АСТРОФИЗИКА

ТОМ 23 АВГУСТ, 1985 ВЫПУСК 1

УДК: 524.31.01—355

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕЖЗВЕЗДНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ СВЕТА КРАСНЫХ СВЕРХГИГАНТОВ

Г. В. АБРАМЯН

Поступила 16 января 1985
Принята к печати 8 мая 1985

По данным поляризационного каталога на магнитной ленте определена межзвездная составляющая линейной поляризации света 10 красных сверхгигантов. В некоторых случаях наблюдается корреляция степени собственной поляризации с изменениями блеска. Найдена прямолинейная зависимость степени собственной поляризации света красных сверхгигантов от величины поглощения в околозвездных пылевых оболочках и от показателя цвета *I-K*.

1. *Введение.* Существование собственной линейной поляризации звездного излучения было установлено в Бюраканской астрофизической обсерватории Григоряном в 1958 г. по результатам наблюдений красного сверхгиганта μ Сер [1]. В настоящее время исследованию собственной поляризации света различных типов переменных звезд посвящена обширная литература [2]. В частности, в ранних работах Григоряна [3], Дика и Дженинга [4], Серковского [5] и Арсениевич [6] сообщается об открытии собственной поляризации света семнадцати красных сверхгигантов. В дальнейшем нами выявлена и исследована собственная поляризация света еще у 22 красных сверхгигантов [7]. Таким образом, в настоящее время собственная поляризация света открыта примерно у одной трети из известных в северном полушарии неба красных сверхгигантов (у 39 звезд из 120).

Собственную поляризацию света красных сверхгигантов выявляют преимущественно по переменности параметров наблюдаемой поляризации, так как эти звезды расположены вблизи галактической плоскости и их излучение дополнительно поляризуется при прохождении через газово-пылевую составляющую нашей Галактики. Для небольших значений степени собственной и межзвездной поляризаций с достаточной точностью можно написать, что $q_H = q_C + q_M$ и $u_H = u_C + u_M$, где q_H, u_H, q_C,

u_C, q_M, u_M являются безразмерными параметрами Стокса наблюдаемой, собственной и межзвездной поляризаций света, соответственно. Как следует из этих соотношений, для определения параметров собственной поляризации необходимо заранее знать межзвездную составляющую линейной поляризации света. С этой целью разные авторы использовали различные методы [8—13]. Первые достоверные данные о межзвездной составляющей поляризации света красных сверхгигантов (для двух звезд— μ Сер и RW Сер) получила Полякова [12].

В 1980 г. нами по результатам электрофотометрических и электрополяриметрических наблюдений соседних звезд была определена межзвездная составляющая линейной поляризации света 12 красных сверхгигантов [14]. Настоящая работа содержит результаты определения межзвездной составляющей линейной поляризации света 10 красных сверхгигантов и является продолжением нашей прежней работы [14].

2. *Межзвездная составляющая линейной поляризации света 10 красных сверхгигантов.* Для определения межзвездной составляющей поляризации нами использован метод соседних звезд, при котором по поляризационным характеристикам звезд ранних спектральных классов, близко расположенных в пространстве к красному сверхгиганту, выводится межзвездная составляющая линейной поляризации его света.

Необходимые звезды выбирались из каталога поляризационных данных на магнитной ленте [15] по специально предусмотренной нами для этой цели программе отбора и обработки данных. Вокруг каждого сверхгиганта выбиралось не менее шести звезд ранних спектральных классов. В богатых звездами областях количество отобранных звезд иногда превосходило 20. Угловое расстояние соседних звезд от исследуемых красных сверхгигантов для двух областей не превышало 1°, а в остальных восьми случаях было меньше 0.°5.

