АСТРОФИЗИКА

TOM 61

НОЯБРЬ, 2018

выпуск 4

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ БЛЕСКА КОМПОНЕНТОВ ВИЗУАЛЬНО-ДВОЙНОЙ СИСТЕМЫ 61 ЛЕБЕДЯ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА НОРМАЛЬНОМ АСТРОГРАФЕ ГАО РАН

Е.В.ПОЛЯКОВ¹. О.О.ВАСИЛЬКОВА², Д.Л.ГОРШАНОВ¹, М.А.ПОГОДИН¹, Н.А.ШАХТ¹ Поступила 15 июна 2018 Принята к цечати 29 августа 2018

Послотавлены результаты анализа фотометрической переменности компонентов визуально-двойной системы 61 Суд А и В. Наблюдения были проведены на нормальном астрографе Пулковской обсерватории с 1956 по 1982гг. (всего 296 оценок блеска). Был произведен ноиск периода изменений блеска у обоих компонентов системы, при этом были независимо использованы два метода периодограммного анализа: метод синусоидальной ацироксимации и тралиционный метод Скаргла. Для сравнения анализ проводился как для полных фотометрических рядов, включающих все 296 значений звездной величины, так и для значений, усредненных за один год (всего 27 величин). В результате был уверенно найден период около 15 лет, присутствующий у обоих компонентов системы, и период 8.5-9 лет, наблюдающийся у компонента 61 Суд В, совпаляющий с периодом корональной и хромосферной активности в 9.1 года, обнаруженный в 1978г. Вильсоном. У звезлы 61 Суд А был также обнаружен менее значимый вериол около 6 дет, который в преледах точности соответствует периоду корональной и хромосферной активности в 7.5 ± 1.7 лет, отмеченный ранее Хемпельманом. Еще один менее значимый период неизвестного происхожления около 4 лет наблюдается у компонента 61 Суд В. Возможно, что это вторая гармоника основного периода. Мы предполагаем, что низкия точность значений в опенках периодов может быть связана с их неустойчивостью как результат сложного многокомпонентного характера наблюдаемой переменности. Период около 15 дет, обнаруженный у обоих компонентов А и В. может быть связан с астроклиматическими или инструментальными эффектами.

Ключевые слова: звезды: фотометрическая переменность - звезды: поиск периодов - звезды: циклы активности - звезды: 61 Суд

1. Введение. Длояная звезда 61 Суд (ADS 14636 = WDS 21069+3845 = Gliese 820 = HR 8085 + HR 80856 = HD 201091 + HD 201092) ядляется одной из наиболее близких К Солину и "быстро летяцих", и в течение многих лесятков лет представляет большой интерес для астрономов-наблюдателей. Звезда относится к так называемым астрометрическим двойным: она представляет собой широкую пару с почти равными по бласку компонентами (р = 30°, V = 5^m.2 и б^m.0, соответственно). Ее позиционные наблюдения в течение двух столетий проволятся на различных инструментах, в основном, на высокоточных длиннофокусных астрографах. 61 Суд известных как одна из в течение двух столетий проволятся на различных инструментах, в основном, первых звеч, для которой был определен точный нараллакс (т. 6*287, см. Бессель [1]). С. 1830 года ес, как двойную эвслуг, начал наблодать В.Я.Струкс в Дериге [2], а потом и О.В.Струкс в Изиковской обсерваторам [3].

Фотографические познанопные наблюдения 61 Сур на порменном астрографе в Пулково начали проводиться с конна XIX в., а с 1956г. - и на пудковском 26-люймовом рефракторе. Пролжетом исследования были кипсорбятальных параметров и масе компонентов. Резулитали последных исследований с использованием всего накопленное. Резулитали последных исследований с использованием всего накопленное метериала опубликованы в работах Горшанова и де, [4], а также Шахт и др. [5,6]. Оплельное внимание было уделена зналику статистически значимых отклопений комполетно о граскторий орбитального дижения. Это давало возможность предволожить присутстане у ланной звезды невидимых спутников малой массы. Среди работ подобного рода следует отметны исследования Стронда [7] и Дейча [8]. В цастоящее раема все гипотезы по новоду существования у системы маломассивных слутиков, в том числе и цанатолодобных, пока не полууваные окончательного полтверждения. В этом плате 61 Сур продолжает оставляеться затадкой дия асторновов.

