

Переменные звезды 20, 523–533, 1978
Variable Stars 20, 523–533, 1978

**Фотометрические и поляриметрические наблюдения
 звезд с изменяющейся поляризацией излучения**

Т.А. Полякова

В статье приводятся наблюдения блеска, цвета и поляризации для звезд RW Cep, U Her и V CVn за 1976 г., а также для μ Cep за 1975–1976 г.г. У всех этих звезд наблюдаются быстрые изменения направления плоскости поляризации при уменьшении ее степени, и связь между изменениями поляризации и блеска.

**Photometric and Polarimetric Observations of Stars
 with Variable Polarization**

by T.A. Polyakova

The results of brightness, colour and polarization observations of RW Cep, U Her, V CVn in 1976, and of μ Cep in 1975–1976 are presented in this paper. For all of these stars rapid variations of the position angle and of polarization are observed during the time of percentage decrease. There are the correlations between the changes of polarization and brightness.

I. Введение.

Для сверхгигантов μ Cep и RW Cep после определения и вычитания межзвездной поляризации были обнаружены быстрые и значительные изменения позиционного угла при уменьшении степени собственной поляризации (Полякова, 1974, 1976). В связи с этим в 1976 г. были возобновлены наблюдения U Her и V CVn, прежде уже наблюдавшихся в АО ЛГУ (Домбровский и др., 1968, 1970, 1971, 1973, 1974), так как в изменениях параметров поляризации их излучения тоже обнаруживался подобный эффект.

Полученные ряды наблюдений блеска, цвета и поляризации этих четырех переменных звезд приводятся в настоящей работе.

II. Результаты наблюдений и рассмотрение особенностей в изменениях параметров излучения.

Наблюдения проводились на рефлекторе АЗТ–14 (50 см) Бюраканской станции АО ЛГУ и на 9" рефракторе в Ленинграде. Указание на телескоп содержится в последнем столбце таблиц. Определения поляризации производились с помощью одноканальных поляриметров по методике, описанной, например, в работе Шулова (1967). Указанные доли суток у юлианских дат соответствуют моментам оценок блеска и цвета.

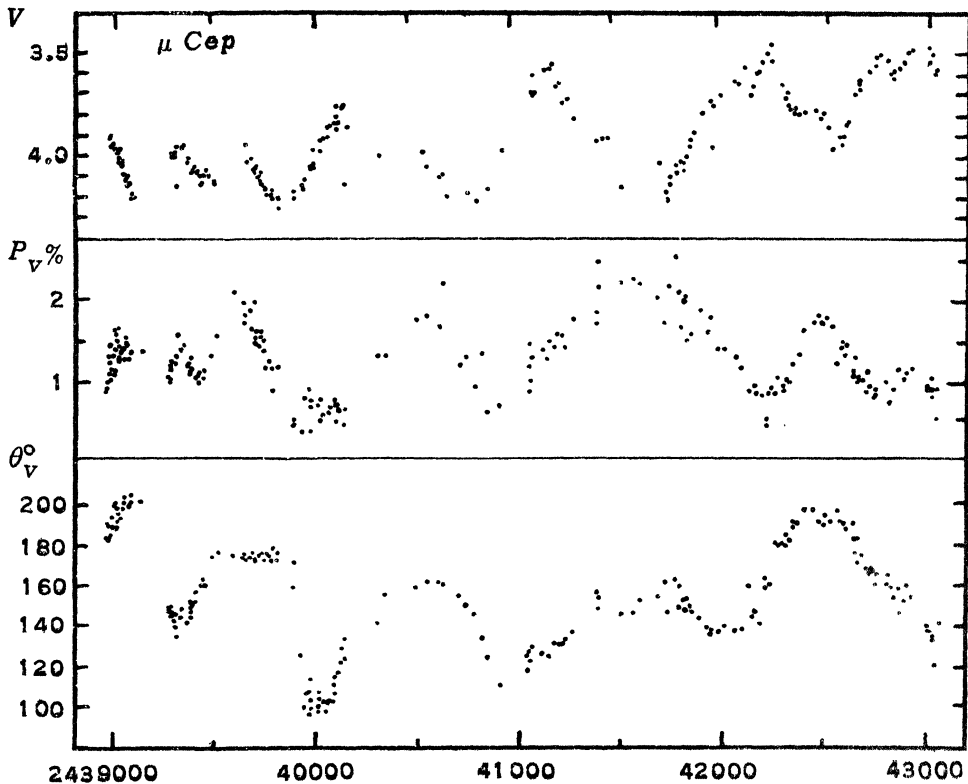


Рис. 1.

