

## Электрофотометрия затменной переменной V 505 Стрельца

*Н. Л. Магалашвили, Н. А. Размадзе*

В течение 1949—1953 гг. были проведены фотоэлектрические наблюдения затменной переменной V 505 Sgr. Эффективная длина волны применяемой аппаратуры 420  $m\mu$ . Всего получено 134 измерения блеска переменной: из них 43—в главном минимуме, 26—во вторичном. Амплитуда изменения блеска в главном минимуме равна 1.17 звездной величины, а во вторичном 0.12 звездной величины. На кривой блеска V 505 Sgr заметны эффекты фазы и эллиптичности. Ректификация кривой блеска производилась в интенсивностях. Ректифицированная кривая решалась в гипотезе U новым методом *Пюторовского*. Полученные элементы и ошибки их определения приведены в таблице 2. Теоретическая кривая блеска, построенная на основе данных таблицы 2, достаточно хорошо проходит среди наблюдений.

Photoelectric observations of the eclipsing variable V 505 Sgr were carried out in 1949—1953 ( $\lambda_{\text{eff}} = 420 m\mu$ ). 134 estimates of its brightness were obtained, out of which 43 in Min I and 26 — in Min II. The amplitude of light variation in Min I is 1<sup>m</sup>17, in Min II — 0<sup>m</sup>12. Effects of the phase and of ellipticity are clearly seen on the light curve of V 505 Sgr.

The rectification of the light curve was carried out in intensities. The new method by *Piotrowsky* was used for the solution of the rectified curve at U-hypothesis. The derived elements with corresponding errors are summarized in Table 2. The theoretical light curve calculated from the data of Table 2 is in a satisfactorily good agreement with observations.

Переменность звезды V 505 Sgr открыл *Хофмейстер* [4] в 1933 г. Вскоре после открытия *Иенш* и *Хофмейстер* провели визуальные оценки ее блеска [2]. В дальнейшем эту звезду наблюдал *Лаузе* [3]. Впервые фотометрические элементы ее получены *Слоним* [4].

Подробно исследовал эту звезду — впервые на основе фотоэлектрических наблюдений — в двух участках спектра ( $\lambda_{\text{eff}} = 523 m\mu$ ,  $\lambda_{\text{eff}} = 445 m\mu$ ) в 1951 г. *А. В. Софроницкий* [5]. На кривых блеска, полученных им, замечен ряд особенностей: 1) различная высота максимумов до и после вторичного минимума, 2) главный минимум шире и глубже для коротковолнового участка спектра, 3) асимметрия вторичного минимума. *А. В. Софроницкий* объясняет эти особенности действием протяженной атмосферы спутника, исправляет кривые блеска в главном минимуме за счет этого эффекта и затем проводит решение обычными методами.

Спектральную орбиту V 505 Sgr определил *Поннер* [6]. Он же оценил спектральный класс звезды — A1V. V 505 Sgr мы наблюдали в 1949—1953 г. на звездном электрофотометре, установленном в несмитовском фокусе 33-см рефлектора. Эффективная длина волны применяемой аппаратуры —  $\lambda_{\text{eff}} = 420 m\mu$ . Звездой сравнения служила звезда BD — 15°5484, расположенная недалеко от переменной и обладающая близким к ней спектральным классом A2. Методика электрофотометрических наблюдений переменных звезд и обработка материала, применяемая на нашей обсерватории, неоднократно были описаны [7]. Всего получено 134 оценки блеска переменной; из них 43 — в главном минимуме, 26 — во вторичном.

Амплитуда изменения блеска в главном минимуме равна  $1^m.17$ , а во вторичном минимуме —  $0^m.12$ .

В таблице 3 приведены индивидуальные наблюдения. В первом столбце — моменты наблюдений в юлианских днях, приведенные к центру