Но, тем не менее, эта звезлая является одним ит основных объектов программы по поиску экзопланст (см., например, [9,10]). Причиной этого, помимо ее близости к Солнцу, является спектральный класс компонентов системы (КSV + КТУ). Они относятся к так называемым оранжевым карликам и наиболее интересны как потенциалные родительские звесцы карликам поличе благоприятные условия для возникновения жизни на вращающихся вокруг них ланетах. Их зволюционный путь на ГП достаточно элинный, так что вероятность зарождения и развития жизни в такух системах даже выше, чем у Солина. С другой стороны, их высокая вствшечная активность может оказывать губительное внияние на возможность жизни на ил планетах. В настоящее время уже обнаружены закопланеты в "обятаемой зоне" некоторых оранжевых карликов, так, например, планета у везды Глизе 892 (КЗV). гизанета HD 8551126 у знаеты класса КSV и др.

Спецует отметить еще олно направление ноиска признаков существования у 61 Суд планетной изм протолланетной системы – это попытки обнаружить у компонентов двойной системы методами ИК-астрономи золивакатыны, дисков, которые могли свидетельствовать о присутствии планетной системы земного типа [11-13]. Эта зведда является также одним из гнавных объектов нелевой программы HOSTS (The Hunt for Observable Signatures of Terrestrial planetary Systems) для большого 8.4-м бинокулярного телескопа-интерферометра LBT1 (Large Binocular Telescope Interformeter).

Сам процесс формирования и эволюции планетных систем напрямую

явнисит от физических своиств родительских звезд, таких, как масса, металличность, стабильность поля ихлучения, а также от их возраста и особенностей циклов активности. Поэтому астрофизические исследования таких объектов, как 61 Суд представляются весьма актуальными.

Оба компонента системы 61 Суд являются известными переменными нездами. В "Общем каталоге переменных звезл" [15] главный компонент 61 Суд А отнесен к переменным типа ВУ Draconis. Звезлы этого типа на своей понерхности имеют холодные пятна, которые при вращении звезды модулирукот кривую се блеска. В результате наблюдается пислическая фотометприческая переменность с периодом, равным периоду вращения звезды. В случае 61 Суд А он составляет 35 дней. Однако можно ожилать наличие переменности и на более линнюй временной шкале, определяемой изменением общего количества поверхностных пятен в зависимости от фазы общего никла активности звезды, достигающего нескольких лет и связянного с происходящимия в звезде, физическими процессами.

Второй компонент системы 61 Суд В демонстрирует более сложную картину переменности: это вспыхивающая звезда с иррегулярными измепониям блескя. Всцынки носят короткопериодический жарактер, который, в сною очередь, также звямсит от фазы общего цикла активности продолжительностью, по разным оценкам, от 9.1 ло 11.7 лет [16-18].

Помимо этого, оба компонента системы обладнот хромосферной и корональной активностью [16-18], у них наблюдается также излучение в ралмонивлазоне [20]. Отмечается, что у 61 Суд А излучение в линии Call и в рентегновском диапазоне изменяется циклически с периодом активности 7.5±1.7 лст [16-18]. Большой разброс в оценках периодов как хромосферной, так и корпальной активности (особенно у компонента В) может свядетельствовать о неустойчивости циклического характера этой переменности, который может быть обусловлен се многокомпонентностью.

Целью настоящей работы было:

 анализ особенностей изменений блеска компонентов системы 61 Суд А и 61 Суд В на временном масштабе в несколько лет;

б) поиск признаков циклической переменности, которая могла бы свидетельствовать о наличии у этих звезд циклов активности, подобных солнечному;

в) сравнение этих циклов с циклами хромосферной и корональной активности, описанными в публикациях других авторов.

