

УДК: 524.313:520.85

## СИЛЬНОЕ УВЕЛИЧЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ RZ Psc В ГЛУБОКОМ МИНИМУМЕ

Н. Н. КИСЕЛЕВ, Н. Х. МИНИКУЛОВ, Г. П. ЧЕРНОВА

Поступила 21 февраля 1991

Принята к печати 15 марта 1991

Приводятся результаты фотометрических и поляриметрических наблюдений быстрой неправильной переменной RZ Psc. Обнаружена высокая степень линейной поляризации, достигающая 6% в полосе V, во время глубокого алголеподобного минимума ( $\Delta V \approx 2^m$ ), зарегистрированного в начале сентября 1989 г. Этот феномен является важным аргументом в поддержку модели, согласно которой слабое голубое излучение подобных звезд вызывается рассеянием света на пылинках околосредных оболочек.

1. *Введение.* Настоящая статья является продолжением фотометрических и поляриметрических исследований молодых звезд с алголеподобными непериодическими ослаблениями блеска [1—4]. В предыдущих работах, в полном соответствии с предсказанием [5], было обнаружено значительное увеличение линейной поляризации в глубоких минимумах блеска звезд UX Ori, WW Vul, BF Ori и CQ Tau. Тем самым подтвердилась гипотеза Гринина [5], что источником голубого излучения, наблюдаемого в минимумах блеска, является излучение звезды, рассеянное на пылинках околосредной оболочки.

Ниже мы приводим результаты фотометрических и поляриметрических наблюдений RZ Psc, выполненных в 1987—1989 гг. В ходе наблюдений зарегистрировано глубокое ослабление блеска, во время которого существенно изменились параметры линейной поляризации.

2. *Общие сведения.* По данным [6] RZ Psc обозначена как быстрая неправильная переменная (ISB) позднего спектрального класса (K0 IV) с изменением блеска в полосе V от 11<sup>m</sup>29 до 13<sup>m</sup>82. Фотоэлектрические наблюдения звезды проводились несколькими авторами [7—13]. Для RZ Psc, так же, как и для UX Ori, WW Vul, BF Ori

и CQ Тау, отмечен неоднозначный характер изменений показателей цвета с ослаблением блеска [11, 13]. Кардополов и др. [12] и Пугач [13] указывают на возможность колебания блеска звезды с периодом  $\sim 12^d.7$ . Зайцева [11] отмечает, что лишь минимумы слабее  $13^m$  удовлетворяют периоду  $12^d.67$ . Вендель [8] не подтвердил этот период.

Просмотр литературных данных показал, что поляризационные наблюдения RZ Psc до сих пор никем не проводились.

RZ Psc занимает особое место среди исследуемых нами неправильных переменных, так как отличается от них по нескольким признакам: 1) звезда находится далеко в стороне от областей звездообразования, где нет заметного межзвездного поглощения ( $E_{B-V} \leq 0^m.05$ ) [13]; 2) спектральный класс более поздний и спектр не имеет эмиссий [14]; 3) продолжительность глубоких минимумов обычно не больше двух дней [11].

Отсутствие эмиссий в спектре указывает на то, что либо у звезды газовая оболочка вовсе отсутствует, либо она очень разрежена, и в глубоких минимумах её вклад должен быть пренебрежимо мал. Как отмечает Зайцева [11], глубокие ослабления блеска звезды могут быть обусловлены изменением экстинкции на луче зрения. Едва заметный инфракрасный избыток [15] и небольшая продолжительность глубоких минимумов блеска означают, что пылевая оболочка звезды не очень плотная, а вращающиеся вокруг RZ Psc пылевые облака должны иметь небольшие размеры и (или) быть расположенными довольно близко к звезде.

Для изучения причины возникновения голубого излучения в глубоких минимумах RZ Psc мы провели одновременные фотометрические и поляриметрические наблюдения.

