

## О неустойчивости периодов переменных звезд типа RV Тельца

Г.Е. Ерлексова

Изучены изменения периодов 21 переменной звезды типа RV Tau.

Рассмотрены зависимости  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$ ,  $\Delta E$  и  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$ , характеризующие степень неустойчивости периодов, от самого периода переменных различных типов. На рассмотренных зависимостях звезды RV Tau в среднем занимают промежуточное положение между долгопериодическими цефеидами сферической составляющей Галактики и звездами типа Миры Кита. Быявлено, что неустойчивость периодов звезд типа RV Tau спектроскопической группы В (по Престону, Кжеминскому, Смаку и Вильямсу [1]) меньше, чем группы А при одинаковых периодах.

## On Period Instability of RV Tauri Stars

by G. E. Erleksova

The period changes of 21 RV Tauri stars were studied. The relations between values  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$ ,  $\Delta E$ ,  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$  and the period of the different

types of variables are given. On these relations the RV Tauri stars are on the average between the longperiod cepheids belonging to the spherical component of the Galaxy and the Mira Ceti stars. It was established that the instability of the periods of the RV Tauri stars belonging to the spectroscopic group B (according to the identification by G. M. Preston, W. Krzeminski, J. Smak and J. A. Williams [1]) was smaller than for the group A with the same periods.

Звезды типа RV Tau представляют неоднородную группу сверхгигантов. Имея некоторое сходство с цефеидами и звездами типа Миры Кита, звезды типа RV Tau остаются менее изученными во всех отношениях по сравнению с ними. В частности, мало изучены изменения периодов звезд RV Tau. Имеется несколько работ об изменении периодов отдельных звезд. В обстоятельной работе Ц. Пэйн-Гапошкин, В. Брентон и С. Гапошкина [2] о звездах RV Tau отмечается факт изменяемости периодов у 10 звезд, но сами изменения периодов не обсуждаются. В настоящей статье сделана попытка сравнить наблюдаемые изменения периодов отдельных звезд между собой по величине и характеру, а также сравнить эти изменения с подобными изменениями периодов переменных звезд других типов, а именно, долгопериодических цефеид сферической составляющей Галактики и звезд типа

о  $\text{Cet}$ , между которыми звезды  $\text{I V Tau}$  занимают промежуточное положение по продолжительности периодов, спектральным особенностям, характеру кривых лучевых скоростей.

Было рассмотрено поведение формальных (по определению ОКПЗ, 1958) периодов 21 звезды  $\text{RV Tau}$ . Ставилась задача изучить изменения периодов у звезд с постоянным средним блеском. Три звезды с изменяющимся средним блеском, для которых наблюдательный материал был получен ранее, включены в рассмотрение для сравнения. Поведение периодов изучалось по диаграмме  $O-C$  моментов минимумов и максимумов блеска. Изменения периодов определялись, в основном, по диаграммам  $O-C$  моментов минимумов. Диаграммы  $O-C$  моментов максимумов имели подсобное значение. Моменты минимумов и максимумов блеска собраны из литературных источников, определены из опубликованных наблюдений и получены из душанбинских фотографических наблюдений. Индивидуальные моменты минимумов из душанбинских наблюдений представлены в таблице 1. Для звезд  $\text{TW Cam}$ ,  $\text{EF Cyg}$ ,  $\text{SS}$  и  $\text{SU Gem}$  они определены по наблюдениям С.Н. Журкиной, для  $\text{AR Sgr}$  — Ю.Е. Борисова, для остальных — по наблюдениям автора. В таблице 1 после названия звезды следует ссылка на литературу, из которой использованы звезды сравнения и их величины. Для звезд  $\text{AS Her}$ ,  $\text{TT}$ ,  $\text{TX}$ ,  $\text{UZ}$  и  $\text{V453 Oph}$  шкалы звездных величин приведены к фотоэлектрическому нуль-пункту по данным работы Престона и др. [1]. Плюсы и минусы после юлианского дня означают, что минимум определен по нисходящей или восходящей ветви соответственно. Двоеточие, как обычно, означает неуверенность. Моменты минимумов, отмеченные звездочкой, определены по панхроматическим пластинкам; величина в  $\text{min}$ , приводимая в третьем столбце, дана в фотовизуальной системе. В том случае, когда минимумы уверенно классифицируются как главные или вторичные, эта классификация отражена во втором столбце.

При построении диаграмм  $O-C$  отклонения приводились в одну фотометрическую систему. Для этого для каждой звезды определялась поправка — визуальный минус фотографический моменты одного и того же минимума. Эти поправки в долях периода приведены в девятом столбце таблицы 2. Они заключены в пределах  $0.007-0.037$ , и при малой точности их определения, для всех звезд в среднем может быть принята поправка  $0.025$ , которая и использовалась для тех звезд, для которых она не была определена индивидуально.

Таблица 1

| Min 24... I, II | $m_{pg}$          | Min 24... I, II | $m_{pg}$           | Min 24... I, II | $m_{pg}$          |
|-----------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|-------------------|
| DS Aqr[3]       |                   |                 |                    |                 |                   |
| 38980: II       | 11 <sup>m</sup> 0 | 39494—          | (11 <sup>m</sup> 3 | 40068: II       | 11 <sup>m</sup> 0 |
| 39026 I         | 11. 6             | 716 I           | 11. 7              | 103+ I          | 11. 6             |
| 410+ I          | 11. 4             | 795+:           | (11. 6             |                 |                   |
| DY Aql[2, 4, 5] |                   |                 |                    |                 |                   |
| 29820 }         | (12. 0            | 29900           | 12. 2              | 31375           | 12. 2             |
| 840 }           |                   | 31290+          | 12. 2              | 32740           | 12. 3             |

| Min24... | I,II   | m <sub>pg</sub>   | Min 24...        | I,II   | m <sub>pg</sub>    | Min 24... | I,II | m <sub>pg</sub>    |
|----------|--------|-------------------|------------------|--------|--------------------|-----------|------|--------------------|
|          |        |                   | DY Aql [2, 4, 5] |        |                    |           |      |                    |
| 32877    |        | 12 <sup>m</sup> 8 | 35695}           |        | (12 <sup>m</sup> 4 | 38636     |      | (12 <sup>m</sup> 2 |
| 33135}   |        |                   | 720}             |        |                    | 700       |      | 12. 7              |
| 145}     | (11. 9 |                   | 36025}           |        | (12. 4             | 39335}    |      | (12. 3             |
| 210+     | 12. 2  |                   | 045}             |        |                    | 350}      |      |                    |
| 860      | 12. 5  |                   | 100              | 12. 5  |                    | 410+      |      | 12. 4              |
| 912+     | 12. 3  |                   | 420:             | 12. 2  |                    | 738:      |      | 12. 1:             |
| 34250}   |        |                   | 485:             | (12. 1 |                    | 40050}    |      | (12. 1             |
| 270}     | (12. 2 |                   | 38295}           |        | (12. 2             | 060}      |      |                    |
| 923*     | 11. 1  |                   | 310}             |        |                    | 128+      |      | 12. 4              |
| 965*}    |        |                   |                  |        |                    |           |      |                    |
| 985*}    | (10. 6 |                   |                  |        |                    |           |      |                    |

## TW Cam [6]

|       |    |       |        |    |       |        |  |       |
|-------|----|-------|--------|----|-------|--------|--|-------|
| 30330 | I  | 11. 7 | 31413+ | II | 11. 4 | 36982- |  | 11. 7 |
| 372   | II | 11. 4 | 32820- | I  | 11. 7 | 982-   |  | 11. 8 |
| 637   |    | 11. 7 | 33862- |    | 11. 4 | 38023: |  | 11. 4 |
| 672   |    | 11. 4 | 910:   |    | 11. 5 | 290-   |  | 11. 6 |
| 698+  |    | 11. 4 | 36065: | I  | 11. 5 | 382    |  | 11. 8 |
| 31325 | II | 11. 4 | 575:   | I  | 11. 7 |        |  |       |

## DF Cyg [7]

|       |  |        |       |  |       |       |  |       |
|-------|--|--------|-------|--|-------|-------|--|-------|
| 32714 |  | 12. 9  | 33439 |  | 12. 6 | 36822 |  | 13. 0 |
| 734   |  | 12. 6  | 34185 |  | 12. 7 | 37191 |  | 13. 0 |
| 760   |  | 12. 5  | 35724 |  | 12. 6 | 223   |  | 12. 8 |
| 788   |  | 12. 5  | 36048 |  | 12. 9 | 38292 |  | 12. 8 |
| 836   |  | 12. 2  | 425   |  | 12. 6 | 314   |  | 12. 9 |
| 861   |  | 12. 6: | 792   |  | 12. 2 | 39713 |  | 12. 2 |
| 884   |  | 12. 6  |       |  |       |       |  |       |