Исходными данными для нашего исследования был многолетний (27 лет) фотометрический ряд, полученный в Пулковской обсерватории на нормальном астрографе с 1956 по 1982гг. (всего 296 измерений блеска) для каждого из компонентов системы. 2. Набазодения. Фотометрические наблюдения 61 Суд приводились на пормальном встрографе ГАО РАН (0-330мя, в 3467му) с использованием песенсибнизированных стековнинах пластинок АСНА-АSTRO и ОRWO-ZU-(после 1966г.) размером 16×16 мм. Рабочее поде в плоскости пластинки составляю около 100 я лиметре. Инструменталывая фотометрическая систехая была быяка к стандартной испосе В. Для фотометрических измерений была использована знеуда сравнения НЦР 103894 (08, В = 7%.), расположенная от объекта на усповом расстоянии около 44 (в 2006.0). Ес выбор срени других кандиатов в звезды сравнения был сиязан с постоянством се блеска и близостью сто к блеску компонентов нары.

Измерения бисска звезді на пластинках проводклись на Пулковской автлматической измерительной малиние "Фантазии" (см. описание и сосластрукопцие ссылки в [21]), которая и 2003-2004гг. была существенно молернизирована [22]. Точность измерения блеска объекта относительно звезды сравнения составляда порядка ± 0°°, 04 - 0°°,06.

3. Результаты наблюдений. В нашей работе мы использовали как полные ряды данных измерений бласка для каждого из компонентов А и В, окватывающие 27 лет наблюдений с 1956 по 198211. и включающие 296 эначений звездной величины m, относящейся к инструментальной фотометрической системе, так и рацы данных, усредненных в течение каждого года (всего 27 значений). Эти фотометрические рады для двух компонентов



Рис.1. Изменения блеска компонентов 61 Суд с 1956 по 1982гг. Сплошными линиями показаны линейные тренды эток изменений. Верхине панели - все фотометрические данные. плядие - среднегодовые величныя; левые панели - компонент А, праване - В.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ 61 ЛЕБЕЛЯ

системы А и В показаны на рис.1. В далысйшем для каждого раткости, они будут начывныся как "длинный" и "короткий" рад для каждого рат двух компонентов. На этом ксе рисунке приведены также линейные трены, проведенные по всему массиву точек для каждого ряда. Обращает на себя внимание тот факт, что эти тренды, характеризующие наиболее медленные именения блеска на пкале времени в десятки лет, у компонентов имеют противополозные наклоны. У компонента А блеск за 27 лет наблюдений стад систематически слабсе, а у компонента В - наоборот, сильнее. При дальнейщем анализе на периоличность эти тренды были предваритены в коответствующих массивов значений *т*и для каждого из фотометрических рядов. После учета многолетних трендов мы использовали двя различных метода исследования фотометрических изменений на периоличность.

3:1. Поиск периодов методом синусоидальной аппроксимации. Вначае для поиска периодов был использован метод аппроксимации синусоидами. При этом для каждого исследуемого рада стродилесь фазовае зависимости для разных значений пробного периода P, охватывающих диапазон от 2 до 28 лет с патом 0.02 года. Для всех значений пробного периода проводилась аппроксимания фазовой зависимости синусоддой, имеющей вид:

$$y = C + A \sin(2\pi (t - t_0)/P),$$
 (1)

гле I – время, I₆- момент, соответствующий начальной фазе, а C и A – парамстры. С использованием простых тригонометрических преобразований, ту формулу можно представить как липейную функциию, содержащую как известные величины у и P, так и неизвестные параметры C, A, и I₆, которые определялись по стандартному методу наименьщих коадратов. В результате строилась периодограмма с абсциссой P и ординатой A/o₇, где A – амплитуда синусоцы, а о – среднеквадратическое отклюнение значений м на фазовой пависимости от этой синуюсиды. Кажный максимум на A/o – периодограмме соответствовал значению P, которое рассматриавлось как кандшат в реальный периода. Реальные периоды в дальнейшем выявлялись среди кандидатов с помощью специального кандида.

Чтобы оценить значимость каждого калидата в реальные периоды и определить функцию окна, дополнительно строилась так называемая шумовая периолограмма Для этого формировался рад, солержащий набор случайных чисся для тех же дат, что и основной исследуемый рад. Для этого рада рассчитывалась A/o -периодограмма, и вся процедура повгорыдась 200 раз. В результате усреднения ишивидуальных шумовых периодограми получалась средняя периодограмма, отмеченная на рисунках обозначением "поізс", и среднекаваратическое отклонение ишивидуальной шумовой периодограммы отределето средней (обозначение на рисунках - "signa"). Очи позовляюти определить уровень значимости на уровне σ, 2σ, 3σ, и т.). для каждого локального пика на основной *A*/σ-периодограмме для исследуемого ряла и выявить ложные периоды, связаные с особенностями распределения измерений по датам.

