

УДК: 524.338—6

НАБЛЮДЕНИЯ ПОЛЯРИЗАЦИИ ИЗЛУЧЕНИЯ ЗВЕЗД
В R-АССОЦИАЦИЯХ

Л. А. ПАВЛОВА, Ф. К. РСПАЕВ

Поступила 2 апреля 1986

Принята к печати 15 августа 1986

Получены новые наблюдения параметров поляризации излучения звезд в отражательных туманностях в областях Cas, Peg R1, Seg, CMa R1. Обнаружено несколько звезд с переменной поляризацией. Для ряда звезд вычислены параметры «собственной» околозвездной поляризации с учетом межзвездной составляющей по методу Серковского. Рассматривается связь вектора поляризации со структурой туманностей. Для области CMa R1 выделено локальное магнитное поле, масштаб которого определяется размером ассоциации.

Настоящая работа является продолжением программы по исследованию линейной поляризации излучения звезд, освещающих отражательные туманности. Ассоциации отражательных туманностей пространственно связаны с OB- и T-ассоциациями и темными облаками, где обнаружены признаки недавнего звездообразования. Наличие молекулярных эмиссий CO, CS, HCN и др. в отражательных туманностях, ИК-избытки излучения ядер позволяют отнести ядра отражательных туманностей к ранним стадиям эволюции звезд [1, 2]. Повышенное значение поляризации излучения и распределения позиционных углов у звезд дают возможность изучать локальные магнитные поля в R-ассоциациях, а цветовые параметры поляризации несут дополнительную информацию о свойствах околозвездной среды. Поиски связи направления вектора поляризации со структурными деталями туманностей, формой облаков или плоскостью Галактики позволяют выделять локальные магнитные поля разных масштабов.

Наблюдения проводились в течение 1985 г. на 1-м телескопе системы Ричи—Кретьена с помощью одноканального электрополяриметра в режиме счета фотонов. Методика наблюдений и обработки результатов описана в работе [3]. Исследовались звезды в отражательных туманностях в областях Cas, Peg R1, Seg, CMa R1. Для большей части звезд параметры поляризации были получены впервые. Для большинства звезд получены данные фотометрии.

В табл. 1 приведены результаты *BVR*-фотометрии и поляриметрии звезд в областях Cas и Per R1. В 1 столбце приведены номера звезд по Ван ден Бергу [4]; 2 — HD/BD-звезд; 3—4 — МК-классификация и избытки цвета *E_{B-V}*-звезд из каталога [5]; 5 — цветовая система; 6 — *BVR*-фотометрия звезд, полученная нами; 7 — степень поляризации в процентах и ошибка ее измерения; 8 — позиционный угол вектора поляризации в экваториальной системе координат и ошибка его измерения; 9 — позиционный угол в галактической системе координат; 10 — длина волны максимальной поляризации; 11 — индекс туманности или звезды.

Первые четыре звезды в табл. 1 не входят в какую-либо R-ассоциацию. Наблюдается необычный ход поляризации с длиной волны у HD 17443, структура туманности которой имеет вид S-образных волокон, вытянутых в том же направлении, что и вектор поляризации. Переменная RZ Cas (N7) показывает изменение позиционного угла с длиной волны. В общем, ядра отражательных туманностей, как и звезды поля в области Cas, показывают направление вектора поляризации, почти параллельное плоскости Галактики.

Область Per R1. Исследовались несколько звезд в окрестности туманностей NGC 1333 и IC 348, которые расположены на разных концах темного облака L 1450, вытянутого почти перпендикулярно плоскости Галактики. В окрестности NGC 1333 расположено много звезд типа T Tau, объекты Хербига—Аро. Эмиссия CO вблизи ядер имеет повышенное значение, что характерно для областей звездообразования [1, 2]. Изучение магнитного поля по окрестным звездам представлено в работе [6], где выделены два преимущественных направления векторов поляризации с позиционными углами $\theta = 105^\circ \pm 15^\circ$ и $\theta = 15^\circ \pm 15^\circ$. Авторы считают, что это может быть связано с двумя облаками на луче зрения с однородным распределением позиционных углов. Наблюдаемые нами звезды в отражательных туманностях расположены на разных краях облака. Направление поляризации BD + 30°549 (NGC 1333) и BD + 30°540 (Ced 13) близко к направлению плоскости Галактики и вытянутости уступов облака. Звезды в Ced 12 и Ced 15, расположенные на северной и южной границах облака, показывают направление поляризации, близкое к изменению видимых контуров облака. Такое распределение позиционных углов может быть связано с деформацией облака с локальным магнитным полем под действием общего поля Галактики. У всех звезд наблюдаемый максимум поляризации находится в области $\lambda \sim 0.7$ мкм.