## V360 Cyg [8]

|       |    |        |        |  |       |        |    |        |
|-------|----|--------|--------|--|-------|--------|----|--------|
| 32703 |    | (13. 2 | 33865: |  | 12. 8 | 36053  |    | (13. 2 |
| 738   | II | 12. 7  | 898:   |  | 12. 6 | 091+   |    | (13. 2 |
| 33125 |    | 13. 2  | 34181: |  | 13. 4 | 39710: | II | 12. 7  |
| 160+  |    | (13. 0 | 214:   |  | 13. 2 | 748    |    | 13. 2  |
| 832:  |    | 13. 2  |        |  |       |        |    |        |

## SS Gem [9]

|       |  |       |       |  |       |        |  |       |
|-------|--|-------|-------|--|-------|--------|--|-------|
| 33244 |  | 11. 2 | 35922 |  | 11. 2 | 37340  |  | 11. 2 |
| 601   |  | 11. 2 | 36908 |  | 11. 2 | 38018: |  | 11. 6 |
| 35514 |  | 11. 0 | 987   |  | 11. 3 | 059:   |  | 10. 9 |

## SU Gem [10]

|        |  |       |        |  |       |        |  |       |
|--------|--|-------|--------|--|-------|--------|--|-------|
| 34039  |  | 11. 2 | 35124* |  |       | 38025: |  | 11. 6 |
| 389*   |  |       | 545    |  | 11. 4 | 053    |  | 11. 6 |
| 35099* |  |       | 36219* |  |       |        |  |       |

Min 24... I, II  $m_{pg}$ 

|        |    |                   |
|--------|----|-------------------|
| 33099  |    | 8 <sup>m</sup> .6 |
| 175    |    | 8. 8              |
| 398    | I  | 9. 0              |
| 439    | II | 8. 6              |
| 468    |    | 8. 8              |
| 849    | I  | 9.1               |
| 921*   | II | 7. 9              |
| 34153  | I  | 9. 0              |
| 270:   |    | ( 8. 5            |
| 536-   |    | ( 8. 5            |
| 566    |    | 8. 6              |
| 603    | I  | 8. 9              |
| 946*   |    | 8. 0              |
| 980*   | I  | 8. 3              |
| 35010* | II | 7. 5              |
| 280    | I  | 8. 8              |
| 317    | II | 8. 3              |
| 358    | I  | 9. 0              |

Min 24... I, II  $m_{pg}$ 

AC Her [2, 7, 11-13]

|       |      |                   |
|-------|------|-------------------|
| 35661 | I    | 9 <sup>m</sup> .0 |
| 36037 | I    | 8. 9              |
| 069-  | II ( | 8. 3              |
| 107+  | I    | 8. 2              |
| 407   | I    | 9. 0              |
| 448-  | (    | 8. 8              |
| 485+  | I (  | 8. 9              |
| 746   | II   | 8. 6              |
| 786   | I    | 9. 0              |
| 865:  | I    | 8. 8              |
| 37085 |      | 8. 9              |
| 165-  | I    | 9. 2              |
| 542-  | (    | 8. 8              |
| 842-  | I (  | 9. 0              |
| 878   | II   | 8. 4              |
| 911+  | (    | 8. 8              |
| 38143 |      | 8. 8              |

Min 24... I, II  $m_{pg}$ 

|        |    |                     |
|--------|----|---------------------|
| 38210} | I  | ( 8 <sup>m</sup> .7 |
| 223}   |    |                     |
| 255    | II | 8. 2                |
| 295+   | I  | 9. 1                |
| 590}   | I  | 8. 9                |
| 599}   |    |                     |
| 630:   | II | ( 8. 2              |
| 968    | I  | 8. 9                |
| 39005  | II | 8. 2                |
| 271    | I  | 8. 9                |
| 348-   | I  | 9. 2                |
| 384    | II | 8. 4                |
| 650:   | I  | 8. 8:               |
| 687    | II | 8. 1                |
| 763+   |    | ( 8. 4              |
| 796+   |    | ( 8. 8              |
| 40029  | I  | 8. 9                |

EP Lyr [1, 14]

|        |    |        |
|--------|----|--------|
| 30965  | II | 11. 0  |
| 31253  | I  | (11. 8 |
| 32750} | I  | 11. 3  |
| 760}   |    |        |
| 795:   | II | 11. 0  |
| 835}   | I  | (11. 3 |
| 845}   |    |        |
| 33092  | I  | 11. 8  |
| 132:   | II | 10. 8  |
| 178    | I  | 12. 0  |
| 424:   | I  | 11. 6  |
| 843    | I  | 11. 7  |
| 880:   | II | 10. 9  |
| 919    | I  | 11. 8  |
| 34179- | I  | (11. 6 |
| 580}   | I  | (11. 5 |
| 590}   |    |        |
| 34628  | II | 10. 9  |
| 920*-  | I  | (11. 4 |
| 963*   | II | 10. 6  |
| 35010* | I  | 11. 2  |
| 344:   | I  | 11. 6  |
| 717:   | II | 11. 0  |
| 752:   | I  | 11. 6  |
| 36048+ | II | 11. 0  |
| 090:   | I  | 11. 7  |
| 373:   | II | 10. 8  |
| 426:   | I  | 11. 5  |
| 755    | I  | 11. 8  |
| 842    | I  | 11. 8  |
| 37169  | I  | 11. 5  |
| 210:   |    | 11. 0: |
| 37843- | I  | (11. 4 |
| 880:   | II | 10. 9  |
| 38179  | I  | 11. 8  |
| 589:   |    | 11. 4  |
| 667    | I  | 11. 5  |
| 925:   |    | (11. 4 |
| 962    | II | 11. 0  |
| 39005  | I  | 11. 8  |
| 090    |    | 12. 0  |
| 348-   |    | 11. 5  |
| 712    |    | 11. 4  |
| 758:   |    | (11. 1 |
| 40010  | I  | 11. 8  |
| 044+   | II | 11. 0  |
| 090    | I  | 11. 9  |

TT Oph [15, 16]

|        |    |        |
|--------|----|--------|
| 29760  |    | 11. 9  |
| 30167  |    | 11. 9  |
| 225    |    | 12. 2  |
| 899:   |    | 11. 8  |
| 929    |    | 12. 2  |
| 31236  |    | 12. 2  |
| 32762  |    | 12. 3  |
| 33067  | I  | 12. 4  |
| 34536: |    | 12. 2  |
| 564    | II | 11. 5  |
| 593    | I  | 12. 2  |
| 901*   | I  | 10.9   |
| 34930* | II | 10. 2  |
| 961*   | I  | 11. 1  |
| 989*   | II | 10. 6  |
| 35301: |    | 11. 4  |
| 602    |    | (12. 6 |
| 665    |    | 12. 6  |

