

УДК: 524.4—337—357:520.85

BVR-НАБЛЮДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЯРИЗАЦИИ ЗВЕЗД  
В ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ ТУМАННОСТЯХ

Л. А. ПАВЛОВА, Ф. К. РСПАЕВ

Поступила 31 января 1984

Принята к печати 20 июля 1984

Представлены наблюдаемые величины поляризации ядер отражательных туманностей и звезд поля в  $B$ ,  $V$ ,  $R$  фильтрах. Обнаружена связь между направлением вектора поляризации, структурой отражательной туманности и формой облака, где туманность расположена. Направление поляризации для звезд, просвечивающих сквозь волокнистую структуру туманности, совпадает с направлением волокон. Звезды, расположенные на краю облаков и каналов, имеют направление вектора поляризации такое же, как и видимая граница облака.

1. *Введение.* Для изучения структуры магнитных полей в Галактике большой интерес представляют измерения линейной поляризации света звезд, расположенных в темных облаках. Ядра отражательных туманностей принадлежат к населению темных облаков, их цветовые и поляризационные свойства позволяют определить некоторые характеристики пылевой составляющей этих областей. Для многих из них определены инфракрасные избытки цвета и известны величины поляризации в отдельных длинах волн, но многоцветная поляриметрия была получена в основном для звезд, включенных в списки Хербига [1], и несколько ядер были измерены Серковским и др. [2], Ковном [3]. Используя совокупность знаний о поглощении  $A_\lambda$ , поляризации  $P_\lambda$ , инфракрасных избытках цвета у наблюдаемых объектов, можно делать выводы о свойствах межзвездных частиц космической пыли, околозвездных оболочках, эволюционном статусе самих звезд.

Основная цель настоящей работы состояла в получении величин оптической поляризации и ее ориентации в цветах  $B$ ,  $V$ ,  $R$ , для ядер отражательных туманностей и звезд поля, для выяснения ее связи со структурными особенностями туманностей.

В работе [4] было отмечено, что в тех случаях, когда волокнистая структура туманности носит регулярный характер, т. е. волокна параллель-

10—1102

ны друг другу, а длина их сравнима с размером туманности, имеется четкая связь между плоскостью поляризации света звезды и направлением волокон. Среди отражательных туманностей около 30% с волокнистой структурой, остальные иррегулярные, аморфные, радиально-волокнистые. Измерения параметров состояния поляризации  $P$  и  $\theta$  для разных типов туманностей представляют интерес для изучения структурных и эволюционных особенностей этих объектов.

2. *Наблюдения и обработка.* Наблюдения велись на 1-м телескопе системы Ричи-Кретьена и/п «Карл Цейсс» Иена, установленном на высокогорном Ассы-Тургенском плато близ Алма-Аты. Для многоцветной поляриметрии ядер отражательных туманностей использовался одноканальный поляриметр с поляридом, вращающимся от четырехфазного шагового двигателя типа ДШ-04А, имеющего 16 угловых положений через 22.5°. Скорость вращения 100 шагов в секунду. В качестве приемника излучения применялся ФЭУ-79 с мультищелочным фотокатодом, регистрация сигнала велась в режиме счета фотонов. Наблюдения проводились в цветовой системе  $B$  (0.44 мкм),  $V$  (0.55 мкм),  $R$  (0.7 мкм). Регистрация и обработка результатов выполнялись одновременно с помощью управляющей машины СЦВМ «Планета-3».

Во всех наблюдениях использовалась диафрагма 16". В зависимости от яркости объекта продолжительность одной экспозиции варьировалась в интервале от 0.5 до 1.5 минут. Для каждого объекта выполнялось несколько (от 3 до 8) серий с одной и той же экспозицией. Фон неба измерялся до и после измерения объекта для каждого фильтра. При наличии вблизи ядра стандартной звезды с известными величинами  $m_B$ ,  $m_V$ ,  $m_R$  проводилась фотометрическая привязка, после наблюдений и обработки на печать выдавалось значение  $\Delta m = m_{об} - m_{ст}$ . В дальнейшем мы предполагаем получить величины  $m_R$ , которые известны пока для единичных ядер отражательных туманностей.

