

УДК 524.33—655

## МОДЕЛЬ ЯВЛЕНИЙ, ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ И БЛЕСКА $\mu$ Сер

Т. А. ПОЛЯКОВА

Поступила 2 ноября 1983

Принята к печати 3 апреля 1984

Предложена модель, объясняющая изменения блеска и собственной поляризации  $\mu$  Сер перемещением по диску звезды (из-за ее вращения) двух активных антроподалных областей. Поляризация возникает при рассеянии света звезды на потоках пылевых частиц, выбрасываемых из пятен активных областей и ориентруемых при движении через газ вдоль силовых линий магнитных полей над биполярными областями. Для получения максимальных значений наблюдаемой собственной поляризации подобраны параметры источников поляризации, не выходящие за пределы известных значений. На основе модели сделан прогноз изменений блеска и поляризации  $\mu$  Сер на ближайшие 5—6 лет. Приводятся также результаты наблюдений  $\mu$  Сер за период с июня 1981 г. по июнь 1983 г.

1. *Введение.* Поляризационные наблюдения  $\mu$  Сер, сопровождаемые фотометрией, проводятся в обсерватории Ленинградского университета уже 18 лет. Результаты наблюдений за последние два года приведены в табл. 1, которая является продолжением аналогичной таблицы в работе [1].

Несмотря на медленную переменность этого полуправильного сверхгиганта, накопленный обширный материал (514 наблюдений, из них 320— в полосе V) уже позволяет предпринять построение схематической модели явлений, ответственных за изменения его блеска и поляризации. Мы применим здесь модель, которая в принципе уже была предложена в работе [2] и рассмотрена там на примере U Моп, несколько видоизменив ее для случая  $\mu$  Сер.

2. *Особенности в изменениях  $\mu$  Сер.* При построении модели необходимо учесть характерные особенности, наблюдаемые в изменениях поляризации и блеска  $\mu$  Сер:

1) Связь между изменениями собственной поляризации и блеска уже обсуждалась в работах [3, 4]. Мы приходим к выводу о возможной связи максимумов поляризации с минимумами блеска, хотя бы и смещенными.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ  $\mu$  Cep

JD 2440000+	Дата	V	B-V	$p_V, \%$	$\pm \varepsilon_p, \%$	$\theta_V$	$\pm \varepsilon_\theta$	n	Примечания
4774.42	1981 18 VI	4. <sup>m</sup> 12	+2. <sup>m</sup> 30	2.09	0.06	31.0	0.9	5	
4797.41	11 VII	4.15	+2.32	2.34	0.12	33.2	1.5	4	
4808.40	22 VII	4.17	+2.29	2.31	0.07	31.5	0.8	5	
4829.38	12 VIII	4.18	+2.32	2.08	0.06	33.5	0.8	5	
4836.34	19 VIII	4.23	+2.32	2.24	0.08	33.4	1.0	4	
4860.29	12 IX	4.28	+2.31	1.88	0.05	34.9	0.7	4	
4863.26	15 IX	4.30	+2.31	1.79	0.05	32.9	0.8	4	
4886.33	8 X	4.35	+2.30	1.63	0.05	35.2	0.9	4	
4912.41	3 XI	4.37	+2.32	1.37	0.08	35.0	1.5	5	Л
4958.45	19 XII	4.39	+2.30	1.54	0.07	40.3	1.3	4	
4974.19	1982 4 I	4.39	+2.32	1.58	0.02	38.9	0.4	4	
5021.23	20 II	4.36	+2.36	1.81	0.18	37.5	2.9	4	Л
5075.37	15 IV	—	—	2.27	0.11	34.1	1.4	5	Л
5083.39	23 IV	4.44	+2.36	1.94	0.16	33.8	2.4	4	Л
5092.47	2 V	4.41	+2.32	2.34	0.05	36.1	0.7	5	
5161.43	10 VII	4.33	+2.27	2.91	0.04	35.3	0.4	7	
5183.38	1 VIII	4.29	+2.29	2.81	0.02	35.7	0.3	6	
5184.46	2 VIII	4.31	+2.32	2.91	0.14	35.0	1.4	4	Л
5195.44	13 VIII	4.31	+2.32	2.71	0.03	36.8	0.3	5	
5221.41	8 IX	4.24	+2.32	2.86	0.12	35.8	1.2	4	
5243.28	28 IX	4.20	+2.31	2.71	0.05	37.4	0.5	4	
5275.37	1 XI	4.18	+2.30	3.02	0.05	35.7	0.5	4	
5279.33	5 XI	4.14	+2.33	2.78	0.04	36.2	0.4	4	Л
5303.29	29 XI	4.13	+2.37	2.79	0.04	36.5	0.4	4	
5363.16	1983 2 II	4.08	+2.36	2.44	0.14	31.3	1.6	4	
5394.29	28 II	4.02	+2.34	2.29	0.11	27.8	1.4	4	Л
5441.41	16 IV	3.86	+2.34	1.34	0.07	16.4	1.6	5	Л
5464.52	10 V	3.78	+2.38	1.39	0.07	21.5	1.4	4	
5487.40	1 VI	3.73	+2.37	1.45	0.12	21.0	2.3	4	
5506.49	20 VI	3.72	+2.38	1.14	0.07	31.6	1.8	4	
5515.45	29 VI	3.68	—	1.06	0.04	34.1	1.0	4	

