

ФИЗИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРАВИЛЬНОГО ПЕРЕМЕННОГО КРАСНОГО ГИГАНТА 2 CEN

Е.В.РУБАН, А.А.АРХАРОВ, Е.И.ГАГЕН-ТОРН, В.В.НОВИКОВ

Поступила 2 апреля 2009

Принята к печати 29 апреля 2009

Для переменной звезды 2 Cen (V806 Cen) проведены исследования результатов фотометрических наблюдений, представленных в каталоге Hipparcos, и спектрофотометрических наблюдений, выполненных группой пулковских наблюдателей в Боливии. Фурье-анализ позволил уточнить период изменения блеска - 12.57d, вместо 12.0d. Показано, что кривые блеска, построенные по фотометрическим данным, имеют плавный систематический ход с амплитудой порядка $0^m.2$. Имеются кратковременные, в течение нескольких часов, скачки блеска на $0^m.1$. Определены различия температуры излучающего слоя и его радиуса при максимальном и минимальном блеске, которые попадают на фазы 0.00 и 0.58, соответственно. В максимуме радиус был меньше на 6%, а температура выше на 70K; возможно эти различия характеризуют пульсации звезды.

Ключевые слова: *звезды: спектрофотометрия: переменность*

1. *Введение.* Переменная звезда 2 Cen (V806 Cen, BS 5192, HD 120323, HIP 67457) спектрального класса M5 III по характеру переменности относится к звездам типа SRB [1]. Этот тип звезд объединяет пульсирующие полуправильные переменные гиганты поздних спектральных классов с плохо выраженной периодичностью от 20 до 2300 дней и амплитудой от нескольких сотых до нескольких звездных величин. Согласно [2], период изменения блеска 2 Cen составляет 12.0d, амплитуда в полосе V - $\sim 0^m.1$. Как видно, данная звезда не является типичной звездой SRB: амплитуда изменений величины V находится у нижней границы амплитуд, свойственных данному типу звезд, а период настолько мал, что даже не попадает в диапазон соответствующих периодов.

Ранее мы исследовали спектрофотометрическую переменность звезды такого же типа L₂ Pup [3] с большим периодом и амплитудой ($\sim 140d$ и $\sim 3^m$, соответственно). Для нее были найдены изменения физических параметров излучающего в континууме слоя во время вариаций блеска. Представляет интерес провести аналогичное исследование для звезды 2 Cen с малыми параметрами переменности.

Результаты таких исследований для звезд одного типа с сильно различающимися наблюдательными характеристиками важны для понимания процессов, происходящих в звездах и приводящих к такому большому

разбросу этих характеристик. Они также необходимы при изучении дальнейшей судьбы красных гигантов, находящихся на поздней стадии звездной эволюции.

Задачей настоящей работы является исследование спектрофотометрической и фотометрической переменности 2 Cep с целью получения физических параметров слоя, излучающего в континууме.

2. Результаты наблюдений, спектрофотометрическая температура. Спектрофотометрические наблюдения звезды 2 Cep проводились в Боливии в 1988-1989гг. на телескопе АЗТ-7 в спектральном диапазоне 485-1105нм. Их результаты опубликованы в [4]. В табл.1 приведены: порядковые номера наблюдений, N , даты наблюдений в юлианских днях, JD , и фазы наблюдений, ph , ph_p (их определение дано ниже; целая часть числа - количество полных циклов).

Таблица 1

ДАТЫ СПЕКТРОФОТОМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ И ИХ ФАЗЫ

N	JD2447	ph	ph_p	N	JD2447	ph	ph_p
1	659	0.13	0.07	8	686	2.38	2.22
2	660	0.22	0.15	9	708	4.22	3.97
3	667	0.80	0.71	10	709	4.30	4.05
4	669	0.97	0.87	11	714	4.72	4.44
5	670	1.05	0.95	12	716	4.88	4.60
6	678	1.72	1.58	13	721	5.30	5.00
7	682	2.05	1.90	14	722	5.38	5.08

Значения абсолютизированных квазимонохроматических звездных величин, m_λ , полученные в разные даты, нанесены на рис.1а в зависимости от длины волны. По оси абсцисс отложена длина волны, λ , в нм с шагом 2.5нм; по оси ординат - величина $m_\lambda = -2.5 \log E_\lambda$, где E_λ - квазимонохроматическая освещенность от звезды на внешней границе земной атмосферы, в эрг $\text{см}^{-2} \text{с}^{-1} \text{см}^{-1}$. На вертикальных отрезках, ограниченных горизонтальными штрихами, отложены средние величины случайных ошибок в крайних участках спектра, s , найденные в [5] для пулковских наблюдений. Даты наблюдений не приводятся, поскольку соответствующие им точки на рисунке неразличимы, а кривые, проведенные через эти точки, образуют сплошную полосу.