1) μ Сер. Таблица 1 содержит результаты наблюдений μ Сер с декабря 1974 г. по декабрь 1976 г. и служит продолжением подобной таблицы, опубликованной ранее (Полякова, 1975). Величины V и $V-V$ получены из сравнения со звездой HD 207 528 (g M1), для которой в 1967 г. были определены $V = 5.^m43$, $V-V = +1.^m56$, $U-V = +2.^m05$ (Домбровский и др., 1970). Ошибки при сравнении блеска составляют $\sim 0.^m02$, при определении поляризации с фильтрами $R, V, B - 0.15 - 0.2\%$, а с фильтром $U - 0.3\%$, так как для наблюдений часто использовалось и лунное время.

Освобождая наблюдаемые значения поляризации от межзвездной компоненты (Полякова, 1974), можно проследить изменения собственной поляризации света μ Сер и их связь с изменениями блеска (рис.1). Ясно видно, что максимумы степени поляризации приходятся на спады или минимумы блеска и при этом позиционный угол θ_E почти не изменяется или имеет незначительные колебания. А при минимальных значениях степени поляризации угол θ_E быстро изменяется на несколько десятков градусов.

2) RW Сер. Таблица 2, содержащая результаты наблюдений RW Сер с октября 1975 г. по декабрь 1976 г., является продолжением таблицы наблюдений за 1972 - 1975 г.г. (Полякова, 1976). Наблюдения проводились так же, как для μ Сер, но поляризация с фильтром U опреде-