**3. Наблюдения.** Наблюдения RZ Psc проводились в Крымской астрофизической обсерватории АН СССР и в обсерватории Санглок Института астрофизики АН Тадж. ССР. В качестве звезды сравнения использовалась звезда № 1 [16], имеющая *UBVR*-фотометрию. Её величина и показатели цвета, переопределенные нами по стандартам из работ [17, 18], составляют:  $V = 12^m.04 \pm 0^m.01$ ,  $U - B = 0^m.73 \pm 0^m.05$ ,  $B - V = 1^m.03 \pm 0^m.01$ ,  $V - R = 0^m.79 \pm 0^m.01$ ,  $V - I = 1^m.39 \pm 0^m.02$ .

В Крыму наблюдения осуществлялись на 1.25-м телескопе АЗТ-11 с помощью *UBVRI* фотометра-поляриметра [19, 20]. Максимальные ошибки фотометрических наблюдений составили  $0^m.08$  в полосе *U* и  $0^m.02$  в остальных полосах.

Наблюдения на Санглоке выполнялись на фотометре-поляриметре 1-м телескопа [21]. Зарегистрирован глубокий минимум, во время ко-

того измерена поляризация в полосах  $V$  и  $R$ . Случайные ошибки фотометрических наблюдений RZ Psc в ярком состоянии не превышают  $0^m 01$  во всех полосах, а в минимуме блеска составили  $0^m 05$  в фильтре  $U$  и  $0^m 02$  в остальных фильтрах. Результаты наблюдений RZ Psc представлены на рис. 1—3 и в табл. 1—3.

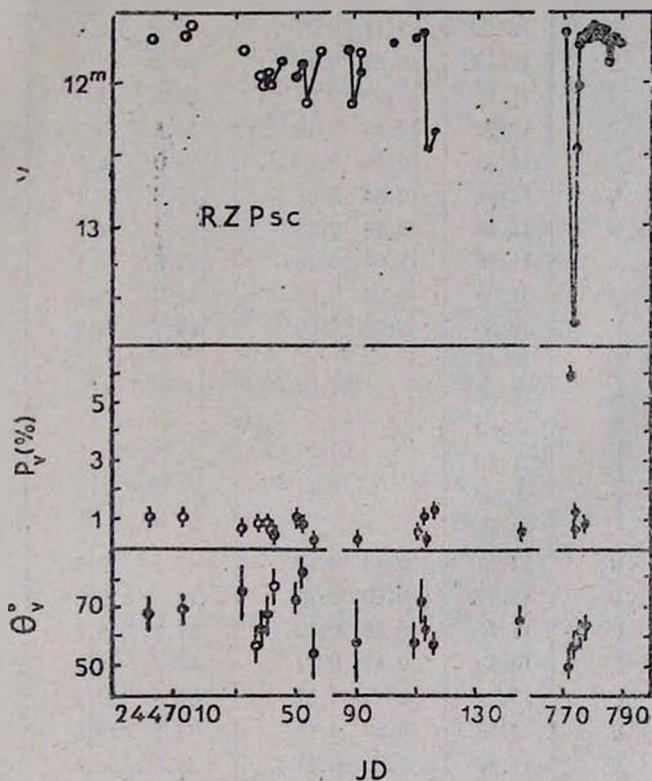


Рис. 1. Изменение блеска, степени поляризации и позиционного угла RZ Psc в полосе  $V$  в 1987—1989 гг. (○—Крыжские наблюдения, ●—наблюдения на Сан-гложе).