Для каждой области по поляризационным, фотометрическим и спектральным данным выбранных звезд строились зависимости отношений q/A_V и u/A_V от величины общего межзвездного поглощения A_V. Здесь q и u— безразмерные параметры Стокса для звезд ранних спектральных типов. Графики этих зависимостей приведены на рис. 1. На этих и последующих графиках вертикальными стрелками указаны места соответствующих красных сверхгигантов. Из рис. 1, зная общее межзвездное поглощение света, можно определить межзвездную составляющую линейной поляризации света красных сверхгигантов. Использовать с этой целью общее поглощение света красных сверхгигантов, вычисленное по избыткам цветов, недопустимо, так как в этом случае поглощение получается больше межзвездного из-за присутствия поглощающей околозвездной оболочки. Поэтому значения межзвездного поглощения света красных сверхгигантов

определялись из графиков зависимостей общего межзвездного поглощения от истинного модуля расстояния, построенных для каждой области в отдельности для тех же выбранных соседних звезд, что и выше. Графики

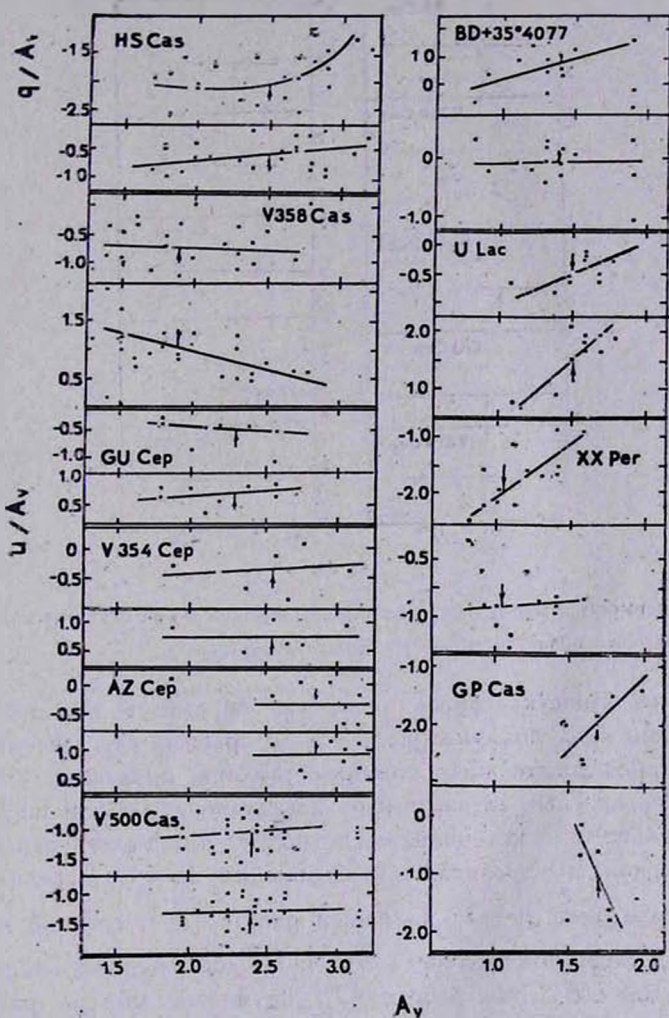

Рис. 1. Зависимость отношений q/A_V и u/A_V от величины общего межзвездного поглощения A_V.

этих зависимостей приведены на рис. 2. Из них по предварительно вычисленным значениям модулей расстояний красных сверхгигантов определялась величина межзвездного поглощения их света.

Модули расстояний красных сверхгигантов вычислялись по нормальным показателям цветов и абсолютным звездным величинам, согласно калибровкам Дютчмана, Дейвиса и Шильда [16]. При этом принималось,

что для красных сверхгигантов $R = A_V/E_{B-V} = 3.6$ согласно работе Ли [17].

