АСТРОФИЗИКА

ТОМ 56 НОЯБРЬ, 2013 ВЫПУСК 4

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ АКТИВНОЙ КАРЛИКОВОЙ НОВОЙ ТИПА SU UMa V1504 Cyg В 1994-2012гг.

О.И.АНТОНЮК, Е.П.ПАВЛЕНКО

Поступила 3 июля 2013
Принята к печати 14 августа 2013

Для карликовой новой типа SU UMa V1504 Cyg по данным КрАО (1998 - 2009), космического телескопа "Кеплер" (2009-2011), а также архивов AAVSO и VSNET (1994-2012) обнаружено следующее: 1) длительность сверхцикла вспышек колеблется в среднем от 100 до 140 суток с характерным временем около 6 лет; 2) нормальные вспышки показывают бимодальное распределение их длительностей с центрами на 8-9 и 11 сутках внутри 5-22 суток; 3) для данных спокойного состояния JD 2451737-2451745 зарегистрированы периодические изменения блеска с периодом 0.06673(3) сут., вероятно, имеющего отношение к отрицательным сверхгорбам, а для JD=245497-2454974 - переменность блеска, соответствующая либо одновременному существованию положительных и отрицательных сверхгорбов, либо одному из этих периодов.

Ключевые слова: *звезды: карликовые: активность*

1. *Введение.* Карликовые новые - это тесные двойные системы, которые состоят из звезды позднего спектрального класса, заполнившей свою полость Роша и теряющей вещество на белый карлик через внутреннюю точку Лагранжа. Теряемое вещество образует вокруг белого карлика аккреционный диск. Аккреция на белый карлик приводит к регулярным вспышкам, возникающим вследствие тепловой нестабильности в аккреционном диске [1,2].

Звезды типа SU UMa являются карликовыми новыми с орбитальными периодами менее 3 часов [3]. Они характеризуются двумя типами вспышек: нормальными вспышками, длящимися, как правило, 2-3 суток и сверхвспышками длительностью около 2 недель. Амплитуда нормальных вспышек меньше амплитуды сверхвспышек на 1 и более звездных величин.

Аккреционный диск в таких системах может принимать как круговую форму, так и эллиптичную. В свою очередь, круговой диск может лежать в плоскости орбиты либо быть слегка наклоненным к ней. Эллиптичную форму круговой диск, лежащий в плоскости орбиты, принимает во время сверхвспышек, что проявляется в возникновении периодических колебаний яркости - так называемых "положительных сверхгорбов". Это название было введено для того, чтобы подчеркнуть их отличие от обычных "горбов" - колебаний яркости с орбитальным периодом. Период положительных

сверхгорбов на несколько процентов больше орбитального периода. Их происхождение объясняется в рамках теории приливной нестабильности [4-7], где сверхгорбы образовываются путем периодических приливных возмущений эксцентричного прецессирующего аккреционного диска. Это происходит вследствие приливного 3:1 резонанса между аккреционным диском и вторичным компонентом. Такую прецессию диска, лежащего в плоскости орбиты, называют "апсидальной" из-за прецессии линии апсид. Другой тип прецессии - это предполагаемая прецессия наклоненного диска [8-11], называемой "нодальной" из-за предположения, что прецессирует линия узлов диска, удалось зарегистрировать у нескольких звезд типа SU UMa в спокойном состоянии - например, ER UMa [12], V503 Cyg [8], MN Dra [13], V1159 Ori [14], V344 Lyr [15], SDSS J210014.12+004446.0 [16], BF Ara [17]. Однако исследования последних лет показали, что это явление может наблюдаться и в обычных вспышках и, гораздо реже, во сверхвспышках [18], вызывая появление "отрицательных сверхгорбов", период которых несколько меньше орбитального. Период как положительных так и отрицательных сверхгорбов P_{sh} можно рассматривать как период биений орбитального P_{orb} и прецессионного P_{pr} периодов: $1/P_{sh} = |1/P_{orb} - 1/P_{pr}|$.

Карликовые новые типа SU UMa обладают различной повторяемостью сверхвспышек - 19-60 суток (так называемые звезды типа ER UMa) до нескольких лет - десятков лет (звезды типа WZ Sge) [19]. Длительность сверхцикла (интервала между соседними сверхвспышками) есть одно из фундаментальных свойств этих систем и для каждой конкретной системы - величина более стабильная, чем нормальный цикл (интервал между нормальными вспышками).

Недавно Земко и др. [20], Отулаковска-Гипка и Олех [21] выявили, что некоторые активные звезды типа SU UMa (т.е., системы с наиболее короткими сверхциклами - звезды типа ER UMa и прилегающие к ним системы со сверхциклами менее 120 сут.) показывают вековое увеличение длительности сверхцикла. Согласно модели приливно-тепловой нестабильности [7], длина сверхцикла обратно пропорциональна темпу потери вещества вторичным компонентом. С этой точки зрения обнаруженные вековые тренды могут указывать на вековое уменьшение темпа потери вещества. Авторы интерпретировали этот факт как свидетельство постепенного перехода таких систем к "обычным" карликовым новым типа SU UMa с гораздо меньшей частотой сверхциклов (около 300 суток).

Активные звезды типа SU UMa имеют самые короткие нормальные циклы среди катаклизмических переменных - вплоть до пяти суток. Внутри сверхцикла длительность нормального цикла может несколько изменяться относительно средней величины. Как правило, интервал между нормальными вспышками возрастает от начала сверхцикла к его концу, или возрастает

до середины сверхцикла (или чуть позже), а затем уменьшается, что хорошо объясняется в рамках теории приливно-тепловой нестабильности [7]. Со временем оказалось возможным выделить небольшую группу активных карликовых новых, в которых наблюдается смена "частых" вспышек на "нечастые" и, наоборот. Взяв за основу разделение сверхциклов на два типа L и S, предложенное Смаком [22] для карликовой новой VW Hya, Осаки и Като [23], анализируя данные наблюдений V1504 Cyg, полученные космическим телескопом "Кеплер", выделили у системы эти два типа сверхвспышек. Они, похоже, нашли объяснение феномену смены циклической активности внутри сверхцикла: если диск в силу каких-то причин становится наклонным (о чем должно свидетельствовать появление отрицательных сверхгорбов), то это будет подавлять возникновение очередной вспышки и, следовательно, способствовать удлинению интервала между ними. Подобная зависимость между частотой нормальных вспышек и появлением/исчезновением отрицательных сверхгорбов найдена у ER UMa [18], V503 Cyg [24,25], MN Dra [13], V433 Lyr [26].