Представленные в настоящей работе наблюдения охватывают период с 2 по 15 августа 1983 г. Для контроля стабильности работы электрополяриметра измерялись стандартные звезды с большими параметрами поляризации. Среди объектов из нашего списка цветовая поляризация известна для звезд: N 92, 103 [2], 100, 105 [1], 95 [8], 108 [9]; сходимость величин, полученных нами и другими авторами, по всем фильтрам хорошая. По-видимому, некоторые расхождения обусловлены нестационарностью звезд и переменной поляризацией.

3. *Результаты.* Результаты наблюдений приведены в табл. 1.

В колонке 1 даны номера звезд из каталога [7] (эти же номера представлены на рис. 1); 2 — номера по HD/BD и МК-классификация; 3 — из-

Таблица 1

№	HD/BD, МК	$E_{B-V}$	Цвет. сист.	$m$	$P$	$\theta_E$	$\theta_G$	$\lambda_{\max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
92	170740 B2 IV—V	0.48	<i>B</i>	5.96	$1.80 \pm 0.09$	$78^\circ \pm 1$	140°	0.58
			<i>V</i>	5.72	$2.07 \pm 0.08$	$77 \pm 1$	139	
			<i>R</i>		$1.89 \pm 0.19$	$75 \pm 3$	137	
94	22°3686 A B2e 9	0.57	<i>B</i>	9.54*	$0.66 \pm 0.13$	$6 \pm 6$	68	0.58
			<i>V</i>	9.02*	$0.79 \pm 0.19$	$10 \pm 7$	72	
			<i>R</i>	8.55*	$0.61 \pm 0.15$	$7 \pm 7$	69	
	22°3687B B2pe	0.90	<i>B</i>	10.06	$2.53 \pm 0.08$	$178 \pm 1$	60	0.44
			<i>V</i>	9.42	$2.42 \pm 0.17$	$3 \pm 2$	65	
			<i>R</i>	8.59	$2.0 \pm 0.08$	$6 \pm 2$	68	
95	182918 B6V	0.34	<i>B</i>	8.78	$1.23 \pm 0.09$	$20 \pm 2$	82	0.60
			<i>V</i>	8.61	$1.51 \pm 0.13$	$19 \pm 2$	81	
			<i>R</i>	8.41	$1.45 \pm 0.15$	$19 \pm 3$	81	
97	1.183014 B3V <i>N</i>	0.20	<i>B</i>	8.06	$0.54 \pm 0.12$	$4 \pm 7$	65	0.58
			<i>V</i>	8.04	$0.61 \pm 0.18$	$8 \pm 9$	69	
			<i>R</i>	7.97	$0.69 \pm 0.11$	$171 \pm 5$	52	
	B7V <i>S</i>	0.18	<i>B</i>	8.24	$0.53 \pm 0.11$	$9 \pm 6$	70	0.56
			<i>V</i>	8.18	$0.71 \pm 0.16$	$176 \pm 7$	57	
			<i>R</i>	8.09	$0.57 \pm 0.06$	$15 \pm 3$	76	
	2.+20°4141 B9V	0.37	<i>B</i>	9.59	$1.62 \pm 0.10$	$175 \pm 2$	56	0.59
			<i>V</i>	9.28	$1.84 \pm 0.15$	$174 \pm 2$	57	
			<i>R</i>	8.95	$1.79 \pm 0.20$	$169 \pm 3$	50	
	3.183058 B0.5V	0.44	<i>B</i>	7.30	$1.18 \pm 0.07$	$179 \pm 2$	60	0.52
			<i>V</i>	7.14	$1.28 \pm 0.07$	$178 \pm 1$	59	
			<i>R</i>	6.96*	$1.10 \pm 0.09$	$1 \pm 2$	62	
	4.20°4143A		<i>B</i>	10.10	$1.61 \pm 0.16$	$8 \pm 3$	69	0.52
			<i>V</i>	9.71	$1.89 \pm 0.15$	$9 \pm 2$	70	
			<i>R</i>	9.43	$1.49 \pm 0.14$	$5 \pm 3$	66	
	<i>B</i> <i>C</i>		<i>V</i>	11.00*	$1.15 \pm 0.40$	$22 \pm 10$	83	
			<i>V</i>	11.50*	$1.74 \pm 0.55$	$11 \pm 9$	72	
100	41°3731 B3n	0.32	<i>B</i>	10.0	$0.36 \pm 0.14$	$54 \pm 11$	113	0.55
			<i>V</i>	9.90	$0.58 \pm 0.10$	$63 \pm 5$	122	
			<i>R</i>		$0.35 \pm 0.12$	$52 \pm 10$	111	
101	41°3737 B3Vn	0.35	<i>B</i>	9.39	$1.39 \pm 0.15$	$37 \pm 3$	92	0.50
			<i>V</i>	9.26	$1.34 \pm 0.11$	$43 \pm 2$	98	
			<i>R</i>		$1.0 \pm 0.13$	$39 \pm 4$	94	