Это смещение видно на рис. 1: симметричный максимум поляризации (III на рис. 1) приходится точно на минимум блеска, а несимметричные — несколько опережают или отстают от соответствующих им минимумов блеска и тем больше, чем дальше они отстают от симметричного максимума поляризации.

2) Изменения поляризации и блеска, происходящие с характерным временем 2—3 года, оказывается невозможно связать с вращением звезды, так как период вращения почти на порядок больше этого времени. Действительно, как определено в [5] по фотометрическим данным, радиус  $\mu$  Сер:  $R_{\mu} \approx 1100 R_{\odot} = 7.66 \cdot 10^{13}$  см. О скорости вращения сверхгигантов класса M ничего определенно неизвестно, и только ориентируясь на величины  $v_e \sin i$  ( $13 \div 5$  км/с), полученные Крафтом [6] теоретическим путем для звезд F5—F8 классов светимости  $I_b$  и  $I_{ab}$ , мы предположили, что  $v_e$  для  $\mu$  Сер заключена в пределах 15—5 км/с. Тогда для периода вращения получим пределы: 10—30 лет.

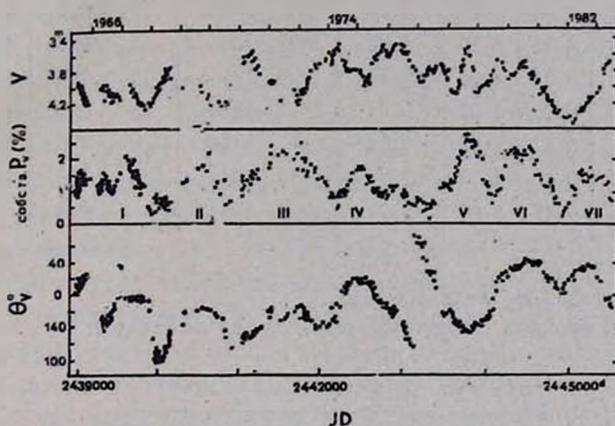


Рис. 1. Изменения собственной поляризации и блеска  $\mu$  Сер

Характерное время изменений амплитуд колебаний блеска, хорошо заметных на всем протяжении наблюдавшейся кривой блеска, составляет около десяти лет, и потому эти изменения могут быть связаны с вращением  $\mu$  Сер. Рассмотрим их подробнее. Выделим на кривой блеска (см. рис. 1 в [5] для 1867—1973 гг.: за 1849—1866 гг.— данные из [7]) интервалы с большими и малыми амплитудами (табл. 2). График на рис. 2, построенный по данным этой таблицы, наглядно показывает, что средний блеск звезды в периоды с малыми амплитудами был немного больше (на  $0^m1 - 0^m2$ ), чем в периоды с большими амплитудами. Выделенные участки изменений блеска достаточно велики, чтобы плавная составляющая изменений блеска на них тоже изменялась, и если мы возьмем крайние значения этой составляющей на каждом участке, то увидим, что они различаются еще больше (на  $0^m3 - 0^m4$ ), подчеркивая еще сильнее тот факт, что звезда в среднем становится ярче в периоды с малыми амплитудами изме-

нений блеска (рис. 2). Из табл. 2 еще можно заметить, что периоды с большими амплитудами в среднем короче периодов с малыми амплитудами, а из графика видно общее увеличение среднего блеска  $\mu_{\text{Сер}}$  за 100 лет на 0<sup>m</sup>3.