На рис. 1 показаны изменения блеска RZ Psc, степени линейной поляризации и позиционного угла в полосе  $V$ . При колебаниях блеска от  $11^m 6$  до  $12^m 5$  степень линейной поляризации звезды составляла 0.3—1.3% и, вероятно, некоторая часть её относится к межзвездной. Позиционный угол в этом случае изменялся в пределах  $50^\circ$ — $80^\circ$ . В глубоком минимуме (для среднего момента наблюдений  $JD=2447773.27$ ) блеск звезды составил  $13^m 82$ , степень поляризации достигла  $P_V=6.01 \pm$

## ФОТОМЕТРИЯ И ПОЛЯРИМЕТРИЯ RZ Psc (КРЫМ)

| JD<br>(244700+...) | Фильм | $m$                 | $P \pm \sigma_p, \%$ | $\theta \pm \sigma_\theta$ | Примечания |
|--------------------|-------|---------------------|----------------------|----------------------------|------------|
| 1                  | 2     | 3                   | 4                    | 5                          | 6          |
| 002.52             | U     | 12 <sup>m</sup> .72 | 1.14±0.42            | 68° 4±10° 1                |            |
|                    | B     | 12.48               | 0.67 0.12            | 66.4 5.0                   |            |
|                    | V     | 11.70               | 0.98 0.27            | 66.6 7.7                   |            |
|                    | R     | 11.04               | 0.83 0.10            | 66.5 3.3                   |            |
|                    | I     | 10.55               | 0.88 0.14            | 59.0 4.5                   |            |
| 013.51             | U     | 12.61               | 0.34 0.31            | 71.8 21.1                  |            |
|                    | B     | 12.43               | 0.76 0.12            | 66.3 4.7                   |            |
|                    | V     | 11.66               | 1.07 0.16            | 67.8 4.1                   |            |
|                    | R     | 11.05               | 0.84 0.08            | 61.0 2.6                   |            |
|                    | I     | 10.59               | 0.78 0.09            | 69.5 3.3                   |            |
| 014.52             | U     | 12.46               |                      |                            |            |
|                    | B     | 12.36               |                      |                            |            |
|                    | V     | 11.62               |                      |                            |            |
|                    | R     | 11.00               |                      |                            |            |
|                    | I     | 10.58               |                      |                            |            |
| 033.54             | U     | 12.82               |                      |                            |            |
|                    | B     | 12.57               | 0.52 0.18            | 47.2 9.5                   |            |
|                    | V     | 11.77               | 0.60 0.22            | 74.5 9.8                   |            |
|                    | R     | 11.10               | 0.63 0.12            | 57.3 5.5                   |            |
|                    | I     | 10.60               | 0.62 0.11            | 59.2 4.9                   |            |
| 039.47             | U     | 13.31               | 0.97 0.37            | 38.6 10.5                  |            |
|                    | B     | 12.89               | 0.24 0.20            | 47.5 19.5                  |            |
|                    | V     | 11.96               | 0.85 0.21            | 56.9 6.9                   |            |
|                    | R     | 11.21               | 0.91 0.07            | 56.5 2.3                   |            |
|                    | I     | 10.67               | 0.71 0.10            | 65.3 3.9                   |            |
| 040.49             | U     | 13.40               | 1.19 0.30            | 60.3 7.0                   |            |
|                    | B     | 12.96               | 0.83 0.16            | 56.7 5.3                   |            |
|                    | V     | 12.01               | 0.96 0.19            | 61.3 5.7                   |            |
|                    | R     | 11.26               | 1.00 0.08            | 61.9 2.3                   |            |
|                    | I     | 10.70               | 1.00 0.16            | 56.5 4.5                   |            |
| 041.48             | U     | 13.20               | 1.32 0.41            | 46.6 8.6                   |            |
|                    | B     | 12.80               | 0.57 0.19            | 50.4 9.4                   |            |
|                    | V     | 11.92               | 0.83 0.21            | 66.9 7.0                   |            |