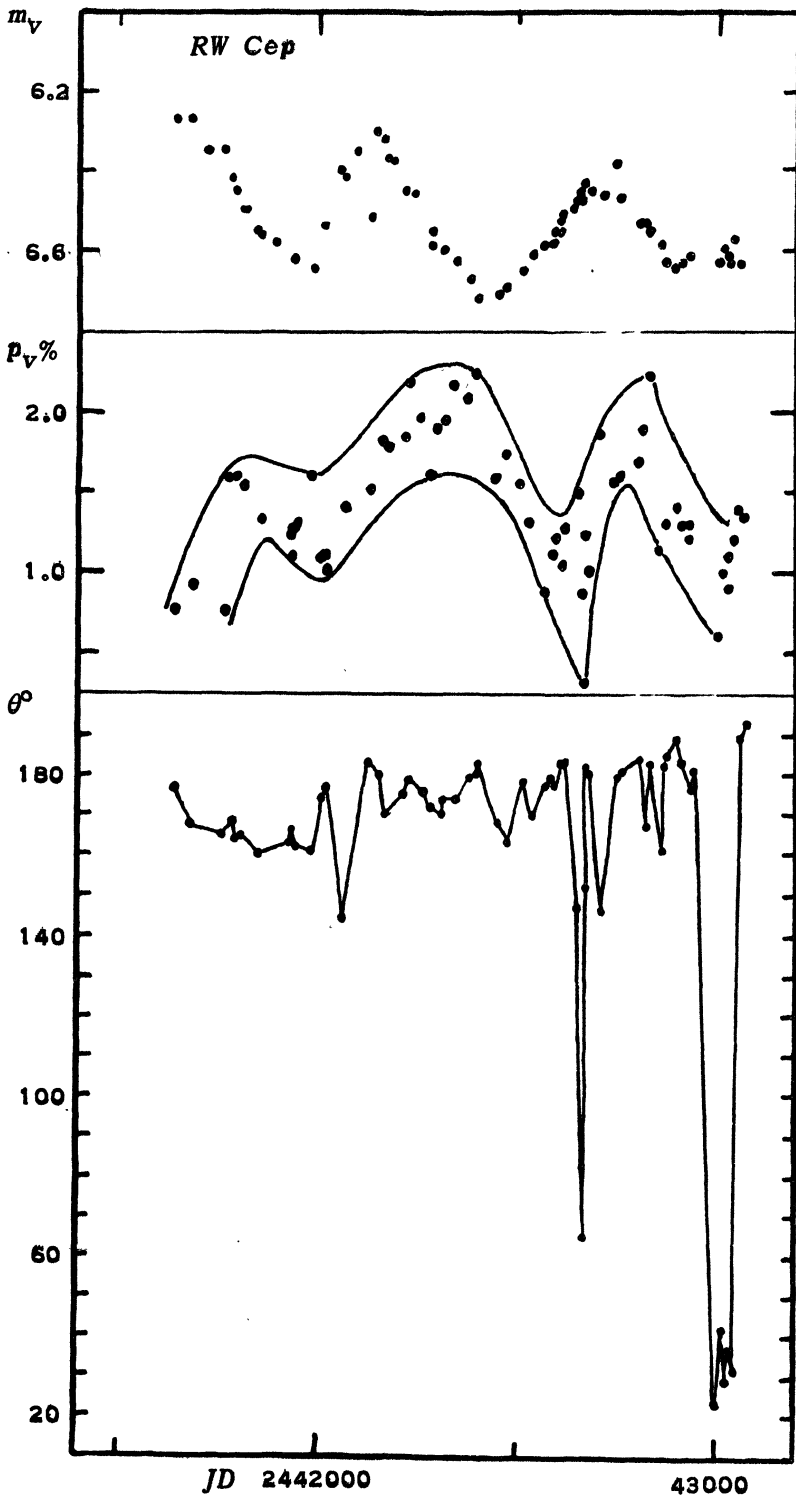


Рис. 2.

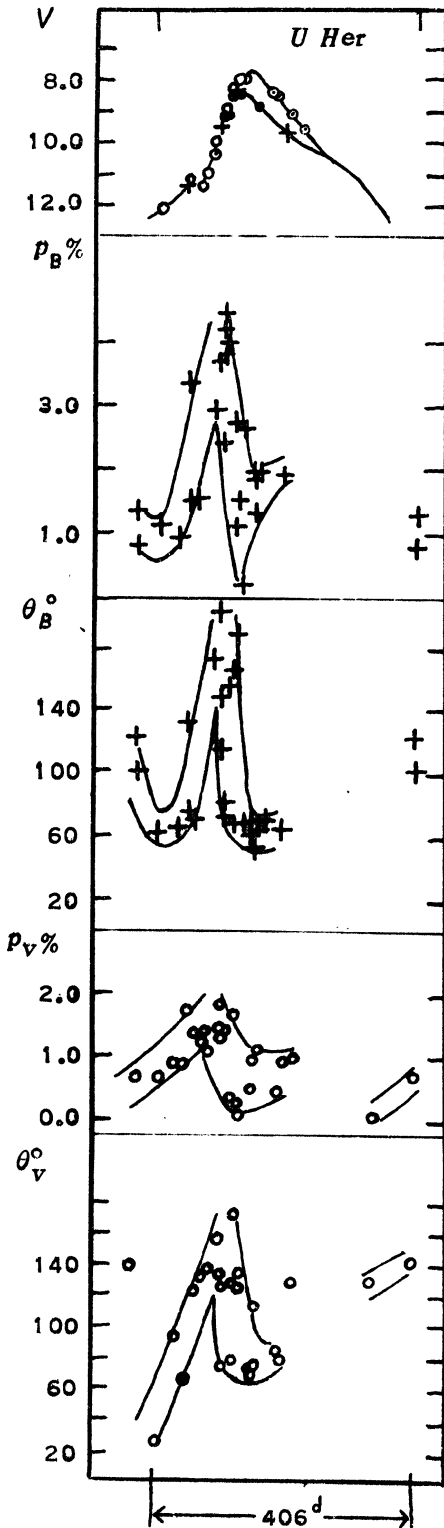


Рис. 3.

лялась с большей ошибкой (0.5 – 0.7%) из-за меньшего блеска звезды. Звездой сравнения служила $BD+55^\circ 2724$, фотометрические оценки которой приведены в предыдущей работе (Полякова, 1976). Там же выведена межзвездная компонента поляризации.

Изменения собственной поляризации (рис.2) показывают те же особенности, что и у μ Ser. Только изменения позиционного угла при уменьшении поляризации в этом случае более резкие и кратковременные. Кроме того, за четыре года наблюдений размах этих изменений возрастал.

3) U Her. Наблюдения за 1976 г. приведены в таблице 3, все они выполнены на телескопе АЗТ-14. Таблица с предыдущими наблюдениями U Her, проводившимися в АО ЛГУ в 1968 – 1970 г.г., опубликована ранее (Домбровский и др., 1973)*.