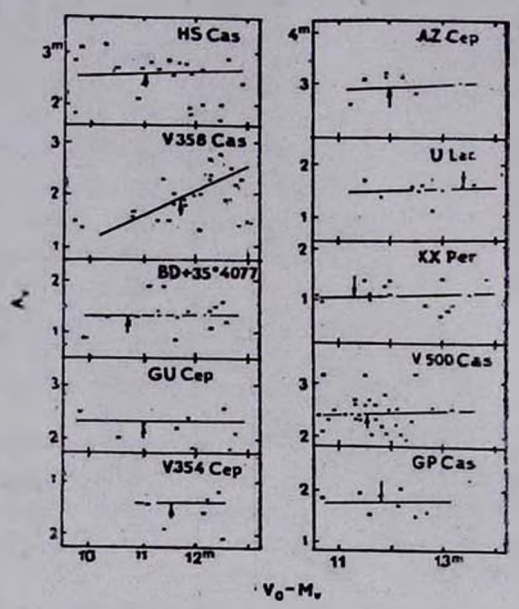

Рис. 2. Зависимость общего межзвездного поглощения A_V от истинного модуля расстояний $V_0 - M_V$ для областей вокруг красных сверхгигантов.

Полученные вышеуказанным способом параметры межзвездной составляющей линейной поляризации света 10 красных сверхгигантов даны в табл. 1. В последовательных столбцах таблицы приведены следующие данные: номера красных сверхгигантов по каталогу BD или по [18], название переменных или источник, по которому установлена переменность блеска, двумерная спектральная классификация по [19], средний блеск $\overline{V}$ и показатель цвета $\overline{B-V}$ по нашей работе [20], средние величины степени $\overline{P}_H$ и позиционного угла $\overline{\theta}_H$ наблюдаемой поляризации в полосе V системы UBV по работе [7], истинный модуль расстояния $V_0 - M_V$ и общее поглощение A_V, вычисленные по избыткам цветов $B-V$; общее мажзвездное поглощение света A_{VM}, полученное по соседним звездам; степень P_M и позиционный угол θ_M межзвездной поляризации света красных сверхгигантов, полученные в настоящей работе; среднее значение степени $\overline{P_C}$ и позиционного угла $\overline{\theta_C}$ собственной поляризации света, вычисленные по наблюдаемым величинам из работы [7], количество соседних звезд, по которым определена межзвездная поляризация.

Таблица 1

СПЕКТРАЛЬНЫЕ, ФОТОМЕТРИЧЕСКИЕ И ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ 10 КРАСНЫХ СВЕРХГИГАНТОВ

№	BD или Case	Название перемен.	Спектр	$\overline{V}$	$\overline{B-V}$	$\overline{P}_H$	$\overline{\theta}_H$	V_0-M_V	A_V	A_{VM}	P_M	θ_M	P_C	θ_C	n
1	+60° 207	HS Cas	M 3.1 1b	9.63	2.59	4.8	95	11.03	3.10	2.52	4.7	98	0.8	61	23
2	+54° 444	XX Per	M 3.6 1b	8.13	2.13	2.9	97	11.30	1.33	1.04	2.5	107	1.2	72	14
3	+58° 501	GP Cas	M 2.8 1ab	9.63	2.73	6.4	109	11.83	3.60	1.71	3.7	107	3.0	125	7
4	+57° 647	V 500 Cas	M 2.9 1ab	9.57	2.79	5.3	107	11.55	3.82	2.47	4.2	116	1.9	86	29
5	+35° 4077	[20]	M 2.6 1ab	9.68	3.05	2.6	34	10.69	4.79	1.40	0.9	176	2.5	44	16
6	+58° 2396	AZ Cep	M 1.6 1a	9.53	2.86	4.3	50	11.95	4.18	2.90	2.7	53	1.6	46	7
7	Case 75	V354 Cep	M 2.7 1ab	11.03	3.19	5.2	36	11.57	5.26	2.60	2.3	61	4.1	24	6
8	+54° 3863	U Lac	M 2.5 1a	8.89	2.31	2.7	51	13.37	2.16	1.55	2.6	53	0.9	21	10
9	Case 80	GU Cep	M 2.7 1b	9.56	2.56	3.6	93	11.07	2.99	2.31	2.0	63	3.2	110	8
10	+57° 2750	V358 Cas	M 4.0 1ab	9.51	2.77	1.7	1	11.71	3.60	1.90	2.5	62	3.8	163	25

3. *Собственная линейная поляризация света 10 красных сверхгигантов.* Полученные выше параметры межзвездной составляющей поляризации вычитались из наблюденных значений параметров поляризации соответствующих красных сверхгигантов, приведенных в нашей работе [7].