Оценка спектрофотометрической температуры производится путем сравнения наблюдаемого распределения энергии в непрерывном спектре звезды с теоретическими распределениями энергии в спектрах абсолютно черных тел разных температур. В предыдущих работах [6,7] мы подробно рассматривали трудности сравнения теоретических и наблюдаемых распределений энергии в спектрах звезд поздних спектральных классов.

Эти трудности обуславливаются огромным количеством линий и полос, бланкетирующих непрерывный спектр, так что "чистого" континуума в наблюдаемых кривых практически нет. Большая неопределенность континуума сказывается и на большой неопределенности спектрофотометрической температуры. Для уменьшения ошибки мы использовали два графических

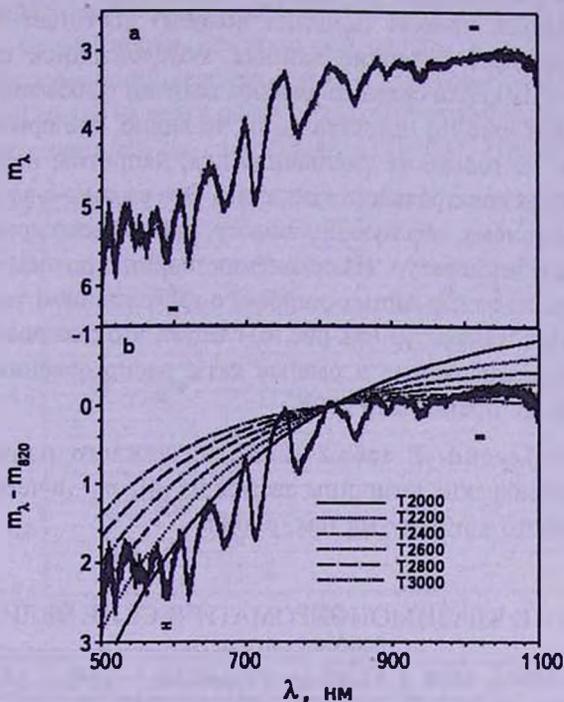


Рис.1. а) Спектральные зависимости наблюдаемых квазимонохроматических величин звезды, полученные в разные даты (сплошная полоса). б) Распределения энергии в спектре звезды для тех же дат и в спектрах абсолютно черных тел разных температур (разные типы линий, T в градусах Кельвина). Нормировка в $\lambda = 820$ нм.

метода сравнения наблюдаемых и теоретических данных: абсолютный и дифференциальный. В настоящем исследовании воспользуемся абсолютным графическим методом только для оценки температуры, а ее изменение определим алгебраически дифференциальным методом путем решения системы линейных уравнений (см. ниже, раздел 4), в которые входят разности наблюдаемых величин в заданных длинах волн. Можно считать, что эффект бланкетирования приблизительно одинаково занижает уровень непрерывного спектра в данной длине волны в различные моменты наблюдений, т.е. при использовании разностей монохроматических величин для двух наблюдений звезды влияние бланкетирования практически исключается.

Оценим температуру излучающего в континууме слоя. На рис.1б нанесены наблюдаемые освещенности, нормированные к освещенности в

длине волны 820 нм, $m_\lambda - m_{820}$. Здесь же представлены теоретические потоки для разных температур с той же нормировкой. Из сравнения кривых реального континуума с теоретическими кривыми следует, что температура излучающего слоя звезды была не более 2800К.

По этому же рисунку можно оценить диапазон изменения температур. Как видно, разброс кривых (ширина полосы) достигает $\sim 0^m.10$. Это несколько превышает различие данных, обусловленное случайными ошибками ($2s = 0^m.06$). Если сравнить разброс величин в абсолютном (рис. 1a) и нормированном (рис. 1b) представлении, то видно, что при нормировке ширина полосы не только не уменьшилась, а, напротив, несколько увеличилась на концах спектрального диапазона. Это связано с веерообразным расположением кривых, образующих полосу, причем веер кривых определяется различием температур. Из сравнения ширины полосы (за вычетом разброса данных из-за случайных ошибок) с расхождением теоретических кривых для разных температур (см. рис. 1b) следует, что различие температур, определяющих наблюдаемые в разные даты распределения энергии в спектре звезды, не превышало 200К.

3. *Кривые блеска.* В табл.2 даны для каждого наблюдения, N , квазимонохроматические величины звезды из [4], m_λ , в четырех длинах волн, λ , реального континуума (см. рис.1).