Таблица 1 (продолжение)

| 1      | 3 | 3                  | 4         | 5           | 6      |
|--------|---|--------------------|-----------|-------------|--------|
| 041.48 | R | 11 <sup>m</sup> 19 | 0.71±0.09 | 59° 7± 3° 7 |        |
|        | I | 10.66              | 0.73 0.14 | 61.8 5.6    |        |
| 042.50 | U | 13.45              | 0.42 0.37 | 49.3 21.0   |        |
|        | B | 13.00              | 0.77 0.16 | 52.9 5.8    |        |
|        | V | 12.03              | 0.57 0.17 | 75.1 8.5    |        |
|        | R | 11.28              | 0.86 0.09 | 62.7 2.9    |        |
| 044.47 | I | 10.71              | 0.89 0.10 | 55.6 3.2    |        |
|        | U | 13.03              |           |             |        |
|        | B | 12.73              |           |             |        |
|        | V | 11.89              |           |             |        |
| 054.45 | R | 11.22              |           |             |        |
|        | I | 10.74              |           |             |        |
|        | U | 13.42              | 0.37 0.44 | 90.6 25.0   |        |
|        | B | 12.96              | 0.71 0.20 | 54.9 7.8    |        |
| 057.46 | V | 12.15              | 0.52 0.30 | 70.0 15.2   |        |
|        | R | 11.44              | 0.76 0.10 | 68.1 3.7    |        |
|        | I | 10.91              | 0.82 0.10 | 64.2 3.6    |        |
|        | U | 12.80              | 0.47 0.27 | 60.1 15.0   |        |
| 090.45 | B | 12.58              | 0.19 0.11 | 54.4 14.9   |        |
|        | V | 11.81              | 0.45 0.22 | 64.1 12.80  |        |
|        | R | 11.17              | 0.57 0.10 | 76.5 4.9    |        |
|        | I | 10.67              | 0.47 0.09 | 68.5 5.4    |        |
| 091.42 | U | 13.51              |           |             |        |
|        | B | 13.12              |           |             |        |
|        | V | 12.16              |           |             |        |
|        | R | 11.43              |           |             |        |
| 162.17 | I | 10.85              |           |             |        |
|        | U | 12.90              |           |             | Облака |
|        | B | 12.66              |           |             |        |
|        | V | 11.84              |           |             |        |
| 162.17 | R | 11.19              |           |             |        |
|        | I | 10.71              |           |             |        |
|        | U | 12.87              | 0.39 0.46 | 76.5 25.8   |        |
|        | B | 12.53              | 0.24 0.16 | 81.0 16.7   |        |
| 162.17 | V | 11.74              | 0.56 0.19 | 71.2 9.6    |        |
|        | R | 11.11              | 0.40 0.08 | 66.3 5.8    |        |
|        | I | 10.62              | 0.60 0.11 | 60.6 5.1    |        |

Таблица 1 (окончание)

| 1      | 2 | 3     | 4         | 5           | 6      |  |
|--------|---|-------|-----------|-------------|--------|--|
| 163.21 | U | 12.76 |           |             |        |  |
|        | B | 12.51 |           |             |        |  |
|        | V | 11.76 |           |             |        |  |
|        | R | 11.09 |           |             |        |  |
|        | I | 10.61 |           |             |        |  |
| 168.21 | U | 13.45 | 0.76 0.32 | 82.2 ± 12.1 | Цирусы |  |
|        | B | 13.16 | 0.86 0.14 | 93.5 4.5    |        |  |
|        | V | 12.33 | 0.49 0.19 | 89.2 11.1   |        |  |
|        | R | 11.63 | 0.64 0.10 | 86.6 4.2    |        |  |
|        | I | 11.13 | 0.68 0.15 | 88.2 6.4    |        |  |
| 407.39 | U | 13.07 |           |             |        |  |
|        | B | 12.82 |           |             |        |  |
|        | V | 12.08 |           |             |        |  |
|        | R | 11.42 |           |             |        |  |
|        | I | 10.94 |           |             |        |  |

0.43%, а позиционный угол при этом оказался равным  $\theta_V = 50^\circ \pm 2^\circ$ . В эту ночь наблюдения RZ Psc в фильтре V проводились в течение 2-х часов, блеск звезды изменился от  $13^m 90$  до  $13^m 75$ . Продолжительность минимума составила примерно 2 дня. При выходе из минимума наблюдалось увеличение позиционного угла плоскости поляризации.