Таблица 2  
ИЗМЕНЕНИЯ АМПЛИТУД КОЛЕБАНИЙ В КРИВОЙ БЛЕСКА  $\mu_{\text{Сер}}$

Малые амплитуды					Большие амплитуды				
Интервал лет	л лет	$\bar{A}$	$\bar{V}$	$V_{\text{max}}$	Интервал лет	л лет	$\bar{A}$	$\bar{V}$	$V_{\text{min}}$
[1849—1861]	13	0 <sup>m</sup> .4	4 <sup>m</sup> .10	4 <sup>m</sup> .05	[1862]—1871	10	1 <sup>m</sup> .35	4 <sup>m</sup> .35	4 <sup>m</sup> .53
1872—1880	9	0.35	4.27	4.26	1881—1885	5	0.7	4.28	4.42
1886—1894	9	0.25	4.12	4.02	1895—1896	2	0.75	4.20	4.30
1897—1906	10	0.35	4.05	3.98	1907—1911	5	1.25	4.18	4.37
1912—1916	5	0.3	4.02	3.98	1917—1926	10	0.7	4.18	4.37
1927—1939	13	0.3	4.06	3.94	[1940—1948]	9	1.0	4.10	4.25
1949—1957	9	0.3	3.90	3.80	1959—1965	8	1.0	4.02	4.09
1966—1979	14	0.45	3.90	3.75	1980—1983*	—	0.8	—	—

[ ] — имеются пробелы в наблюдениях,

\* — последний интервал больших амплитуд еще не закончился.

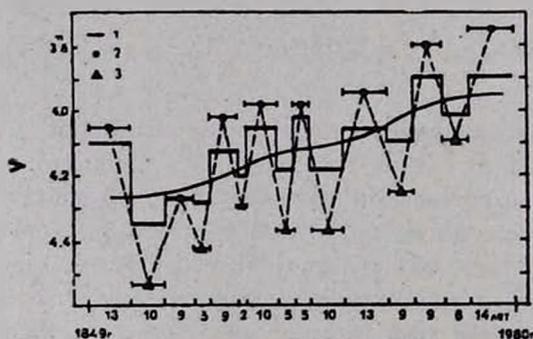


Рис. 2. Изменения амплитуд колебаний в кривой блеска  $\mu_{\text{Сер}}$ ; 1 — средние значения блеска  $V$  на интервалах лет, указанных по оси абсцисс; 2 — максимальные значения блеска  $V_{\text{max}}$  на интервалах с малыми амплитудами; 3 — минимальные значения блеска  $V_{\text{min}}$  на интервалах с большими амплитудами.

3) Зависимость собственной поляризации  $\mu_{\text{Сер}}$  от длины волны изменяется со временем [3], то круто повышаясь с уменьшением  $\lambda$ , то понижаясь в голубой конце спектра примерно так же, как в красный. Зависи-

мости первого типа чаще встречаются (7 из 9) в периоды минимумов поляризации, а зависимости второго типа, наоборот, обычно приходится (6 из 9) на периоды возросшей поляризации. Такое поведение зависимости  $p(\lambda)$  может быть использовано, например, для предположения, что в ближайшем околозвездном пространстве  $\mu$  Сер временами появляются крупные (субмикронные) пылевые частицы, которые затем каким-либо образом покидают эту область и, тогда небольшая поляризация создается при рассеянии на газовых выбросах и оставшихся мелких пылинках. Можно предположить, что смена этих двух механизмов поляризации обеспечивает в случае  $\mu$  Сер сильные повороты плоскости поляризации [2].

3. Схематическая модель. а) *Общее описание модели.* Если принять гипотезу «звездной пыли», высказанную Хемменвеем, Хальгреном и Шмальбергером [8], то появление субмикронных пылевых частиц в ближайшем околозвездном пространстве можно связать с пятнообразовательной звездной активностью. При этом, если бы луч зрения проходил вблизи экваториальной плоскости звезды, то было бы легко объяснить уплощенность пылевой составляющей околозвездной оболочки и появление значительной поляризации. Однако в таком случае трудно ожидать больших изменений позиционного угла  $\theta$ . В случае же  $\mu$  Сер, при ее сравнительно небольших амплитудах изменений поляризации, но сильных изменениях  $\theta$ , скорее нужно предположить наоборот, что полюс звезды находится недалеко от центра обращенной к нам стороны звезды, а экватор, с возникающими около него активными образованиями—вблизи «края диска» (рис. 3).