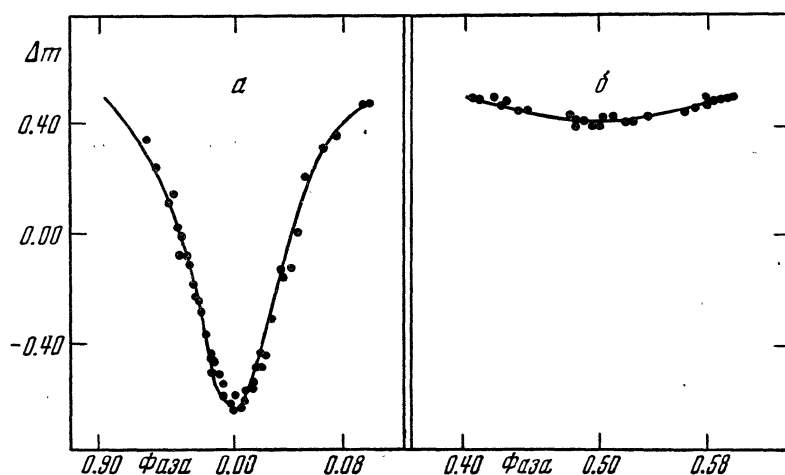


Рис. 27. Представление индивидуальных наблюдений теоретическими кривыми:

*a* — главный минимум; *b* — вторичный минимум

Солнца, во втором — соответствующие фазы наблюдений и в третьем — разности звездных величин переменной и звезды сравнения.

На кривой блеска V 505 Sgr заметны эффекты фазы и эллиптичности. Никаких следов разности высот максимума до и после вторичного минимума на нашей кривой не заметно, не обнаружена и асимметрия вторичного минимума; во всяком случае, если эти эффекты и есть, то они должны быть меньше точности наших наблюдений. Поскольку кривая в минимумах симметрична, мы построили нормальные точки в минимумах сложением ветвей. Средняя кривая приведена в таблице 1, где последовательно даны среднее значение фазы, среднее значение разности блеска переменной и звезды сравнения и число наблюдений, вошедших в образование нормальной точки.

Таблица 1

| Фаза   | $\overline{\Delta m}$ | <i>n</i> | Фаза   | $\overline{\Delta m}$ | <i>n</i> | Фаза   | $\overline{\Delta m}$ | <i>n</i> | Фаза   | $\overline{\Delta m}$ | <i>n</i> |
|--------|-----------------------|----------|--------|-----------------------|----------|--------|-----------------------|----------|--------|-----------------------|----------|
| 0.0025 | −0.618                | 4        | 0.0877 | +0.430                | 3        | 0.5025 | +0.408                | 2        | 0.6286 | +0.498                | 3        |
| .0070  | −0.586                | 4        | .1338  | +0.470                | 5        | .5107  | +0.412                | 4        | .6495  | +0.522                | 4        |
| .0127  | −0.513                | 6        | .2237  | +0.507                | 3        | .5213  | +0.413                | 3        | .6797  | +0.532                | 4        |
| .0192  | −0.435                | 6        | .2433  | +0.522                | 3        | .5440  | +0.446                | 2        | .7154  | +0.534                | 5        |
| .0278  | −0.245                | 5        | .2660  | +0.550                | 3        | .5670  | +0.456                | 5        | .7450  | +0.511                | 4        |
| .0348  | −0.132                | 4        | .2833  | +0.523                | 3        | .5777  | +0.482                | 3        | .7623  | +0.506                | 3        |
| .0413  | −0.040                | 3        | .2956  | +0.504                | 3        | .5880  | +0.479                | 4        | .7813  | +0.490                | 3        |
| .0450  | +0.057                | 3        | .3390  | +0.513                | 4        | .5955  | +0.493                | 2        | .8090  | +0.503                | 3        |
| .0526  | +0.191                | 3        | 0.3792 | +0.496                | 5        | 0.6140 | +0.488                | 4        | 0.8475 | +0.473                | 4        |
| 0.0660 | +0.335                | 2        |        |                       |          |        |                       |          |        |                       |          |

Ректификация кривой блеска произведена в интенсивностях. Для вывода коэффициентов ректификации составлены уравнения вида

$$l = 1 - a - b \cos \theta - c \cos^2 \theta$$

для всех нормальных точек вне минимумов.

