\text{phot}} = M_2/M_1 \sim 0.2$). Перечисленные выше значения параметров этой W UMa-системы, особенно малое значение отношения масс компонентов ($q < 0.4$), позволяют отнести данную W UMa-систему к подклассу А. Для окончательного вывода необходимы спектральные наблюдения.

3. ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ ОБЩЕГО БЛЕСКА СИСТЕМЫ

Относительно небольшой временной интервал наблюдений данной звезды и отсутствие спектральных данных не позволяют однозначно определить причину изменения общего (незатменного) блеска системы, индикатором которого является смещение кривой блеска по оси звездных величин. Можно перечислить три основных механизма, которые могут быть причиной подобных вариаций:

- пятенная активность на поверхности компонентов;
- наличие в системе третьего тела, обладающего переменностью блеска;
- наличие временного газового диска вокруг системы.

Существование третьего тела, составляющего совместно с затменной тройную систему, пока не может быть подтверждено, т.к. интервал наблюдений этой затменной системы слишком мал для обнаружения явления изменения периода, а спектральные данные, по которым можно было бы обнаружить «лишний» компонент в спектральных линиях, отсутствуют. Тем не менее, гипотеза переменности блеска третьего компонента полностью не может быть отвергнута.

Наличие временного газового диска вокруг тесной двойной также требует дополнительных доказательств его существования и объяснения механизмов его образования в контактной системе.

Таким образом, наиболее вероятным остается предположение о наличии на поверхности компонентов переменной во времени пятенной структуры, которая может быть причиной небольшого изменения потока излучения системы. Такая гипотеза рассматривалась, например, в статье Дюрасевича и др. [4] для объяснения малоамплитудных изменений уровня блеска затменной переменной типа W UMa U Peg.

Интересно также выяснить, имеется ли какая-либо временная закономерность в смещениях кривых блеска. По общему виду полученной зависимости $\delta m(\text{JD})$ можно было предположить наличие периодических изменений. Объем имеющихся данных, полученных в течение 39 ночей, распределенных на интервале в четыре года, вполне достаточен для выявления периодической зависимости с характерным временем в 1–4 года.

Поскольку точная форма кривой $\delta m(\text{JD})$ неизвестна, было решено представить ее обычной синусоидой (гармоническим колебанием) и, варьируя значения периода, вычислить величину суммы квадратов отклонений S отдельных смещений $\delta m(\text{JD})$ от соответствующей синусоиды. За искомое значение периода принять то, которое соответствует минимальному значению суммы квадратов отклонений.

В результате аппроксимации было найдено следующее значение периода, соответствующее минимуму суммы квадратов отклонений: $P_{\text{min}} = 940 \pm 130$ сут. На рис. 4 представлена кривая $\delta m(\text{JD})$ и аппроксимация синусоидой, построенной с этим значением вероятного периода. Видно, что полученная кривая гармонического колебания с найденным значением периода достаточно хорошо согласуется с временным трендом изменения общего блеска двойной системы. Однако из-за пробела в наблюдениях с января 2011 г. по октябрь 2012 г. делать утверждение о наличии периодической зависимости можно только с некоторой степенью вероятности. Данные об изменении общего блеска системы в течение этого интервала времени отсутствуют. К тому же все имеющиеся в наличии данные не покрывают и одного цикла периода.

4. АПРОБАЦИЯ МОДЕЛИ ПЯТЕННОЙ АКТИВНОСТИ

Участки кривых блеска, полученные в ночи увеличенного общего блеска затменной системы (максимальные отрицательные значения δm), могут соответствовать как минимальному количеству

темных пятен на поверхности компонентов, так и наличию ярких областей. Выбрать один из двух вариантов, исходя из данных наблюдений, не представляется возможным. Иными словами, определить уровень блеска системы, соответствующий отсутствию пятен на поверхности компонентов, мы не можем. В целях определенности было принято первое предположение. К сожалению, построить серию карт распределения пятен на поверхности компонентов для прослеживания эволюции изменения пятенной структуры по нашим наблюдениям не представляется возможным, поскольку при получении наблюдательных данных продолжительность непрерывных наблюдений в отдельные ночи была небольшой. При организации данных наблюдений ставилась задача поиска молодых объектов в окрестности V 645 Cyg, блеск которых мало меняется в течение суток. По этой причине только небольшие участки кривых блеска новой затменной переменной регистрировались в отдельные ночи. Интервалы между датами наблюдений составляли от десятков дней до нескольких месяцев, что представляло определенную трудность в объединении данных нескольких ночей и построения гладкой кривой блеска, соответствующей определенной конфигурации распределения пятен.