Направление вращения звезды выберем с запада на восток, по часовой стрелке. Как будет видно из дальнейшего, такое направление вращения диктуется изменениями положения плоскости поляризации со временем.

Полагая, что каждое увеличение поляризации происходит из-за возрастания активности области пятнообразования, перемещающейся по диску из-за вращения звезды, мы должны принять, что цикл активности составляет примерно 2—3 года. Предположение о коротком цикле активности для медленно вращающейся звезды можно увязать с заключением, сделанным в работе [9] о том, что у быстро вращающихся звезд периоды изменений активности возрастают по сравнению с солнечным, в частности, для звезды с периодом вращения  $\sim 2^d$  — до  $\sim 60$  лет.

Предположим для определенности, что период вращения  $\mu$  Сер составляет 20 лет, то есть за 2.5 года (средняя продолжительность цикла активности) она поворачивается на  $45^\circ$ .

В данном случае мы, к сожалению, не имеем наблюдений круговой поляризации для обоснования предположений об ориентации пылевых частиц магнитным полем. Зато имеем продолжительную цепь событий (из-9—548

менения  $p$  и  $\Theta$ ), заставляющую выбрать такие предположения, которые позволяли бы объяснить всю их последовательность.

На схеме (рис. 3) показано предполагаемое расположение активной области и силовых линий магнитного поля, соответствующее следующим друг за другом максимумам поляризации, обозначенным римскими цифрами здесь и на рис. 1.

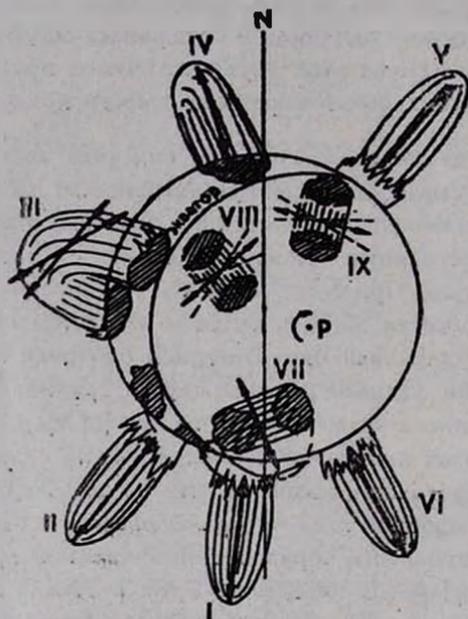


Рис. 3. Схема поверхности  $\mu$ -Сер с последовательными выбросами пылевых частиц из активных зон.

Направление силовых линий выбрано в соответствии с направлением плоскости собственной поляризации при ее максимумах. Схема представлена в плоскости, перпендикулярной лучу зрения.

а) *Оценка степени поляризации.* Прежде всего модель должна обеспечивать наблюдаемую поляризацию. Максимумы собственной поляризации у  $\mu$ -Сер составляют  $2 \div 2.5\%$  и достигаются за время около одного года после минимумов (см. рис. 1). Подберем для источника поляризации в модели параметры, не выходящие за пределы известных значений. Предположим, что выброс пылевых субмикронных частиц происходит дискретными порциями из области пятен. Скорость потери массы для  $\mu$ -Сер составляет  $10^{-8} \div 10^{-6} M_{\odot}$  в год [10]. Принимая нижнее из этих значений и отношение газа к пыли в теряемой массе 10 : 1, получим, что на долю пылевых частиц приходится  $10^{-9} M_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{24}$  г. При массе пылинки в

## ИЗМЕНЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ И БЛЕСКА

среднем  $2 \cdot 10^{-13}$  г [11] получаем количество пылинок  $n = 10^{37}$ . Если предположить, что все эти частицы выбрасываются в одном потоке со средней скоростью  $0.8 \cdot 10^7$  см/с, то приблизительно за год поток пылинок удалится от поверхности звезды на расстояние  $\sim 3R_\mu \approx 2.3 \cdot 10^{14}$  см. Предположим,

пылевое облако занимает объем цилиндра:  $V = \pi \left(\frac{R_\mu}{5}\right)^2 \cdot \frac{R_\mu}{2} = 2.81 \times 10^{40}$  см<sup>3</sup>, тогда концентрация пылинок в нем:  $N = \frac{n}{V} = 3.6 \cdot 10^{-4}$  см<sup>-3</sup>,

то есть столкновения частиц друг с другом маловероятны.