Таблица 2

НАБЛЮДЕННЫЕ КВАЗИМОНОХРОМАТИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ, m_λ

N	$\lambda 610$	$\lambda 700$	$\lambda 820$	$\lambda 1040$	N	$\lambda 610$	$\lambda 700$	$\lambda 820$	$\lambda 1040$
1	4.90	3.98	3.26	3.03	8	4.93	4.01	3.25	3.08
2	4.95	4.05	3.27	3.03	9	4.95	3.94	3.24	3.05
3	4.87	4.03	3.23	3.01	10	4.92	4.02	3.24	3.07
4	4.85	3.97	3.22	3.04	11	4.87	3.95	3.20	3.02
5	4.90	3.95	3.24	3.01	12	4.85	3.94	3.21	3.06
6	4.97	4.01	3.26	3.03	13	4.80	3.95	3.20	3.08
7	4.90	3.97	3.25	2.99	14	4.90	3.96	3.22	3.03

На рис.2 нанесены величины m_λ из табл.2 для разных дат, JD-2440000 (см. табл.1). Ошибки m_λ не приведены, поскольку они на рисунке не превышают размеры изображающих их символов. Различия в величинах, полученных в разные даты, могут превышать $\sim 0^m.1$, однако какой-либо закономерности в этих различиях на рисунке не прослеживается. Трудности обнаружения цикличности в данном случае могут быть связаны с малым количеством наблюдений в каждом цикле (см. табл.1).

В качестве дополнительного материала мы использовали фотометрические данные каталога Hipparcos [8], в котором приводятся результаты 127 наблюдений звезды 2 Сеп за три с лишним года. На рис.3 приведены

эти результаты в полосах B_V , V_I для разных дат, JD-2440000; на вертикальных отрезках у точек нанесена величина стандартной ошибки. Видно, что разброс точек на рисунке достигает $\sim 0^m.3$, что значительно превосходит случайный разброс. Даже в одну дату различие величин может быть больше ошибок и доходить $\sim 0^m.1$.

Из-за нерегулярности наблюдений, наличия больших по сравнению с периодом переменности исследуемой звезды (12 дней) пропусков, циклических изменений величин с таким периодом обнаружить на рис.3 невозможно. Однако на нем в обеих полосах отчетливо выделяется максимум блеска, приходящийся на дату JD2448425.41024. Принимая эту дату в

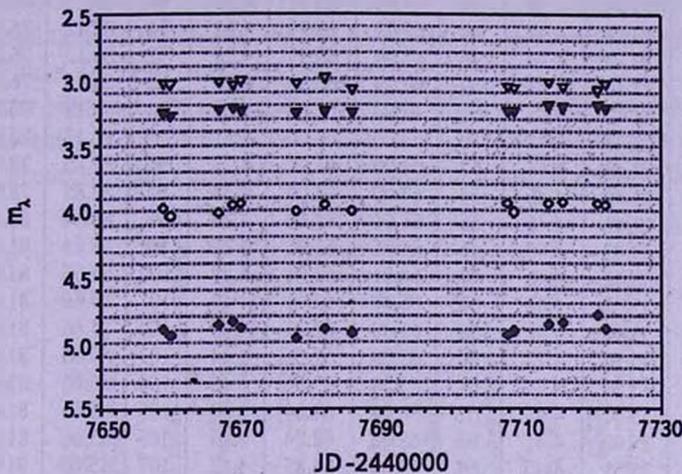


Рис.2. Величины m_λ в избранных длинах волн λ (нм), полученные в разные даты.

◆ $\lambda 610$, ○ $\lambda 700$, ▼ $\lambda 820$, ▽ $\lambda 1040$.

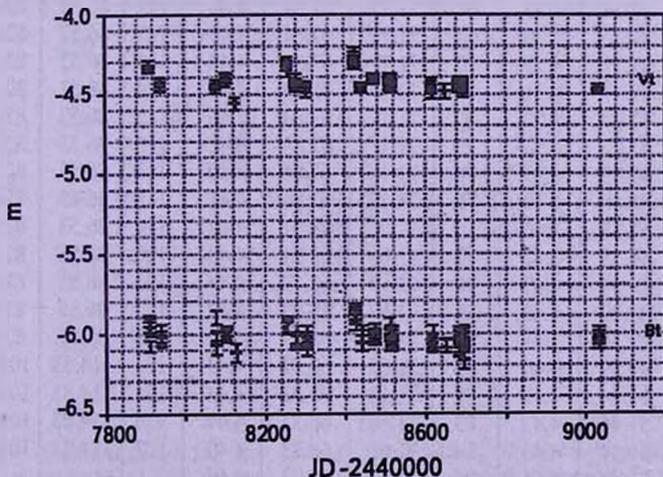


Рис.3. Величины m в полосах B_V , V_I [8] для разных дат.