Зависимость собственной линейной поляризации света красных сверхгигантов от их блеска в полосе V цветовой системы UBV графически представлена на рис. 3. Оценки блеска красных сверхгигантов получены

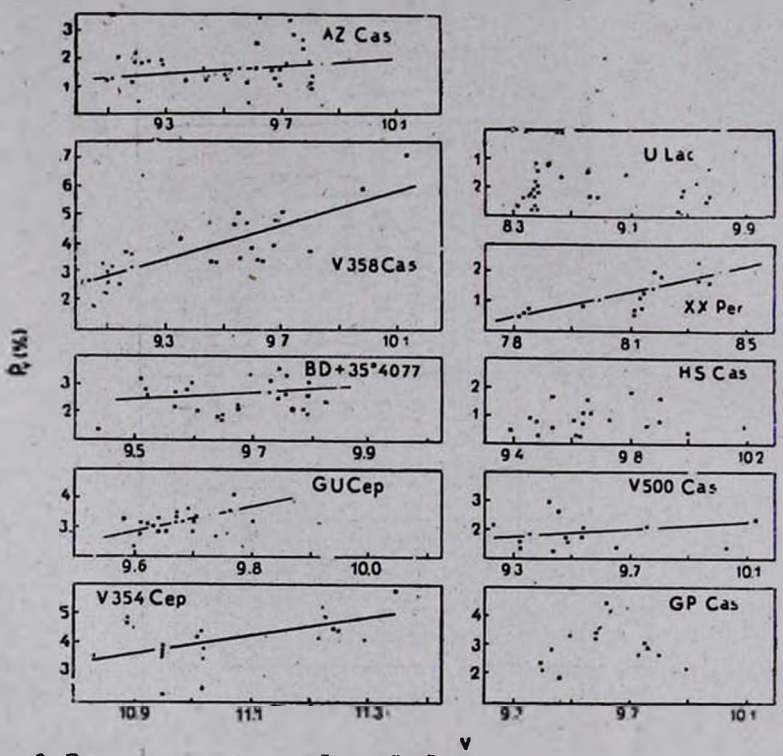

Рис. 3. Зависимость собственной линейной поляризации света красных сверхгигантов от их блеска в полосе V.

нами почти одновременно с поляризационными измерениями [20] с точностью не хуже $\pm 0.^m03$. Как следует из рис. 3, степень собственной поляризации света четырех звезд (V 358 Cas, GU Cep, V 354 Cep и XX Per) увеличивается с уменьшением их блеска в полосе V. Такая же зависимость найдена нами ранее еще для пяти красных сверхгигантов [14]. Таким образом, из 24 красных сверхгигантов с известными значениями межзвездной составляющей поляризации в девяти случаях наблюдается заметная корреляция блеска со степенью собственной поляризации. В этом отношении красные сверхгиганты похожи на Мириды. Не у всех Мирид с собствен-

ной поляризацией света наблюдается корреляция между блеском и степенью поляризации [21].

Сравнение значений общего поглощения света красных сверхгигантов, полученных по избыткам их цветов (A_V) и по соседним звездам ранних спектральных классов (A_{VM}), показывает, что для всех 10 звезд первая величина превосходит вторую. Этот факт говорит о том, что в ближайших окрестностях красных сверхгигантов происходит существенное поглощение их излучения, которое иногда даже превосходит межзвездное. Данное поглощение, по всей вероятности, происходит в околозвездных пылевых оболочках, присутствие которых вокруг многих красных сверхгигантов установлено по избыткам инфракрасного излучения [22]. График зависимости средней по времени степени собственной поляризации P_C от величины поглощения $\Delta A_V = A_V - A_{VM}$ в околозвездных оболочках представлен на рис. 4. Были использованы также и данные нашей прежней работы [14]. Как следует из рис. 4, степень собственной поляризации света красных сверхгигантов линейно возрастает с возрастанием поглощения в пылевых оболочках. Данная зависимость свидетельствует о том, что собственная поляризация света красных сверхгигантов возникает в околозвездных пылевых оболочках.