В окрестности туманности IC 348 обнаружены молекулярные эмиссии CO, CS и HCN, что говорит о большой плотности и неоднородности среды [2]. У центральной звезды HD 281159 (BD + 31°643) заметно изменение позиционного угла поляризации с длиной волны и со временем. Предыду-

Таблица 1

ФОТОМЕТРИЯ И ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЗВЕЗД В ОТРАЖАТЕЛЬНЫХ
ТУМАННОСТЯХ В Cas И Per R1

| № | HD/BD | МК | E_{B-V} | Φ | m | $P\%$ | σP | θ | $\sigma\theta$ | θG | λ_{max} | Индекс | | |
|-------|--------|-----------|-----------|--------|-------|-------|------------|----------|----------------|------------|-----------------|----------|----|-----|
| 6 | 61°315 | A0 I | 1.00 | B | 10.52 | 4.29 | 0.48 | 90° | 2° | 76 | 0.46 | | | |
| | | | | | V | 9.59 | 4.09 | 0.22 | 94 | | | | 2 | |
| | | | | | R | 9.13 | 3.90 | 0.22 | 90 | | | | 3 | |
| 7 | 17138 | A2 V | 0.10 | B | 6.75 | 0.16 | 0.12 | 87 | 22 | | | RZ Cas | | |
| | | | | | V | 6.60 | 0.19 | 0.14 | 75 | | | | 21 | 121 |
| | | | | | R | | 0.21 | 0.14 | 147 | | | | 19 | |
| 8 | 17443 | B9 V | 0.34 | B | 9.0 | 1.36 | 0.17 | 134 | 3 | 109 | | | | |
| | | | | | V | 8.74 | 0.65 | 0.12 | 135 | | | | 9 | |
| | | | | | R | | 1.03 | 0.16 | 140 | | | | 4 | |
| 9 | 17463 | F6Ib-IV | 0.32 | B | 6.69 | 1.80 | 0.21 | 127 | 3 | | | SU Cas | | |
| | | | | | V | 5.9 | 1.93 | 0.11 | 130 | | | | 3 | |
| | | | | | R | | 1.56 | 0.12 | 128 | | | | 2 | |
| 12 | 21110 | K4 III-IV | 0.21 | B | 8.86 | 0.69 | 0.03 | 71 | 1 | 31 | 0.7 | Ced 12 | | |
| | | | | | V | 7.31 | 0.87 | 0.04 | 66 | | | | 2 | |
| | | | | | R | 6.65 | 0.88 | 0.07 | 68 | | | | 2 | |
| 13 | 30°540 | B8 V | 0.46 | B | 9.58 | 1.11 | 0.24 | 111 | 6 | 71 | 0.65 | Ced 13 | | |
| | | | | | V | 9.22 | 1.70 | 0.11 | 110 | | | | 2 | 72 |
| | | | | | R | 9.11 | 1.38 | 0.16 | 116 | | | | 3 | |
| 16 | 29°565 | F0 V | 0.30 | B | 9.69 | 0.57 | 0.19 | 87 | 9 | 47 | 0.7 | Ced 15 | | |
| | | | | | V | 9.14 | 0.63 | 0.15 | 73 | | | | 7 | |
| | | | | | R | 8.90 | 0.75 | 0.24 | 91 | | | | 9 | |
| 17 | 30°549 | B8 V | 0.60 | B | 11.07 | 2.16 | 0.42 | 91 | 6 | 81 | 0.7 | NGC 1333 | | |
| | | | | | V | 10.56 | 2.36 | 0.29 | 114 | | | | 3 | 85 |
| | | | | | R | 10.20 | 2.50 | 0.34 | 109 | | | | 4 | |
| 19 | 281159 | B5 V | 0.88 | B | 9.44 | 0.86 | 0.18 | 157 | 6 | 117 | 0.7 | IC 348 | | |
| | | | | | V | 8.67 | 1.17 | 0.07 | 138 | | | | 2 | |
| | | | | | R | 8.42 | 1.41 | 0.18 | 142 | | | | 4 | |
| 1 АВ. | A0 V | | | B | 10.27 | 2.93 | 0.48 | 26 | 5 | 166 | | | | |
| | | | | | V | 9.96 | 2.92 | 0.23 | 18 | | | | 2 | |
| | | | | | R | 9.76 | 2.94 | 0.28 | 21 | | | | 3 | |
| 2 | F0m | | 0.63 | B | 11.72 | 3.29 | 0.32 | 171 | 3 | | 0.43 | | | |
| | | | | | V | 10.73 | 1.65 | 0.19 | 154 | | | | 3 | |
| | | | | | R | 10.27 | 2.58 | 0.31 | 169 | | | | 3 | |
| 19a | 3 | A0 | 1.05 | B | 12.49 | 2.85 | 0.80 | 8 | 9 | 148 | 0.55 | | | |
| | | | | | V | 11.29 | 3.38 | 0.34 | 8 | | | | 3 | |
| | | | | | R | 10.58 | 3.03 | 0.24 | 178 | | | | 2 | |