Будем считать, что пылинки представляют собой вытянутые эллипсоиды вращения с отношением осей 1 : 3 и большая ось составляет 0.6 мкм, а площадь наименьшего сечения  $s = \pi (0.1)^2 \cdot 10^{-8}$  см<sup>2</sup>. Можно предположить, что в атмосфере сверхгиганта в области над большими пятнами концентрация атомов уже на расстоянии  $R_\mu$  над поверхностью  $N_g \ll \ll 10^{14}$  см<sup>-3</sup>, а на расстоянии  $3R_\mu$  примем  $N_g \approx 10^2$  см<sup>-3</sup>, тогда при относительной скорости потока пыли в газе  $v \approx 0.8 \cdot 10^7$  см/с ориентация пылинок произойдет за время  $t_g \sim \frac{4}{5} J_0^2 (N_g v^3 m_g^2 a^4)^{-1}$  [12]. Если

начальный угловой момент пылинок  $J_0 \sim 10^{-18}$  эрг.с [12],  $m_g \sim 1.66 \times 10^{-24}$  г — масса частицы газа и  $a \sim 0.3 \cdot 10^{-4}$  см — характерный размер пылинки, то  $t_g \approx 3.6 \cdot 10^8$  с, то есть ориентация произойдет примерно за полтора месяца. При этом вытянутые пылинки ориентируются длинной осью вдоль силовых линий магнитного поля, так как пылевое облако движется через газ параллельно полю [13]. Линейная поляризация излучения, рассеянного на полностью ориентированных частицах такого потока, будет полной и плоскость поляризации будет совпадать с плоскостью рассеяния [14].

Поток от  $\mu$  Сер в спектральной области  $V$ , при  $\bar{V} = 4^m 1$ , составляет  $F_\mu = 8.97 \cdot 10^{-14}$  Вт/см<sup>2</sup> мкм [15], а степень его поляризации пылевым облаком можно выразить следующим образом:

$$p_V = \frac{F_{\text{отр}}}{F_\mu + F_{\text{отр}}} 100\% \approx \frac{F_{\text{отр}}}{F_\mu} 100\%, \quad (1)$$

где  $F_{\text{отр}}$  — поток, отраженный от пылевого облака, который пропорционален общей поверхности пылевых частиц, освещаемой звездой, умноженной на их альбедо и обратно пропорционален квадрату расстояния от звезды до облака:

$$F_{\text{отр}} \sim k \frac{F_\mu \cdot A \cdot s \cdot n}{(3R_\mu)^2} \quad (2)$$

Здесь  $k = \langle \cos^2 \theta \rangle - \frac{1}{3}$  есть параметр, описывающий степень ориентации пылинок ( $\theta$  — угол между осью пылинки и направлением ориентации). В нашем случае полной ориентации вытянутых частиц вдоль поля  $k = \frac{2}{3}$  [12]. Для альbedo частиц примем среднее значение для межзвездных пылинок  $A = 0.5$  [11], тогда

$$p_V = \frac{2 \cdot A \cdot s \cdot n}{3 \cdot (3R_\mu)^2} 100\% = \frac{2 \cdot 0.5 \cdot 3.14 \cdot 10^{-10} \cdot 10^{37}}{3 \cdot 5.28 \cdot 10^{28}} 100\% \approx 2\%. \quad (3)$$

Таким образом, оказалось вполне возможным подобрать разумные параметры, чтобы при сделанных предположениях получить поляризацию, близкую к наблюдаемой.