Следует отметить, что для построения карты пятенной структуры на поверхности компонентов затменной системы необходимо иметь данные по возможности на всех фотометрических фазах, т.е. иметь практически полную кривую блеска, включающую оба максимума и минимума блеска и — в нашем случае — полученную за достаточно короткий интервал времени.

Как отмечено выше (см. рис. 2), в наблюдениях имеются данные, полученные в течение двух достаточно коротких интервалов времени, на основе которых можно построить две полные кривые блеска, причем заметно смещенные одна относительно другой. Первая из этих кривых блеска была получена в течение одной ночи 2010 г. (JD 2455478), вторая сформирована из данных, полученных в течение шести ночей в интервале порядка двух месяцев 2012 г. (JD 2456212–JD 2456281). Первая кривая блеска (2010 г.) была получена в период, когда общий блеск системы был ниже зарегистрированного среднего уровня (см. рис. 4). Мы предполагаем, что в этот период пятенная активность компонентов затменной системы могла быть высокой. Данные, соответствующие второй кривой блеска (2012 г.), относятся к периоду, когда зарегистрированный общий блеск затменной системы был максимальным, что соответствует правому максимуму кривой $\delta m(\text{JD})$ на рис. 4. В этот период площадь поверхности компонентов, покрытая пятнами, должна быть минимальной, либо темные пятна должны отсутствовать совсем.

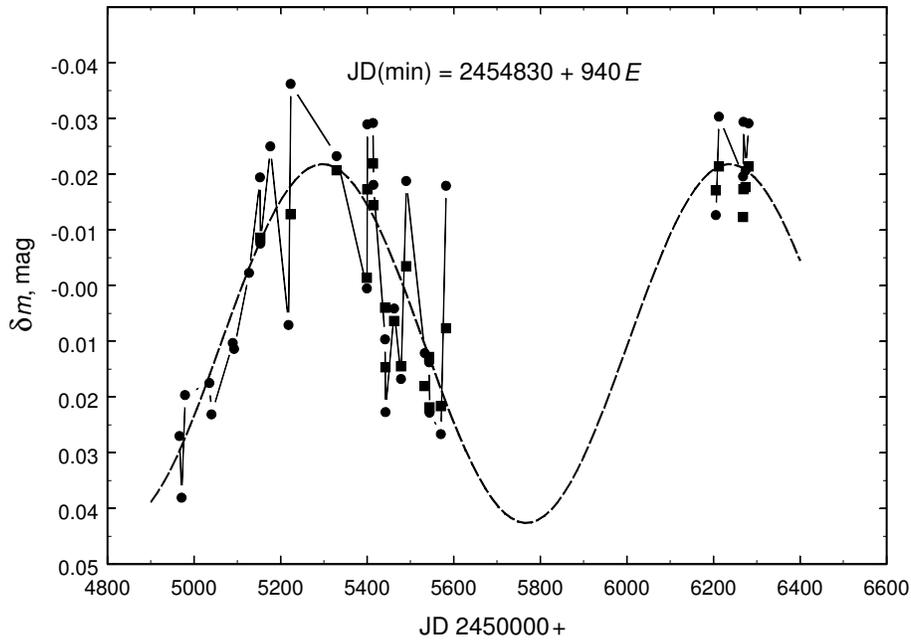


Рис. 4. Зависимость $\delta m(\text{JD})$: кружки — фильтр V , квадраты — фильтр R , штриховая линия — аппроксимация синусоидой.

Исходя из того, что параметры тесной двойной системы на четырехлетнем интервале наших наблюдений должны оставаться практически неизменными, для аппроксимации этих кривых блеска были использованы синтетические кривые, вычисленные на основе параметров (таблица 3), определенных по скорректированной суммарной кривой блеска.

Поскольку, согласно нашему предположению, кривая блеска 2012 г. была получена в период максимума общего блеска системы, предположительно без наличия темных пятен на поверхности компонентов, либо при минимальном их количестве, аппроксимация ее синтетической кривой должна осуществляться простым смещением последней вдоль оси интенсивностей до максимально возможной степени совмещения. Иными словами, при выполнении процедуры аппроксимации варьированию подвергался только один параметр *luminosity*, ответственный за общий блеск системы. Полученное в результате аппроксимации новое значение параметра *luminosity* было принято за основной блеск системы.

