

УДК: 524.3:520.82

ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ И ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЕ
НАБЛЮДЕНИЯ ЗВЕЗДЫ SAO 124414Н.Д.МЕЛИКЯН¹, К.МАНЬЯН², М.А.ЕРИЦЯН¹,
А.А.КАРАПЕТАН¹

Поступила 10 мая 2000

Принята к печати 11 августа 2000

В настоящей работе приводятся результаты фотометрических и поляриметрических наблюдений звезды SAO 124414 одновременно в BVR-областях спектра. Наблюдения проводились в течение 3 лет в Бюраканской астрофизической обсерватории. При постоянном блеске звезды в течение наблюдений зарегистрированы сильные изменения степени поляризации света во всех трех областях спектра. Подтверждено, что зарегистрированная поляризация света имеет звездный характер. Анализ результатов поляриметрических измерений не позволяет обнаружить периодичность в изменениях степени поляризации света.

1. *Введение.* Наши знания о средней эволюционной стадии между известными эволюционными стадиями AGB (Asymptotic Giant Branch) и планетарными туманностями значительно расширились после публикации данных IRAS. Звезды, находящиеся на этой стадии эволюции, принято называть пост-AGB-звездами. Поиски кандидатов в пост-AGB-звезды были основаны на обнаружении далекого IR-избытка, наличие которого обусловлено мощными выбросами вещества на всей продолжительности AGB-стадии [1-3]. Отметим, что почти во всех исследованиях ключевым параметром эволюции пост-AGB-звезд считается потеря массы, о чем свидетельствуют часто встречающиеся P-Cyg профили линии H_{α} . Интересные результаты были получены на основе спектроскопических наблюдений пост-AGB-звезды SAO 96709 = IRAS 07134 + 1005 [4]: в частности зарегистрирована переменность профилей линии H_{α} и переменность яркости в V-лучах с амплитудой $m = 0^m.15$.

Пост-AGB-звезды принято называть также протопланетарными туманностями. Звезды, находящиеся на этой стадии эволюции, очень малочисленны, поскольку продолжительность жизни звезд в стадии пост-AGB очень коротка: $10^3 - 10^4$ лет [5].

Изучение пост-AGB-звезд интересно и тем, что они часто встречаются в двойных системах. Часто, вместе с характерными температурами расширяющихся пылевых оболочек $T = 100 - 200$ К [6,7], встречаются и горячие компоненты пыли с $T = 500 - 1300$ К [8,9]. Отметим, что замечается положительная корреляция между вероятностью встречи

горячей околозвездной пыли и двойственностью звезды [10].

Предполагается, что звезда SAO 124414 = HD 179821 является кандидатом этой группы звезд. Эта звезда включена в список 25 вероятных кандидатов в пост-AGB и имеет спектральный класс F8 Ia [11]. Распределение 25 вероятных кандидатов в пост-AGB по спектрам показывает максимум в спектральном классе F: больше половины звезд (16 из 25) принадлежит спектральному классу F. Наблюдения показывают также наличие холодной пыли вокруг звезды SAO 124414 [11]. Она является одной из самых малоизученных среди вероятных пост-AGB-звезд, и, следовательно, фотометрические и поляриметрические наблюдения этой звезды могут привести к интересным результатам.

Начиная с 1996г., в Бюраканской астрофизической обсерватории проводятся фотометрические и поляриметрические наблюдения этой звезды. Первые же результаты оказались интересными [12].

В настоящей работе приводятся результаты наших наблюдений, выполненных за последние 3 года.

2. Наблюдения. Настоящие наблюдения проводились в период 1996-1998гг. с помощью фотополяриметра, установленного на 50-см телескопе АЗТ14 системы Кассегрена Бюраканской астрофизической обсерватории. Был использован фотоумножитель ФЭУ-79. Наблюдения проводились в *BVR*-областях спектра методом непосредственного измерения отсчета. Время одного поляриметрического наблюдения в одном цвете составляло 2.5 мин, приблизительно столько же продолжались фотометрические наблюдения. Отметим, что полная серия фотометрических и поляриметрических наблюдений изучаемой звезды и звезд сравнения во всех цветах выполнена в течение приблизительно 90 мин.

Ошибки измерения параметров поляризации и яркости звезды во всех наблюдаемых областях спектра почти одинаковы и соответственно равны: $\sigma_{P\%}(BVR) = 0.2\%$, $\sigma_{\theta}(BVR) = 2^\circ$ и $\sigma_m(BVR) = 0^m.01-0^m.02$.