Использованный нами метон представляет собой олну из упроиненных версий известного LNP-метода (Lomb Normalized Periodogram), основанного на станцартного IDL-подкоге (Interactive Data Language) (см. [23]). Похожие методы расчета шумовых периодограмм были описания также в работах [24,25]. Данный метод поиска периодов был нами успентно опробован и применен для диачностики матнитосфер у АсуВе-изеза. Хербяна [26,27].

На рис.2 и 3 привелены А/о-периодограммы для компонентов А и В, отдельно рассчитанные по полному ряду из 296 значений м, так и по рылу усредитенных 23 начений. На каждом рисунке в со пижней части приведена также соответствующая шумовая цериодограмма. Олной из первостепенных задач было отсекть периоды-артефакты, присутствующие на периодограммах. В первую очередь были исключены периоды, где соответствующий им А/опик: а) не доститатуровна 3 о и 6) присутствовал только на одной их длух периодограмм (для длянилого и для коротких редов). На следующем этане им построили вспомогательные ряды, разбив основные ряды на два: а) раз чейтих и нечетных дат наблюдений и б) ряд первых и последних дат наблюдений (для ананиза более короткук ремодоло). Для каждон о кт



Рис.2. А/го-периодопразмы, построенные по всем зацимы фотометрии компонентов С Сух (верхице панеля). Инжине паниети - соответствующая шуховая периодорамма. Левые панеля - компонент А, правые - В. Уронии начимости покламы штриховыми триными. В обоки случаях их фотометрических разова вычетемы линейные тренда.





Рис.3. То же, что рис.2, но для усредненных за каждый год данных

вспомогательных рялов была рассчитана своя периодограмма. С ее помощью отбираянсь только те периоды, которые присутствовали на всех вспомогагельных периодограммах.

В результате нашего анализа были найдены следующие периоды фотомстрической переменности с высоким уровнем значимости для обоях компонентов А и В системы 61 Суд, представленные в табл.1. Опшбки величин, приведенных в таблице, соответствуют разбросу значений данного периода, полученных на

Таблица 1

ПЕРИОДЫ ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ КОМПОНЕНТОВ 61 Суд

Звезла	По длинному ряду (годы)	По короткому ряду (годы)
61 Cyg A	15.25 ± 0.20	15.34 ± 0.08
61 Суд В	15.04 ± 0.81 8.68 ± 0.03	15.07 ± 1.40 8.54 ± 0.15

различных вспомогательных периодограммах На рис.4 показаны наблюдательные ряды компонента А и их аппроксимация синусоидами с найденными периодами.

3.2. Поиск периодов методом Скаргла. Вторым методом периодограммного анализа, использованного в нашей работе, был традиционный



Рис.4. Временной ряд изменений бласка 61 Суд А с вычетом линейного трензв. аппроклямированный синусовлой с найденным патнавлятиятетиям дериодом: все данные верхния панель, усредненные ланные - нижнаят панель.

метол Скаргла. Этот метол был заимствован из статей Скаргла [28] и Бллка и Скаргла [29]. Он разрабатывался и применялся, в том числе, для поиска планенцых систем астрометрическим методом [29]. Метод Скаргла основан на дискретном преобразовании Фурье особого вида. Ордината периодограммы 5(о) вычисялась в нем по следующей формулет:

$$S(\omega) = \frac{1}{2} \frac{N}{\sigma_{1}^{2}} \left[\frac{\sum_{j=1}^{N} X_{j} \cos(t_{j} - \tau)}{\sum_{j=1}^{n} \cos^{2} \omega(t_{j} - \tau)} - \frac{\sum_{j=1}^{N} X_{j} \sin(t_{j} - \tau)}{\sum_{j=1}^{n} \sin^{2} \omega(t_{j} - \tau)} \right]^{2} , \qquad (2)$$