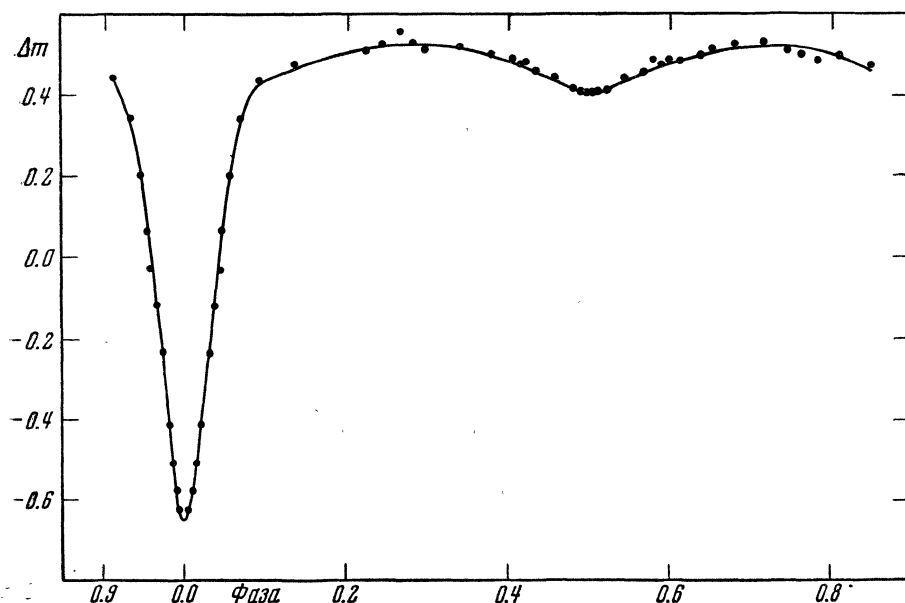


Рис. 28. Представление нормальных точек кривой изменения блеска теоретической кривой

Решение системы этих уравнений по способу наименьших квадратов дало следующие значения коэффициентов:

$$a = -0.0022 \pm 0.0066$$

$$b = 0.0287 \pm 0.0075$$

$$c = 0.0737 \pm 0.0161$$

Для ректификации применена формула [8]:

$$l_{\text{рек}} = \frac{l_{\text{наб}} + A + b \cos \theta - C \cos^2 \theta}{(a + A)(1 - z \cos^2 \theta)^{1/2}},$$

где

$$A = 0.354 \sin i (L_1^* + L_2^*)$$

$$C = 0.11 (L_1^* + L_2^*)$$

$$L_1^* = L_2 a_1^2$$

$$L_2^* = L_1 a_2^2$$

$$z = (c + C)$$

Формула для ректификации принимает следующее численное выражение:

$$l_{\text{рек}} = \frac{l_{\text{наб}} + 0.0406 + 0.0287 \cos \theta - 0.0126 \cos^2 \theta}{1.0428 (1 - 0.1726 \cos^2 \theta)^{1/2}}.$$

Ректифицированная кривая решалась в гипотезе U со значениями фактора эллипсоидальности и глубин минимумов:

$$z = 0.1726, 1 - \lambda' = 0.5800, 1 - \lambda'' = 0.0551.$$

Для решения применен метод *Пиотровского* [9, 10].

Для каждой нормальной точки главного минимума составлены условные уравнения вида:

$$\sqrt{w}(Ep^2 - E_0p_0^2)D_1 + 2\sqrt{w}(Ep - E_0p_0)D_2 = \sqrt{w}\sin^2\theta, \quad (1)$$

где

$$E = 1 - z \cos^2 \theta, \quad E_0 = 1 - z,$$

$$c_1 = \frac{D_1^2}{D_1 + zD_2^2}, \quad c_2 = \frac{D_1D_2}{D_1 + zD_2^2},$$

$w$  — веса условных уравнений.

Отношение радиусов  $k = \frac{c_1}{c_2} = \frac{D_1}{D_2}$ .

Уравнения вида (1) решались по способу наименьших квадратов. С найденным значением  $k$  входили в одно из уравнений:

$$\alpha_0 = 1 - \lambda' + \frac{1 - \lambda''}{k^2} B \rightarrow M.$$

$$\alpha_0 = 1 - \lambda'' + \frac{1 - \lambda'}{k^2} M \rightarrow B.$$

С найденными отсюда значениями  $k$  и  $\alpha_0$  мы снова решали систему уравнений (1), пока не получили  $k = \frac{D_1}{D_2} = K$ . Решение получилось только в случае  $B \rightarrow M$  в главном минимуме.

Элементы получаются из соотношений:

$$a_1^2 = \frac{c_2^2}{G}, \quad a_2^2 = \frac{c_1^2}{G}, \quad \sin^2 i = \frac{c_1}{G}, \quad G = (c_2 + p_0c_1)^2 E_0 + c_1.$$

Для вычисления ошибок элементов был применен способ *Копала* [19]. Полученные элементы приведены в таблице 2.