Таблица 1 (продолжение)

2	2	3	4	5	6	7	8	9
103	199478 B8Ia	0.50	B	6.15	$1.74 \pm 0.06$	$11^0 \pm 1$	61	0.45
			V	5.69	$1.67 \pm 0.04$	$10 \pm 1$	60	
			R	5.20	$1.57 \pm 0.04$	$10 \pm 1$	60	
104	199714 B8Ia	0.56	B	8.50	$1.48 \pm 0.15$	$10 \pm 3$	59	0.65
			V	8.25	$1.53 \pm 0.13$	$12 \pm 2$	61	
			R	5.49*	$1.52 \pm 0.25$	$12 \pm 5$	61	
105	200775 B5o	0.60	B	7.78	$0.86 \pm 0.12$	$91 \pm 4$	142	
			V	7.39	$0.86 \pm 0.11$	$94 \pm 4$	145	
			R		$0.70 \pm 0.05$	$91 \pm 2$	142	
106	203025A B2IIIo	0.47	B	6.65	$0.92 \pm 0.04$	$74 \pm 3$	120	0.44
			V	6.44	$0.57 \pm 0.05$	$86 \pm 2$	132	
			R		$0.36 \pm 0.12$	$78 \pm 9$	124	
	203338B M1Iape+B	B	6.35*	$0.44 \pm 0.03$	$77 \pm 2$	123	0.55	
		V	5.79	$0.55 \pm 0.05$	$79 \pm 3$	125		
		R		$0.48 \pm 0.07$	$85 \pm 4$	131		
107	67°1300A A 2		B	10.25*	$0.48 \pm 0.16$	$140 \pm 10$	11	0.51
			V	9.28*	$0.46 \pm 0.13$	$150 \pm 8$	21	
			R		$0.32 \pm 0.06$	$135 \pm 6$	6	
	67°1299B B8V		B	8.39*	$0.03 \pm 0.20$			
			V	8.04*	$0.09 \pm 0.03$	$50 \pm 16$	101	
			R		$0.19 \pm 0.04$	$31 \pm 6$		
108	203467 B3oH	0.21	B	5.17	$0.50 \pm 0.05$	$110 \pm 3$	149	0.65
			V	5.14	$0.71 \pm 0.07$	$112 \pm 3$	151	
			R		$0.68 \pm 0.10$	$109 \pm 4$	148	
109	206135 B3V	0.41	B	8.58	$1.54 \pm 0.14$	$68 \pm 3$	110	0.54
			V	8.40	$1.77 \pm 0.03$	$67 \pm 1$	109	
			R		$1.42 \pm 0.21$	$65 \pm 4$	107	
115	72°1018A B8V	0.67	B	10.35	$0.41 \pm 0.15$	$137 \pm 11$	171	0.60
			V	9.80	$0.41 \pm 0.15$	$139 \pm 11$	175	
			R		$0.48 \pm 0.18$	$127 \pm 11$	161	
115	B		V	10.65*	$0.58 \pm 0.48$	$28 \pm 24$		
			R		$0.74 \pm 0.48$	$77 \pm 19$		
116	210806A B8IV	0.25	B	8.47	$1.31 \pm 0.16$	$42 \pm 4$	88	0.54
			V	8.38	$1.41 \pm 0.13$	$45 \pm 3$	91	
			R		$1.26 \pm 0.07$	$47 \pm 2$	93	