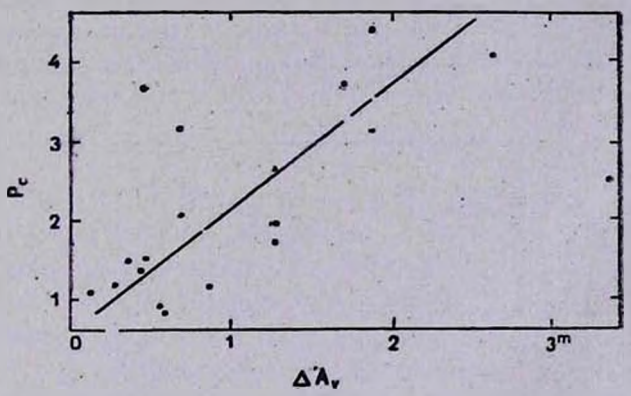

Рис. 4. Зависимость степени собственной поляризации света красных сверхгигантов от величины поглощения в околозвездных оболочках.

По нашим поляризационным данным [7] и фотометрическим данным из работы Ли [17] был построен график зависимости степени наблюдаемой поляризации P_H от показателя цвета $(I - K)$ для всех красных сверхгигантов из [7] (рис. 5). Из рисунка следует, что красные сверхгиганты с собственной поляризацией света в среднем по показателю цвета $(I - K)$ краснее сверхгигантов, поляризация света которых имеет чисто межзвездное происхождение. Как следует из двухцветной диаграммы $(I - K)$ — $(B - V)$ красных сверхгигантов, построенной по данным Ли [17], пока-

затель цвета $(I - K)$ возрастает с возрастанием $B - V$, то есть с покраснением звезд из-за межзвездного поглощения. Поэтому может оказаться, что корреляция степени наблюдаемой поляризации с $(I - K)$ полностью является результатом зависимости P_H от межзвездного поглоще-

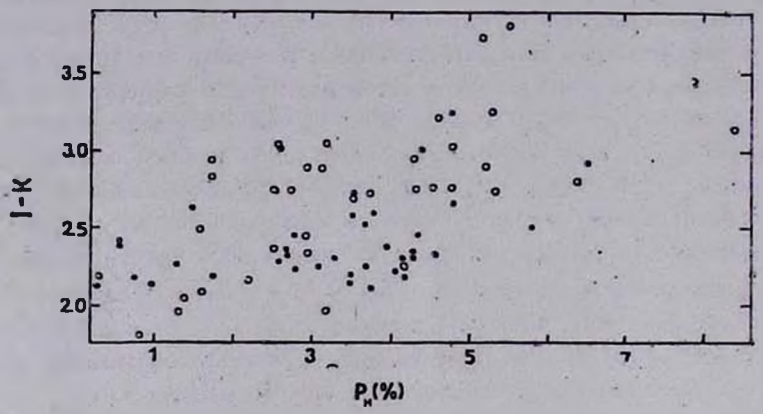

Рис. 5. Зависимость степени наблюдаемой поляризации света красных сверхгигантов от их показателя цвета I—K. о — звезды с собственной поляризацией света. • — звезды, поляризация света которых имеет межзвездное происхождение.

ния. Чтобы выяснить этот вопрос, был построен график зависимости средней по времени степени собственной поляризации света красных сверхгигантов от показателя цвета $(I - K)$ (рис. 6). Из рисунка следует, что сте-

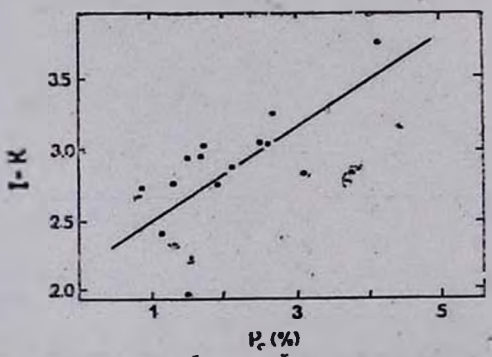

Рис. 6. Зависимость степени собственной поляризации света красных сверхгигантов от показателя цвета I—K.