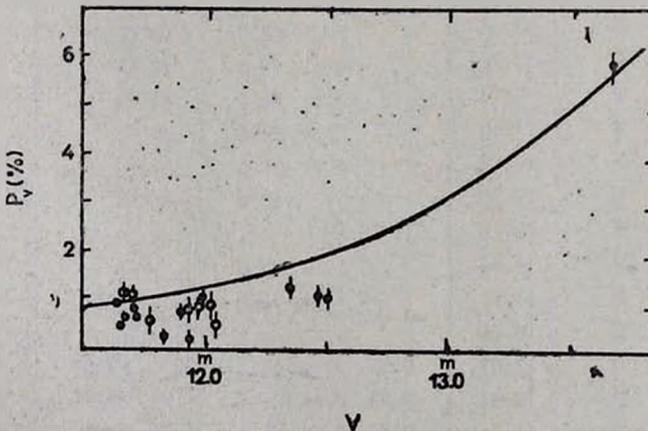


Рис. 2. Зависимость поляризации RZ Psc от блеска в полосе V (o—Крымские наблюдения, ●—наблюдения на Санглоке). Сплошная кривая соответствует модельным расчетам [2].

Таблица 2

ФОТОМЕТРИЯ RZ Psc (САНГЛОК)

| JD<br>(2447000+...) | U-B               | B-V               | V                  | V-R               | V-I               | Примечания         |
|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| 1                   | 2                 | 3                 | 4                  | 5                 | 6                 | 7                  |
| 051.35              | 0 <sup>m</sup> 27 | 0 <sup>m</sup> 82 | 11 <sup>m</sup> 97 | 0 <sup>m</sup> 69 | 1 <sup>m</sup> 18 |                    |
| 051.37              | 0.30              | 0.81              | 11.95              | 0.66              | 1.26              |                    |
| 052.35              | 0.22              | 0.80              | 11.91              | 0.64              | 1.15              |                    |
| 052.37              | 0.21              | 0.80              | 11.91              | 0.65              | 1.20              |                    |
| 057.34              | 0.12              | 0.77              | 11.83              | 0.62              | 1.13              |                    |
| 088.23              | 0.27:             | 0.85:             | 11.78:             | 0.70:             | 1.20:             | Цирусы<br>(пелена) |
| 091.26              | 0.26              | 0.79              | 11.93              | 0.67              | 1.18              |                    |
| 102.24              | 0.17              | 0.72              | 11.71              | 0.61              | 1.03              |                    |
| 111.30              | 0.15              | 0.74              | 11.68              | 0.60              | 1.08              |                    |
| 113.24              | 0.14              | 0.75              | 11.66              | 0.61              | 1.05              |                    |
| 114.25              |                   |                   | 12.5:              |                   |                   |                    |
| 116.25              | 0.38              | 0.92              | 12.34              | 0.81              | 1.45              |                    |
| 146.10              |                   |                   | 11.72              |                   |                   |                    |
| 744.42              |                   |                   | 11.64              |                   |                   |                    |
| 745.41              |                   |                   | 11.65              |                   |                   |                    |
| 746.39              |                   |                   | 11.64              |                   |                   |                    |
| 747.38              |                   |                   | 11.66              |                   |                   |                    |
| 748.36              |                   |                   | 11.65              |                   |                   |                    |
| 749.37              |                   |                   | 11.69              |                   |                   |                    |
| 750.38              |                   |                   | 11.65:             |                   |                   | Цирусы<br>(пелена) |
| 752.39              |                   |                   | 11.71              |                   |                   |                    |
| 753.36              |                   |                   | 11.64              |                   |                   |                    |
| 754.41              |                   |                   | 11.63              |                   |                   |                    |
| 755.37              |                   |                   | 11.64              |                   |                   |                    |
| 756.41              |                   |                   | 11.64              |                   |                   |                    |
| 772.23              |                   |                   | 11.64              |                   |                   |                    |
| 773.47              | 0.14              | 0.81              | 13.67              | 0.72              | 1.33              |                    |
| 774.21              | 0.28              | 0.88              | 12.46              | 0.75              | 1.27              |                    |
| 774.43              | 0.15              | 0.77              | 11.99              | 0.65              | 1.12              |                    |
| 775.30              | 0.19              | 0.73              | 11.70              | 0.59              | 0.93              |                    |
| 776.22              |                   |                   | 11.66              |                   |                   |                    |
| 777.19              |                   |                   | 11.66              |                   |                   |                    |
| 778.21              |                   |                   | 11.65              |                   |                   |                    |
| 779.19              |                   |                   | 11.66              |                   |                   |                    |