| Min 24...       | I, II | m <sub>pg</sub>    | Min 24... | I, II | m <sub>pg</sub>    | Min 24... | I, II | m <sub>pg</sub>    |
|-----------------|-------|--------------------|-----------|-------|--------------------|-----------|-------|--------------------|
| TT Oph [15, 16] |       |                    |           |       |                    |           |       |                    |
| 36096:          |       | 11 <sup>m</sup> .7 | 36788:    |       | 11 <sup>m</sup> .7 | 38287     |       | 12 <sup>m</sup> .4 |
| 334             |       | 11.9               | 37192:    |       | 12.2               | 560       |       | 12.2               |
| 394             |       | 12.5               | 520       |       | 12.2               | 591       |       | 12.2               |
| 424             |       | 12.4               | 795       |       | 12.0               | 39623     |       | 11.8               |
| 455:            |       | 11.5               | 38226     |       | 12.6               | 680:      |       | 11.2               |
| 762             |       | 11.9               | 257       |       | 12.4               | 714       |       | 12.0               |
| TX Oph [15, 16] |       |                    |           |       |                    |           |       |                    |
| 29685-          |       | 11.6               | 34156*    |       | 10.8               | 36445     | I     | 12.2               |
| 30200           |       | 11.8               | 225:      | II    | 11.3               | 777       | II    | 11.5               |
| 330-            |       | 11.7               | 565       | II    | 11.2               | 845       | I     | 11.6               |
| 31278:          |       | 11.5               | 630+      |       | 11.6               | 37052     |       | 12.0               |
| 650:            |       | 11.5               | 912*      | I     | 10.7               | 195       |       | 11.9               |
| 33410:          | II    | 11.2               | 980*      | II    | 10.4               | 860       | I     | (12.0)             |
| 467:            |       | 11.6               | 35310:    |       | (11.5)             | 38551-    |       | 12.0               |
| 875:            | I     | 12.6               | 395:      |       | 11.6               | 615+      |       | 11.6               |
| 34150           |       | 11.6               | 36015     |       | 11.3               | 39647     | I     | 12.5               |
| UZ Oph [2, 17]  |       |                    |           |       |                    |           |       |                    |
| 30142           | I     | (12.9)             | 34630 }   | I     | (12.2)             | 37168     |       | 12.5               |
| 176+            | II    | 12.2               | 645 }     |       |                    | 825 }     | I     | (12.4)             |
| 225:            |       | 12.6               | 905* }    | I     | 11.7               | 840 }     |       |                    |
| 929-            |       | 12.2               | 915* }    |       |                    | 795:      |       | 12.4               |
| 32766:          |       | 12.0               | 945*-     | II    | 12.2               | 880       | II    | 12.2               |
| 33067+          | I     | 12.6               | 990*+     | I     | 12.0               | 38179+    |       | 12.6               |
| 113-            | II    | 12.2               | 35388:    |       | 12.2               | 225-      |       | 12.1               |
| 157+            | I     | 12.6               | 650       | II    | 12.0               | 260 }     |       | (12.1)             |
| 421:            |       | 12.9               | 690+      | I     | 12.6               | 280 }     |       |                    |
| 448:            |       | 12.5               | 987:      |       | 12.2               | 575       |       | 12.6               |
| 858             | I     | 12.9               | 36044     | I     | 12.8               | 937-      | I     | 12.6               |
| 891+            | II    | 12.2               | 080       | II    | 12.1               | 970:      |       | 12.0               |
| 34205           | I     | 12.9               | 394       | II    | 12.3               | 39322     |       | 12.4               |
| 155:            | II    | 11.8               | 435+      | I     | 12.6               | 360       |       | (11.9)             |
| 245:            | II    | 11.8               | 464+      |       | (11.8)             | 625+      |       | 12.7               |
| 277+            |       | 12.1               | 781       |       | 12.6               | 673-      |       | 12.6               |
| 555:            | I     | (12.2)             | 820 }     |       | (12.6)             | 712       |       | 12.7               |
| 597             | II    | 11.9               | 830 }     |       |                    |           |       |                    |
| V453 Oph [18]   |       |                    |           |       |                    |           |       |                    |
| 29818:          |       | 12.2               | 32744+    |       | 12.3               | 33444     |       | 12.0               |
| 30144           | I     | 12.6               | 33075     | I     | 12.6               | 885       | I     | 12.6               |
| 230             | I     | 12.6               | 115:      | II    | 11.8               | 34175::   |       | 12.2               |
| 31290           | I     | 12.6               | 157+      | I     | 12.7               | 215       |       | 12.4               |
| 324::           | II    | 11.7:              | 396:      |       | 12.2               | 249 }     |       | (12.2)             |
|                 |       |                    |           |       |                    | 263 }     |       |                    |

| Min 24...     | I, II | m <sub>pg</sub>   | Min 24... | I, II | m <sub>pg</sub>   | Min 24... | I, II | m <sub>pg</sub> |
|---------------|-------|-------------------|-----------|-------|-------------------|-----------|-------|-----------------|
| V453 Oph [18] |       |                   |           |       |                   |           |       |                 |
| 34900*        |       | 11 <sup>m</sup> 2 | 36455     |       | 12 <sup>m</sup> 2 | 39297     | I     | 12. 5           |
| 940*          |       | (11. 3            | 729       |       | 12. 3             | 330+      | II    | 11. 8           |
| 985*          |       | 11. 4             | 37824+    |       | 12. 5             | 378       | I     | 12. 5           |
| 35015*+       |       | 11. 2             | 868-      |       | 12. 2             | 622-      | I     | 12. 3           |
| 358:          |       | 12. 2             | 910:      |       | 12. 2             | 701       | I     | 12. 6           |
| 388-          |       | 12. 2             | 38229     |       | 12. 5             | 735-      |       | 12. 0           |
| 667+          |       | (12. 2            | 315::     |       | 12. 1:            | 763:      |       | 12. 4           |
| 36043         |       | 12. 3             | 560       | I     | 12. 6             | 40023:    | I     | 12. 5           |
| 079           |       | 12. 1             | 595::     | II    | 11. 9             | 065       | II    | 12. 0           |
| 367           | I     | 12. 6             | 675:      |       | 12. 5             | 100:      |       | (12. 2          |
| 410           | II    | 12. 1             | 970       | I     | 12. 6             |           |       |                 |

## AR Sgr [2]

|        |    |         |        |    |        |        |    |        |
|--------|----|---------|--------|----|--------|--------|----|--------|
| 29844- |    | (11. 5  | 33850  |    | 11. 6  | 36485  | I  | 11. 7  |
| 875    |    | 11. 3   | 885    | I  | 11. 8  | 37167  |    | 11. 7  |
| 31282  |    | 11. 8   | 34245  |    | 12. 2  | 850+   |    | (13. 0 |
| 320    |    | 12. 0   | 280    |    | 11. 3  | 38237+ |    | 11. 9  |
| 32025  |    | 11. 8   | 902*   |    | 10. 5  | 287-   |    | 11. 9  |
| 370    |    | 13. 0 * | 952*   |    | 10. 2  | 585    | I  | 12. 8  |
| 800+   |    | 11. 6   | 35000* |    | (10. 4 | 618    | II | 11. 7  |
| 33065: |    | 10. 9   | 295    |    | (11. 4 | 669:   |    | 11. 5  |
| 102 }  | I  | (11. 4  | 695    | I  | 12. 6  | 899    |    | 12. 2  |
| 114 }  |    |         | 36045  | I  | 12. 6  | 970+   |    | (11. 8 |
| 152    | II | 11. 3   | 080+   |    | 12. 0  | 39024+ |    | (11. 3 |
| 185+   | I  | 11. 7   | 396    | I  | 11. 8  | 330+   |    | (12. 0 |
| 455:   |    | 11. 7   | 435:   | II | 10. 6  |        |    |        |

## V Vul [1, 19]

|        |    |        |        |    |        |       |    |       |
|--------|----|--------|--------|----|--------|-------|----|-------|
| 30561  | I  | 11. 0  | 32860+ | II | ( 9. 4 | 35344 | I  | 11. 0 |
| 933    | I  | 11. 0  | 33080: | II | ( 9. 4 | 380:: | II | 9. 5: |
| 969    | II | 9. 9   | 125    | I  | 10. 8  | 421   | I  | 11. 5 |
| 31000+ |    | 10. 3  | 160    | II | 9. 6   | 720   | I  | 11. 3 |
| 235+   |    | 10. 8  | 424    |    | 10. 8  | 36023 | I  | 10. 7 |
| 620    | I  | 11. 5  | 837    |    | 10. 4  | 060:  | II | 9. 2: |
| 922    | I  | 11. 1  | 868+   |    | (10. 7 | 100   | I  | 11. 2 |
| 995    | I  | 11. 0  | 34179- |    | (10. 4 | 408   | I  | 11. 4 |
| 32028  | II | 9. 6   | 282+   |    | (10. 6 | 485   | I  | 10. 8 |
| 066    | I  | (10. 5 | 550::  | II | 9. 7   | 750   | II | 9. 4  |
| 066*   | I  | 9. 3   | 597-   | I  | 10. 7  | 788   | I  | 11. 4 |
| 710    | II | 9. 7   | 623    | II | 9. 3   | 815   | II | 9. 7: |
| 745 }  | I  | (10. 8 | 660+   | I  | (10. 5 | 863   | I  | 10. 8 |
| 760 }  |    |        | 961*+  | I  | ( 9. 5 | 37175 | I  | 11. 4 |
| 788    | II | 9. 6   | 35042* | I  | 9. 9   | 202   | II | 9. 9  |
| 830    | I  | 10. 7  | 305    | II | 9. 5   | 545   | I  | 11. 3 |

| Min 24...     | I, II | $m_{pg}$          | Min 24... | I, II | $m_{pg}$          | Min 24... | I, II | $m_{pg}$           |
|---------------|-------|-------------------|-----------|-------|-------------------|-----------|-------|--------------------|
| V Vul [1, 19] |       |                   |           |       |                   |           |       |                    |
| 37577         | II    | 9. <sup>m</sup> 7 | 38262     | II    | 9. <sup>m</sup> 8 | 39391     | I     | 11. <sup>m</sup> 2 |
| 614+          | I     | (10.4             | 975       | II    | 9.7               | 690}      | I     | (10.5              |
| 848           | I     | 11.3              | 39007}    | I     | 10.8              | 703}      | I     | (10.5              |
| 879+          | II    | 9.3               | 019}      | I     | 11.2              | 731       | II    | 9.6                |
| 964:          | II    | 9.2               | 316       | I     | 11.5              | 773       | I     | 10.9               |
| 38228         | I     | 11.5              |           |       |                   |           |       |                    |

Диаграммы О-С изображены на рисунках 1-4, где по оси абсцисс отложены эпохи, по оси ординат — фазы минимумов блеска. Фазы и эпохи вычислены с периодами, указанными в таблице 2, и с начальными эпохами, взятыми из ОКПЗ 1958. Периоды в таблице 2 также взяты из ОКПЗ 1958 за исключением отмеченных звездочками. Периоды, отмеченные одной звездочкой, уточнены автором в процессе построения диаграмм О-С. Период, отмеченный двумя звездочками, взят у Бейера [20], тремя — из работы [32].