Определения блеска и показателя цвета в 1976 г. находились из сравнения со звездами $BD+19^\circ 3096$ ($V=7.^m 07$, $B-V=+1.^m 63$) и $BD+19^\circ 3097$ ($V=9.^m 40$, $B-V=+1.^m 50$). U Her расположена высоко над галактической плоскостью ($b^{II} = 40^\circ$), поэтому можно ожидать, что межзвездная поляризация для нее ничтожна. Шаховской (1969) вывел из наблюдений U Her следующие параметры межзвездной поляризации $p_x = +0.07\%$, $p_y = -0.03\%$. Однако, случайно выполненные наблюдения звезды $BD +19^\circ 3097$ (см. примечание), отстоящей от U Her приблизительно на $5'$, противоречат такому выводу. Из двух определений для

* Пользуюсь случаем исправить ошибки, вкравшиеся в таблицу наблюдений U Her за 1968 – 70 г.г. В моменты $ID 2439946.55$, 2439947.48 , 2440326.47 и 2440649.57 вместо U Her ошибочно наблюдалась соседняя звезда $BD+19^\circ 3097$.

нее мы имеем: $p_V = 0.3 - 0.4\%$ при $\theta_V = 71^\circ - 74^\circ$ и $p_B = 0.6\%$ при $\theta_B = 94^\circ - 90^\circ$. Но судя по отношению p_B/p_V , не характерному для межзвездной поляризации, это, вероятно, собственная поляризация звезды BD+19° 3097.

Все вышеуказанные наблюдения U Her, а также наблюдения Серковского (1966) и Крушевского и др. (1968) нанесены на фазовую картинку (рис.3). Причем наложение выполнялось графически при наилучшем совпадении кривых блеска (для определения формы кривой блеска были использованы наблюдения нидерландских наблюдателей переменных звезд, 1970–1975). На этих графиках видно, несмотря на значительный разброс точек, что максимум поляризации наблюдается во время небольшого "плеча" на восходящей ветви кривой блеска. В это же время позиционный угол плоскости поляризации испытывает значительные изменения. Положение "плеча" на кривой блеска U Her совпадает, по-видимому, с положением так называемой "точки эрупции" на кривых блеска долгопериодических переменных (Шол, 1974; Матери, 1976), когда, вероятно, в атмосферах мир появляется внезапно большое количество мелких пылевых частиц (0.05 мк), становится круче $p(\lambda)$ и изменяется поляризация. Результаты наблюдений U Her согласуются с этими выводами.

Из-за того, что период U Her составляет ~ 406 дней, наблюдения всегда приходятся примерно на одни и те же фазы. Поэтому оказалось, что часть периода, примерно с середины нисходящей ветви, не охвачена поляризационными наблюдениями. Но характерная особенность в поведении поляризации уже достаточно явственно проступает на приведенных здесь графиках.

4) V CVn. Наблюдения этой звезды за 1976 г. приведены в таблице 4. Обычно ошибка определения степени поляризации для этой звезды не превышает $\pm 0.2\%$. В тех случаях, когда результат наблюдений отмечен в таблице двоеточием, ошибка может достигать вдвое большей величины из-за плохих условий наблюдений. Особенно это относится к трем последним наблюдениям на 9"-телескопе, когда звезда наблюдалась во время нижней кульминации в условиях большого города.

Последняя из предыдущих таблиц наблюдений V CVn, выполненных в АО ЛГУ, помещена в работе Домбровского и Поляковой (1974). звездой сравнения по-прежнему служила HD 116531 ($V = 7.65$, $B - V = +1.12$, $U - V = +1.06$).

На рис. 4 представлена кривая блеска по фотоэлектрическим определениям, выполненным Серковским (статья Крушевского и др., 1968) и в АО ЛГУ (Домбровский и др., 1971, 1973, 1974). Там, где нет фотоэлектрических оценок, для построения кривой блеска были использованы определения нидерландских наблюдателей переменных звезд (1966–1972) с привязкой к фотоэлектрическим (поправка ~ -0.2). Приведены также изменения параметров поляризации в цвете В (за 1976 г. и в цвете V). Используются, кроме наших, наблюде-

ния Серковского (из указанной выше работы) и Шола (1975). На рисунке можно видеть, что, пока всплески поляризации были велики, угол θ_E колебался в противофазе со степенью поляризации около среднего значения $\sim 110^\circ$ на величину $\pm 10^\circ$. Ошибка в определении позиционного угла поляризации для V CVn обычно составляет $1^\circ-3^\circ$, и даже в худших случаях (при удвоенной σ_p и $p=2\%$) не превышает 6° ,