Таблица 2

|                           |                                    |
|---------------------------|------------------------------------|
| $D_1 = 0.707 \pm 0.0142$  | $k = 0.859 \pm 0.017$              |
| $D_2 = 0.0823 \pm 0.0024$ | $i = 79^\circ 72' \pm 0^\circ 19'$ |
| $\alpha_0 = 0.655$        | $z = 0.1726$                       |
| $a_1 = 0.302 \pm 0.003$   | $L_1 = 0.114$                      |
| $a_2 = 0.259 \pm 0.009$   | $L_2 = 0.886$                      |

Представление индивидуальных наблюдений в минимумах и нормальных точек теоретическими кривыми блеска приведено на рис. 27—28. Теоретическая кривая достаточно хорошо удовлетворяет наблюдениям.

Таблица 3

| J. D. $\odot$ | Фаза  | $\Delta m$ | J. D. $\odot$ | Фаза   | $\Delta m$ | J. D. $\odot$ | Фаза   | $\Delta m$ | J. D. $\odot$ | Фаза  | $\Delta m$ |
|---------------|-------|------------|---------------|--------|------------|---------------|--------|------------|---------------|-------|------------|
| 2433...       |       |            | 2433...       |        |            | 2433...       |        |            | 2433...       |       |            |
| 145.360 0.229 | 0.519 | 0.519      | 147.374 0.932 | 0.354  | 0.354      | 162.383 0.620 | 0.485  | 0.485      | 193.208 0.680 | 0.544 | 0.544      |
| .368 0.236    | 0.529 | 0.529      | .385 0.941    | 0.251  | 0.251      | 172.246 0.959 | -0.012 | -0.012     | .212 0.683    | 0.561 | 0.561      |
| .378 0.244    | 0.518 | 0.518      | .396 0.950    | 0.117  | 0.117      | .252 0.964    | -0.090 | -0.090     | .283 0.743    | 0.532 | 0.532      |
| .385 0.250    | 0.510 | 0.510      | .412 0.964    | -0.110 | -0.110     | .257 0.968    | -0.182 | -0.182     | 208.215 0.367 | 0.460 | 0.460      |
| .391 0.255    | 0.530 | 0.530      | .423 0.973    | -0.288 | -0.288     | .263 0.973    | -0.249 | -0.249     | 524.290 0.577 | 0.484 | 0.484      |
| .423 0.282    | 0.537 | 0.537      | 148.332 0.742 | 0.562  | 0.562      | .275 0.983    | -0.440 | -0.440     | .304 0.589    | 0.476 | 0.476      |
| 146.398 0.107 | 0.442 | 0.442      | .335 0.744    | 0.505  | 0.505      | .280 0.987    | -0.502 | -0.502     | .308 0.592    | 0.488 | 0.488      |
| .416 0.122    | 0.450 | 0.450      | 149.271 0.535 | 0.438  | 0.438      | .286 0.992    | -0.599 | -0.599     | .313 0.596    | 0.491 | 0.491      |
| .425 0.129    | 0.453 | 0.453      | 162.324 0.570 | 0.446  | 0.446      | .305 0.008    | -0.619 | -0.619     | .323 0.605    | 0.484 | 0.484      |
| 147.264 0.839 | 0.493 | 0.493      | .333 0.578    | 0.465  | 0.465      | .312 0.014    | -0.562 | -0.562     | .331 0.611    | 0.496 | 0.496      |
| .268 0.842    | 0.466 | 0.466      | .338 0.582    | 0.470  | 0.470      | .348 0.045    | 0.000  | 0.000      | .341 0.620    | 0.496 | 0.496      |

Т а б л и ц а 3 (окончание)