качестве исходной даты отсчета и используя период изменения блеска 12.0d [2], можно распределить данные по циклам, вычислив даты ожидаемых максимумов, приходящихся на время наблюдений [4] и [8], и определить

Таблица 3

ВЕЛИЧИНЫ V [8] И ФАЗЫ В РАЗЛИЧНЫХ ЦИКЛАХ

N	ph	ph _F	V	N	ph	ph _F	V	N	ph	ph _F	V
1	21.19	20.16	4.33	44	53.99	51.45	4.45	87	71.69	68.34	4.45
2	21.19	20.16	4.34	45	53.99	51.45	4.45	88	80.12	76.38	4.47
3	21.19	20.16	4.35	46	53.99	51.45	4.46	89	80.12	76.38	4.47
4	21.19	20.16	4.30	47	63.99	60.99	4.31	90	80.12	76.38	4.46
5	21.20	20.17	4.34	48	63.99	60.99	4.31	91	80.12	76.38	4.48
6	21.20	20.17	4.30	49	63.99	60.99	4.28	92	80.13	76.38	4.45
7	23.56	22.42	4.47	50	63.99	60.99	4.29	93	80.13	76.38	4.52
8	23.56	22.42	4.42	51	64.00	61.00	4.29	94	80.13	76.38	4.43
9	23.56	22.42	4.42	52	64.00	61.00	4.31	95	80.13	76.38	4.46
10	23.56	22.42	4.44	53	64.00	61.00	4.23	96	82.85	78.98	4.51
11	23.56	22.42	4.46	54	64.00	61.00	4.33	97	82.85	78.98	4.46
12	23.56	22.42	4.46	55	64.01	61.01	4.26	98	85.64	81.65	4.43
13	35.09	33.42	4.45	56	64.01	61.01	4.28	99	85.64	81.65	4.41
14	35.09	33.42	4.46	57	64.01	61.01	4.29	100	85.66	81.66	4.45
15	35.11	33.44	4.44	58	65.37	62.31	4.47	101	85.66	81.66	4.42
16	35.11	33.44	4.47	59	65.38	62.31	4.46	102	85.66	81.66	4.47
17	37.27	35.50	4.38	60	65.38	62.31	4.44	103	85.66	81.66	4.43
18	37.27	35.50	4.44	61	65.38	62.31	4.46	104	85.66	81.67	4.43
19	37.27	35.50	4.43	62	68.03	64.84	4.40	105	85.66	81.67	4.48
20	37.27	35.50	4.41	63	68.03	64.84	4.39	106	85.66	81.67	4.45
21	37.28	35.51	4.40	64	68.03	64.85	4.42	107	85.66	81.67	4.45
22	37.28	35.51	4.42	65	68.03	64.85	4.42	108	86.52	82.48	4.43
23	39.21	37.35	4.58	66	68.04	64.85	4.41	109	86.52	82.48	4.43
24	39.21	37.35	4.54	67	68.04	64.85	4.40	110	86.52	82.48	4.47
25	50.12	47.76	4.32	68	71.17	67.84	4.46	111	86.52	82.48	4.46
26	50.12	47.76	4.30	69	71.17	67.84	4.45	112	86.52	82.49	4.46
27	50.13	47.77	4.29	70	71.17	67.84	4.42	113	86.52	82.49	4.46
28	50.13	47.77	4.31	71	71.17	67.84	4.43	114	86.52	82.49	4.46
29	50.13	47.77	4.33	72	71.17	67.84	4.46	115	86.52	82.49	4.42
30	50.13	47.77	4.38	73	71.17	67.84	4.42	116	86.53	82.49	4.42
31	51.82	49.38	4.43	74	71.17	67.84	4.40	117	86.53	82.49	4.43
32	51.82	49.38	4.43	75	71.17	67.84	4.41	118	86.53	82.49	4.45
33	51.82	49.38	4.40	76	71.66	68.31	4.47	119	86.53	82.49	4.47
34	51.82	49.38	4.42	77	71.66	68.31	4.43	120	86.55	82.51	4.48
35	51.83	49.39	4.47	78	71.67	68.32	4.44	121	86.55	82.51	4.44
36	51.83	49.39	4.43	79	71.67	68.32	4.47	122	86.55	82.51	4.46
37	51.83	49.39	4.41	80	71.67	68.32	4.42	123	86.55	82.51	4.50
38	51.83	49.39	4.44	81	71.67	68.32	4.43	124	114.83	109.49	4.48
39	53.98	51.44	4.47	82	71.68	68.33	4.44	125	114.83	109.49	4.46
40	53.98	51.44	4.47	83	71.68	68.33	4.44	126	114.83	109.49	4.47
41	53.98	51.44	4.46	84	71.69	68.33	4.40	127	114.83	109.49	4.46
42	53.98	51.44	4.51	85	71.69	68.33	4.46				
43	53.99	51.45	4.45	86	71.69	68.34	4.40				

фазы для каждого наблюдения в обоих рядах, ρh .