шие наблюдения, полученные А. В. Курчаковым [7], показали $P_V = 1.6\%$, $\theta = 125^\circ$. Интересно отметить, что вариации позиционного угла вектора поляризации совпадают с позиционными углами волокон 120° — 160° туманности. Заметное отклонение вектора поляризации у этой звезды является, по-видимому, признаком околосредней поляризации. Используя данные каталогов [8, 15], мы определили вклад межзвездной поляризации. Было выбрано 7 звезд, для которых по усредненным параметрам Стокса получено значение межзвездной поляризации: $P_m = 0.97\%$, $\theta = 35^\circ$, $\lambda_m = 0.54$ мкм. Применяя эмпирическую формулу Серковского

$$P_\lambda = P_m \exp[-1.15 \ln^2(\lambda_m/\lambda)],$$

исправляем наблюдаемые параметры Стокса. Вычисленные параметры околосредней поляризации оказались следующими: $P_V = 1.51\%$ (140°), $P_V = 2.09\%$ (132°), $P_R = 2.22\%$ (135°). Совпадение направления околосредней поляризации с вытянутостью волокон туманности может быть свидетельством того, что основным механизмом возникновения поляризации является рассеяние на пылевых частицах в асимметричной туманности, ориентированных локальным магнитным полем. Масштаб локальности, по-видимому, определяется размером туманности. Максимум поляризации находится в области $\lambda \sim 0.7$ мкм и может быть характеристикой как размеров частиц, так и степени их ориентации. На это указывает более низкое значение величины поляризации у центральной звезды туманности IC 348 по сравнению с близко расположенными звездами, у которых преимущественное направление поляризации $\theta \sim 170^\circ$ — 8° хорошо соответствует позиционному углу $\theta \sim 0^\circ$ видимого края облака. Это довольно распространенный случай для звезд, расположенных вблизи границ облаков, который свидетельствует, по-видимому, о влиянии магнитного поля облака на его форму. Отметим, что и позиционный угол межзвездной поляризации отражает локальную вытянутость облака вблизи IC 348 (рис. 1). По сравнению с поляризационными данными для этой области, приведенными в работе [17], мы получили необычный ход поляризации с длиной волны для звезды № 2 (в работе [17] она обозначена G 11). Аналогичные изменения поляризации наблюдаются у формирующихся звезд [14].

Область Змеи. Группа отражательных туманностей связана с поглощающим облаком, расположенным в плоскости Галактики и вытянутым вдоль нее. В облаке находится биполярная красная туманность S 68, в которой обнаружены ИК-источники, H_2O -мазер, объект Жербига—Аро, область высокоскоростных движений CO [9, 10]. Наблюдается эмиссионная полоса около 10 мкм, которая связана с пылью, нагретой до нескольких сот градусов. Спектральный состав звезд в окрестности S 68 и в отражательных туманностях близок, в основном это звезды классов B5-A. Об-

ласть представляет интерес с точки зрения изучения последовательных стадий эволюции звезд, расположенных на разных глубинах в темном облаке.