| J.D.☉         | Фаза | $\Delta m$ | J.D.☉         | Фаза | $\Delta m$ | J.D.☉         | Фаза | $\Delta m$ | J.D.☉         | Фаза | $\Delta m$ |
|---------------|------|------------|---------------|------|------------|---------------|------|------------|---------------|------|------------|
| 2433...       |      |            | 2433...       |      |            | 2434...       |      |            | 2434...       |      |            |
| 524.350 0.627 |      | 0.510      | 884.381 0.998 |      | -0.628     | 262.386 0.564 |      | 0.438      | 664.221 0.275 |      | 0.551      |
| 525.370 0.490 |      | 0.409      | .388 0.004    |      | -0.646     | 263.239 0.285 |      | 0.508      | .230 0.283    |      | 0.524      |
| .386 0.503    |      | 0.431      | .400 0.014    |      | -0.539     | .251 0.295    |      | 0.488      | .238 0.290    |      | 0.511      |
| .392 0.508    |      | 0.444      | .409 0.022    |      | -0.446     | 264.218 0.112 |      | 0.493      | .253 0.302    |      | 0.514      |
| .404 0.518    |      | 0.405      | 2434...       |      |            | .341 0.216    |      | 0.500      | .266 0.313    |      | 0.487      |
| .409 0.523    |      | 0.414      | 240.291 0.884 |      | 0.460      | .353 0.226    |      | 0.503      | .278 0.323    |      | 0.536      |
| 777.485 0.628 |      | 0.482      | 245.268 0.092 |      | 0.472      | 265.219 0.959 |      | -0.084     | 687.151 0.660 |      | 0.526      |
| .489 0.631    |      | 0.503      | .275 0.098    |      | 0.461      | .233 0.970    |      | -0.248     | .163 0.670    |      | 0.516      |
| .491 0.633    |      | 0.485      | .394 0.199    |      | 0.510      | .242 0.978    |      | -0.361     | .169 0.675    |      | 0.520      |
| .493 0.635    |      | 0.557      | 246.286 0.953 |      | 0.151      | .249 0.984    |      | -0.448     | .176 0.681    |      | 0.505      |
| 808.439 0.796 |      | 0.510      | .291 0.957    |      | 0.020      | .255 0.989    |      | -0.518     | .191 0.694    |      | 0.531      |
| .469 0.822    |      | 0.496      | .328 0.988    |      | -0.472     | .267 0.999    |      | -0.594     | .195 0.697    |      | 0.521      |
| .473 0.825    |      | 0.472      | .335 0.994    |      | -0.554     | .275 0.006    |      | -0.570     | .202 0.703    |      | 0.534      |
| 881.259 0.359 |      | 0.515      | .364 0.019    |      | -0.481     | .282 0.012    |      | -0.484     | 693.161 0.741 |      | 0.521      |
| .262 0.361    |      | 0.514      | .384 0.035    |      | -0.148     | .290 0.019    |      | -0.432     | .164 0.744    |      | 0.504      |
| .272 0.370    |      | 0.498      | 262.221 0.424 |      | 0.486      | .298 0.025    |      | -0.318     | .171 0.749    |      | 0.502      |
| .276 0.373    |      | 0.514      | .230 0.432    |      | 0.484      | .304 0.030    |      | -0.124     | .176 0.753    |      | 0.501      |
| .297 0.391    |      | 0.503      | .240 0.440    |      | 0.448      | .318 0.042    |      | -0.024     | .187 0.763    |      | 0.516      |
| .302 0.395    |      | 0.505      | .248 0.447    |      | 0.455      | .326 0.049    |      | 0.206      | .196 0.771    |      | 0.502      |
| .314 0.405    |      | 0.495      | .284 0.477    |      | 0.421      | .344 0.064    |      | 0.316      | .203 0.777    |      | 0.493      |
| .319 0.409    |      | 0.482      | .291 0.483    |      | 0.400      | .354 0.073    |      | 0.357      | .210 0.782    |      | 0.493      |
| .335 0.423    |      | 0.492      | .301 0.492    |      | 0.396      | 664.212 0.268 |      | 0.539      | .213 0.785    |      | 0.485      |
| .339 0.426    |      | 0.468      | .309 0.498    |      | 0.385      |               |      |            |               |      |            |

## Л и т е р а т у р а

1. С. Hoffmeister, AN 250, 47, 1933.
2. С. Hoffmeister, AN 251, 321, 1934.
3. F. Lause, AN 266, 17, 1938.
4. Ю. Слоним, AN 253, 367, 1934.
5. А. В. Софроницкий, Изв. Гл. астр. обс. в Пулкове, т. XIX, 4, № 151, 1953.
6. D. Popper, ApJ 109, 106, 1949.
7. Н. Л. Магалашвили, Бюлл. Абастум. обс. № 10, 1947.
8. Д. Я. Мартынов, Переменные звезды, т. III, 399, 1947.
9. S. Piotrowski, ApJ 108, 36—45, 1948.
10. Z. Kopal, Harvard Monographs № 8, 1950.

Абастуманская астрофизическая обсерватория  
Декабрь 1954 г.