Вычисленные таким образом фазы и число полных циклов, ρh , для наблюдений m_λ [4] приведены в табл.1, а для наблюдений I_i [8] - в табл.3 (N - номер по порядку). Первоначально мы ограничились рассмотрением только более точных величин I_i из каталога [8]. Целая часть в столбцах ρh в обеих таблицах показывает номер цикла от принятой "нулевой даты" - ближайшей полученной нами даты максимального излучения, JD2447657.41024, предшествующей рассматриваемым наблюдениям.

Как следует из табл.1, наблюдения m_λ охватывают 5 циклов. В каждом цикле по 2-4 наблюдения в разные даты. Согласно табл.3, наблюдения I_i охватывают 18 циклов. В каждом цикле, как правило, много наблюдений (до 20), но все они, кроме 71-го цикла, проводились в одну дату (в 71-м цикле в две даты).

Таким образом, ни один цикл не обеспечен достаточным количеством наблюдательных данных, чтобы исследовать изменение величин в течение цикла. Поэтому мы совместили все наблюдения по фазам, отнеся их к

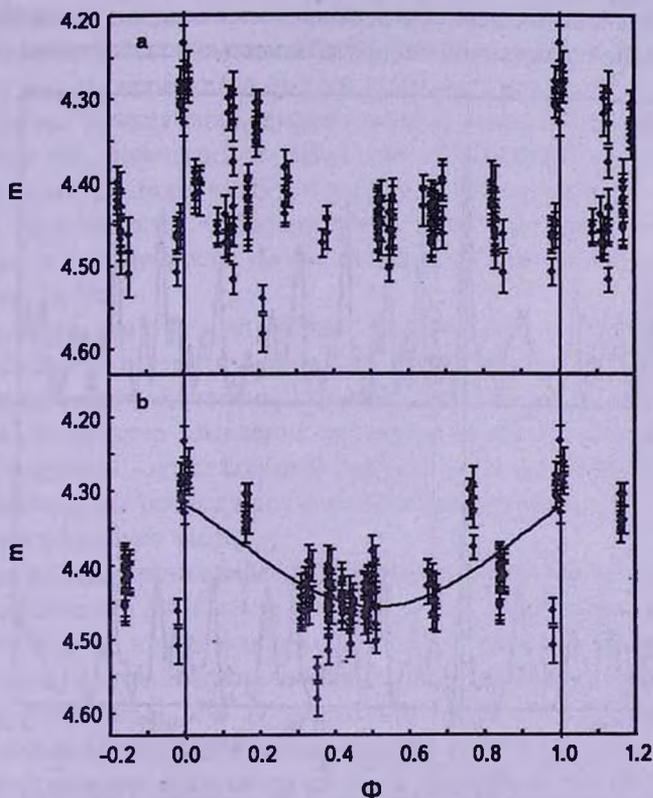


Рис.4. Величины I_i [8] для разных фаз цикла, Φ , полученные с периодами: а) 12.0d, $\Phi = \rho h$; б) 12.57d, $\Phi = \rho h$. Вертикальные прямые - границы цикла. На нижнем рисунке проведена кривая аппроксимации - полином четвертого порядка.

одному циклу, предполагая при этом, что циклы строго повторяются, а значения величин в одинаковых фазах разных циклов (с точностью до случайных ошибок) совпадают. Фазы внутри циклов определяются отбрасыванием целой части в значениях ρh в табл.1 и 3.

Для полученных фаз на рис.4а нанесены значения величин I . Ошибки ($\sim 0^m.02$) отложены на вертикальных отрезках у соответствующих точек, которые часто сливаются. Вертикальными линиями отмечены начало и конец цикла.

Рассматривая рис.4а, можно видеть, что фазовая кривая не показывает плавного систематического хода. Величина I меняется случайным образом, без какой-либо явно выраженной закономерности, различаясь в разных фазах на $0^m.1-0^m.3$. На фазе $\Phi = 1.00$ I показывает лишь кратковременное увеличение блеска, отличающееся от среднего значения на $\sim 0^m.2$. Примерно такое же увеличение блеска заметно и на других фазах. Однако и на одной фазе (или очень близких фазах) разброс точек может достигать до $\sim 0^m.15$. Все эти различия превышают случайные ошибки.