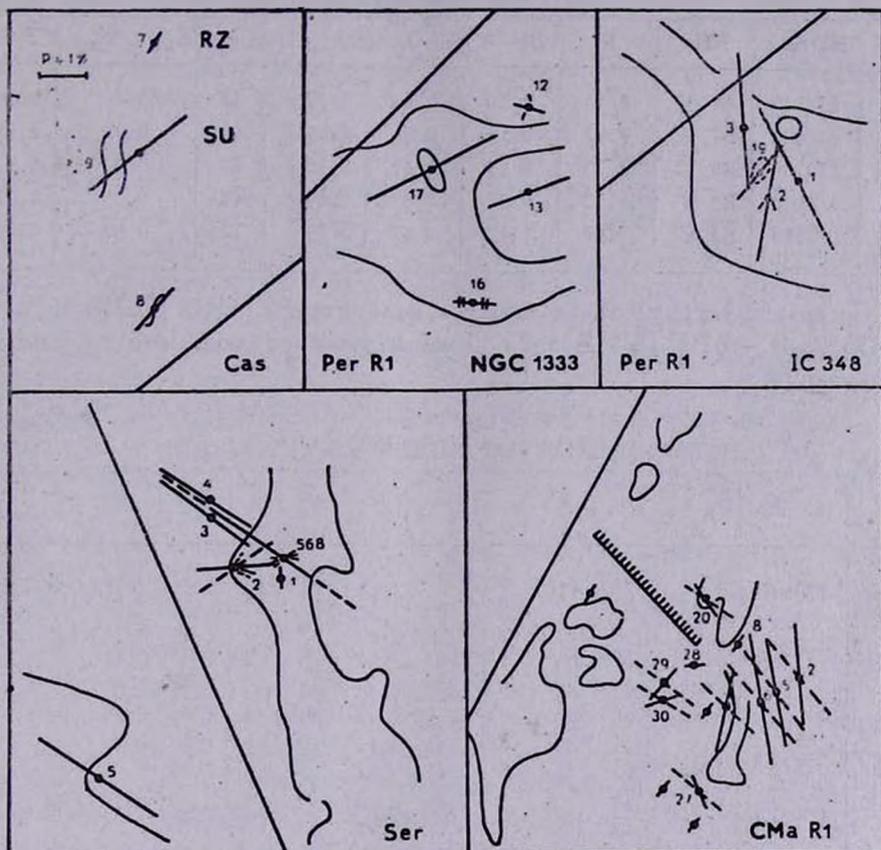


Рис. 1. Схематические карты наблюдаемых областей R-ассоциации с указанием границ темных облаков, структуры отражательных туманностей, направления плоскости Галактики и направления плоскости поляризации излучения звезд.

В табл. 2 приведены фотометрические наблюдения звезд, полученные в течение двух ночей—9 и 13 июля 1985 г.: № 2, 3, 5 — ядра отражательных туманностей, № 1, 4 — звезды поля. Спектральная классификация звезд проводилась нами по спектрам, полученным с 6° предобъективной призмой на 50-см менисковом телескопе. Избытки цвета были получены, используя стандартную систему цветов Джонсона. Параметр E_{V-R}/E_{B-V} может использоваться для выявления связи звезды с облаком. Хербст и др. [11] приводят значение этого параметра 0.80 для звезд поля, 0.89 для

звезд в облаках. Ядра отражательных туманностей (№ 2, 3, 5) действительно связаны с темными облаками.

Таблица 2

ФОТОМЕТРИЯ ЗВЕЗД

| № | HD/BD | МК | V | B-V | V-R | E_{B-V} | E_{V-R} | E_{V-R}/E_{B-V} | P/E |
|---|--------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| 1 | 170545 | A0 V | 8 ^m 51 | 0 ^m 16 | 0 ^m 11 | 0 ^m 17 | 0 ^m 11 | 0.7 | 1.9 |
| 2 | 170634 | B7 V | 9.87 | 0.56 | 0.56 | 0.69 | 0.64 | 0.93 | 2.14 |
| 3 | 170739 | B6 V | 8.70 | 0.23 | 0.31 | 0.45 | 0.40 | 0.89 | 3.8 |
| 4 | 1°3700 | B5 V | 8.52 | 0.33 | 0.32 | 0.49 | 0.42 | 0.86 | 3.01 |
| 5 | 0°3513 | B5 V | 7.97 | 0.63 | 0.67 | 0.79 | 0.77 | 0.97 | 3.06 |

Среди исследуемых звезд известна поляризация у HD 170739 ($P_B = 1.33\%$, $\theta = 62^\circ$) [4]. В табл. 3 приводятся наблюдаемые параметры поляризации.