При аппроксимации кривой блеска 2010 г. (JD 2455478) все параметры, в том числе и новое значение параметра *luminosity*, фиксировались. Аппроксимационное соответствие достигалось исключительно введением параметров модели пятенной структуры. Наилучший результат был достигнут в модели наличия обширного темного пятна в районе одного из полюсов главного, более горячего, компонента. Это обусловило снижение

общего блеска системы, существенно не повлияв на форму кривой блеска. Небольшая разница в высоте максимумов кривой блеска 2010 г. хорошо моделировалась введением небольшого темного пятна в экваториальной области главного компонента на долготе, соответствующей фазе 0.75. Все вычисления были проведены в пакете РНОЕВЕ. Результаты аппроксимации приведены на рис. 5 и 6, а параметры модели пятенной структуры — в таблице 4. Здесь φ — широта центра пятна, отсчитываемая от полюса звезды, λ — долгота центра пятна, отсчитываемая от линии, соединяющей центры компонентов, против часовой стрелки, если смотреть со стороны полюса, для которого $\varphi = 0$, r — радиус пятна, T_s/T_f — отношение эффективных температур пятна и поверхности звезды.

Следует отметить, что полученная в данном случае простая модель пятенной структуры достаточно хорошо аппроксимирует наблюдательные данные, но не является единственно возможной. Так, для

Таблица 4. Параметры пятенной структуры поверхности главного компонента, полученные по наблюдательным данным за 8 октября 2010 г.

№	φ , deg	λ , deg	r , deg	T_s/T_f
1	3	180	33	0.68
2	80	88	8	0.80

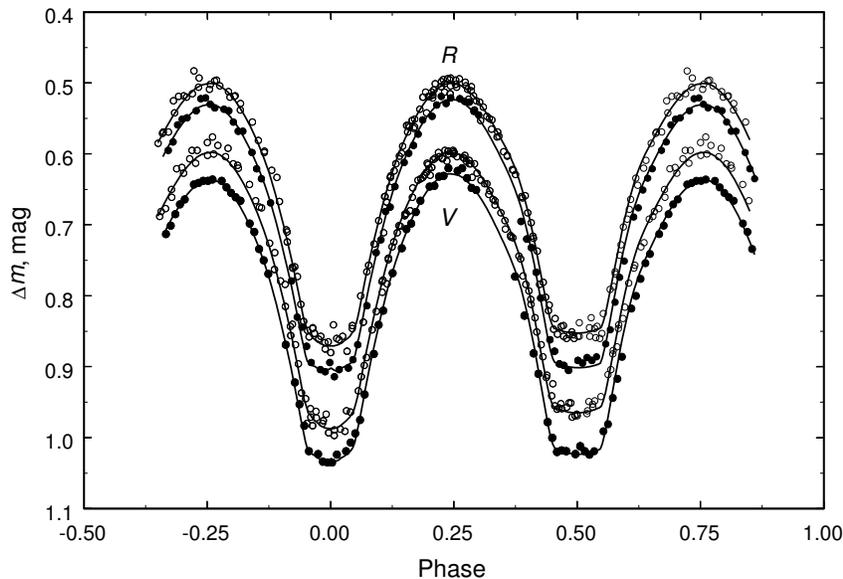


Рис. 5. Синтетические (сплошные линии) и наблюдаемые кривые блеска, полученные 8 октября 2010 г. во время значимой пятенной активности (черные кружки) и в период октября–декабря 2012 г., когда пятна, предположительно, отсутствовали (светлые кружки).

