

УДК 524.33:520.82.053

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИВЫХ БЛЕСКА МОЛОДЫХ НЕПРАВИЛЬНЫХ ПЕРЕМЕННЫХ. I. SV SER И CQ TAU

Н. Х. МИНИКУЛОВ, В. Ю. РАХИМОВ, Н. А. ВОЛЧКОВА, А. И. ПИХУН

Поступила 25 ноября 1991

Принята к печати 20 декабря 1991

Представлены данные многолетних фотографических наблюдений двух Ae-звезд Хербига, SV Сер и CQ Тау, из фотографических архивов Института астрофизики АН Таджикистана, ГАИШ и Одесской обсерватории. Анализ кривых блеска показывает, что наряду с быстрыми изменениями яркости продолжительностью от нескольких дней до нескольких недель у этих звезд наблюдаются медленные изменения с характерным временем порядка тысяч дней. Интерпретация этих изменений в рамках модели переменной околозвездной экстинкции приводит к выводу о том, что обе звезды окружены молодыми протопланетными дисками, в которых существуют пылевые фрагменты разных пространственных масштабов, вплоть до 10^{14} см.

1. *Введение.* SV Сер и CQ Тау относится к числу звезд Орионовой популяции [1, 2]. Фотометрические исследования SV Сер выполнены в работах [3, 4]. В них отмечено существование квазипериодических колебаний блеска вблизи яркого состояния с характерным временем в десятки дней, на которые накладываются глубокие алголеподобные минимумы. Во время глубоких минимумов блеска SV Сер зарегистрированы неоднозначные изменения показателя цвета $B-V$ [3], подобные наблюдаемым у многих звезд с непериодическими алголеподобными минимумами (см., например, обзор Хербста [12]). Из наблюдений звезд в окрестности SV Сер [5] установлено, что закон экстинкции в этой области является нормальным. Это позволило определить избыток цвета $E_{B-V} = 0^m.4$ и модуль расстояния $V_{max} - M = 9^m.7 \pm 0^m.5$.

Вторая звезда—CQ Тау относится к числу малоисследованных переменных. Именно у нее Гетц и Венцель [6] впервые обнаружили эффект поглубления цвета в глубоких минимумах блеска. Недавно Бердюгиным и др. [7] у звезды обнаружен сильный поляризационный

эффект—рост линейной поляризации при ослаблениях блеска, обусловленный рассеянным светом от околозвездной пылевой оболочки (возможно протопланетного диска). Этот слабый рассеянный свет и является причиной поворота цветовых треков в глубоких минимумах. Следует отметить, что обе звезды относятся к числу изолированных Ae-звезд Хербига. В их спектрах наблюдается интенсивная эмиссия в линии H_α , имеющая двухкомпонентную структуру [7, 8].

2. *Наблюдательный материал* по звездам SV Сер и CQ Тау из архива фотографического обзора неба Института астрофизики АН Таджикистана составил 409 и 334 пластинки соответственно. Для CQ Тау использовались также архивные данные из фототек ГАИШ — 238 пластинок и Одесской обсерватории—123 пластинки.

При обработке наблюдений SV Сер использовались звезды сравнения из работы [5]. Для CQ Тау во всех трех пунктах применялись одни и те же звезды сравнения. Номера этих звезд с фотографическими величинами, взятыми из каталога [9], приведены в табл. 1.

Таблица 1

ЗВЕЗДЫ СРАВНЕНИЯ ДЛЯ CQ TAU

N	B	N	B
93	9.3	99	10.7
94	9.6	108	11.1
95	10.0	84	11.6
80	10.2	98	11.6
116	10.4	111	12.1
109	10.6	92	12.3

3. *Обсуждение.* Кривая блеска SV Сер (рис. 1) показывает, что звезда действительно большую часть времени находится в ярком состоянии. Вблизи этого состояния наблюдаются волнообразные колебания блеска с амплитудой $\Delta m_{pg} \approx 0^m.5$. Изредка звезда претерпевает глубокие алгоподобные ослабления блеска, достигающие $\Delta m_{pg} \approx 1^m.5$. Такие изменения блеска могут быть связаны с затмениями звезды пылевыми неоднородностями (облаками) [3, 4]. Значительный инфракрасный избыток, обнаруженный у SV Сер в [10], является убедительным подтверждением того, что вокруг звезды действительно существует околозвездная пылевая оболочка.