Таблица 3

НАБЛЮДАЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛЯРИЗАЦИИ

| № | HD/BD | P_B % | | | | P_V % | | | | P_R % | | | |
|---|--------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|------------|--------------|------------|------------|
| | | σ_P | θ_B^0 | σ_B | θ_B | σ_P | θ_V^0 | σ_V | θ_V | σ_P | θ_R^0 | σ_R | θ_R |
| 1 | 170545 | 0.23 | 0.05 | 12 | 6 | 0.33 | 0.16 | 31 | 14 | 0.49 | 0.36 | 38° | 21° |
| | | 0.33 | 0.21 | 19 | 18 | 0.37 | 0.15 | 16 | 14 | 0.18 | 0.11 | 14 | 17 |
| 2 | 170634 | 1.68 | 0.16 | 101 | 3 | 1.59 | 0.32 | 97 | 6 | 1.26 | 0.24 | 105 | 6 |
| | | 0.98 | 0.37 | 86 | 11 | 1.41 | 0.14 | 97 | 3 | 1.78 | 0.21 | 97 | 3 |
| 3 | 170739 | 1.27 | 0.11 | 65 | 2 | 1.59 | 0.18 | 64 | 3 | 1.29 | 0.08 | 63 | 2 |
| | | 1.45 | 0.25 | 65 | 5 | 1.90 | 0.29 | 58 | 4 | 1.56 | 0.18 | 72 | 3 |
| 4 | 1°3700 | 1.57 | 0.21 | 59 | 4 | 1.45 | 0.14 | 57 | 3 | 1.11 | 0.13 | 53 | 3 |
| | | 1.46 | 0.23 | 52 | 4 | 1.63 | 0.11 | 63 | 2 | 1.33 | 0.23 | 56 | 5 |
| 5 | 0°3513 | 2.17 | 0.17 | 54 | 2 | 2.82 | 0.24 | 53 | 2 | 2.69 | 0.19 | 54 | 2 |
| | | 2.48 | 0.22 | 49 | 3 | 2.85 | 0.23 | 53 | 2 | 2.89 | 0.12 | 52 | 2 |
| | 175544 | 0.42 | 0.28 | 52 | 19 | 0.31 | 0.14 | 52 | 13 | 0.10 | 0.16 | 21 | 46 |
| | | 0.51 | 0.24 | 57 | 13 | 0.34 | 0.07 | 58 | 6 | 0.54 | 0.08 | 58 | 3 |

Для ядер отражательных туманностей и звезд поля направление поляризации примерно одно и то же, $\theta \approx 62^\circ$, аналогичное значение наблюдается у центральной конденсации туманности S 68 [9], которая относится к очень поглощенной звезде в стадии, предшествующей главной последовательности. Отклонение направления поляризации наблюдается у ядра HD 170634. Структура ее туманности имеет вид вытянутых волокон с уплотнениями в направлении восток—запад, как и вытянутость туманности S 68. Наблюдаемый вектор поляризации совпадает с волокнами, но перпендикулярен видимой границе облака. Поляризация переменна, что может быть признаком околосредней поляризации. Учитывая межзвездную по-

ляризацию, в предположении $P_{\max} = 1.74\%$, $\theta = 62^\circ$, $\lambda_{\max} = 0.54$ мкм, мы получили параметры околосредней поляризации для HD 170634: $P_B = 2.11\%$ (126°), $P_V = 1.91\%$ (126°), $P_R = 1.85\%$ (133°) для первого наблюдения и $P_B = 1.25\%$ (134°), $P_V = 1.83\%$ (131°), $P_R = 1.93\%$ (122°) — для второго. Позиционный угол поляризации совпадает с самым ярким волокном туманности. Этот случай аналогичен рассмотренному выше для HD 281159.