V1504 Cyg. Впервые наше внимание на V1504 Cyg (открытую как переменную звезду Белявским [27]) обратил Цесевич [28] на конференции по переменным звездам в Черноморке (Одесса) в 1981г. Позже Райков и Ющенко [29] классифицировали объект как карликовую новую типа SU UMa, Ногами и Масуда [30] первые обнаружили положительные сверхгорбы во время сверхвспышки, а Антонюк и Павленко [31] установили их величину 0.0724 сут. и нашли, что этот период практически не изменяется во время большей части плато сверхвспышки, что хорошо согласуется с зависимостью производной изменения периода положительных сверхгорбов от орбитального периода [32]. Торстенсен и др. [33] нашли орбитальный период системы V1504 Cyg. Еще Курочкин [34], анализируя архивные фотопластинки ГАИШ 1898-1926гг., пришел к заключению об очень коротком среднем цикле между нормальными вспышками - около 6 суток. Райков и Ющенко [29], Ульянихина и Шугаров [35] показали, что интервал между вспышками может изменяться от 6 до 11 суток.

Анализ данных V1504 Cyg телескопа "Кеплер", выполненный Канниззо и др. [26], Осаки и Като [23,36], выявил много интересных особенностей звезды: смену цикличности вспышек на непрерывной шкале около 3-х лет, транзиентный характер орбитального периода, периодов положительных и отрицательных сверхгорбов и диапазон их изменений. В итоге известно, что во время плато сверхвспышки средний период сверхгорбов составлял 0.0724 сут. [31,32], а в начальной ее стадии и во время нормальной вспышки он был равен 0.0739 сут. [23]. Диапазон изменений периода отрицательных сверхгорбов в течение сверхцикла составлял 0.0677-0.0684 сут. Орбитальный период равен 0.069549 сут. [23].

Более или менее регулярное изучение вспышечной активности V1504 Cyg и поведения системы на разных ее стадиях проводилось нами, начиная с

1988г. [37,38] и закончилось за 5 дней до начала интенсивных наблюдений космическим телескопом "Кеплер" в 2009г. Целью данной работы является исследование особенностей звезды на разных стадиях вспышечной активности и самой вспышечной активности на почти 20-летней шкале как по нашим данным, так и с привлечением данных AAVSO, VSNET и литературных источников [23,26,36].

2. *Сверхциклы*. В табл.1 приведены сведения о наблюдениях V1504 Cyg, которые мы использовали в данном анализе. Кривые блеска некоторых сверхциклов 2000-2003гг. по данным наблюдений в Крымской астрофизической обсерватории показаны на рис.1.

Таблица 1

СВОДКА НАБЛЮДЕНИЙ V1504 Cyg

E	JD начало	N *n*	База данных	E	JD начало	N *n*	База данных
0	2449509 ±2	>2	AAVSO, VSNET	29	53104 ≤1	>4	AAVSO, VSNET
1	49653 ±2	>1	AAVSO, VSNET	30	53216 ±2	>10	AAVSO, VSNET
2	49780 ≤(-13)	>2	AAVSO, VSNET	31	53338 ±2	-	AAVSO, VSNET
3	49900 ±2	>4	AAVSO, VSNET	32	53450 ≤(-13)	>5	AAVSO, VSNET
4	50015 ±2	>2	AAVSO, VSNET	33	53558 ±2	>4	AAVSO, VSNET
5	-	>6	AAVSO, VSNET	34	53670 ±2	-	AAVSO, VSNET
6	-	≤1	AAVSO, VSNET	35	53778 ≤(-13)	>2	AAVSO, VSNET
7	50397 ±2	>2	AAVSO, VSNET	36	53883 ±2	>9	AAVSO, VSNET
8	50526 ≤(-13)	>6	AAVSO, VSNET	37	54023 ≤1	>6	AAVSO, VSNET, CrAO
9	50662 ±2	>7	AAVSO, VSNET				
10	50771 ≤(-13)	≤1	AAVSO, VSNET	38	54181 ±2	>4	AAVSO, VSNET, CrAO
11	50894 ±2	>5	AAVSO, VSNET				
12	51027 ±2	>4	AAVSO, VSNET, CrAO	39	54323 ≤1	>3	AAVSO, VSNET, CrAO
13	-	>3	AAVSO, VSNET	40	54421 ≤(-13)	-	AAVSO, VSNET
14	-	>3	AAVSO, VSNET	41	54534 ≤(-13)	>7	AAVSO, VSNET
15	51354 ≤1	>9	AAVSO, VSNET	42	54706 ±2	>4	AAVSO, VSNET
16	51479 ≤1	>1	AAVSO, VSNET	43	-	>3	AAVSO, VSNET
17	51610 ≤(-13)	>9	AAVSO, VSNET	44	54942 ≤1	>9	AAVSO, VSNET, CrAO, Kepler
18	51722 ≤1	12	AAVSO, VSNET, CrAO	45	55074 ≤1	10	Kepler
19	51860 ≤(-13)	>1	AAVSO, VSNET	46	55201 ≤1	10	Kepler
20	51995 ±2	>6	AAVSO, VSNET	47	55312 ≤1	6	Kepler
21	52110 ≤1	10	AAVSO, VSNET, CrAO	48	55406 ≤1	5	Kepler
				49	55516 ≤1	10	Kepler
22	52240 ≤(-13)	>3	AAVSO, VSNET	50	55639 ≤1	12	AAVSO, VSNET, Kepler
23	-	>7	AAVSO, VSNET				
24	52490 ±2	>8	AAVSO, VSNET	51	55750 ≤1	>7	AAVSO, VSNET, Kepler
25	52600 ±2	>1	AAVSO, VSNET				
26	52737 ±2	>9	AAVSO, VSNET, CrAO	52	55880 ≤(-13)	>7	AAVSO, VSNET
				53	55998 ≤(-13)	>2	AAVSO, VSNET
27	52857 ≤1	>6	AAVSO, VSNET, CrAO	54	56115 ≤1	>7	AAVSO, VSNET, Kepler
28	52974 ≤1	>1	AAVSO, VSNET				

* E - номер эпохи для данного сверхцикла.
JD начало - юлианская дата начала сверхвспышки,
N *n*_ - количество обычных вспышек, наблюденных в данном сверхцикле.
База данных-на основе которых получены результаты для данного сверхцикла.
** Погрешность типа "≤(-13)" указывает на неопределенность определения фазы сверхвспышки из-за малого количества данных, когда мы не можем определить, относятся ли они к началу или концу сверхвспышки.