в) *Объяснение изменений поляризации и блеска с 1965 г.* Теперь, сопоставляя схему на рис. 3 с изменениями поляризации и блеска  $\mu$  Сер (рис. 1), можно следующим образом описать в основных чертах происшедшие события:

1. Максимум поляризации I соответствует выбросу пыли вдоль магнитных силовых линий из активной области, находящейся за краем диска и приходится на небольшое увеличение блеска из-за выбросов газа вокруг еще не взорвавшейся активной области. Через полгода после максимума поляризации (при  $\theta \approx 175^\circ$ ) область продвинулась на  $9^\circ$ , на край диска и вызвала небольшой минимум блеска. К этому времени, при уже ушедшем от звезды основном потоке пыли, небольшая поляризация обусловлена, в основном, рассеянием на молекулярных облаках над областью, и плоскость поляризации стремится повернуться на  $90^\circ - 9^\circ$  (реальное изменение  $\theta$  в 1968 г. составило  $\sim 75^\circ$ ).

2. Учитывая, что в начале каждого цикла активности область пятнообразования находится дальше от экватора, чем в конце цикла, мы можем предположить, что и следующий выброс пыли произошел еще на невидимой стороне звезды у самого края диска, и потому максимум поляризации II (при  $\theta \approx 160^\circ$ ) немного предвещал соответствующий ему минимум блеска. Последующий переход к рассеянию на газовых выбросах вызвал поворот плоскости поляризации, однако полная величина этого поворота из-за пробела в наблюдениях в начале 1971 г. неизвестна.

3. Симметричный максимум поляризации III произошел еще через 2.5 года и пришелся на минимум блеска. На этот раз цикл активности происходил на видимой стороне звезды, хотя и на самом ее краю. В таком случае мы можем видеть различные участки силовых линий поля, определяющих плоскость поляризации, поэтому ее ориентация неустойчива. Кро-

ме того наблюдаются дополнительные всплески поляризации. Однако максимальная поляризация создается частицами, достаточно удаленными от звезды, находящимися в самой верхней части петель силовых линий. Эти частицы определяют и преимущественную ориентацию плоскости поляризации с позиционным углом  $\sim 140 \div 160^\circ$ , что близко к направлению, нормальному к радиусу, поэтому последующий переход к рассеянию на газовых облаках не должен был привести к сильному изменению угла  $\Theta$ , как и наблюдалось.

4. Максимум IV при  $\Theta \approx 15^\circ$  был вызван менее мощным выбросом пыли, когда активная область продвинулась еще на  $45^\circ$ . Затем продолжительное время поляризация медленно уменьшалась и при этом ее плоскость постепенно поворачивалась, совершив полный оборот за два года. В рамках предлагаемой модели можно предположить, что при постепенном удалении от звезды потока крупных частиц плоскость поляризации при рассеянии на мелких пылинках и газе стремилась постепенно повернуться до  $\Theta \approx (15^\circ + 90^\circ)$ . Когда угол достиг этого значения, начали возникать газовые выбросы вблизи активной области, продвинувшейся на край диска, создавая поляризацию с углом  $\Theta$ , нормальным к радиусу звезды в районе этой области ( $\Theta \approx 70^\circ$ ).

5. Вслед за этим поляризация начала быстро нарастать (максимум V) из-за выброса пыли из области, уже ушедшей за край диска, и плоскость поляризации столь же быстро повернулась до значений  $\Theta \approx 140^\circ \div 150^\circ$ .

6. Следующий максимум поляризации VI ( $\Theta \approx 30^\circ$ ) по нашей схеме уже не мог быть обеспечен той же активной областью. Его создал выброс пыли из антиподальной активной области, приближающейся к краю диска, но еще не взошедшей. Этот максимум не сопровождался, даже с запаздыванием, сколько-нибудь значительным минимумом блеска, возможно потому, что соответствующий цикл активности закончился ко времени выхода области на видимую сторону звезды.

7. Наблюдавшийся затем максимум поляризации VII, немного запаздывавший по отношению к минимуму блеска в начале 1982 г., обеспечивался выбросом пыли из области, целиком расположенной на видимой стороне звезды, отчего наблюдался минимум блеска глубже всех предыдущих, начиная с 1965 г. В этом случае поляризация создается при прохождении излучения звезды сквозь поток ориентированных частиц. Если частицы, как и прежде, ориентированы из-за движения пыли через газ, что равносильно ориентации газовым потоком, то, будучи выстроены длинными осями вдоль магнитного поля, они произведут теперь поляризацию света в направлении, перпендикулярном полю. Так как  $\Theta$  в этом случае составлял  $\sim 25^\circ$ , то магнитное поле над областью должно быть в среднем на-

правлено под углом  $45^\circ < \alpha < 90^\circ$  к экватору. В 1983 г., когда степень поляризации еще не уменьшилась, мы наблюдали, как плоскость поляризации сделала значительный и быстрый поворот (на  $\sim 40^\circ$  за  $\sim 75$  дней). Объяснение этому явлению можно усмотреть в том, что выброс пыли произошел все-таки еще близко к краю диска, и когда облако пыли, удаляясь от звезды, перестало проектироваться на диск, появилась поляризация рассеянного, а не прошедшего через пылевое облако излучения.