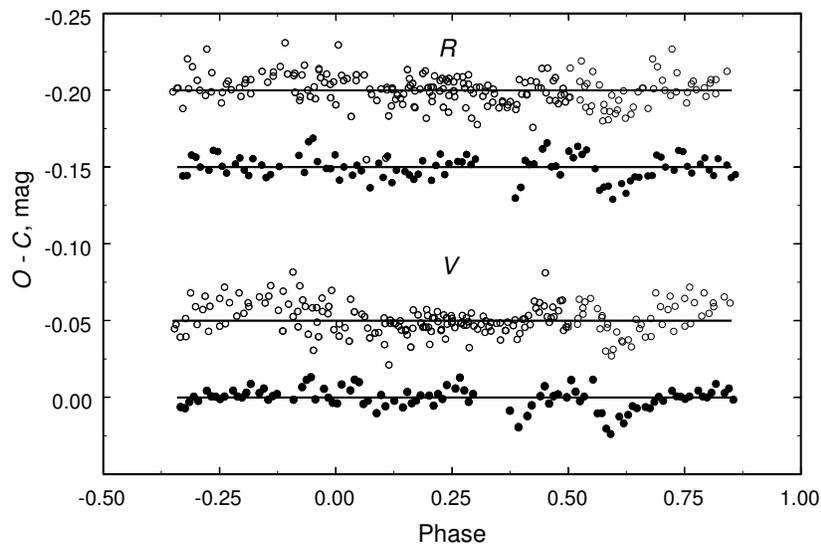


Рис. 6. Зависимости $O - C$, обозначения те же, что и на рис. 5. Во избежание наложения графиков три верхние зависимости $O - C$ приведены со сдвигами $-0^{\text{m}}05$, $-0^{\text{m}}15$ и $-0^{\text{m}}20$.

объяснения падения блеска, вероятно, наиболее реалистичным будет предположить наличие групп пятен в районах обоих полюсов более горячего компонента или на обоих компонентах сразу. Для моделирования разной высоты максимумов можно ввести горячее пятно, например, на вторичном компоненте и т.п. Изменение глубин минимумов можно моделировать наличием пятен на затмеваемых областях поверхностей компонентов. В любом случае мы получим теоретическую кривую, лежащую внутри коридора разброса точек кри-

вой блеска, полученной из наблюдений, либо в той или иной степени выходящей за его пределы. Наличие только фотометрической информации не позволяет сделать однозначный выбор конкретной модели пятенной структуры. Важно, что в рамках изменяемой во времени пятенной модели можно с достаточной степенью убедительности объяснить небольшие флуктуации общего блеска этой затменной системы. Для более детального исследования необходимы дальнейшие наблюдения данной звезды по специально разработанной программе.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Открытая нами новая переменная звезда GSC 3599-2569 по виду кривой блеска и короткому периоду была классифицирована как затменная переменная типа W UMa. На основе значений параметров компонентов и системы в целом, полученных в процессе решения кривой блеска, было установлено, что эта контактная маломассивная затменная система типа W UMa принадлежит к подклассу A. Показано, что обнаруженные на интервале наблюдений в четыре года небольшие флуктуации общего блеска системы, вероятно, вызваны пятенной активностью компонентов и могут иметь периодический характер. Для объяснения причин флуктуаций общего блеска этой затменной системы нельзя исключать из рассмотрения предположение о наличии третьего, переменного, компонента, а также образование временного газового диска вокруг системы. Для однозначного выбора того или иного предположения необходимо получение новых фотометрических и особенно спектральных данных об этой системе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность В. П. Горанскому за конструктивные замечания. Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (госзадание № 3.1781.2014/К; базовая часть госзадания, регистрационный номер 01201465056).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A. M. Sobolev, S. Yu. Gorda, and O. A. Davidova, IBVS, № 6061 (2013).
2. R. E. Wilson and E. J. Devinney, *Astrophys. J.* **166**, 605 (1971).
3. J. A. Nelder and R. Mead, *Computer J.*, **7**, 308 (1965).
4. G. Djurasevich, H. Rovithis-Livaniou, P. Rovithis, et al. *Astron. and Astrophys.* **367**, 840 (2001).

Spot Activity of the New W UMa-Type Variable GSC 3599-2569

S. Yu. Gorda, A. R. Lyaptsev, and A. M. Sobolev

A new A-subtype W UMa eclipsing binary is found in the vicinity of the young bright massive variable V 645 Cyg. Over the four-year long observation interval (2009–2013), the star's light curve shifted along the magnitude axis with an amplitude of 0^m08 , and the depths of its minima varied by up to 0^m055 . The parameters of the components of this new eclipsing system are estimated, and indications of long-term flux variation with a period of 940 days are found. It is suggested that such variations can be explained by the spot activity of the components. The parameters of the spot structure are determined for the case of maximum spot activity.

Keywords: *starspots—binaries: eclipsing—stars: individual: GSC 3599-2569*