Во время наблюдений, для исследования поляризации света области вокруг изучаемой звезды, а также для фотометрии были выбраны несколько звезд в непосредственном окружении SAO 124414. Ни у одной из этих звезд не зарегистрирована поляризация света, превышающая ошибки измерений.

Более подробно о методе наблюдений и об использованной аппаратуре ранее было описано в [13].

3. Результаты наблюдений. В течение 21 ночи наблюдений получены 30 фотометрических и поляриметрических измерений во всех *BVR*-областях спектра. В табл.1 приводятся результаты этих наблюдений. В соответствующих столбцах таблицы приводятся: юлианские дни (JD), степень поляризации света - $P\%$, значения угла плоскости поляризации - θ° и звездная величина - m в *BVR*-областях спектра.

Таблица 1

РЕЗУЛЬТАТЫ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И
ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ SAO 124414

N	JD 2450+	$P_B\%$	$P_V\%$	$P_R\%$	θ_B°	θ_V°	θ_R°	m_B	m_V	m_R
1	603.330	3.00	2.00	1.80	124	132	127	9.58	8.61	8.42
2	603.390	3.00	2.00	1.80	124	132	127	9.58	8.61	8.42
3	604.270	3.00	2.00	1.70	125	130	127	9.58	8.60	8.41
4	613.230	3.50	2.00	2.00	129	129	126	9.62	8.61	8.40
5	613.270	3.50	2.00	2.00	129	129	126	9.61	8.61	8.40
6	613.320	3.50	2.00	2.00	128	127	126	9.60	8.59	8.42
7	613.360	3.50	2.00	2.00	129	128	126	9.60	8.60	8.40
8	613.420	3.50	2.00	2.00	129	128	127	9.62	8.61	8.40
9	637.290	2.70	2.10	1.60	138	129	128	9.59	8.60	8.40
10	638.310	2.80	2.20	1.50	124	148	138	9.59	8.60	8.41
11	640.300	2.10	1.60	0.80	140	135	135	9.60	8.62	8.40
12	640.380	2.10	1.60	0.80	139	135	133	9.61	8.60	8.40
13	640.500	2.20	1.60	0.80	140	135	135	9.60	8.61	8.40
14	641.250	3.70	3.10	1.30	143	138	129	9.58	8.59	8.42
15	641.390	3.70	3.10	1.30	142	137	126	9.58	8.59	8.40
16	641.470	3.70	3.10	1.30	142	137	127	9.58	8.60	8.40
17	729.000	4.40	2.40	1.20	134	138	138	9.60	8.60	8.40
18	731.000	4.00	1.90	1.00	135	135	135	9.57	8.57	8.43
19	733.000	4.00	2.00	1.20	135	136	138	9.59	8.61	8.42
20	778.000	1.90	≤ 3.0	≤ 3.0	155	-	-	9.62	8.60	8.42
21	779.000	1.90	≤ 3.0	≤ 3.0	157	-	-	9.61	8.60	8.42
22	780.000	2.00	≤ 3.0	≤ 3.0	155	-	-	9.59	8.62	8.40
23	781.000	1.80	≤ 3.0	≤ 3.0	155	-	-	9.60	8.62	8.40
24	784.000	4.60	3.10	1.70	134	135	135	9.61	8.60	8.42
25	786.000	4.20	3.00	1.50	134	135	135	9.62	8.62	8.40
26	1073.000	2.60	1.90	2.30	154	147	147	9.60	8.62	8.40
27	1079.000	2.60	1.96	2.33	154	147	147	9.61	8.62	8.43
28	1102.000	2.20	2.15	2.17	135	135	127	9.57	8.61	8.40
29	1108.000	4.10	3.47	2.55	142	138	130	9.59	8.62	8.42
30	1109.000	4.19	3.10	2.48	142	138	132	9.60	8.59	8.40

Как видно из данных табл.1 никаких изменений блеска у звезды SAO124414 в период наших наблюдений не зарегистрировано: все колебания яркости находятся в пределах ошибок измерений. По-видимому, или звезда имеет практически постоянный блеск, или же амплитуда изменений блеска меньше величины $0^m.06$, т.е. порядка или меньше величины 3σ .