4. *Прогноз изменений поляризации и блеска  $\mu$  Сеп.* В модели было предположено, что активная область, вызывавшая изменения блеска и поляризации в течение 1967—1978 гг., проходила ближе к краю диска, чем экватор, а антиподальная область — ближе к центру. Такое предположение вызвано, в частности, тем, что очень значительных колебаний блеска в указанные годы не наблюдалось и общий уровень блеска был выше среднего. Минимум же 1981—1982 гг. сравним по глубине с минимумом 1960 г., за которым последовали изменения блеска с большими амплитудами ( $\geq 1^m$ ) в течение еще примерно пяти лет. Немногочисленные наблюдения поляризации, выполненные в то время разными авторами (Григорян, Шаховской, Вардanian), показали, что собственная поляризация имела позиционные углы в пределах от  $95^\circ$  до  $150^\circ$  [2].

Сообразовав нашу модель с предыдущими изменениями блеска и поляризации  $\mu$  Сеп, мы можем надеяться, что и дальнейшие изменения в общих чертах последуют в соответствии с предположением о циклической деятельности активных областей на поверхности медленно вращающейся звезды. То есть, в ближайшие пять лет следует ожидать, что произойдут, скорее всего, еще два глубоких минимума блеска, а соответствующие им максимумы поляризации будут происходить при позиционных углах около  $120^\circ \div 140^\circ$  в одном случае и  $100^\circ \div 80^\circ$  — в другом (см. пунктир на рис. 3).

Ленинградский государственный  
университет

## THE MODEL OF THE PHENOMENON RESPONSIBLE FOR VARIATIONS OF POLARIZATION AND BRIGHTNESS OF $\mu$ Cep

T. A. POLYAKOVA

A model is proposed explaining variations of brightness and intrinsic polarization of  $\mu$  Cep by two active antipodal regions rotating with the star. The polarization is caused by scattering of starlight on

dust streams ejected from spots in the active regions. The dust particles are oriented when moving through gas along magnetic field lines above the bipolar active regions. The parameters of polarization sources were chosen within known values to obtain maximum observed polarization. On the basis of this model brightness and polarization variations of  $\mu$  Cep are forecasted for the period of the next five or six years. Also the results of observations of  $\mu$  Cep for VI 1981 — VI 1983 are given.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Т. А. Полякова, Вестн. ЛГУ, № 7, 92, 1982.
2. Т. А. Полякова, Астрофизика, 16, 491, 1980.
3. Т. А. Полякова, Астрофизика, 10, 53, 1974.
4. Т. А. Полякова, Труды АО ЛГУ, 38, 91, 1982.
5. Т. А. Полякова, Переменные звезды, 20, 75, 1975.
6. Р. Крафт, Звездные атмосферы, ред. Дж. Л. Гринстейн, гл. 9, Мир, М., 1963.
7. W. Hassenstein, Publ. Astrophys. Obs. Potsdam, Bd. 29, 1, 3, 1938.
8. C. L. Hemenway, D. S. Hallgren, D. C. Shmalberger, Nature, 238, 256, 1972.
9. L. Hartmann, B. W. Vorp, M. Dussault, P. V. Noah, A. Klimke, Ap. J., 249, 662, 1981.
10. W. Hagen, Ap. J., Suppl. ser., 38, 1, 1978.
11. К. У. Аллен, Астрофизические величины, Мир, М., 1977.
12. А. Э. Долинов, И. Г. Митрофанов, Астрон. ж., 52, 1268, 1975.
13. А. Э. Долинов, И. Г. Митрофанов, Астрон. ж., 54, 1259, 1977.
14. А. Э. Долинов, Ю. Н. Гнедин, Н. А. Силантьев, Распространение и поляризация излучения в космической среде, Наука, М., 1979.
15. H. L. Johnson, Com. L. P. L., 3, 73, 1965.