Таблица 2

| Звезда  | Под-тип | Период              | $\lg \left  \frac{\Delta P}{P} \right $ | $\lg \Delta E$ | n  | N   | $\phi_{vis} - \phi_{pg}$ | Спектроскопическая группа |
|---------|---------|---------------------|-----------------------------------------|----------------|----|-----|--------------------------|---------------------------|
| EZ Aql  | a       | 38. <sup>d</sup> 61 | -2.58                                   | 2.00           | 3  | 192 | —                        | A?                        |
| DF Cyg  | b       | 49.8080             | -2.25                                   | 1.85           | 8  | 230 | 0. <sup>P</sup> 023      | A                         |
| SU Gem  | b       | 50.35*              | -2.32                                   | 1.78           | 3  | 46  | —                        | A                         |
| EQ Cas  | a       | 58.358**            | -2.66                                   | 1.60           | 6  | 172 | —                        | B?                        |
| TT Oph  | a       | 61.08               | -2.18                                   | 1.70           | 9  | 202 | 0.024                    | A                         |
| RX Cap  | a       | 67.92               | -2.08:                                  | 1.78:          | 4: | 108 | —                        | A                         |
| V360Cyg | a:      | 70.449              | -2.55:                                  | 1.95:          | 4  | 56  | —                        | C                         |
| AC Her  | a       | 75.4619             | -2.14                                   | 1.52           | 10 | 333 | 0.025                    | B                         |
| V Vul   | a       | 75.72               | -1.92                                   | 1.60           | 8  | 480 | 0.035                    | A                         |
| DS Aqr  | a       | 78.213***           | -2.34                                   | 1.60           | 5: | 77  | 0.035:                   | B?                        |
| V453Oph | a       | 81.3*               | -2.01:                                  | 1.40:          | 6: | 63  | —                        | C                         |
| EP Lyr  | a       | 83.43               | -2.70                                   | 1.78           | 3  | 116 | 0.037                    | B                         |
| TW Cam  | a       | 86.26*              | -1.94                                   | 1.54           | 4  | 41  | —                        | A                         |
| UZ Oph  | a       | 87.44               | -2.01                                   | 1.60           | 3  | 167 | 0.016                    | A                         |
| AR Sgr  | a       | 87.87               | -1.84                                   | 1.57           | 6  | 142 | —                        | A?                        |
| SS Gem  | a       | 89.13*              | -2.17                                   | 1.65           | 6  | 223 | 0.007                    | A                         |
| U Mon   | b       | 92.26               | -1.95                                   | 1.34           | 6  | 125 | 0.012                    | A                         |
| AZ Sgr  | a       | 113.6*              | -2.16:                                  | 1.54:          | 3  | 45  | —                        | A                         |
| DY Aql  | a       | 131.42              | -1.73                                   | 1.30           | 9  | 118 | —                        | A                         |
| TX Oph  | a       | 135                 | -1.68:                                  | 1.53:          | 5: | 84  | 0.016                    | A                         |
| R Sct   | a       | 141.4*              | -1.59                                   | 1.30           | 8  | 425 | 0.019                    | A                         |
| UY CMa  | SRd     | 114.6*              | -1.85                                   | 1.30           | 6: |     |                          |                           |