Таблица 2 (окончание)

| 1      | 2 | 3 | 4                  | 5 | 6 | 7 |
|--------|---|---|--------------------|---|---|---|
| 780.21 |   |   | 11 <sup>m</sup> 60 |   |   |   |
| 781.19 |   |   | 11.65              |   |   |   |
| 782.19 |   |   | 11.65              |   |   |   |
| 783.19 |   |   | 11.62              |   |   |   |
| 784.19 |   |   | 11.61              |   |   |   |
| 785.31 |   |   | 11.68              |   |   |   |
| 786.16 |   |   | 11.87              |   |   |   |
| 787.23 |   |   | 11.66              |   |   |   |
| 788.18 |   |   | 11.71              |   |   |   |
| 789.22 |   |   | 11.90              |   |   |   |
| 800.27 |   |   | 11.68              |   |   |   |

Таблица 3

ПОЛЯРИМЕТРИЯ RZ P<sub>sc</sub> (САНГЛОК)

| JD<br>(2447000+...) | Фильтр | $P \pm \sigma_p, \%$ | $\theta \pm \sigma_\theta$ | V                  |
|---------------------|--------|----------------------|----------------------------|--------------------|
| 051.35              | V      | 1.04 ± 0.19          | 72° 4 ± 5° 3               | 11 <sup>m</sup> 07 |
| 052.32              | V      | 0.82 0.18            | 81.1 6.2                   | 11.91              |
| 053.33              | V      | 0.67 0.16            | 59.9 7.1                   |                    |
| 057.41              | V      | 0.31 0.15            | 52.9 13.9                  | 11.83              |
| 091.23              | V      | 0.23 0.16            | 56.9 19.8                  | 11.93              |
| 111.09              | V      | 0.67 0.11            | 56.8 4.8                   | 11.68              |
| 113.21              | V      | 0.46 0.11            | 70.2 7.0                   | 11.66              |
| 114.32              | V      | 1.16 0.19            | 61.2 4.8                   | 12.5:              |
| 116.21              | V      | 1.33 0.14            | 59.2 3.0                   | 12.34              |
| 146.10              | V      | 0.69 0.12            | 66.3 5.1                   | 11.72              |
| 753.43              | R      | 1.19 0.23            | 64.2 5.5                   | 11.64              |
| 773.27              | V      | 6 01 0.43            | 49.8 2.0                   | 13.82              |
| 773.40              | R      | 5.24 0.61            | 50.5 3.3                   |                    |
| 774.26              | V      | 1.26 0.22            | 53.1 5.0                   | 12.46              |
| 774.30              | B      | 1.56 0.23            | 52.7 4.2                   |                    |
| 774.38              | R      | 1.38 0.38            | 65.1 7.9                   |                    |
| 775.27              | V      | 0.79 0.14            | 59.1 5.1                   | 11.70              |
| 776.25              | V      | 0.93 0.13            | 62.4 4.0                   | 11.66              |

Зависимость поляризация—блеск (рис. 2) напоминает соответствующие зависимости, полученные для UX Ori, WW Vul, BF Ori и CQ Tau. Нелинейный характер этих зависимостей хорошо объясняется в рамках модели рассеяния излучения звезд на околос звездных пылевых оболочках [1—4].