нае ω - круговая частота: $\omega = 2\pi/P$ (P - период), X_{i} - значения исследуемого ряда, соответствующие моментам i, N - число точек ряда, c_{i} - стандартное откіснение (стационарного) ряда, в еличина то поределяется из соотношения

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ 61 ЛЕБЕДЯ

$$t_{\rm g}(2\omega\tau) = \frac{\sum_{i=1}^{2}\sin(2\omega\tau_i)}{\sum_{i=1}^{2}\cos(2\omega\tau_i)}.$$
(3)

Для оценки значимости периода, найденного по конкретному пику на периодограмме, была использована формула:

$$Z_0 = -\ln(1 - (1 - P_0)^{1/M}),$$
 (4)

нде $Z_{\rm o}$ - уровень значимости обнаруженного периода с вероятностью (1 - $P_{\rm o}$), M - число исследуемых пиков на периодограмме.

На рис.5 показаны Скаргл-периодограммы, построенные для обоих компонентов системы, отдельно для длинного и короткого фотометрических рядов.



Рис.5. Периодограммы Скартая для компонентов 61 Суд. Верыние плиеди - по длинным радам, никание - по короткими, девые памелан - компонент А. правые - В. Штриховыми линиями показаны уровни значимости пиков на периодограмме. При расчете уровней значимости для компонента А принималесь М = 3, для В - М = 4.

На рисупке видно, что в пределах точности, характеризующейся лирипой конкретных ников, обпаруженные цериоды и уровни их значимости, определенные по методу Скартая и то методу синусочальной антроксиманий, диот практически одинаковые результаты. Водыницетия ников как с высоким, так и с более нижим уровнем значимости повторяются на периодограммах обомх тибов.

3.3. Разделение двух гармоник циклической фотометрической активности 61 Суд В. Наш периолограммный анализ позволит обнаружить два наиболее значимых периода фотометрической переменности компонента В: Р, около 15 лет и Р2 ≈ 9 лет. Мы решили проверить, являются ли эти два периода независимыми друг от друга и понытались выделить соответствующие им гармоники на лвух кривых блеска объекта (длишной и короткой). Это разделение было произведено с использованием нашего метола аппроксимации сипусоидами в сочетании с итерационным методом. На первом этапе расчетов из всех значений т кажлого из двух фотомогрических рядов с вычтенными линейными трендами (см. рис.1) вычиталась сипусоила, соотвстствующая периоду Р, (около 9 лет). Для новых рядов снова рассчитывалась А/о-периодограмма в окрестности периода Р., при этом угочнялось его значение. Затем из исходных фотометрических рядов вычиталась синусонла с уточненным периодом P, и опять строилась А/с -периодограмма, позволяющая угочнить уже период Р₂. Эти процедуры повторялись до тех пор. пока все уточненные значения периодов P, и P, не начинали сходиться с точностью ±0.01 года. Как показали расчеты, 2-3 приближения оказываются достаточными для успешного завершения итеранионного процесса.

На рис.6 показаны периодограммы 61 Суд В после разделения 2-х компонент периодограмчности в сравнении с исходными периодограммами для дляниюто (236 значений) и короткого (23 значений) радов, представленными

Таблица 2

Звезда	Номер периода	Тип ряда	А (зв. вел.)	/ (годы)	і (голы)
61 Cyg A	P ,	ллинный	0.0505	15 25	1950.350
		короткий	0.0519	15.34	1949.974
61 Cyg B	P ₁	длинный	0.0181	14.82	1951.065
		короткий	0.0200	14.36	1951.893
	P_{\perp}	ллинный	0.0172	9.05	1954.320
		кароткий	0.0236	8.93	1954.960

ПАРАМЕТРЫ СИНУСОИДАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ ГАРМОНИК ФОТОМЕТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОСТИ 61 Суд

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ 61 ЛЕБЕДЯ



Рис 6. А/а-перимограммы, построенные по данным фотометрыя 61 Суд В после раздаемия двуг гармоник (спиошные заника) п сравнении с перикограмом для нерадаеленных парноных (иприховая линка, см. рис 6. 7). Верикия пикель - для полного рада ланных (P = 14.82 лег. P. = 8.93 лег.), выкияя тавано- для рада усердаенных долучин (P = 14.36 лег. P. = 9.57).