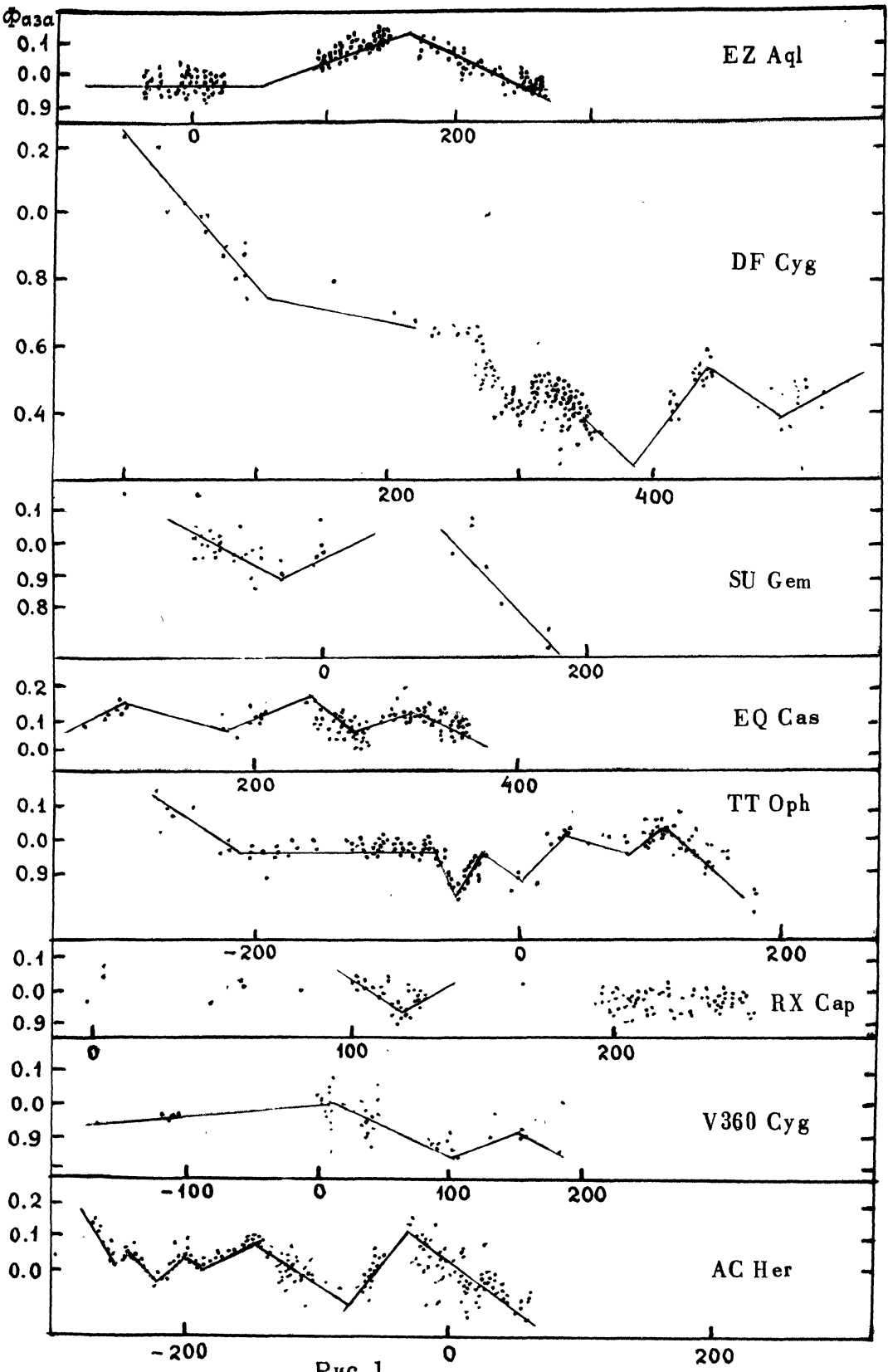


Рис. 1

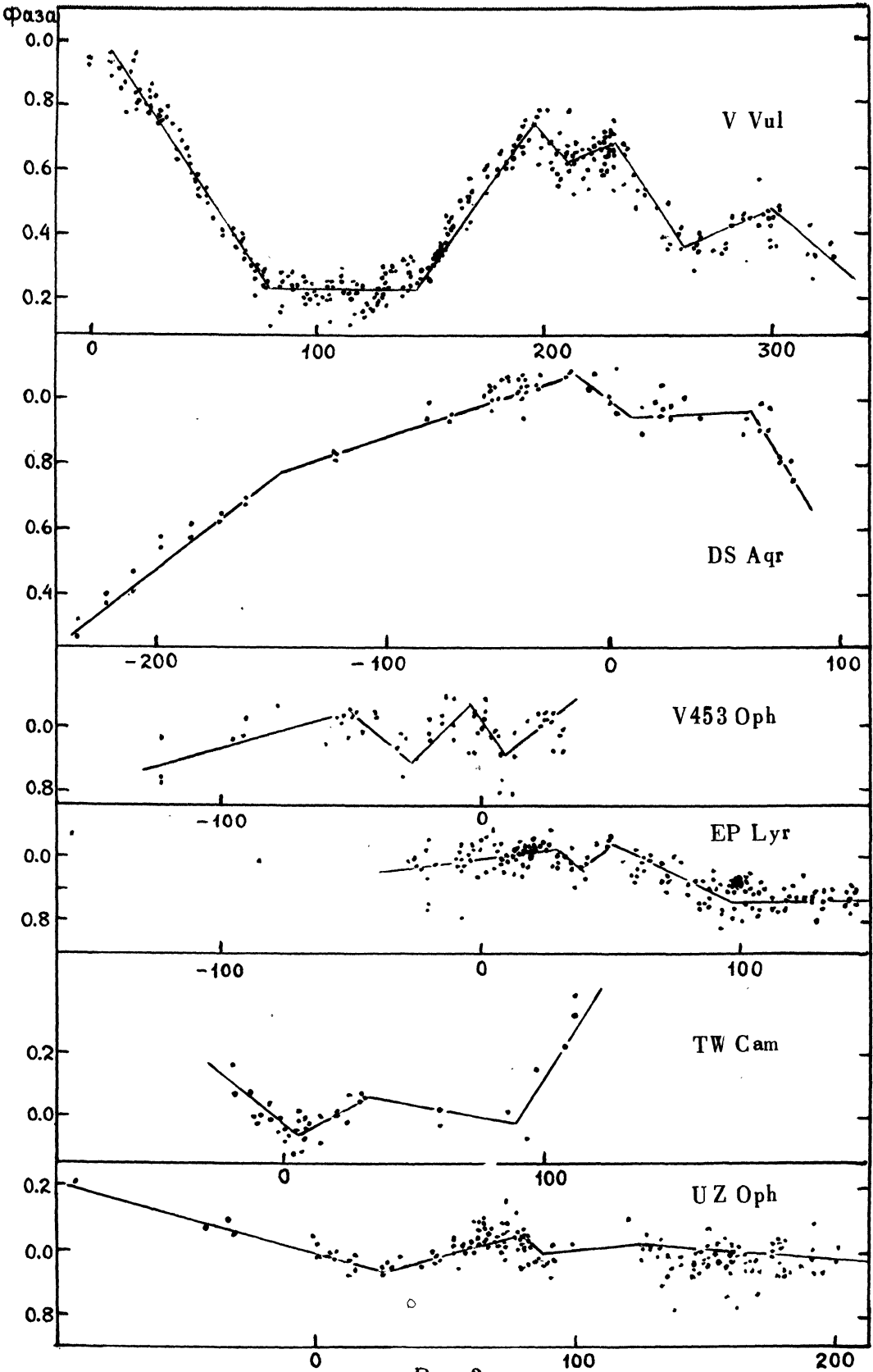


Рис. 2

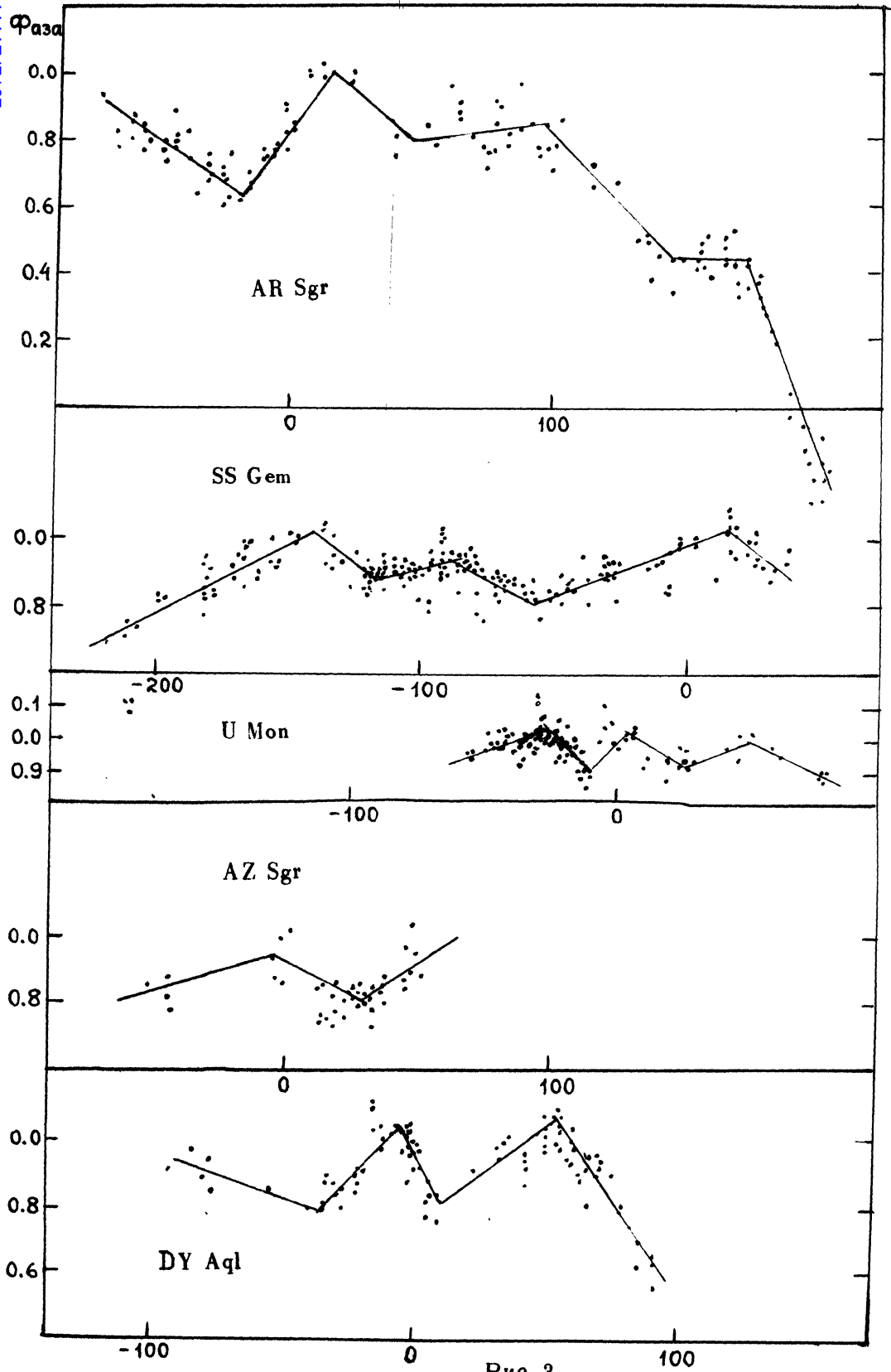


Рис. 3

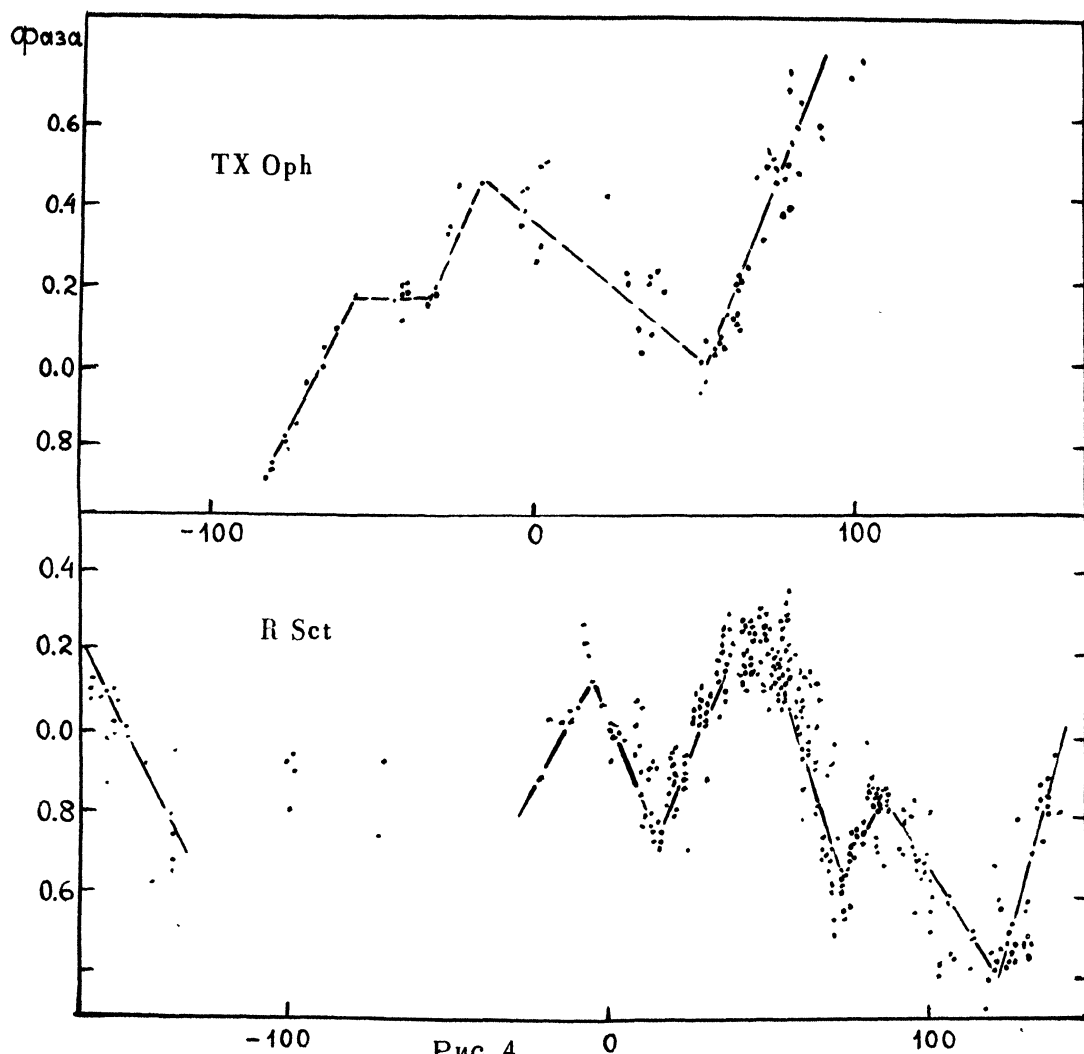


Рис. 4

По внешнему виду диаграммы О-С звезд типа RV Tau сходны с диаграммами О-С долгопериодических цефеид и звезд типа *o* Ceti, например, приводимыми в работах П.П. Паренаго [21], О.П. Васильяновской и Г.Е. Ерлексовой [22], О.П. Васильяновской, Н. Киселева и Т.Г. Киселевой [23]. Сходство усматривается в том, что диаграммы О-С на рис. 1-4, как у цефеид и звезд типа *o* Ceti, могут быть представлены отрезками ломаной линии, а сами изменения скачкообразные с чередованием периодов, больших и меньших среднего. Диаграммы довольно густо "населены" точками и показывают более значительный разброс, чем у цефеид, что обусловлено использованием индивидуальных моментов минимумов, а не нормальных, как в случае цефеид. Количество использованных моментов минимумов, включая определения одного и того же минимума разными авторами, указано в таблице 2 в седьмом столбце.

В представлении диаграмм О-С отрезками ломаной линии скачкообразные изменения периода считаются реальными. В таком случае следует считать, что резкое изменение периода вызывается резким

изменением физических характеристик звезды, от которых период зависит. Однако, согласно Ю.Балаш-Детре и Л.Детре [24], структура диаграмм О-С может быть объяснена кумулятивными эффектами случайных флуктуаций периода от цикла к циклу, а сами изменения периода являются кажущимися. Казалось бы, что перестановка главного и вторичного минимумов, как нарушение в ритме колебаний, может быть физически связана со скачкообразным изменением периода. По нашим данным оказалось, что корреляция между моментами перестановок и изломами на диаграммах О-С отсутствует, что говорит не в пользу реальности изменений периода. Но ни в случае кажущегося изменения периода, ни в случае реального мы не имеем возможности выявить физические изменения в звезде, которые лежат в основе того или иного изменения периода. Вследствие этого нет достаточных оснований признавать наблюдаемые изменения периода кажущимися или же реальными. Однако, независимо от того, являются ли изменения кажущимися или реальными, мы можем сравнить нестабильность периодов отдельных звезд типа RV Тау между собой и с нестабильностью периодов переменных других типов.