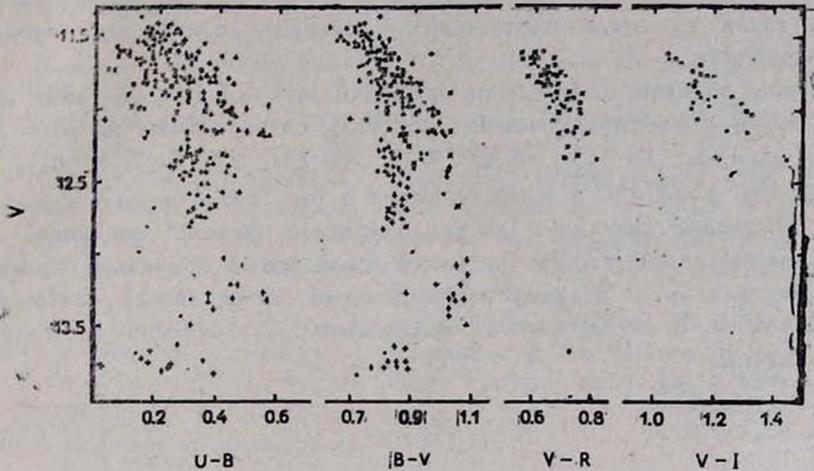


Рис. 3. Диаграмма цвет—величина для RZ Psc по наблюдениям в Крыму — о. на Санглоке — ●, по данным Зайцевой [11] — + и Пугача [13] — х.

На рис. 3 показана диаграмма цвет—величина, построенная на основе данных [11, 13] и наших наблюдений. Как видно из этого рисунка, наши данные находятся в хорошем согласии с данными *UBV*-фотометрии Зайцевой [11] и *UBVR*-наблюдениями Пугача [13]. Эта диаграмма практически не отличается от аналогичных диаграмм ранее изученных звезд и является типичной для звезд этого класса.

4. *Обсуждение.* Согласно работе [5], голубое излучение в глубоких алголеподобных ослаблениях неправильных переменных обусловлено рассеянием излучения в пылевой оболочке, когда звезда экранируется вращающимися вокруг неё непрозрачными пылевыми облаками. Рассеянное излучение в этом случае должно быть линейно поляризовано. Действительно, фотометрические и поляриметрические наблюдения RZ Psc показали увеличение линейной поляризации до 6% во время глубокого минимума. Этот результат является важным аргументом в пользу модели, предложенной в работе [5], и одновременно означает, что пылевая

оболочка RZ Psc имеет несферическую (возможно, дискообразную) форму.

Для CQ Tau [4] было установлено, что поворот цветовых треков наблюдается последовательно для всех цветов  $U-B$ ,  $B-V$ ,  $V-R$  и  $V-I$ . Это полностью соответствует численным моделям алгоподобного минимума [1, 22]. В случае RZ Psc (рис. 3) имеется лишь одно измерение показателей цвета  $V-R$  и  $V-I$  в глубоком минимуме, которое тем не менее, указывает на то, что и для этой звезды должна наблюдаться такая же последовательность изменений треков на диаграмме цвет—величина.

Таким образом, наблюдения показали, что RZ Psc по своим фотометрическим и поляризационным свойствам очень похожа на ранее изученные звезды: UX Ori, WW Vul, BF Ori и CQ Tau. Отсутствие эмиссии у RZ Psc усиливает вывод о том, что для этой звезды любое излучение связано с её околосредней пылевой оболочкой.