Область Большого Пса СМа R1. Возраст звезд в этой ассоциации по фотометрическим и спектральным параметрам оценивается в $3 \cdot 10^5$ лет [11]. У многих звезд обнаружены большие ИК-избытки, почти все звезды в отражательных туманностях переменны, у многих найдены признаки вращения. Наблюдаемое увеличение СО-эмиссии связано с отражательными туманностями [12]. Предполагается, что центральный энергетический процесс типа вспышки сверхновой мог быть инициатором недавнего образования звезд. Считается, что наиболее молодые звезды должны располагаться в местах взаимодействия расширяющейся оболочки с молекулярным облаком, т. е. на западном крае СМа R1. Именно здесь находится хорошо известный объект Z СМа, который относится к ранней стадии эволюции звезд.

На рис. 1 приведена поляризационная карта наблюдаемых звезд в СМа R1, параметры поляризации излучения звезд — в табл. 4, где номера звезд, спектральная классификация и фотометрия взяты из работы [11]. На рис. 1 можно видеть два преимущественных направления, вдоль которых вытянуты основные структуры в этой ассоциации: темные облака располагаются вдоль плоскости Галактики $\theta \sim 140^\circ$, светящийся ионизационный фронт $\theta \sim 40^\circ$. Наблюдаемые позиционные углы вектора поляризации звезд в отражательных туманностях распределены довольно хаотично. Учитывая вклад межзвездной поляризации по методу Серковского, так, как это было сделано для Ae/Be-звезд Хербига в работе [14], в предположении $P_{\max} = 2.0\%$, $\theta = 144^\circ$, $\lambda_{\max} = 0.54$ мкм, мы вычислили параметры «собственной» поляризации. На рис. 1 векторы «собственной» поляризации нанесены штрих-пунктирной линией. Довольно однородное распределение позиционных углов «собственной» поляризации с $\theta \sim 40^\circ$ связано, по-видимому, с направлением локального магнитного поля в СМа R1. Присутствие двух магнитных полей — галактического и локального объясняют основные направления, вдоль которых вытянуты структурные образования больших и малых масштабов. Одним из примеров взаимодействия двух полей является туманность кометарного вида vdB 90в (№ 6), у которой имеются два хвоста с позиционными углами $\theta \sim 140^\circ$ и 40° . У звезд № 6, 7 и 30 обнаружена переменная поляризация. Отсутствие поляризации у звезды № 8 с большим избытком цвета $E_{B-V} = 0.58$ и признаками

shell-оболочки, возможно, связано с симметрией конфигурации объекта на луче зрения.

Таблица 4

ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЗВЕЗД В СМ_a R1

| № | HD/BD | МК | E_{B-V} | m | Φ | $P\%$ | σP | θ° | $\sigma\theta$ | θ_G° | Примечание |
|----|----------|---------------------|-----------|-------|--------|-------|------------|----------------|----------------|------------------|------------|
| 2 | 52721 | B1 V _{ne} | 0.31 | 6.76 | B | 1.39 | 0.17 | 18° | 4° | 134° | VdB 88 |
| 5 | 52942 | B2 IV _{ne} | 0.40 | 8.33 | B | 2.17 | 0.10 | 15 | 1 | 131 | VdB 90a |
| 6 | | B2 V | 0.61 | 11.70 | B | 4.27 | 0.37 | 8 | 2 | 124 | VdB 90b |
| | | | | | B | 3.16 | 0.25 | 5 | 2 | 121 | |
| 8 | -10°1839 | B2 V _n | 0.58 | 9.77 | B | 0.08 | 0.19 | 145 | 57 | 81 | VdB 91 |
| 27 | 53623 | B0.5 V | 0.22 | 8.0 | B | 0.34 | 0.16 | 40 | 5 | 156 | VdB 94 |
| | | | | | V | 0.37 | 0.09 | 47 | 7 | 163 | |
| | | | | | R | 0.75 | 0.23 | 34 | 9 | 150 | |
| | | | | | B | 0.17 | 0.06 | 12 | 11 | 128 | |
| | | | | | V | 0.39 | 0.13 | 37 | 9 | 147 | |
| | | | | | R | 0.59 | 0.06 | 21 | 3 | 157 | |
| 28 | 53691 | B2 IV | 0.23 | 9.18 | B | 0.20 | 0.15 | 97 | 21 | 33 | |
| 29 | 53974 | B0 III _n | 0.34 | 5.50 | B | 0.62 | 0.16 | 127 | 7 | 63 | VdB 95 |
| | | | | | U | 0.76 | 0.16 | 121 | 6 | | |
| | | | | | B | 0.62 | 0.05 | 111 | 2 | | |
| | | | | | V | 0.66 | 0.00 | 118 | 3 | | |
| 30 | | B5 V | 0.38 | 10.74 | B | 1.47 | 0.20 | 88 | 4 | 24 | |
| | | | | | V | 0.68 | 0.26 | 111 | 11 | | |
| | | | | | R | 1.41 | 0.37 | 89 | 8 | | |
| | | | | | B | 0.83 | 0.18 | 100 | 6 | | |
| | | | | | V | 0.37 | 0.31 | 103 | 24 | | |
| | | | | | R | 0.50 | 0.16 | 97 | 9 | | |