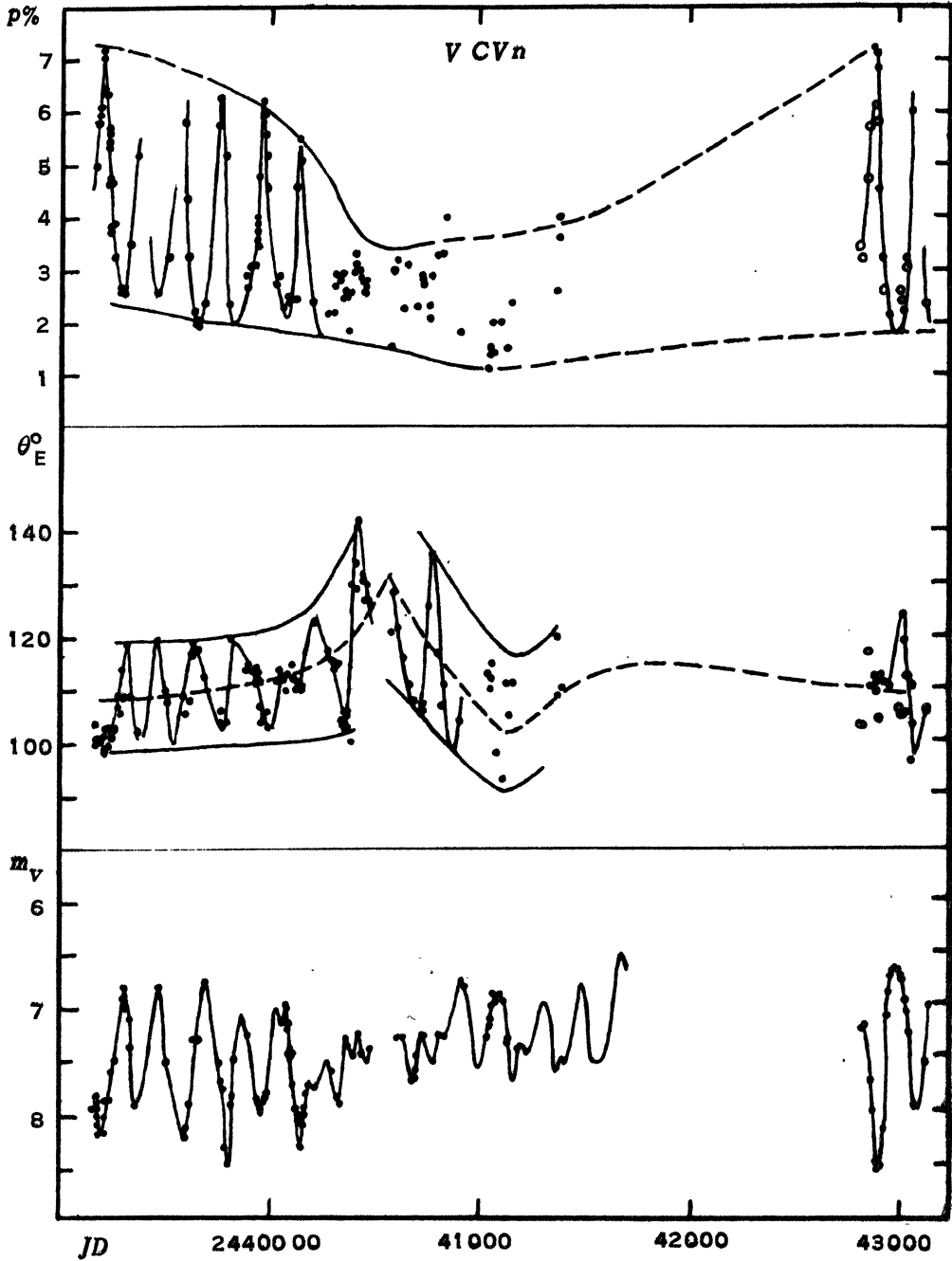


Рис. 4.

так что видимые на графике колебания в 20° являются реальными. С уменьшением всплесков поляризации θ_B увеличивается до 130° и возрастает размах колебаний около среднего значения угла. Затем в течение ~ 400 дней среднее значение θ_B уменьшилось на 30° (1971 г.), а в 1976 г. снова принимает прежнее значение $\sim 110^\circ$. Таким образом, при уменьшении максимумов степени поляризации, среднее значение позиционного угла довольно резко изменялось. Причем, в это время значительно уменьшались колебания блеска.