Кривая блеска CQ Тау оказалась очень сложной. Как видно из рис. 2, звезда долгое время находилась в ярком состоянии ($m_{pg} \simeq 8^m.7$). Затем наступил период ослабления звезды (JD 2430000). Состояние минимального блеска приходится на юлианскую дату JD 2440000, после чего вновь наблюдается тенденция к увеличению яркости. Это подтверждается и данными из работы Румmlера [11], где приводятся усредненные по годам фотографические величины. Кривую блеска CQ Тау в этот период можно представить суммой двух колебаний: векового, с плавным ослаблением блеска на $\Delta m_{pg} \simeq 3^m$ и сезонного, во время которого происходят быстрые изменения яркости с амплитудой $\Delta m_{pg} \simeq 2^m$. Необходимо также отметить, что на рис. 2 имеются интервалы времени (JD 2438000—JD 2442000), в течение которых амплитуда сезонных колебаний блеска была минимальной.

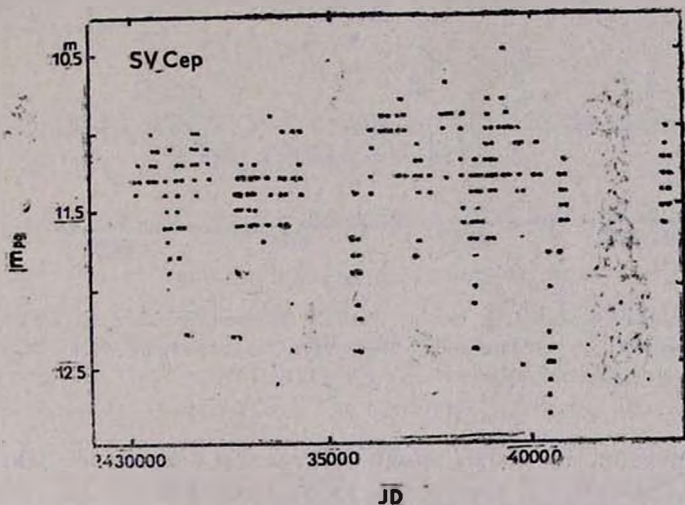


Рис. 1. Кривая блеска SV Cep по данным фотографических наблюдений из архива фотографического обзора неба Института астрофизики АН Таджикистана.

Надо заметить, что и последние по времени фотоэлектрические наблюдения звезды в полосе *B* (А. Н. Ростопчина, частное сообщение) хорошо согласуются с таким представлением кривой блеска.

Причиной алголеподобных минимумов CQ Тау, как было заподозрено в [6] и подтверждено в [7], является переменное экранирование звезды непрозрачными пылевыми сгущениями (облаками), вращающимися вокруг звезды и время от времени пересекающими луч зрения.

На вопрос о том, чем могут быть обусловлены медленные изменения блеска CQ Тау, однозначно ответить пока трудно. Провести

плавную огибающую кривой блеска CQ Tau удается лишь снизу. Не исключено, что изменения блеска CQ Tau полностью обусловлены активностью самой переменной. Однако тот факт, что вклад пыли в суммарное излучение звезды составляет 41%, а характерный размер ее дискообразной пылевой оболочки равен нескольким сотням астрономических единиц [7], позволяет думать, что как алгоподобные минимумы, так и вековые изменения блеска звезды обусловлены одной и той же причиной—переменной околосредной экстинкцией, и различие между ними связано лишь с размерами пылевых облаков и со временем, в течение которого пылевое облако пересекает луч зрения.

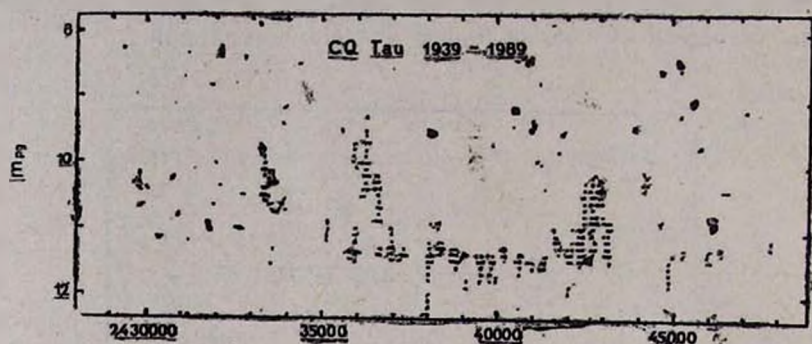


Рис. 2. Кривая блеска CQ Tau по данным фотографических наблюдений из архивов фотографического обзора неба Института астрофизики АН Таджикистана ГАИШ и Одесской обсерватории.