на рис.2 и 3. Параметры синусоидальной аппроксимации обсих гармоник приведены в табл.2. Там же даны значения этих параметров для единственной гармоники, найденной для 61 Суд А.

На рис.7 показаны кривые блеска 61 Суд В после вычитания одной из лвух гармоник и аппроксимированных другой.

3.4. Корреляция циклических изменений блеска у обоих компонентов 61 Суд A и В. Обращает на себя внимание тот факт, что царамтры Р и 4 синусоны, аптроксимирующей изменения блеска 61 Суд А, достаточно близки к тем, которые имеет синусония, аппроксимирующая кривную блеска 61 Суд В после вычитания из нее гармоники с $P_3 = 9$ лет. Принимая во внимание большую ширину пиков на А/о-периодограммах обоих компонентов системы А и В, соответсяующих периоду P = 15 лет (см. рис.2-5), можно даже предположить, что в предсаях точцости нашего периол



Рис.7. Временные рады изменении блеска 61 Суд В, построинные по полному массику диных (певые плески) и по среднеторовых велитичных (правил панели). Произацика дыст личейного тренка и одной ит синческилальных гармоник посте пропьорны их разделения Для полного токае созвана панъть личетные гармоник с Р в 393 лет. Пла продосмимуризана синусован имеет гермод 14.52 лет; чискима панела, назборогт, в митена гармоникте с Р г 14.82 лет; а апрексимирураная синустика меет периов Р. 833 лет. Пла ради в одинетованая плоемерано посчерано вычиталесь одна из двух гармоник и использовалась для аппросклывития поратраронных с Р = 14.36 лет и и Р = 9.05 лет.

дограммного анализа они совпадают по положению на шкале абсиисс.

Рис.8 демонстрирует корреляцию звезшых деличин 61 Суд А и 61 Суд В поси вычета гармоники с периодом P₂ = 9 лет (линейные треным были также предварительно вычтены). Наблюдающаяся корреляния оказалася достаточно значимой: =0.62±0.04 (для длинного ряла) и r=0.65±0.11 (для короткого ряда).

Такое совпадение хараклера циклической фотометрической переменности обоих компонентоя системы 61 Суд позволяет подозревать существование общей природы этой цикличности.

 Обсуждение результатов. Мы провнализировали особенности фотомстрической переменности двух компонентов А и В визуально-люйной системы 61 Суд. Был использован многолетный наблодательный материал.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ 61 ЛЕБЕДЯ



Рис.8. Корреляция изменения блеска 61 Суд A и 61 Суд B после вычета из ее хривой блеска короткоперіодической синусоны с $P \approx 9$ лет. Из обеих хривых блеска предварительно был змитен линейный трека.

нолученный с 1956 по 1982гг. на нормальном астрографе Пулковской обсерватории. Всего было произведено по 296 измерений блеска каждого из компонентов системы. Для внализа мы использовали как полные (длинные) рялы наблюлений, включающие все 296 измеренных величин, так и короткие рялы, содержащие только по 27 среднегодовых значений блеска. Первым шагом в исследовании фотометрической переменности было пострение вековых трешов изменений блеска. Оказалось, что в течение 27 лет блеск главного компонента А в среднем постепенно ослабевал, в то время, как у второго компонента А в цеборот, усыливался.

После вычета линейных вековых трендов фотометрические ряды были исследованы на нацичие периодичности изменений блеска с масштабом времени в несколько лет. Были независимо использованы два разнучных метода

507

Е.В.ПОЛЯКОВ И ДР.