Зарегистрированы сильные изменения степени поляризации света во всех наблюдаемых областях спектра. Зависимость степени поляризации света от длины волны(см. рис.1), отсутствие поляризации света звезд в окрестности звезды SAO 124414 и сильные изменения степени поляризации света в течение нескольких дней показывают, что зарегистрированная

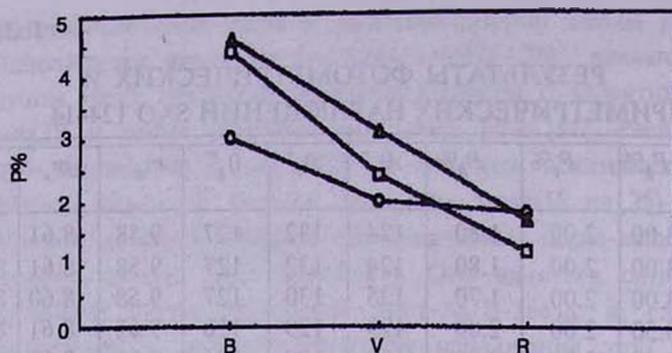


Рис.1. Зависимость степени поляризации света от длины волн.

поляризация света звезды имеет звездный характер, наличие которой ранее было отмечено [14].

На рис.2 для иллюстрации приводится ход изменения степени поляризации света в течение наблюдательного периода в *BVR*-областях спектра. Зарегистрированные изменения в разных лучах в основном повторяют друг друга. Попытки обнаружить периодичность в изменениях степени поляризации света звезды с помощью Фурье-анализа на основе настоящих наблюдений не привели к положительным результатам.

4. *Заключение.* На основе настоящих наблюдений предполагаемой пост-AGB-звезды SAO 124414 можно перечислить следующие интересные результаты:

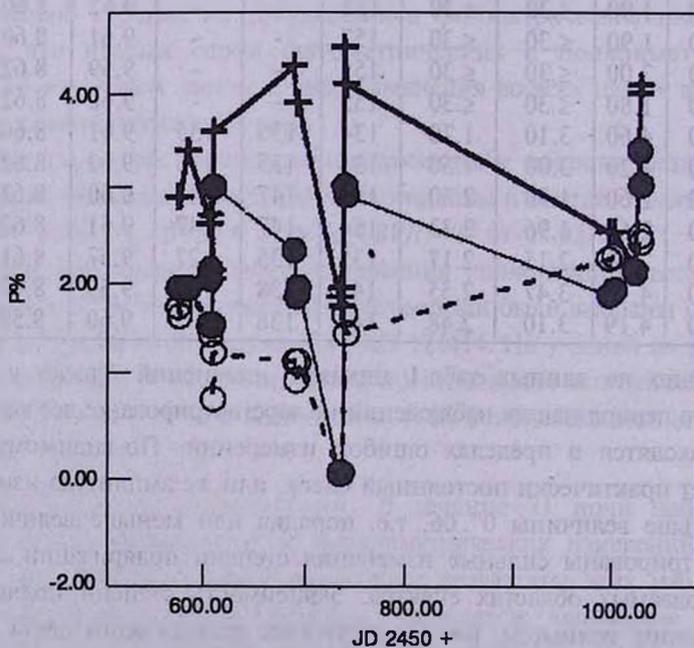


Рис.2. Ход изменения степени поляризации света. Крестиками обозначены наблюдения в *B*-лучах, черными кружками - в *V*-лучах и светлыми кружками - в *R*-лучах.

а) В течение всего наблюдательного периода яркость звезды во всех наблюдаемых областях спектра в пределах ошибок фотометрических измерений остается практически постоянной.

б) Впервые зарегистрированы сильные изменения степени поляризации света звезды SAO 124414 и подтверждено, что зарегистрированная поляризация имеет звездный характер. Показано также, что, по крайней мере на основе настоящих наблюдений, изменения степени поляризации света звезды не имеют периодического характера.

Одним из самых интересных результатов является то, что сильные изменения степени поляризации света зарегистрированы на фоне практически постоянного блеска звезды.

Таким образом, несмотря на то, что изучаемая звезда по многим параметрам считается кандидатом в пост-AGB и, в частности, обладает протяженной околос звездной оболочкой[15], во время наших фотометрических и поляриметрических наблюдений она не показала изменения яркости, тем более периодического характера, как, например, в случае пост-AGB-звезды SAO 96709[4]. Зарегистрированные сильные изменения степени поляризации света также не показывают периодический характер, какой мы имеем в случае долгопериодических переменных звезд типа Миры Кита[16].