Если это так, то столь продолжительное состояние пониженного блеска (согласно рис. 2, с момента начала ослабления до его глубокой части прошло около 10 000 дней) может свидетельствовать о существовании крупномасштабных пылевых облаков во вращающемся околосредном диске, размеры которых могут быть сравнимы с размерами самого диска.

Оценим характерное расстояние между звездой и таким облаком. Для этого воспользуемся третьим законом Кеплера ($T \sim r^{3/2}$) и предположим, что масса звезды сравнима с массой Солнца. Тогда характерному времени $T \sim 10\,000^d$ будет соответствовать расстояние ~ 10 а. е., что сравнимо с расстоянием от Солнца до Сатурна—одной из самых крупных планет Солнечной системы и много меньше характерных размеров пылевого диска CQ Tau [7]. При этом размер облака предполагается сравнимым с размером орбиты. Следует, однако, от-

метить, что к подобному глобальному понижению яркости может привести затмение звезды облаком меньшего размера, но находящимся на орбите большого радиуса. При этом облаку в три раза меньшего размера будет соответствовать орбита ~ 100 а. е.

Таким образом, анализ многолетних фотографических наблюдений SV Cep и CQ Tau показывает, что изменения блеска этих звезд могут быть интерпретированы переменной околозвездной экстинкцией. Существование ИК-избытков у обеих переменных свидетельствует в пользу этой гипотезы. Если наши предположения верны, то в случае CQ Tau мы имеем дело с весьма „молодым“ протопланетным диском, в котором существуют крупномасштабные пылевые фрагменты, еще не успевшие превратиться в планеты.

Институт астрофизики АН Таджикистана,
Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга,
Одесская обсерватория

THE LIGHT CURVES OF YOUNG IRREGULAR VARIABLES. I. SV CEP and CQ TAU

N. H. MINIKHULOV, V. YU. RAHIMOV, N. A. VOLCHKOVA, A. I. PIHUN

The data of extensive photographic observations of the two isolated Ae Herbig stars SV Cep and CQ Tau from the plates of photographic archives of Institute of Astrophysics, Tajic Academy of Sciences, Sternberg Astronomical Institute (Moscow) and Odessa Astronomical Observatory are presented. The analysis of light curves show the existence of rapid brightness variations in scales from days to weeks as well as slow changes in time scale of several years. Assuming that the circumstellar extinction variations to be responsible for this type of behavior, the stars considered should be surrounded by the young protoplanet disks with dust concentration blobs of sizes ranging up to 10^{14} cm.

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Н. Холопов, Н. Н. Самусь, В. П. Горанский и др., Общий каталог переменных звезд, Наука. М. 1985.
2. G. H. Herbig, K. M. Bell, Lick Observ. Bull., N 1111, 1988.
3. W. Wenzel, Mitt. Verand. Sterne, Bd. 5, N 5, 75. 1969.
4. В. И. Кардополов, А. В. Тимошенко, Г. К. Филиппов, Переменные звезды, 22, № 2, 137, 1985.

5. *H.-E. Froltch, S. Rossiger*, Mitt. Verand. Sterne, Bd. 6, N 1, 75, 1971.
6. *W. Gotz, W. Wenzel*, Mitt. Verand. Sterne, Bd. 5, N 2, 13, 1968.
7. *А. В. Бердюгин, С. В. Бердюгина, В. П. Гринин, Н. Х. Миникулов*, Астрож., 67, 812, 1990.
8. *Г. В. Зайцева, Е. А. Колотилов*, Астрофизика, 9, 185, 1973.
9. *Н. Б. Каландадзе*, Бюлл. Абастуман. астрофиз. обсерв. 31, 66, 1964.
10. *I. S. Glass, M. V. Penston*, Mon. Notic. Roy. Astron. Soc., 167, 237, 1974.
11. *F. Rummler*, Mitt. Verand. Sterne, Bd. 8, N. 8, 135, 1980.