В то же время RZ Psc не имеет характерных признаков, присущих молодым звездам, и поэтому эволюционный статус звезды остается неопределенным. В связи с этим необходимы ее дальнейшие всесторонние исследования.

Институт астрофизики  
АН Тадж.ССР

## THE STRONG INCREASE OF THE LINEAR POLARIZATION RZ PSC IN DEEP MINIMUM

N. N. KISELEV, N. KH. MINIKULOV, G. P. CHERNOVA

The results of photometric and polarimetric observations of the rapid irregular variable RZ Psc are given. The high degree of the linear polarization up to 6% in V band is discovered during the deep Algol-type minimum ( $\Delta V \approx 2^m$ ) obtained in September 1989. This phenomenon is important argument in support of the model according to which the weak blue radiation of similar stars is caused by scattering of the light on the dust particles of the circumstellar envelopes.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. В. Вошинников, В. П. Гринин, Н. Н. Киселев, Н. Х. Минукулов, *Астрофизика*, 28, 311, 1988.
2. В. П. Гринин, Н. Н. Киселев, Н. Х. Минукулов, Г. П. Чернова, *Письма в Астрон. ж.*, 14, 514, 1988.
3. В. П. Гринин, Н. Н. Киселев, Н. Х. Минукулов, *Письма в Астрон. ж.*, 15, 1028, 1989.

4. А. В. Бердюгин, С. В. Бердюгина, В. П. Гринин, Н. Х. Мимикулов, *Астрон. ж.*, 67, 812, 1990.
5. В. П. Гринин, *Письма в Астрон. ж.*, 14, 65, 1988.
6. П. Н. Холопов, Н. Н. Самусь, В. П. Горанский, Н. А. Горыня, Н. Н. Киреева, Н. П. Кукаркина, Н. Е. Курочкин, Г. И. Медведева, Н. Б. Перова, М. С. Фролов, С. Ю. Шуларов, *Общий каталог переметных звезд*, Наука, М., 1985.
7. W. Wenzel, *Mitt. Verand. Sterne*, Bd.6. H.4, 88, 1973.
8. W. Wenzel, *Inf Bull. Var. Stars*, No 3280, 1989.
9. Г. В. Зайцева, *Письма в Астрон. ж.*, 4, 283, 1978.
10. Г. В. Зайцева, *Астрон. циркуляр*, № 1299, 1983.
11. Г. В. Зайцева, *Перемен. звезды*, 22, 181, 1985.
12. В. И. Кардополов, В. В. Саханенок, Н. А. Шутелова, *Перемен. звезды*, 21, 310, 1980.
13. А. Ф. Пузач, *Космат. и физ. небесн. тел*, 4, № 2, 36, 1988.
14. G. H. Herbig, *Astrophys. J.*, 131, 632, 1960.
15. I. S. Glass, M. V. Penston, *Mon. Notic. Roy. Astron. Soc.*, 167, 237, 1974.
16. А. Ф. Пузач, Г. У. Ковальчук, *Перемен. звезды*, 22, 9, 1983.
17. T. G. Barnes, T. J. Moffet, *Publ. Astron. Soc. Pacif.*, 91, 289, 1979.
18. Th. Neckel, R. Chini, *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*, 39, 411, 1980.
19. V. Pirola, *Astron. and Astrophys.*, 27, 383, 1973.
20. V. Pirola, *Observ. Astrophys. Labor. Univ. Helsinki Rept.*, No 6, 151, 1984.
21. В. В. Каюмов, Н. Н. Киселев, П. А. Пушкин, В. Ю. Рахимов, В. И. Сиклицкий, К. В. Тарасов, Г. П. Чернова, В. Н. Якутович, *Бюлл. Ин-та астрофиз., АН ТаджССР*, № 78, 10, 1989.
22. Н. В. Вошинников, *Астрофизика*, 30, 508, 1989.