периодограммного впанича: метот сипусовданной аппрокемянии (метод 1) и классический митор Секрипа (метод 1). Оба метов показам практически совпанающие результена. Наиболее такимы обпаруженным периоло меказева и вериод около 15 лет, наблюдающийся у обояк компонстито система A и В. У компонента А класчита периоло меказева. В укомпонента А класчита периоло меказева и каказевания 15.25 и 15.34 лет (метод 1) и 15.29 и 15.26 лет (метод 1). По каказевания и периоло меказева и каказевания 15.25 и 15.34 лет (метод 1) и 15.29 и 15.26 лет (метод 1). По же величны, лак компонента В получились сперуолизми. Наибала 20 и 13.2 и 13.3 лет (метод 1). В пределах точности определения величия, результе двя бобам компонентов можно система А и компонентов на современие система и компонентов на современия соврежающих и периодо, метод 1). В пределах точности определения величия (се) 0.6) изменений блеска компонента А и компонента Система система и компонента си в бобам компонентов и поручки спериодом меко величица периода, сосумо в данимы сеременности сеременности с с и компонента Система и сеременности с соврежающих спериодом меко величица периодом соко серемания сеременности с с около в пери сеременности в соврежаютели в поручки самотовета на компонента Система сеременности с с около в пери сеременности с серемоно ком советности с около в сличи периодом сосо в ласто у обояк компонентоветнов компонента на компонента на компонента Система периода сеременности с соврежаютели соврежаютели сеременности с с около в сличи сеременности с с около в система периодом собоя ком 15 лет у обояк компонентоветнов и компонентов ком советности периода, пору и сеременности с сеременности с обок компонентоветнов ком советнования периода.

Вторым наиболее значимым периодом, обнаруженным только у компонента В, был период около 8.5-9 лет. По разным метолам и при использовании, соответственно, лиинного и короткого фотометрических разов, были нелучены следующие оценки: 8.93 и 9.05 лет (метод 1) и 8.56 и 8.52 лет. Эта величина паходится в согласии с оценкой Вилсона [19] *P*=9.1 лет, полученной им при анализе хромосферной активности 61 Суд В, и, повидимому, соответствует собственному циклу активности 61 Суд В, и, повидимому, соответствует собственному циклу активности объска.

Оба метода показвли присутствие менее значимого периода около 6 лет у компонента А. Эта всличина в переделя точности определения соответствует *p* = 7.5 ± 1.7 лет, полученному ранее А.Хемнельманном для кромосферной и корональной активности. У компонента В был также зарегистрирован не очень вначимый периол около 4.1 лет. Его природа остается пока неизвестной, но, возможно, это - вторая гармоника основного периода.

Нами было следано предположение, что большой разброс в оценках периодов наблюдаемой циклической активности компонентов системы и невысокая точности их опрецеления моуту быть связены о их нестабльностько вознизающей как результат многокомпонентной приролы физических явлении, проихолизицих у этих объектов.

Было также высказано предположение, что появление периода около 15 лет у обоих компонентов А и В может иметь инструментальные или астрокниматические причиты.

Нам хотелось бы подчеркнуть, что результаты, полученные в нашем исследовшии, быто бы очець желательно дополнить анализом фотометрических рядов, полученных за последние годы на 26-дюймовом рефракторе Пулковской обсерватории.

Авторы выражают свою благодарность Программе фундаментальных исследований Презилиума РАН П-28 "Космос: исследования фундаментальных процессов и их взаимосвязей", оказавшей поддержку при выполнении этой рабяты.

Плавная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН, e-mail: natalia.shakhi@yandex.ru dengorsh@mail.ru - ГБУ П(ИОТТ Кировского района СП6

STUDY OF BRIGHTNESS VARIABILITY OF THE VISUAL BINARY COMPONENTS 61 CYG A AND B ON THE BASE OF THE DATA OBTAINED WITH THE NORMAL ASTROGRAPH OF THE PULKOVO OBSERVATORY

E.V.POLYAKOV¹, 0.0.VASILKOVA², D.L.GORSHANOV¹, M.A.POGODIN¹, N.A.SHAKHT¹

We present results of the investigation of photometric variability of the components of the visual binary system 61 Cyg A and B. The observations were carried out with the normal astrograph of the Pulkovo observatory from 1956 to 1982 (296 measurements). A search for periodicity in brightness variations of both the components was performed using two separate methods: the method of sinusoidal approximation and the traditional method of Scargle. For comparison, the analysis was carrying out both for the whole photometric rows (296 values) as well as for the rows containing only 27 yearly-mean values. As a result, the period near 15 years has been confidently found for both the components A and B, and the period near 8.5-9 years is clearly seen in periodograms for the component B. This period is in accordance with $P \approx 9.1$ years revealed in 1978 by Wilson for the chromospheric and coronal activity of the object. We have also found a less meaningful period near 6 years for the A component which is close within the accuracy to the period of chromospheric and coronal activity of 7.5 ± 1.7 years revealed earlier by Hempelmann. One more less meaningful period of unknown origin near 4 years has been detected for the component B. It could be possibly the second harmonic of the main period. We assume that a low accuracy in period estimations can be connected with their non-stability as a result of a complex character of the observed variability. The period near 15 years detected for both the components A and B could be connected with instrumental or astroclimatic effects.