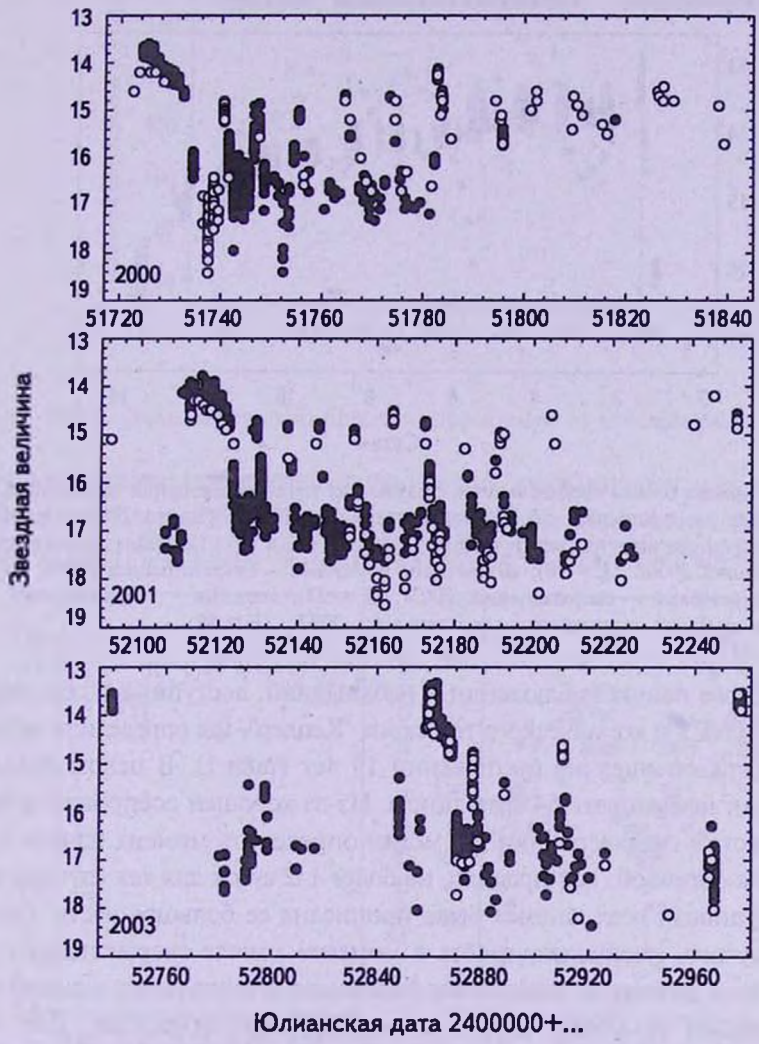

Рис.1. Кривые блеска, охватывающие сверхциклы 2000-2003гг. Черными значками показаны наблюдения в полосе *R*, открытыми -. наблюдения в полосе *V*.

По нашим наблюдениям блеск системы изменяется от $17^m.5$ в минимуме до $13^m.5$ в максимуме сверхвспышки в полосе *R*. Сверхвспышка в среднем длится около 13 суток (рис.2) и имеет амплитуду в 4^m в полосе *R*. Плато вспышки нелинейно, его можно разделить на относительно постоянный максимум в начале сверхвспышки и длительное ослабление блеска во

второй части сверхвспышки. Резкое падение блеска длится 2 суток. Обычные вспышки длятся 3-4 суток и имеют амплитуду около 2^m, для них характерен асимметричный профиль с резким подъемом и плавным спадом. Иногда наблюдаются обычные вспышки с симметричным профилем. Эти характеристики сверхвспышек и нормальных вспышек соответствуют характеристикам, полученным с помощью телескопа "Кеплер".

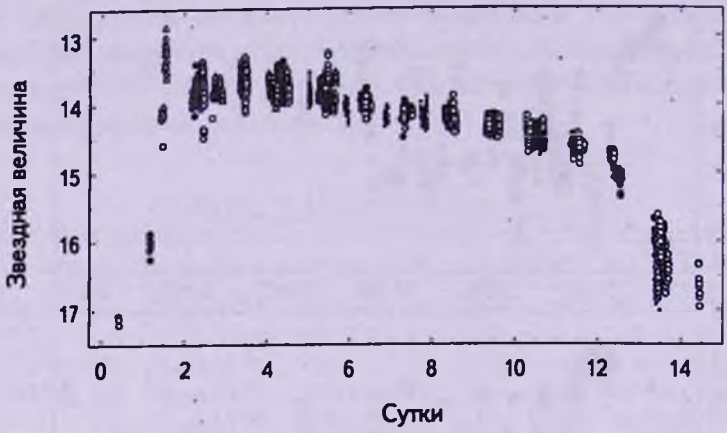

Рис.2. Кривая блеска сверхвспышки, полученная путем совмещения нисходящей ветви для 6 разных сверхвспышек по наблюдениям в КрАО с 1989г. по 2007г. Открытыми треугольниками обозначена сверхвспышка 1989г. (E = 12 в табл.1), закрытыми квадратами - сверхвспышка 2000г. (E = 18), открытыми кружками - сверхвспышка 2001г. (E = 21), открытыми ромбами - сверхвспышка 2003г. (E = 27), точками - сверхвспышка 2006г. (E = 37), закрытыми кружками - сверхвспышка 2007г. (E = 39).