Таблица 1 (продолжение)

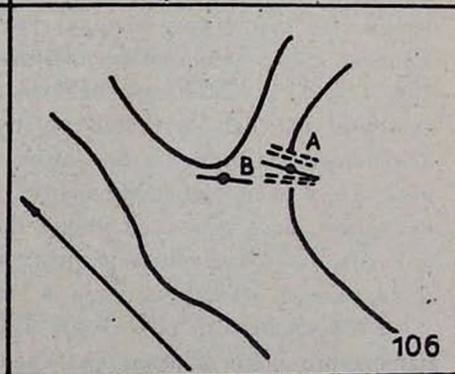
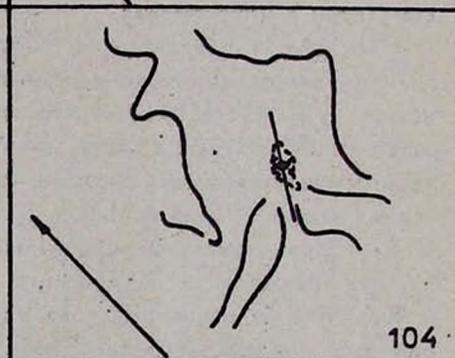
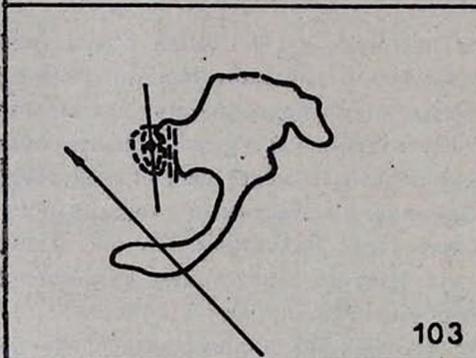
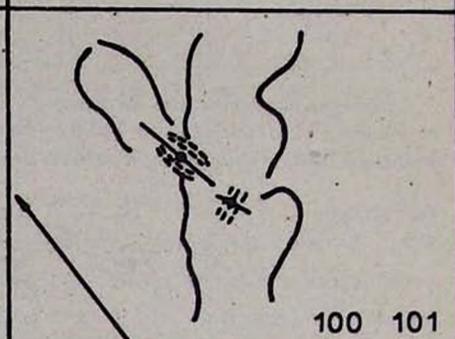
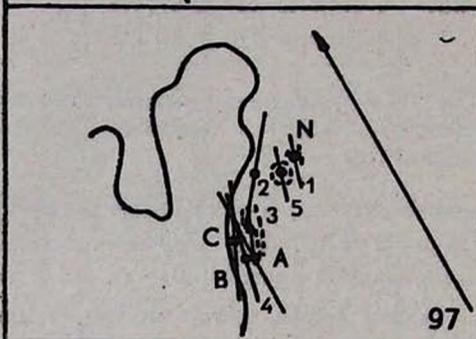
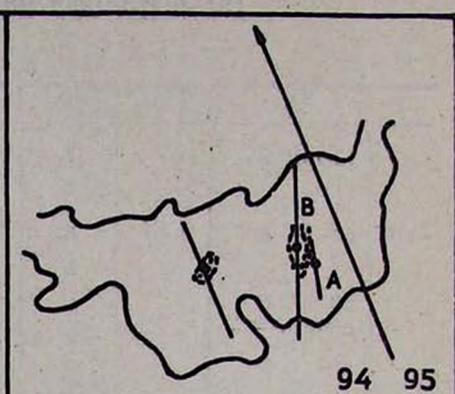
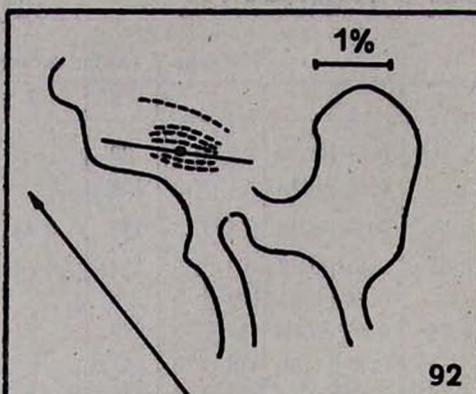
1	2	3	4	5	6	7	8	9
117	72°1019 В	0.21	V	9.10*	0.31±0.07	52°± 7	88	0.54
			R		0.32±0.13	72 ±12	108	
	69°1231 А		B	9.43	0.79±0.18	115 ± 7	150	
			V	9.29	0.8 ±0.12	109 ± 4	144	
	В9.5V В		R	8.18*	0.60±0.11	103 ± 5	138	
			69°1232		V	0.84±0.08	113 ± 3	
	A0 С		R	0.88±0.10	110 ± 3	145		
	69°1233		V	8.30*	0.72±0.15	121 ± 6	156	
A0	R	0.71±0.08	110 ± 3	145				