Наличие нескольких значений наблюдаемых величин на одной фазе, вероятно, связано с возможной неопределенностью используемого периода

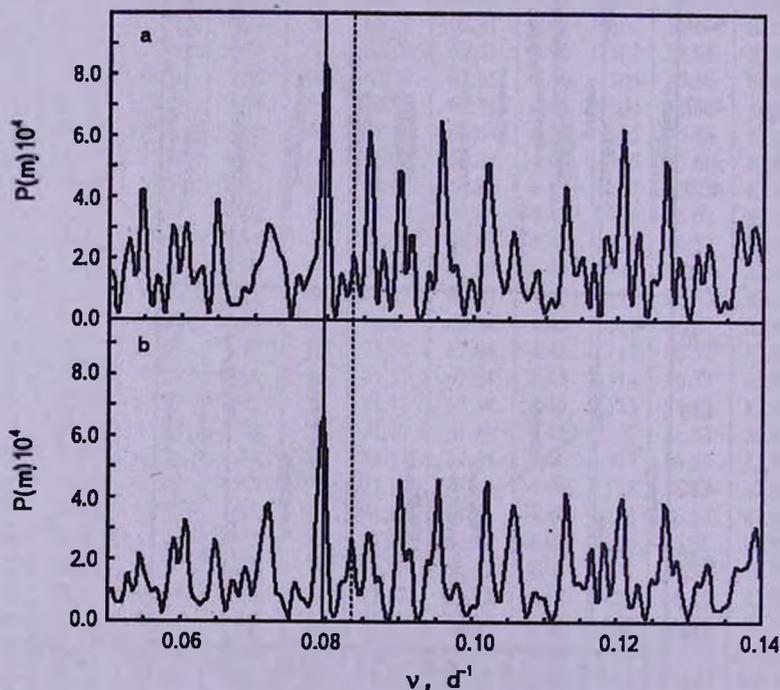


Рис.5. Спектр мощности $P(m)$, вычисленный по величинам m для V_1 (а), V_2 (б) [8]. Вертикальной прямой отмечены частоты максимальных пиков, соответствующие периодам 12.57d (а) и 12.59d (б). Пунктирная прямая находится на частоте, соответствующей периоду 12.0d.

(12.0d [2]), которая существенно сказалась на результатах наших вычислений дат максимумов, особенно при сильном удалении этих дат от исходной. Таких случаев было много: из 114 циклов (см. табл.1 и 3) 64 цикла предшествовали исходной дате отсчета, а 50 циклов состоялись после нее.

Для уточнения периода переменности исследуемой звезды мы воспользовались методом Фурье-анализа для временных рядов с пропусками, применив его к ряду наблюдений Vt [8]. На рис.5а показан спектр мощности $P(m)$, вычисленный по значениям звездных величин m в полосе V . На графике по оси ординат отложены величины $10^4 P(m)$, по оси абсцисс - частота ν - величина, обратная периоду, в d^{-1} .

Максимальный по высоте пик (отмечен вертикальной прямой) в спектре мощности соответствует периоду 12.57d, его ширина позволяет оценить ошибку найденного значения: $\pm 0.10d$. Он превышает уровень шума в 4.5 раза, что существенно при небольшой амплитуде переменности. На графике пунктирной прямой отмечена также частота, соответствующая периоду 12.0d. Видно, что пик на этой частоте не превышает уровень шума.

Используя полученное значение периода, мы вновь определили даты максимумов блеска (от даты JD2448425.41024) и фазы наблюдений, ph_F . Отсчет фаз ph_F проводился от даты максимального излучения, JD2447658.11137 (новая "нулевая дата"), предшествующей рассматриваемым наблюдениям.

Фазы ph_F приведены в табл.1 для наблюдений m_λ и в табл.3 для наблюдений V . Целая часть в значении фазы показывает номер цикла от новой "нулевой даты". Отбросив целую часть, мы отнесли все данные, как и выше, к одному циклу. На рис.4б построена новая фазовая кривая для периода 12.57d.

Сравнивая рис.4а и 4б, можно заметить, что на втором из них явно присутствует систематический ход, представленный плавной кривой (полином четвертой степени) с амплитудой изменения блеска около $0^m.2$. На рис.4б характер изменений величины V в течение цикла стал более упорядоченным - исчез большой разброс точек на близких фазах. Однако сохранились скачки величин с амплитудой порядка $\sim 0^m.1$ в интервалах времени несколько часов.