На основе наших наблюдений и наблюдений, доступных из баз данных AAVSO, VSNET и космического телескопа "Кеплер", мы определили моменты начала сверхвспышек на протяжении 19 лет (табл.1). В целом оказалось возможным исследовать 54 сверхцикла. Из-за хорошей воспроизводимости характеристик сверхвспышки мы могли определить момент начала сверхвспышки с ошибкой, как правило, не более 1-2 суток для тех случаев, когда по совокупности всех данных была прописана ее большая часть. Однако, в ряде случаев, неопределенность в моменте начала сверхвспышки была больше, если данных не хватало для надежного установления, к какой части сверхвспышки (к концу или к ее началу) они относятся. Для таких сверхциклов в табл.1 дана верхняя граница неопределенности в моменте начала сверхвспышки < (-13) сут. Использовав наши моменты начала сверхвспышки, мы уточнили среднюю величину сверхцикла по всем доступным данным, используя метод O-C, которая оказалась равна 122.18 сут. На рис.3 приведена длина сверхцикла в зависимости от его номера. На данном интервале мы не нашли векового увеличения длительности сверхцикла, что совпадает с выводом Отулаковской-Гипка и Олеха [21] для

этой звезды. Большинство сверхциклов колеблется между 100 и 145 сутками, однако изредка наблюдаются как экстремально короткие (64 сут.), так и экстремально длинные (164 сут.) сверхциклы. Оказалось, что изменения длительностей сверхциклов носят квазипериодический характер.

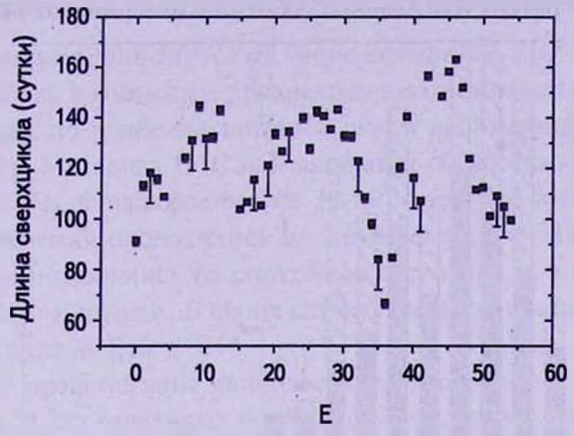

Рис.3. Длительность сверхцикла в зависимости от его номера E.

На рис.4 (слева) приведена периодограмма, указывающая, что сверхцикл в среднем колеблется с характерным временем 5.93г. (рис.4, справа). Свертка данных (справа) строилась согласно эфемериде: JDmin = 2449509 + 2164.45 E.

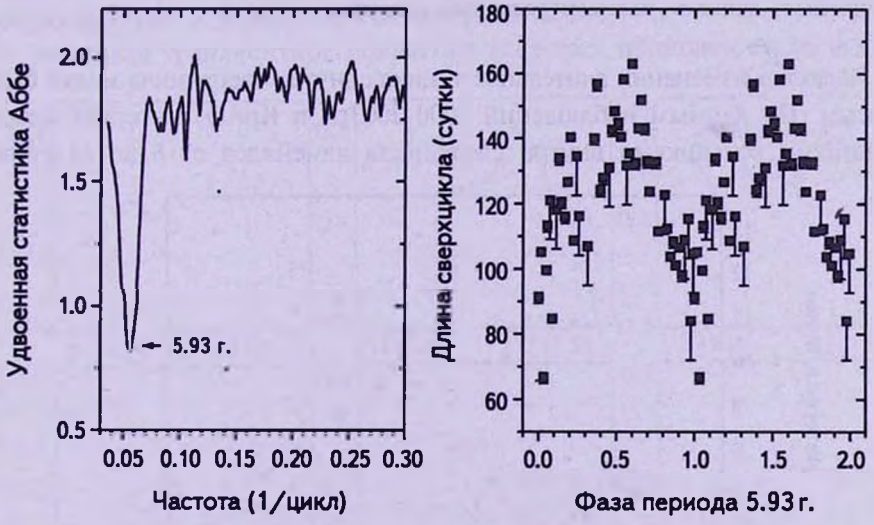

Рис.4. Слева: периодограмма в окрестности длительности сверхцикла. Справа: свертка данных изменений сверхцикла с периодом 5.93 г. Для ясности данные воспроизведены дважды.

3. *Нормальные циклы*. Использовав доступные данные, мы построили гистограммы распределения длительностей нормальных циклов раздельно -

по нашим данным с привлечением данных AAVSO и VSNET и по данным телескопа "Кеплер" [23,36] (рис.5). Оба распределения подобны и имеют бимодальный характер с максимумами на 8-9-е и 11-е сутки. Распределение, с одной стороны, ограничено 5-ю сутками, а с другой - резкой границы нет, но имеется "хвост" редких вспышечных событий в интервале от 14 до 22 суток.

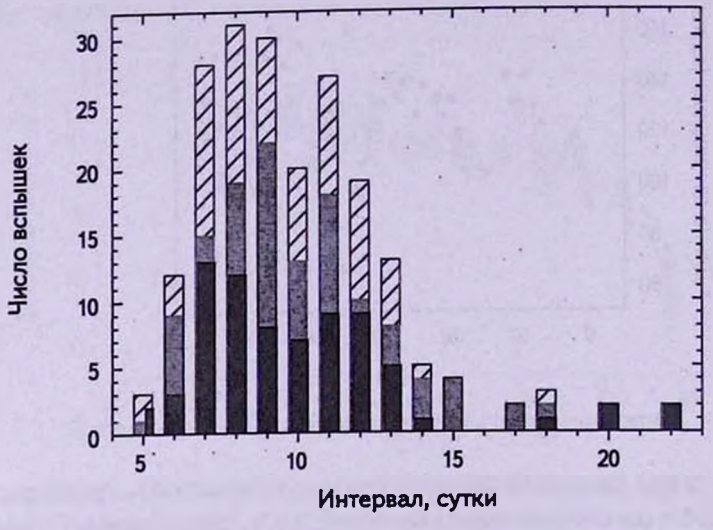

Рис.5. Гистограммы распределения длительностей нормальных циклов. Серым цветом показаны данные AAVSO, VSNET и КрАО, черным - данные телескопа "Кеплер". Штриховыми линиями показана суммарная гистограмма.

Характер изменения длительности цикла внутри сверхцикла может быть разным. По данным наблюдений 2000-2003гг. в КрАО, интервал между обычными вспышками внутри сверхцикла изменялся от 6 до 13 суток.