Примечание: Звездные величины  $B$ ,  $V$  и МК-классификация приведены из каталога Расине [5], а для области Vul R2 (№ 94, 95, 97) из работы Хербста [6]; звездные величины, полученные нами, отмечены звездочкой\*.

бытки цвета  $E_{B-V}$ ; 4 —  $B$ ,  $V$ ,  $R$  цветовая система; 5 — звездные величины  $B$ ,  $V$ ,  $R$ ; 6 — наблюдаемая поляризация и ее ошибка; 7 — позиционный угол плоскости колебаний  $\theta_E$  в экваториальной системе; 8 — то же в галактической системе ( $\theta_0$ ); 9 —  $\lambda_{\max}$  (длина волны, где поляризация максимальна) в микрометрах.

На рис. 1 представлены карты наблюдаемых областей с указанием границ облаков и каналов и направление галактического экватора, обозначенное стрелкой. Известно, что межзвездная поляризация вызывается ослаблением излучения света звезд вытянутыми частицами, ориентированными магнитным полем, которое носит более или менее регулярный характер в Галактике. Для большей части звезд, с известными данными о  $P$  и  $\theta$ , вектор поляризации параллелен плоскости Галактики. Из рис. 1 видно, что направление поляризации для ядер отражательных туманностей обусловлено, в основном, локальным магнитным полем того облака, где они расположены. Для ядер, вокруг которых мы видим характерную волокнистую структуру, направление поляризации совпадает с положением волокон. Это хорошо видно на примере объектов под номерами 92, 101, 106, 108, 115, 116, 117. Единственный случай № 100 (NGC 6914) характерен наличием слабовыраженной структуры волокон, перпендикулярных направлению наблюдаемой поляризации и плоскости Галактики. В этом случае небольшая величина поляризации (что не свойственно звездам, просвечивающим сквозь волокна) может быть объяснена тем, что звезда освещает волокна, расположенные за ней, и обусловлена межзвездным веществом, находящимся между звездой и наблюдателем.

Объект № 107 (BD + 67° 1300) интересен как пример локального магнитного поля. Звезда связана с небольшим облаком, более четко види-