пень собственной поляризации света красных сверхгигантов возрастает с покраснением звезд соответственно показателю цвета $(I - K)$. Этот факт также говорит о том, что собственная поляризация света красных сверхгигантов возникает в околозвездных оболочках, так как покраснение в $(I - K)$ частично обусловлено воздействием этих оболочек.

4. *Выводы*. 1. Получены параметры межзвездной составляющей линейной поляризации света 10 красных сверхгигантов.

2. Вычислены значения параметров собственной поляризации света этих 10 звезд.

3. В случае четырех красных сверхгигантов выявлена прямолинейная зависимость степени собственной поляризации света от изменений блеска.

4. Степень собственной поляризации света красных сверхгигантов в среднем коррелирует с величиной поглощения света в околозвездных пылевых оболочках. Чем выше поглощение, тем больше степень собственной поляризации.

5. Степень собственной поляризации света красных сверхгигантов линейно возрастает в зависимости от показателя цвета $(I-K)$. Чем «краснее» звезда в этом цвете, тем выше степень собственной поляризации.

Бюраканская астгофизическая
обсерватория

DETERMINATION OF THE INTERSTELLAR COMPONENT OF THE LINEAR LIGHT POLARIZATION OF RED SUPERGIANTS

H. V. ABRAHAMIAN

Using the data of the Polarization Catalogue, the interstellar component of the linear light polarization of 10 red supergiants is determined. In some cases a correlation between the degree of intrinsic polarization and the light variation is noticed. A linear dependence between the degree of intrinsic light polarization of red supergiants and the amount of absorption in the circumstellar dust cloud and the colour-index $(I-K)$ is found.

ЛИТЕРАТУРА

1. *К. А. Григорян*, Сообщ. Бюраканской обс., 25, 45, 1958.
2. *T. Gehrels*, Planets, Stars and Nebulae Studied With Photopolarimetry, Tucson, Arizona, 1974.
3. *К. А. Григорян*, Сообщ. Бюраканской обс., 27, 46, 1959.
4. *H. M. Dyk, M. C. Jennings*, A. J., 76. 431, 1959.
5. *K. Serkowski*, Contr. Kitt Peak Obs., 554, 107, 1971.
6. *Е. Арсениевич*, Сообщ. Бюраканской обс., 44, 91, 1972.
7. *Г. В. Абрамян*, Сообщ. Бюраканской обс., 52, 24, 1980.

8. *Р. А. Варданян*, Сообщ. Бюраканской обс., 35, 3, 1964.
9. *G. V. Coyne, A. Kruszewski*, A. J., 73, 20, 1968.
10. *Н. М. Шаховской*, Изв. Крымской обс., 39, 11, 1963.
11. *C. Freidman*, Astron. Nachr., 293, 179, 1972.
12. *Т. А. Полякова*, Астрофизика, 10, 53, 1974.
13. *Т. А. Полякова*, Вестн. ЛГУ, 7, 143, 1976.
14. *Г. В. Абрамян*, Сообщ. Бюраканской обс., 53, 40, 1980.
15. Bulletin d'Infovmation du CDS, 15, 1t5, 1978.
16. *W. A. Deutschham, R. J. Davies, R. E. Schild*, Ap. J. Suppl. Ser., 30, 97, 1976.
17. *T. A. Lee*, Ap. J., 162, 217, 1970.
18. *J. J. Massau, V. M Blanco, W. W. Morgan*, Ap. J., 120, 478, 1954.
19. *N. M. White, R. F. Wing*, Ap. J., 222, 209, 1978.
20. *Г. В. Абрамян*, Сообщ. Бюраканской обс., 53, 3, 1980.
21. *H. M. Dgk*, A. J., 73, 688, 1968.
22. *H. M. Dyk, W. I. Forrest, F. C. Gillett et al.*, Ap. J., 165, 57, 1971.
23. *Г. В. Абрамян*, Сообщ., Бюраканской обс., 52, 13, 1980.