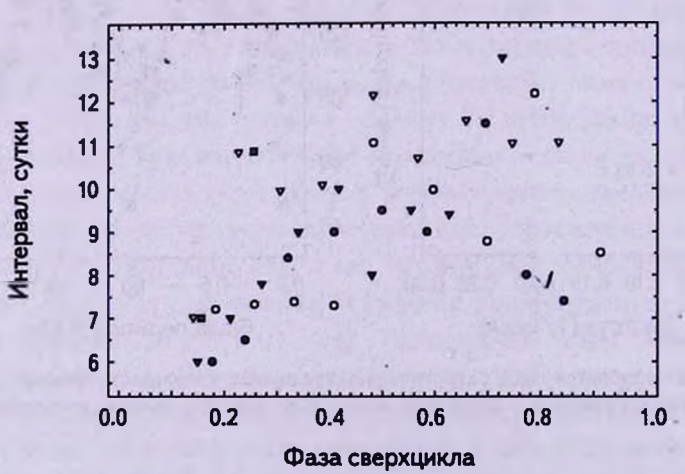

Рис.6. Изменение интервала между обычными вспышками в зависимости от фазы данного сверхцикла. Заполненными значками обозначены данные КрАО 2000-2003гг. (E = 18, 21, 27). Открытыми значками - данные телескопа "Кеплер" 2009г. (E = 44, 45).

Похожее поведение показали и наблюдения на "Кеплере". Этот интервал мог постепенно увеличиваться в течение сверхцикла, но в некоторых случаях мог уменьшаться во второй половине сверхцикла. Пример такого изменения длительности нормального цикла по нашим данным 2000-2003гг. и данным телескопа "Кеплер" в 2009-2011гг. приведен на рис.6.

4. *Короткопериодическая переменность вне сверхвспышек.* У нас оказалось возможным проанализировать поведение V1504 Cyg вне сверхвспышек по наиболее длинным рядам наблюдений, полученным в 2000 и 2009гг. Методика ПЗС наблюдений и обработки описана в [39,40]. В 2000г. это были наблюдения на 38-см телескопе в полосах *V* и *R*. В 2009г. наблюдения проводились на 2.6-м телескопе ЗТШ в полосе *R*. В мае 2009г. они пришлись на спокойное состояние, а в июне - на выход из нормальной вспышки. В обоих случаях наблюдения попали на первую треть сверхциклов E18 и E44.

На рис.7 представлены наиболее продолжительные кривые блеска в полосах *V* и *R* для отдельных ночей по наблюдениям 2000г., полученные вскоре после окончания сверхвспышки. Видно, что все кривые показывают изменения блеска с характерным временем около 100 мин. Для выяснения характера этих колебаний и их синфазности, мы объединили данные в один массив, предварительно убрав тренд, соответствующий долговременным изменениям. Для анализа переменности использовался метод Стеллингверфа, реализованный в рамках пакета программ ISDA [41].

Учитывая транзиентное появление всех трех периодов согласно [23,

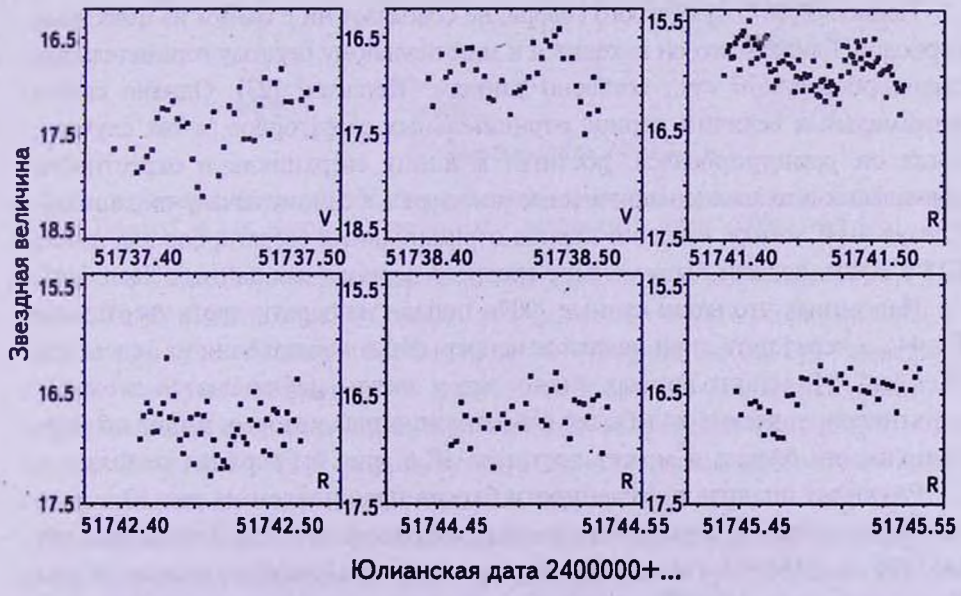

Рис.7. Кривые блеска V1504 Cyg в спокойном состоянии 2000г.

26], мы акцентировали внимание на поиске периодичности в их окрестности. Результат для приведенных 6-ти ночей представлен на рис.8.

Наиболее значимый пик на периодограмме указывает на период 0.06673(3) сут. Свертки данных с этим пириодом указывают на неплохую синфазность кривых в интервале Юлианских дат 2451737-2451745. Средняя амплитуда колебаний в полосе V оказалась равна $0^m.45$, а в полосе R - $0^m.3$.