Результаты наших наблюдений не позволяют уверенно отнести изучаемую звезду к числу пост-AGB-звезд, несмотря на наличие бурных процессов в атмосфере звезды, о чем свидетельствуют сильные изменения степени поляризации света и наличие протяженной околос звездной оболочки[8,9,14]. С другой стороны, согласно разработанным моделям для пост-AGB-звезд ключевым параметром в их эволюции является интенсивная потеря массы [5,17]. Известно, что амплитуда изменения степени поляризации света коррелирует с размерами потери массы как в случае двойных звезд[18], так и в случае одиночных звезд[19]: большие изменения степени поляризации света соответствуют большим размерам потери массы. С этой точки зрения изучаемая звезда вполне может быть хорошим кандидатом в пост-AGB.

Для решения вопроса об эволюционном статусе звезды SAO 124414 необходимо провести спектральные наблюдения с высоким разрешением. Вполне возможно, что сильные изменения степени поляризации света звезды могут быть связаны с изменениями интенсивностей спектральных линий, что не регистрируется в интегральном свете.

¹ Бюраканская астрофизическая обсерватория им. В.А.Амбарцумяна, Армения

² Университет Монпелье 2, Франция

PHOTOMETRIC AND POLARIMETRIC OBSERVATIONS OF THE STAR SAO 124414

N.D.MELIKIAN¹, C.MAGNAN², M.A.ERITSIAN¹,
A.A.KARAPETIAN¹

The results of photometric and polarimetric observations of the star SAO 124414 simultaneously in *BVR* bands of the spectrum are presented. The observations were carried out during 3 years in the Byurakan Astrophysical Observatory. At constant brightness of the star during our observations the strong changes of light polarization in all three bands of the spectrum were detected. It is shown, that the detected light polarization has a stellar character. The analysis of results of polarimetric measurements do not allow to find out periodicity in changes of the degree of light polarization.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *W.E.C.J. Van der Veen, H.J.Habing, T.R.Geballe*, *Astron.Astrophys.*, **226**, 108, 1989.
2. *K.Volk, S.Kwok*, *Astrophys.J.*, **342**, 345, 1989.
3. *R.D.Oudmajer, W.E.C.J. Van der Veen, L.B.F.M.Waters, N.R.Trans, C.Waelkens, E.Engelsman*, *Astron.Astrophys., Suppl., ser.*, **96**, 625, 1992.
4. *A.Lebre, N.Mauron, D.Gillet, D.Barthes*, *Astron.Astrophys.*, **310**, 923, 1996.
5. *T.Blocker*, *Astron. Astrophys.*, **299**, 755, 1995.
6. *B.J.Hrivnak, S.Kwok, K.M.Volk*, *Astrophys.J.*, **346**, 265, 1989.
7. *R.Szczerba, A.Omont, K.M.Volk, P.Cox, S.Kwok*, *Astron. Astrophys.*, **317**, 859, 1997.
8. *N.R.Trans, L.B.F.M.Waters et al.*, *Astron.Astrophys.Suppl., ser.*, **87**, 361, 1991.
9. *L.B.F.M.Waters, C.Waelkens, M.Mayor, N.R.Trans*, *Astron. Astrophys.*, **269**, 242, 1993.
10. *L.B.F.M.Waters, C.Waelkens, H.Van Winckel*, *IAU Symp.*, **180**, 211, 1997.
11. *L.B.F.M. Waters, C.Waelkens, N.R.Trans*, "From Miras to Planetary Nebulae", eds. M.-O. Mennessier, A.Omont, 1989, p.449.
12. *N.D.Melikian, M.A.Eritsian, A.A.Karapetian, A.Lebre*, *IBVS*, №4523, 1997.
13. *М.А.Ерицян, С.Е.Нерсисян*, *Астрофизика*, **20**, 355, 1984.
14. *S.R.Trammell, H.L.Dinerstein, R.W.Goodrich*, *Astron.J.*, **108**, 984, 1994.
15. *G.W.Hawkins et al.*, *Astrophys.J.*, **452**, 314, 1995.
16. *Н.Д.Меликян*, *Астрофизика*, **39**, 541, 1996.
17. *D.Schonberner*, "From Miras to Planetary Nebulae", ed. M.-O. Mennessier, A.Omont., 1989, p.355.
18. *Н.М.Шаховской*, *Астрон.ж.*, **41**, вып.4, 1042, 1964.
19. *Э.А.Витриченко, Ю.С.Ефимов*, *Изв.Крым. астрофиз. обсерв.*, **34**, 114, 1965.