Представим диаграммы О-С звезд RV Тау системами линейных элементов. Рассмотрим величины  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$ ,  $\Delta E$  и  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$ , предложенные П.П. Паренего [21] в качестве характеристик изменений периода. Логарифмы  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$  и  $\Delta E$  помещены в таблице 2 в столбцах 4 и 5. Значение периодов, соответствующих отрезкам ломаных линий, представляющих диаграммы О-С (так называемые временные периоды), определялись из диаграмм О-С моментов минимумов блеска. Обычно эти значения подтверждались диаграммами О-С моментов максимумов блеска. При построении диаграмм О-С не делалось различия между главными и вторичными экстремумами, лишь для плавного хода придавалась поправка 0.5. О степени надежности средней разности между временными периодами  $|\Delta P|$  и средней продолжительности действия временного периода  $\Delta E$  можно судить по числу отрезков ломаной, представляющей диаграмму О-С. Это число приведено в шестом столбце таблицы 2. Зависимости логарифмов  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$ ,  $\Delta E$  и  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$  от логарифма периода изображены на рис. 5 (а, б, в). Из рассмотрения зависимостей следует, что  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$  и  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$  возрастают, а  $\Delta E$  уменьшается с увеличением периода. Из того же рис. 5 видно, что по величине всех характеристик нестабильности периода звезды RV Тау в среднем занимают промежуточное положение между долгопериодическими цефеидами сферической составляющей Галактики и звездами типа  $\alpha$  Cet. Однако, звезды типа RV Тау с периодами больше 80 дней обнаруживают такую же нестабильность, как звезды типа  $\alpha$  Cet.