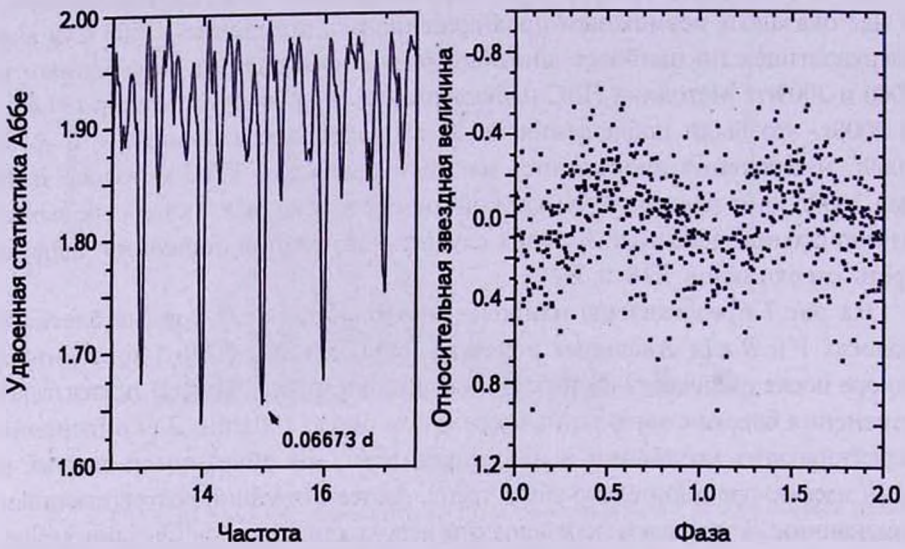

Рис.8. Периодограмма (слева) и свертки данных в полосе V (справа вверху) и в полосе R (справа внизу) для периода 0.06673 сут.

Период 0.06673 сут., строго говоря, не совпадает ни с одним из известных периодов. Ближе всего он находится к минимальному периоду отрицательных сверхгорбов 0.0677 сут., согласно данным "Кеплера" [23]. Однако самых минимальных величин период отрицательных сверхгорбов, в тех случаях, когда он регистрировался, достигал к концу сверхцикла в окрестности нормальных вспышек (а наши данные относились к самому началу сверхцикла). Следуя этой логике, средний период отрицательных сверхгорбов для цикла E18 в 2000г. должен быть меньше среднего периода для данных "Кеплера".

Напомним, что наши данные 2009г. попали на первую треть сверхцикла E=44 , а через пять дней начались непрерывные наблюдения на телескопе "Кеплер". Из наших кривых видно, что у звезды наблюдаются сложные мультипериодические колебания блеска, амплитуда которых растет по мере уменьшения блеска и может достигать $0^m.6$ (рис.9c, верхняя панель).

Результат анализа переменности блеска представлен на рис.10 в виде трех периодограмм. Верхняя периодограмма построена для Юлианских дат 2454996 и 2454997 (выход из нормальной вспышки), средняя - для Юлианских дат 2454972, 2454973 и 2454974 (спокойное состояние), а

нижняя представляет периодограмму для спокойного состояния более подробно. Ни один из указанных периодов напрямую не совпадает с самыми значимыми пиками на наших периодограммах. Частота наиболее

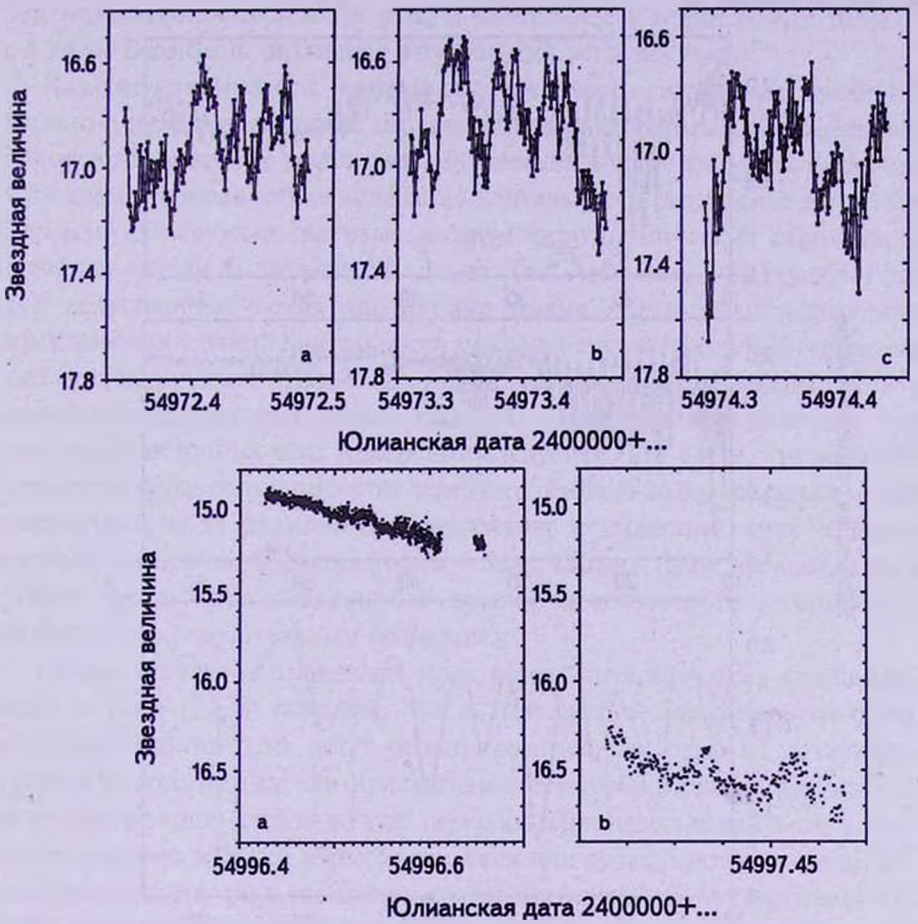

Рис.9. Кривые блеска V1504 Cyg для трех ночей неактивного состояния в мае 2009г. (вверху) и для выхода из нормальной вспышки в июне 2009г. (внизу).

сильного пика F на периодограмме для спокойного состояния системы равна 11.80 циклов/сутки. Однако два менее значимых пика указывают на частоты 13.8 (период = 0.072 сут.) и 14.7 (период = 0.068 сут.) циклов/сутки, которые совпадают с частотами периода положительных и отрицательных сверхгорбов, соответственно, в пределах изменений этих частот. Частота F = 11.8 циклов/сутки в данном случае является суточно сопряженной частотой положительных сверхгорбов $F_{sh}^{(+)}$: $F = F_{sh}^{(+)} - 2$.

Еще следует учитывать то обстоятельство, что ближайшая суточная гармоника частоты отрицательных сверхгорбов совпадает в пределах значимости с частотой положительных сверхгорбов при недостаточно плотных рядах

наблюдений. Поэтому в данном случае мы не можем утверждать, наблюдали ли мы одновременное сосуществование положительных и отрицательных сверхгорбов, либо какого-то одного из этих периодов в начальной части данного сверхцикла.