Для подтверждения найденной периодичности мы использовали также ряд наблюдений Vt . Спектр мощности для этого ряда представлен на рис.5б. Видно, что результаты для обоих рядов в пределах точности совпадают. Этого следовало ожидать, поскольку коэффициент корреляции между величинами Vt и V достаточно велик ($r = 0.75 \pm 0.03$).

Зависимость квазимонохроматических величин, m_λ , ни для одного из значений периода четко не проявляется. Возможно, это связано с тем, что спектрофотометрические и фотометрические наблюдения сильно разнесены по времени, а звезда относится к полуправильным переменным. Однако

для периода 12.57d разброс точек на близких фазах стал меньше.

Суммируя вышеизложенное, можно заключить, что найденный нами период $12.57 \pm 0.10d$, предпочтительнее, чем период 12.0d [2].

4. *Изменение температуры и радиуса излучающего слоя при изменениях блеска.* На основе имеющихся спектрофотометрических данных мы определили изменение основных физических параметров излучающего слоя - спектрофотометрической температуры и радиуса - при изменениях блеска.

Как отмечалось в наших предыдущих работах (см., например, [7]), зная спектрофотометрические температуры (T_1 и T_2) для любых двух моментов времени t_1 и t_2 , а также разность монохроматических величин в отдельных длинах волн, λ , для этих моментов, $(m_2 - m_1)_\lambda$, можно определить отношение радиусов излучающего слоя звезды, R_2/R_1 . Для этого нами была выведена в [7] следующая формула:

$$\log(R_2/R_1) = 1.56(1/T_2 - 1/T_1)/5\lambda - (m_2 - m_1)_\lambda/5, \quad (1)$$

где λ в нм.

В настоящей работе для дальнейших вычислений формула (1) была преобразована:

$$K_R = K_T/\lambda - \Delta m_\lambda/5, \quad (2)$$

где

$$K_R \equiv \log(R_2/R_1), \quad (3)$$

$$K_T \equiv 1.56(1/T_2 - 1/T_1)/5, \quad (4)$$

$$\Delta m_\lambda = (m_2 - m_1)_\lambda.$$

Здесь величины K_R и K_T являются константами для сравниваемых наблюдений в любой длине волны.

Применим формулы к моментам максимального (N13) и минимального (N6) блеска. Значения Δm_λ были взяты для 15 длин волн, выбранных в областях реального континуума и распределенных по всему спектральному диапазону. Была составлена избыточная система 15 линейных уравнений (2) с двумя неизвестными K_T и K_R . Решение системы дало значения этих констант и их ошибок. Знание констант позволило определить отношение радиусов из формулы (3), а также разность обратных температур из формулы (4). Для отношения радиуса в максимуме блеска к радиусу в минимуме было получено значение: $R_{13}/R_6 = 0.94 \pm 0.01$.

Определив значение константы K_T , можно легко найти температуру в один из моментов времени, если известна температура в другой. Здесь мы использовали установленную выше (раздел 2) оценку: максимальная температура не превосходит 2800 К. Считая, что температура в максимуме блеска, $T_{13} = 2800$ К, для температуры в минимуме получим $T_6 = (2730 \pm 10)$ К.

Подтверждением этого может служить результат, полученный более грубым, но более наглядным графическим методом. Он представлен на рис.6, на котором даны спектральные зависимости разностей, полученных из наблюдений, $\Delta m_\lambda = m_\lambda(N6) - m_\lambda(N13)$ в выбранных ранее 15 длинах волн, и вычисленных для абсолютно черных тел разных температур, $\Delta m_\lambda = m_\lambda(T1) - m_\lambda(T2)$. Различие температур $T1 - T2 = \pm(100 + 200\text{K})$. Нормировка всех кривых в длине волны 540 нм. Как видно, точки практически ложатся на теоретическую кривую $\Delta m_\lambda = m_\lambda(T2700\text{K}) - m_\lambda(T2800\text{K})$. Отсюда следует, что, если $T_{13} = 2800\text{K}$, то $T_6 \approx 2700\text{K}$. Поскольку ошибка графического метода равна половине интервала температур соседних кривых, то в нашем случае она равна $\pm 50\text{K}$. С учетом ошибок, результаты, полученные двумя методами, совпадают.