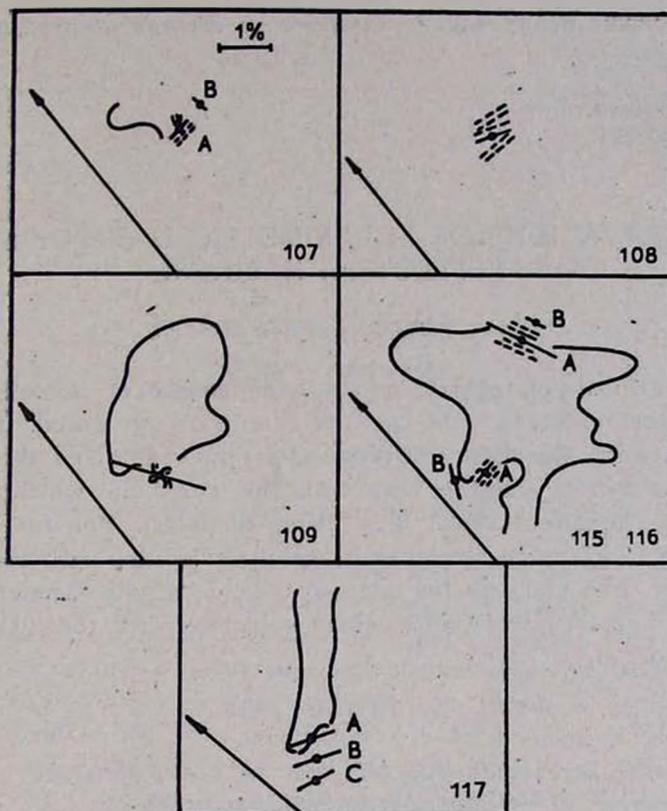


Рис. 1. Схематические карты наблюдаемых областей с указанием границ облаков и каналов, структуры отражательных туманностей и направления вектора поляризации излучения звезд.

мым на Е-картах Паломарского атласа; направление поляризации совпадает с видимым краем кометарной туманности и с системой волокон, расположенных около объекта. У соседней звезды  $BD + 67^\circ 1299$  поляризация, по нашим наблюдениям, мала ( $P_V = 0.09 \pm 0.03\%$ ) и направлена вдоль плоскости Галактики.

В тех случаях, когда отражательные туманности наблюдаются вблизи внутренней или внешней границ облака и канала и имеют аморфную структуру, ориентация вектора поляризации и ядер и звезд поля совпадает с направлением вытянутости этой границы. Очень хорошо это иллюстрируют на рис. 1 объекты № 97, 109, 115, 116, 117. Звезды поля, отстоящие от видимого края облака на  $10'$ — $15'$ , имеют зачастую то же направление поляризации. По-видимому, магнитное поле облака возмущает окрестности, сохраняя свою структуру, подобную форме наблюдаемых об-

лаков, а величина поляризации указывает на степень погружения звезды в облако.

Астрофизический институт  
АН Каз.ССР

## BVR—OBSERVATIONS OF POLARIMETRIC DATA OF STARS IN REFLECTION NEBULAE

L. A. PAVLOVA, F. K. RSPAEV

Observational polarimetric data for the nucleus of reflection nebulae and field stars obtained with *B*, *V*, *R* filters are presented. Connection is found between the direction of polarization vector and the structure of reflection nebula and the shape of the cloud in which the nebula is situated. The direction of the plane of polarization for the stars behind the filamentary structure of nebula coincides with the direction of filaments. The stars on the edge of the clouds and channel show the direction of polarization vector which coincides with the visible border of the cloud.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *F. J. Vrba, G. D. Schmidt, P. M. Hintzen*, *Ap. J.*, 227, 185, 1979.
2. *K. Serkowski, D. S. Mathewson, V. L. Ford*, *Ap. J.*, 196, 261, 1975.
3. *G. V. Соуна*, *Ap. J.*, 79, 505, 1974.
4. *А. В. Курчаков*, *Астрофизика*, 9, 477, 1973.
5. *R. Racine*, *A. J.*, 73, 233, 1968.
6. *W. Herbst, D. P. Miller, I. W. Warner, A. Herzog*, *A. J.*, 87, 98, 1982.
7. *Д. А. Рожковский, А. В. Курчаков*, *Труды АФИ АН Каз.ССР*, 11, 3, 1968.
8. *Н. В. Вошинников, П. Е. Марченко*, *Астрон. ж.*, 59, 1115, 1982.
9. *Т. Маркканен*, *Научн. информ. Астросовета АН СССР*, 45, 45, 1978.