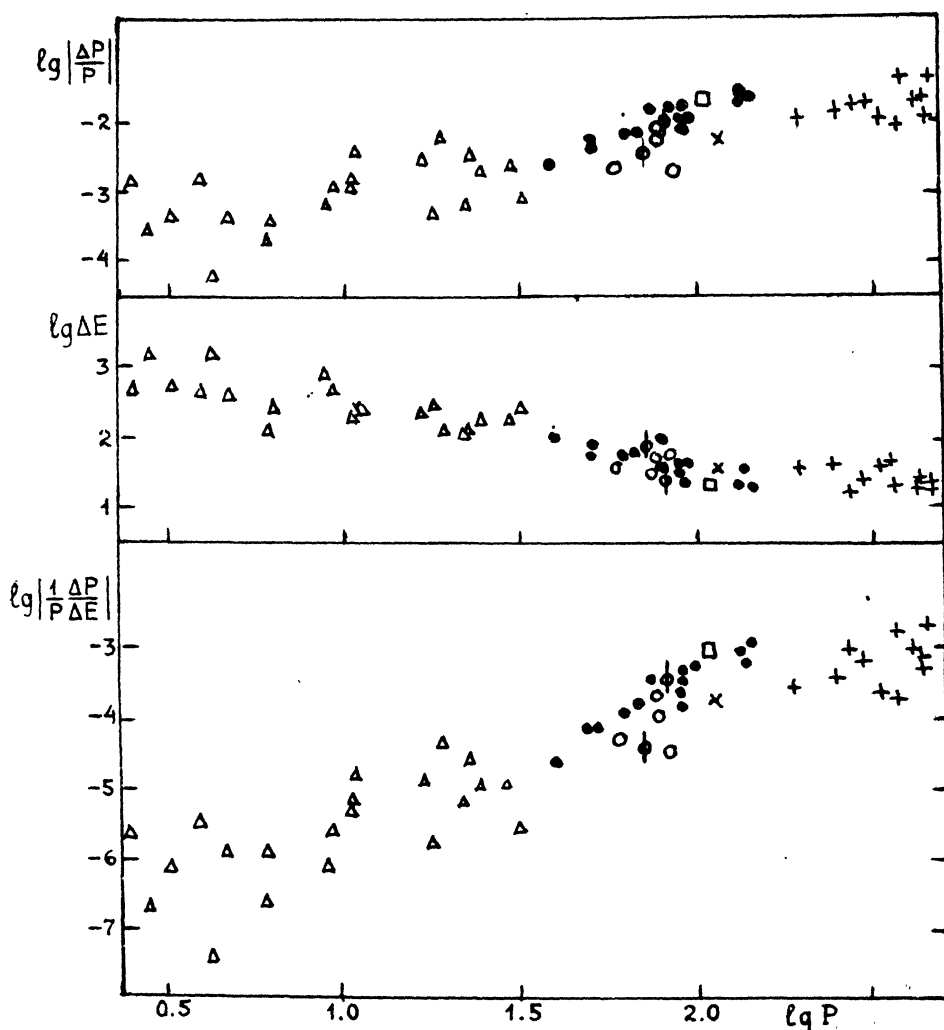


Рис. 5. Зависимости характеристик неустойчивости периодов от логарифма периода. Обозначения:  $\Delta$  — долгопериодические цефеиды сферической составляющей Галактики по данным [22];  $\bullet, \circ, \phi$  — звезды типа RV Tau спектроскопических групп A, B и C соответственно;  $\square$  — UY CMa типа SRd;  $\times$  — AZ Sgr с неустановленной спектроскопической группой;  $+$  — звезды типа o Ceti по данным [23].

Обращает на себя внимание тот факт, что все звезды типа RV Tau с периодами больше  $80^d$  относятся к спектроскопической группе A по разделению Дж. Престона, В. Кжеминского, Ж. Смака и Ж. Вильямса [1]. Из рис. 5 видно, что, в общем, величина  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$  и  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$  членов спектроскопической группы A со спектральными классами G—K больше, чем членов спектроскопической группы B со спектральным классом Fp. Из двух звезд спектроскопической группы C одна V360 Cyg показывает такие же характеристики неустойчивости периода, как члены группы B, а другая (V453 Oph) — как члены группы A. У обеих звезд эти характеристики недостаточно уверенны для того, чтобы делать какие-либо заключения о неустойчивости звезд группы C. Принад-

лежность звезд типа RV Tau к той или иной спектроскопической группе отражена в последнем столбце таблицы 2.

Разделяя звезды типа RV Tau на три спектроскопические группы, Дж. Престон и др. [1] указывают, что группы должны ассоциироваться с различными частями Галактики: группа А — с диском, группы В и С — с диском и гало соответственно, или же группы В и С являются частями семейства, населяющего как диск, так и гало. Т. Боеник [25], определяя тип населения звезд типа RV Tau по данным о  $z$ -координате, расстоянии и лучевой скорости, делает заключение, что группа А включает в себя население как I, так и II типа, группа В представляет население I типа, группа С — II. Согласно заключению Розино [26], семь звезд группы А принадлежат ко II типу населения. Таким образом, нет единого мнения о принадлежности спектроскопических групп к определенному типу населения. Имея в виду разделение цефеид на подсистемы, судя по нестабильности периодов, следует думать, что группа В принадлежит к более плоской подсистеме, чем группа А.

В связи с разделением звезд на спектроскопические группы, отметим еще такой факт: в то время, как члены группы А имеют периоды на всем интервале, характерном для звезд типа RV Tau, члены групп В и С имеют периоды в интервале 58–83 дня. Последнее вполне может являться результатом случайной выборки, но, может быть, этому есть физическое обоснование.

Вернемся к рассмотрению еще одной характеристики нестабильности периодов, а именно, величины  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$ . Напомним, что величины  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  ранее получались приблизительно одинаковыми в

группе однородных звезд: одно значение давали цефеиды плоской составляющей, другое — сферической составляющей (П.П. Паренго [21]). Позже Е.Н. Макаренко [27], изучая изменчивость периодов цефеид  $C\delta$  с малыми амплитудами и почти синусоидальными кривыми блеска, пришла к заключению, что величина  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  не может служить характеристикой типа населения цефеид из-за значительного разброса значений этой величины. Мы построили зави-

симость логарифма  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  от логарифма периода для звезд различных типов переменности. Она изображена на рис. 6. Обозначения сохранены прежними, за исключением того, что долгопериодические цефеиды сферической составляющей разделены на первую и вторую группы согласно О.П. Васильяновской и Г.Е. Ерлексовой [28] и соответственно обозначены пустыми и зачерненными треугольниками. Из рис. 6 видно, что величины  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  на всем рассматриваемом интервале периодов в отдельных группах звезд колеблются в сравнительно небольших пределах. Намечающийся в некоторых груп-

пах ход  $\lg \left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  с  $\lg P$  незначителен. Обратимся к таблице 3, в которой помещены средние значения  $\lg \left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  для различных групп звезд, вычисленные по данным разных авторов. Для звезд RR Lyr это значение неуверенно из-за ограниченности интервала наблюдений. Обращает на себя внимание то, что средние значения  $\lg \left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  восьми рассмотренных группировок звезд в пределах ошибок сходятся к трем значениям:  $-1.0$  (цефеиды плоской составляющей),  $-0.8$  (долгопериодические цефеиды сферической составляющей первой группы, цефеиды C $\zeta$ , звезды типа RV Tau (спектроскопической группы В) и  $-0.4$  (долгопериодические цефеиды сферической составляющей второй группы, звезды типа RV Tau спектроскопической группы А, звезды типа o Ceti и типа RR Lyr в М 15). На основании использованного в данной статье материала не представляется возможным решить, является ли величина  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  характеристикой типа населения не только цефеид, но и других пульсирующих переменных, или она определяет положение звезды (или группы звезд) на диаграмме Н- $R$  в полосе неустойчивости относительно ее средней линии [30], или, может быть, одинаковое значение величины  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  у разных групп обусловлено тождественностью некоторых физических характеристик. В общем, вопрос о величине  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$  требует особого внимания.

Таблица 3

| Тип переменности                             | Число звезд | $\lg \left  \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right $ | Ссылка        |
|----------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------|---------------|
| Цефеиды плоской составляющей                 | 12          | $-1.02 \pm 0.07$                                 | [21]          |
| Цефеиды C $\zeta$                            | 11          | $-0.79 \pm 0.12$                                 | [27]          |
| Цефеиды сферической составляющей             |             |                                                  |               |
| первая группа                                | 10          | $-0.77 \pm 0.08$                                 | [22]          |
| вторая группа                                | 12          | $-0.34 \pm 0.06$                                 | [22]          |
| Звезды типа RV Tau                           |             |                                                  |               |
| Спектроскопическая группа А                  | 14          | $-0.41 \pm 0.03$                                 | данная статья |
| Спектроскопическая группа В                  | 4           | $-0.84 \pm 0.09$                                 | "             |
| Звезды типа Миры Кита                        | 11          | $-0.35 \pm 0.04$                                 | [23]          |
| Звезды типа RR Lyr в шаровом скоплении М 15. | 17          | $(-0.38 \pm 0.07)$                               | [29]          |

Если для звезд типа RV Тау брать индивидуальные значения  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$  и  $\Delta E$  по каждому отрезку ломаных диаграмм О-С, то постоянство  $\left| \frac{\Delta P}{P} \Delta E \right|$

можно интерпретировать как тенденцию (имея в виду значительный разброс) к более длительному существованию временных периодов, близких к среднему по сравнению с временными периодами, значительно отличающимися от среднего. То же получилось для долгопериодических цефеид сферической составляющей Галактики [31] звезд типа  $\alpha$  Ceti [23].

Из рис. 1-4 следует, что кроме скачкообразных изменений при постоянном среднем периоде у трех звезд наблюдается прогрессивное изменение среднего периода с накладывающимися на него скачкообразными изменениями. Это звезды DF Cyg, DS Aqr и AR Sgr. В данной статье мы не рассматриваем подтип RVb со вторичными периодами медленного колебания, которое может оказывать влияние на диаграммы О-С, и поэтому не будем касаться DF Cyg, относящейся к RVb. Две другие звезды DS Aqr и AR Sgr относятся к подтипу RVa. У обеих звезд средний период уменьшается. Формулы элементов с грубо вычисленными параболическими членами таковы:

$$\text{DS Aqr Min} = \text{J.D. } 2433862.5 + 78.213 E - [0.0015 (E+15)^2 - 2.4]$$

$$\text{AR Sgr Min} = \text{J.D. } 2421113 + 87.87 E - [0.0031 (E-30)^2 + 8.8]$$

Именно эти формулы использованы для определения  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$  и  $\Delta E$ , помещенных в таблице 2. Форма кривой блеска DS Aqr относительно устойчива [32], преобладает цефеидообразный вид отдельных полуциклов, что даже послужило поводом к отнесению DS Aqr первоначально к цефеидам [3, 33]. У AR Sgr также можно отметить преобладание полуциклов с цефеидообразной формой кривой блеска. Однако, в случае AR Sgr заключение о форме кривой блеска и ее устойчивости оказывается неуверенным из-за того, что оценки блеска AR Sgr затруднены близким расположением соседней звезды. На большинстве душанбинских пластинок AR Sgr сливается с соседней звездой. Возможно, что быстрое прогрессивное изменение периодов звезд типа RV Тау связано с определенной формой кривой блеска.