Key words: stars: photometric variability - stars: periodicity search - stars: activity cicles - stars: 61 Cyg

ЛИТЕРАТУРА

- 1. F.W.Bessel, Astron. Nachr., 16, 65, 1939.
- 2. F.G.W.Struve, Stellarum duplicium et multiplicium mensurae, Petropoli, 1837.
- 3. O.Struve, Pulkovo Observations, 9, 1878
- 4. D.L. Gorshanov, N.A.Shakht, A.A.Kiselev, Astrophysics, 49, 386, 2006.
- 5. N.A.Shakht, D.L.Gorshanov, O.O.Vasilkova, Astrophysics, 60, 507, 2017.
- 6. N.A.Shakht, D.L.Gorshanov, O.O.Vasilkova, 2018arXiv: 1802040445, 2018.
- 7. K.A.Strand, Publ. Astron. Soc. Pacif., 55(322), 29, 1943.
- 8. A.N. Deich, Soviet Astronomy, 21, 1982, 1977.
- I.A. Crawford, Project Icarus: Astronomical Considerations Relating to the Choice of Target stars, 2011arXiv:1106.0850v [astro-ph.GA], 2011.
- A.J.Weinberger, G.Brygen, G.M.Kennedy et al., Target selection for the J.BTT exozodi key science program, 2015 arXiv:1501.01319v1 [astro-ph.EP], 2015.
- 11. D.E.Backman, F.C.Gillette, F.J.Low, Advances in Space Research, 6, 43, 1986.
- M.J.Kuchner, M.E.Brown, C.D.Koresko, Publ. Astron. Soc. Pacif., 110(753), 1336, 1998.
- 13. R.Mullan-Gabet, E.Serabin, B.Mennesson et al., Astrophys. J., 734, 67, 2011.
- 14. O.Absil, D.Defrere, Coude du Foresto V. et al., Astrophys. J., 673, 283, 2008.
- P.N.Kholopov, N.N.Samus, M.S.Frolov et al., Combined General Catalogue of Variable Stars (I-III), 1998.
- A.Hempelmann, J.H.M.M.Schmitt, S.L.Baliunas et al., Astron. Astrophys., 406. L39, 2003.
- A.Hempelmann, J.Robrade, J.H.M.M.Schmitt et al., Astron. Astrophys., 460, 261, 2006.
- 18. P. Frick, S.L. Baliunas, D. Galyagin et al., Astophys. J., 483, 426, 1997.
- 19. O.C. Wilson, Astrophys. J., 226, 379, 1978.
- 20. M. Gudel, Astron. Astrophys., 264, L31, 1992.
- V.N.Frolov, E.G.Zhilinski, Yu.K.Ananjevaja et al., Astron. Astrophys.. 396, 125, 2002.
- 22. V.N.Frolav, Yu.K.Ananjevskaja, D.L.Gorshanov et al., Astron. Lett., 36, 338, 2010.
- W.A.Press, S.A.Teukolsky, W.T.Waiterhing et al., Numerical Recipes The Art of Scientific Computing (Second Edition). Section 13.8 (C), Cambridge University Press, 1992.
- 24. M.Zechmeister, M.Kurstner, Astron. Astrophys., 496. 577, 2009
- J.D.Alvarado-Gómez, G.A.J.Hussian, J.Grunhut et al., Astron. Astrophys., 582, A38, 2015.
- 26. M.Schöller, M.A. Pogodin, J.A. Cahuasqui et al., Astron. Astrophys., 592. 50, 2016.
- 27. M.A.Pogodin, S.E.Pavlovskij, N.A.Drake et al., ASP Conf. Ser., 510, 157, 2017.
- 28. J.D.Scargle, Astrophys. J., 263, 835, 1982.
- 29 D.S.Black, J.D.Scargle, Astrophys. J., 263, 854, 1982.