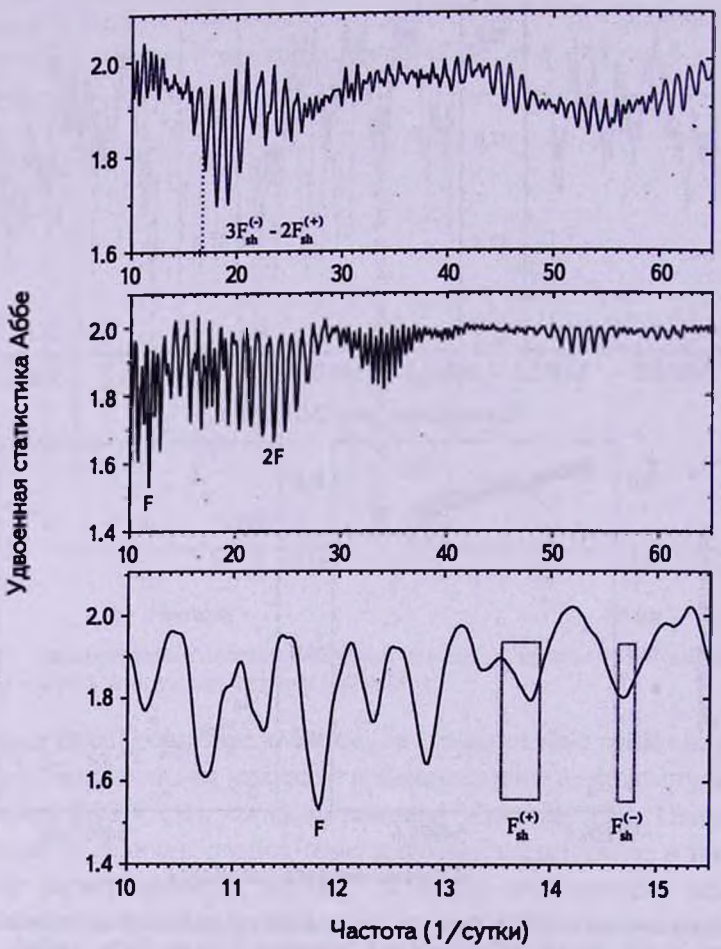

Рис.10. Верхняя панель: Периодограмма для дат JD 2454996 и 2454997 (выход из нормальной вспышки). Средняя панель: Периодограмма для дат JD 2454972, 2454973 и 2454974 (неактивное состояние). Нижняя панель: более детальное представление периодограммы для данных неактивного состояния. Прямоугольниками выделены диапазоны изменения частот положительных и отрицательных сверхгорбов, соответственно.

По данным телескопа "Кеплер" [23, 36], вторая половина этого сверхцикла характеризовалась частыми нормальными вспышками и не содержала значимых частот в пределах 12.5-15.7 циклов/сут.

Колебания блеска во время выхода из нормальной вспышки также не соответствуют ни одному из периодов. Наиболее значимый пик является суточно сопряженным одного из менее значимых пиков, который, в

пределах полуширины совпадает с линейной комбинацией частот отрицательных и положительных сверхгорбов $3F_{sh}^{(-)}-2F_{sh}^{(+)}$.

5. *Обсуждение*. По нашим данным длительность сверхцикла V1504 Cyg может изменяться в 2.5 раза, а длительность нормального цикла - в 4 раза. Возможна различная комбинация этих величин.

Как уже упоминалось, изменение длительности сверхцикла, очевидно, связано с изменением темпа потери вещества вторичным компонентом. Возникает вопрос, чем может быть обусловлена цикличность этого явления. Хотя квази-периодические колебания длительности сверхцикла для V1504 Cyg нами обнаружены впервые, в мире катаклизмических переменных подобные случаи были известны давно. Так, Андронов и Шакун [42] для трех долгопериодических карликовых новых обнаружили регулярные переключения с одной длительности цикла на другой. Фогт [43] определил квази-периодическое изменение интервала между сверхмаксимумами у нескольких карликовых новых типа SU UMa. Он предположил, что возможный источник этих изменений следует искать в том, что во время сверхмаксимумов поток вещества через внутреннюю точку Лагранжа может усиливаться из-за временного совпадения осцилляций двух и более колебаний вторичного компонента в *g*-моде. Однако такое предположение требует чрезвычайно медленного вращения вторичного компонента, асинхронного с орбитальным вращением.

Какова природа наблюденных нами короткопериодических колебаний? Осаки и Като [23,36] показали, что в этой системе на различных фазах вспышечной активности могут регистрироваться как один из возможных периодов (положительные или отрицательные сверхгорбы, орбитальный период), так и одновременно несколько этих периодов. При недостаточной статистике трудно выделить каждый из периодов, если они существуют одновременно. Мы предполагаем, что в спокойном состоянии первой трети сверхцикла E44 (2009г.) короткопериодические колебания могли представлять собой либо суперпозицию отрицательных и положительных сверхгорбов, либо один из этих периодов. Сразу же после сверхвспышки 2000г. (сверхцикл E18), скорее всего, наблюдались отрицательные сверхгорбы с периодом 0.06673 сут.

Осаки и Като [23,36] по данным "Кеплера" показали, что появление отрицательных сверхгорбов не связано с длиной нормального цикла, а зависит от частоты нормальных вспышек - т.е., отрицательные сверхгорбы регистрировались при величинах сверхцикла, близких к среднему и для длительностей нормальных циклов от 8 суток и более. Учитывая это, наши предположения не противоречат выводам, полученным Осаки и Като. Очевидно, что детальные исследования других карликовых новых, демонстрирующих смену вспышечной активности, необходимы для проверки связи этой смены с изменением состояния аккреционного диска - от лежащего в плоскости

орбиты до наклоненного к ней. Кроме того, необходимо изучение частоты этой смены и причин, заставляющих аккреционный диск наклоняться над орбитальной плоскостью.

Авторы благодарны Т.Като за предоставление результатов наблюдений V1504 Cyg из базы данных VSNET, И.Л.Андронову за полезное обсуждение работы и рецензенту за ценные замечания.