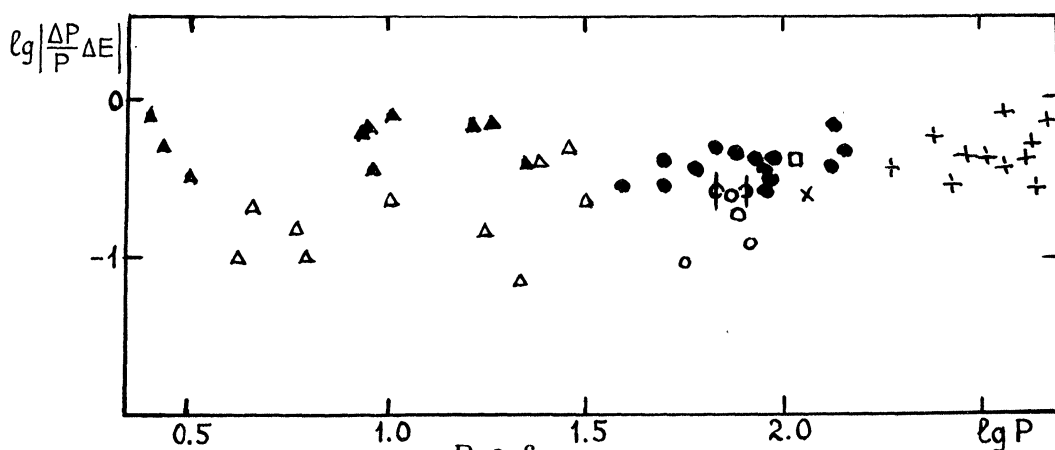


Рис. 6

В программу изучения периодов звезд типа RV Tau были включены UY CMa, V564 Oph и Z Sex, по ОКПЗ 1958 относящиеся к типу RV Tau. О них следует сказать особо.

### UY CMa

Из душанбинских и гарвардских [2] фотографических наблюдений, визуальных наблюдений Н. Ф. Флори [34], М. Бейера [17] и наблюдателей Новозеландского астрономического общества [35, 36] не обнаруживается основной признак звезд типа RV Tau: чередование глубоких и мелких минимумов блеска. На 77 глубоких минимумов приходится 9 мелких вторичных и 4 из них неуверенные. Перестановок минимумов не наблюдалось. Можно согласиться с М. Бейером [17] и отнести UY CMa к желтым полуправильным переменным (SRd).

### V 564 Oph

При изучении V564 Oph выявилась неувязка с величиной периода. В ОКПЗ 1958 приведен формальный период  $70^d.6$ . В. П. Песевичем [37] найден фундаментальный период  $70^d$ . Фотоэлектрические наблюдения [1] за  $90^d$  не дают полного представления о кривой блеска, но говорят в пользу 140-дневного формального периода. По душанбинским пластинкам за 1940–68 гг. получено 760 наблюдений, однако моменты минимумов и максимумов из них определены без большой уверенности, в частности, из-за того, что V564 Oph слаба. По нашим наблюдениям 70-дневные циклы отмечаются, но четкого чередования глубоких и мелких минимумов не прослеживается. В общем, по 22 минимумам и 21 максимуму блеска не удалось найти уверенный средний период около  $140^d$ . Может быть, V564 Oph относится к желтым полуправильным переменным? Но и в этом случае нет возможности уточнить средний период около  $70^d$ . По этой причине V564 Oph не была включена в таблицу 2.

### Z Sex

По спектральному определению Дж. Престона [1] Z Sex является красным гигантом (gM4) и не принадлежит к типу RV Tau. По 190 душанбинским наблюдениям, растянутым на 27 лет, не наблюдалось ни максимума, ни минимума, ни отдельных ветвей. Амплитуда  $10^m.7 - 11^m.5$  pg. На средний интервал  $10^m.9 - 11^m.3$  приходится 70% всех оценок.

Из вышеизложенного следуют такие основные выводы:

1. Диаграммы O–C моментов минимумов блеска звезд RV Tau могут быть представлены ломаной линией, а сами изменения скачкообразные с чередованием увеличений и уменьшений периода относительно среднего значения.

2. По характеристикам нестабильности периодов  $\left| \frac{\Delta P}{P} \right|$ ,  $\Delta E$  и  $\left| \frac{1}{P} \frac{\Delta P}{\Delta E} \right|$  звезды типа RV Tau в среднем занимают промежуточное положение между долгопериодическими цефеидами сферической составляющей Галактики и звездами типа Миры Кита. Звезды типа RV Tau с периодами больше  $80^d$  показывают такую же нестабильность, как звезды типа o Cet.

3. Звезды типа RV Tau спектроскопической группы A по разделению Дж. Престона, В. Кжеминского, Ж. Смака и Ж. Вильямса [1] показывают большую нестабильность, чем члены спектроскопической группы B.

## Литература

1. G.M.Preston, W.Krzeminski, J.Smak, J.A.Williams, ApJ 137, №2, 401, 1963.
2. C.Payne-Gaposchkin, V.K.Brenton, S.Gaposchkin, HA 113, №1, 1943.
3. А.Я.Филин, Тадж бюлл №31, 1962.
4. А.В.Соловьев, Тадж бюлл №2, 1952.
5. M.Beyer, AN 262, 257, 1937.
6. Б.В.Кукаркин, Труды ГАИШ 16, в. 1, 1949.
7. В.П.Цесевич, ПЗ 8, 131, 1951.
8. И.М.Ищенко, Ташк бюлл 2, №10, 1948.
9. О.И.Чудовичева, ПЗ 9, №2, 1952.
10. М.Е.Набоков, АЖ 21, 164, 1944.
11. E.Leiner, AN 221, 247, 1924.
12. Г.П.Захаров, ПЗ 9, 273, 1953; AN 222, 295, 1924.
13. Fr.Lause, AN 238, 266, 1930; 242, 58, 1931.
14. A.Wachmann, Abh Hamburg 6, N3, 1964; 8, N4, 1968.
15. B.P.Gerasimowicz, HB №847, 1927.
16. S.A.Mitchell and C.A.Wirtanen, Publ Virg 9, p.5, 1939.
17. M.Beyer, Erg AN 11, N4, 1948.
18. А.А.Алиев, ПЗ 15, 201, 1964.
19. F.E.Kameny, AJ 58, 217, 1953.
20. M.Beyer, AN 288, 252, 1965.
21. П.П.Паренаго, ПЗ 11, №4, 1958.
22. О.П.Васильяновская, Г.Е.Ерлексова, Тадж бюлл №54, 1970.
23. О.П.Васильяновская, Н.Н.Киселев, Т.К.Киселева, Тадж бюлл №56, 1970.
24. J.Balazs-Detre, L.Detre, KVB 4, N40, 1965.
25. T.Boenigk, Torun Bul N37, 1965.
26. L.Rosino, ApJ 113, 60, 1951.
27. Е.Ч.Макаренко, ПЗ 16, №4, 1968.
28. О.П.Васильяновская, Г.Е.Ерлексова, И.И.Шаховская, Тадж бюлл №48, 1966.
29. В.А.Макарова, В.П.Акимова, ПЗ 15, №4, 1965.
30. Ю.Н.Ефремов, АЦ №268, 1963.
31. О.П.Васильяновская, Г.Е.Ерлексова, Тадж бюлл №57, 1971.
32. Г.Е.Ерлексова, ПЗ 16, №6, 1969.
33. F.Ahnert, MVS N412-413, 1959.
34. И.Ф.Флоря, Труды ГАИШ, 8, в.2, 1937.
35. NZAS Circ NN 106-127.
36. F.M.Baterson, A.F.Jones, NZAS Circ №104, 1960.
37. В.П.Цесевич, ПЗ 8, №6, 1952.

Институт астрофизики  
АН Таджикской ССР  
Душанбе, май, 1970 г.