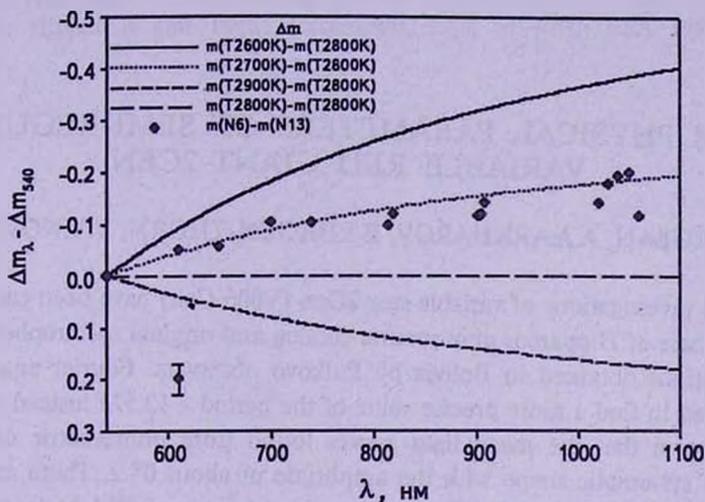


Рис.6. Спектральные зависимости разностей, Δm , квазимонохроматических величин звезды, полученных в даты минимума (N6) и максимума (N13) блеска, и теоретических разностей, вычисленных для абсолютно черных тел разных температур (2600-2900 K). Нормировка в длине волны 540 нм. В нижнем левом углу показан разброс значений из-за случайных ошибок.

Отметим в заключение этого раздела, что для наблюдения N13 $ph_p = 0.00$, т.е. это, действительно, максимум блеска, а для наблюдения N6 $ph_p = 0.58$, что недалеко от минимума (см. табл.1). Таким образом, эти изменения, возможно, характеризуют пульсации звезды.

5. **Заключение.** На основе исследования данных фотометрических и спектрофотометрических наблюдений звезды 2 Сеп получены следующие результаты.

Фурье-анализ длительного ряда наблюдений [8] позволил уточнить период изменения блеска - 12.57d, а не 12.0 d, как приведено в [2].

Отмечено, что фазовые кривые, построенные по фотометрическим

данным с уточненным периодом, показывают плавный систематический ход с амплитудой порядка $0^m.2$. На этих кривых имеются кратковременные, в течение нескольких часов, скачки блеска на $0^m.1$.

Исходя из предположения о тепловой природе излучения, определены изменения температуры излучающего слоя него радиуса при изменениях блеска звезды. При уменьшении блеска от максимального (на фазе $ph_p = 0.00$) до минимального (приходящегося на фазу $ph_p = 0.58$), радиус увеличился на 6%, а температура уменьшилась на 70 К. Можно предполагать, что эти изменения характеризуют пульсации звезды.

Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория РАН,
Россия, e-mail: rubane@mail.ru

THE PHYSICAL PARAMETERS OF SEMI-REGULAR VARIABLE RED GIANT 2CEN

E.V.RUBAN, A.A.ARKHAROV, E.I.HAGEN-THORN, V.V.NOVIKOV

The investigations of variable star 2Cen (V806 Cen) have been carried out on the base of Hipparcos photometric catalog and original spectrophotometric observations obtained in Bolivia by Pulkovo observers. Fourier analysis has permitted to find a more precise value of the period - 12.57d instead of 12.0d. It is shown that the mean light curves found from photometric data have smooth systematic shape with the amplitude of about $0^m.2$. There are short-time (some hours duration) variations of brightness of $0^m.1$ at intermediate phases. The temperature variation of star emitting layer and its distance from the center have been determined for maximum (phase 0.00) and minimum (occurred at phase 0.58) brightness. At maximum the radius was by 6% lower and the temperature was by 70K higher. Possibly these differences are the characteristics of pulsation.

Key words: *stars:spectrophotometry:variability* .

ЛИТЕРАТУРА

1. *П.Н.Холопов, Н.Н.Самусь, М.С.Фролов и др.*, Общий каталог переменных звезд, 4-е изд., I-III, М., Наука, 1985-1988.
2. *N.N.Samus, O.V.Durlevich*, В/gcvs, General Catalogue of Variable Stars, Samus+, 2007-2008.
3. *Е.В.Рубан, А.А.Архаров, Е.И.Гаген-Торн, В.В.Новиков*, *Астрофизика*, **52**, 99, 2009.
4. *Е.В.Рубан, Г.А.Алексеева, А.А.Архаров и др.*, *ПАЖ*, **32**, №9, 672, 2006.
5. *Е.И.Гаген-Торн*, *Изв.ГАО*, **212**, 26, 1998.
6. *А.А.Архаров, Е.И.Гаген-Торн, Т.Ю.Пузакова, Е.В.Рубан*, *Изв. ГАО*, **216**, 496, 2002.
7. *А.А.Архаров, Е.И.Гаген-Торн, Т.Ю.Пузакова, Е.В.Рубан*, *Астрофизика*, **48**, 175, 2005.
8. The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA SP-1200, ESA 1997.