НИИ "Крымская Астрофизическая Обсерватория", Киевский Национальный Университет им. Тараса Шевченко,
e-mail: eppavlenko@gmail.com

PECULIARITIES OF THE SU UMa-TYPE DWARF NOVA V1504 Cyg BEHAVIOR IN 1994-2012

O.I.ANTONYUK, E.P.PAVLENKO

For the SU UMa-type dwarf nova V1504 Cyg on the data base of the CrAO (1998-2009), space telescope "Kepler" (2009-2011), AAVSO and VSNET (1994-2012) we found as follows: 1) the supercycle length varying in average from 100 to 140 days with typical time ~6 years; 2) the normal outbursts show a bimodal cycles lengths distributions with centers 8-9 days and 11 days within the range of 5-22 days; 3) for the quiescent data JD 2451737-2451745 we have detected the 0.0677-day periodicity that probably connected to the negative superhumps, and for the JD 245497-2454974 - these consisting either with simultaneous existing of positive and negative superhumps or with one of these periods.

Key words: *stars: dwarfs: activity*

ЛИТЕРАТУРА

1. *J.K.Cannizzo*, in Accretion Disks In Compact Stellar Systems, ed. C.Wheeler (Singapore: World Scientific), 6, 1993.
2. *J.-P.Lasota*, New Astron. Rev., **45**, 449, 2001.
3. *B.Warner*, Cataclymic Variable Stars (Cambridge: Cambridge University Press), 1995.
4. *R.Whitehurst*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **232**, 35, 1988.
5. *M.Hirose*, *Y.Osaki*, Publ. Astron. Soc. Pacif., **42**, 135, 1990.
6. *S.H.Lubow*, Astrophys. J., **381**, 259, 1981.
7. *Y.Osaki*, Publ. Astron. Soc. Pacif., **108**, 39, 1996.

8. *D.Harvey, D.R.Skillman, J.Patterson, F.A.Ringwald*, Publ. Astron. Soc. Pacif., **107**, 551, 1995.
9. *M.M.Montgomery, E.L.Martin*, Astrophys. J., **722**, 989, 2010.
10. *M.M.Montgomery, D.V.Bisikalo*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **405**, 1397, 2010.
11. *M.A.Wood, M.D.Still, S.B.Howell et al.*, Astrophys. J., **741**, 105, 2011
12. *W.Gao, Z.Li, X.Wu et al.*, Astrophys. J., **527**, L55, 1999.
13. *Е.П.Павленко, И.Б.Волошина, М.В.Андреев и др.*, Астрон. ж., **87**, 8, 2010.
14. *J.Patterson, F.Jablonski, C.Koen et al.*, Publ. Astron. Soc. Pacif., **107**, 1183, 1995.
15. *M.Still, S.B.Howell, M.A.Wood et al.*, Astrophys. J., **717**, L113, 2010.
16. *A.Olech, A.Rutkowski, A.Schwarzenberg-Czerny*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., **399**, 465, 2009.
17. *A.Olech, A.Rutkowski, A.Schwarzenberg-Czerny*, Acta Astronomica, **57**, 331, 2007.
18. *T.Oshima, T.Kato, E.Pavlenko et al.*, Publ. Astron. Soc. of Jap., **64L**, 2012.
19. *C.Hellier*, Cataclysmic variable Stars: How and Why They Vary (London, Springer), 2001.
20. *P.Zemko, T.Kato, S.Shugarov*, Publ. Astron. Soc. of Jap., in press, arXiv:1212.5940, 2013.
21. *M.Otulakowska-Hypka, A.Olech*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., in press; arXiv:1303.6248, 2013.
22. *J.Smak*, Acta Astronomica, **35**, 357, 1985.
23. *Y.Osaki, T.Kato*, Publ. Astron. Soc. of Jap., in press, arXiv 1305.58770, 2013.
24. *Е.Павленко, Д.Самсонов, О.Антонюк и др.*, Астрофизика, **55**, 494, 2012.
25. *T.Kato et al.*, Publ. Astron. Soc. of Jap., **65**, 23, 2013.
26. *J.K.Cannizzo, A.P.Smale, M.A.Wood et al.*, **747**, 117, 2012.
27. *С.Белявский*, Перемен. звезды, **5**, 36, 1936.
28. *В.П.Цесевич, Б.А.Драгомирецкая*, "Звезды типа RW Возничего", Наукова думка, Киев, 1973.
29. *А.А.Райков, А.В.Ющенко*, Перемен. Звезды, **22**, 853, 1988.
30. *D.Nogami, S.Masuda*, IBVS, **4532**, 1997.
31. *O.I.Antonyuk, E.P.Pavlenko*, in J.-M.Hameury, J.-P.Lasota, eds., The Astrophysics of Cataclysmic Variables and Related Objects. Vol. **330** of Astronomical Society of the Pacific Conference Series, SU UMa-type dwarf nova V1504 Cygni during several supercycles, 379, 2005.
32. *T.Kato et al.*, Publ. Astron. Soc. of Jap., **61S**, 395, 2009.
33. *J.R.Thorstensen, C.J.Taylor*, Publ. Astron. Soc. Pacif., **109**, 1359, 1997.
34. *Н.Е.Курочкин*, Астрон. Циркуляр, **1169**, 3, 1981.
35. *O.A.Uljanikhina, S.Yu.Shugarov*, Astron. Astrophys. Trans., **9**, 43, 1995.
36. *Y.Osaki, T.Kato*, Publ. Astron. Soc. of Jap., **65**, 50, 2013.
37. *E.Pavlenko*, JAAVSO, **35**, 227, 2006.
38. *Е.П.Павленко, О.И.Дудка*, Астрофизика, **45**, 5, 2001.
39. *Е.П.Павленко, С.Ю.Шугаров, Н.А.Катышева*, Астрофизика, **43**, 567, 2000.
40. *Е.П.Павленко, Т.Като, О.И.Антонюк и др.*, Астрофизика, **54**, 545, 2011.
41. *Ja.Pelt*, Irregularity Spaced Data Analysis, User Manual, Helsinki, 1992.
42. *I.L.Andronv, L.I.Shakun*, Ap&SS., **169**, 237, 1990.
43. *N.Vogt*, Astron. Astrophys., **68**, 66, 1980.