В заключение отметим, что наблюдения поляризации излучения звезд в R-ассоциациях позволяют изучать свойства пыли в темных облаках и распределение магнитных полей. Рассматривая связь вектора поляризации со структурой туманности в совокупности с распределением позиционных углов поляризации близких звезд можно видеть, что возникновение поляризации обязано как поглощению света звезд, так и рассеянию на вытянутых частицах пыли, но ориентировка частиц связана с магнитным полем. Поляризационные карты позволяют определить размеры локальных областей, а зависимость поляризации с длиной волны может быть использована для моделирования газовой-пылевой среды вблизи исследуемых звезд.

OBSERVATIONS OF POLARIZATION OF RADIATION
OF STARS IN R-ASSOCIATIONS

L. A. PAVLOVA, F. K. RSPAЕV

New observational data have been obtained on BVR polarization parameters of stars in reflection nebulae in the Cas, Per R1, Ser, CMa R1 regions. Several stars are found to show variable polarization. For some of stars intrinsic polarization is derived. The effect of interstellar polarization has been taken into account by means of the Serkovski method. The connection of vector polarization with nebula structure considered. The local magnetic field is detected for CMa R1 region the scale of which is defined by association diameter.

ЛИТЕРАТУРА

1. P. M. Harvey, B. A. Wilking, M. Joy, *Astrophys. J.*, 278, 156, 1984.
2. L. M. Kutner, D. F. Machnik, K. D. Tucker, R. L. Dickman, *Astrophys. J.*, 237, 734, 1980.
3. А. В. Курчаков, Ф. К. Рспаев, Фотометрические и поляриметрические наблюдения небесных тел, Наукова думка, Киев, 1985.
4. S. Barhg, *Astron. J.*, 71, 990, 1966.
5. R. Racine, *Astron. J.*, 73, 233, 1968.
6. F. J. Vrba, S. E. Strom, K. M. Strom, *Astron. J.*, 81, 958, 1976.
7. А. В. Курчаков, *Астрофизика*, 9, 447, 1973.
8. D. S. Mathewson, V. L. Ford, *Mem. Roy. Astron. Soc.*, 74, 139, 1970.
9. D. J. Kind, S. M. Scarrott, K. N. R. Taylor, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 202, 1087, 1983.
10. J. Bally, C. J. Lada, *Astrophys. J.*, 265, 824, 1983.
11. W. Herbst, D. P. Miller, J. W. Warner, A. Herzog, *Astron. J.*, 87, 99, 1982.
12. W. Herbst, R. Racine, J. W. Warner, *Astrophys. J.*, 223, 471, 1978.
13. D. E. Machnik, *Astrophys. J.*, 242, 121, 1978.
14. L. M. Garrison, Jr. C. M. Anderson, *Astrophys. J.*, 221, 601, 1978.
15. K. Serkowski, D. S. Mathewson, V. L. Ford, *Astrophys. J.*, 196, 261, 1975.
16. Л. А. Павлова, Ф. К. Рспаев, *Астрофизика*, 22, 145, 1925.
17. S. E. Strom, K. M. Strom, L. Carrasco, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 86, 798, 1974.