III. Заключение.

Следует отметить, что быстрые изменения позиционного угла при изменениях степени поляризации наблюдались очень отчетливо Серковским (1970) у звезды U Mon. У Миры Кита изменения поляризации (Шол, 1975) очень напоминают описанные здесь изменения у V CVn. Для моделей с ростом и разрушением пылевых частиц в протяженных околосветных оболочках (Шол, 1974) описанное явление, вероятно, представит большие затруднения.

Из всего изложенного можно заключить, что появилась потребность в отыскании такого механизма возникновения поляризации в излучении звезд, который давал бы возможность объяснить закономерные изменения позиционного угла плоскости поляризации.

Таблица 1

μ Ser											
JD	V	B-V	R	p%			θ_E°			T	
24...				V	B	U	V	B	U		
42373.33	3. ^m 79	+2. ^m 32	-	2.3	2.4	2.1	-	30	33	30	A
396.28	3.78	+2.31	2.1	2.7	2.8	2.6	33	31	33	31	A
450.31	3.82	+2.34	-	2.8:	-	-	-	32:	-	-	9
468.39	3.81	+2.30	-	-	-	-	-	-	-	-	9
473.36	3.79:	-	-	2.7	-	-	-	27	-	-	9
494.3	-	-	-	2.6	-	-	-	27	-	-	9
508.42	3.85:	-	-	2.8	-	-	-	29	-	-	9
537.39	3.97	+2.32	-	2.6	-	-	-	28	-	-	9
568.46	3.91	+2.31	-	2.4	-	-	-	34	-	-	A
587.47	3.94	+2.31	-	2.4	-	-	-	30	-	-	A
590.46	3.90	+2.27	1.7	2.4	2.2	2.7	32	29	29	32	A
601.49	3.84	+2.27	-	2.3	-	-	-	30	-	-	A
612.37	3.83	+2.29	1.6	2.3	2.1	1.9:	30	28	28	34:	A
643.28	3.69	+2.29	-	2.1	2.0:	-	-	32	30:	-	A
644.25	3.70	+2.33	1.5	1.9	1.8	-	35	29	31	-	A
646.3	-	-	1.6	1.9	2.2	1.6:	35	30	31	33:	A
650.23	3.70	+2.31	1.4	-	-	2.0	31	-	-	29	A
655.43	3.63	+2.33	-	1.8	-	-	-	24	-	-	9
664.39	3.67	+2.30	-	1.5	-	-	-	27	-	-	9
670.26	3.64	+2.35	-	1.9	-	-	-	30	-	-	A

Таблица 1 (окончание)

JD 24...	V	B-V	R	P%		U	R	V	θ°_E		T
				V	B				B	U	
42690.3	—	—	—	1.6	—	—	—	28	—	—	9
712.45	3 ^m 58	+2 ^m 32	—	1.2	—	—	—	27	—	—	9
716.3	—	—	—	1.5	—	—	—	21	—	—	9
725.3	—	—	—	1.4	—	—	—	28	—	—	A
745.34	3.55	+2.35	—	—	—	—	—	—	—	—	A
746.15	—	—	1.6:	1.3:	1.3	1.3	38:	31:	35	35	A
755.27	3.51	+2.38	—	1.5:	—	—	—	31:	—	—	A
761.21	3.50	+2.37	1.1	1.3	1.0	1.2	32	29	25	26	A
811.17	3.53	+2.36	—	1.1	—	—	—	26	—	—	A
819.56	3.59	+2.37	—	1.4:	—	—	—	11:	—	—	9
828.22	3.58	+2.39	—	1.3	—	—	—	42	—	—	9
845.25	3.62	+2.42	—	0.9	—	—	—	30	—	—	9
865.56	3.56	+2.39	1.0	1.0	1.1	—	36	22	27	—	A
869.43	3.57	+2.39	—	0.7:	—	—	—	30:	—	—	9
900.52	3.53	+2.41	—	0.8	—	—	—	27	—	—	A
915.47	3.49	+2.41	—	1.1	—	—	—	23	—	—	A
933.50	3.46	+2.43	—	—	—	—	—	—	—	—	A
934.49	—	—	—	0.85	—	—	—	22	—	—	A
43002.36	3.46	+2.40	—	0.6	—	—	—	44	—	—	A
004.41	3.54	+2.40	—	0.6	—	—	—	41	—	—	9
018.44	3.50	+2.43	—	0.6	—	—	—	46	—	—	9
025.41	3.59	+2.41	—	0.5	—	—	—	55	—	—	A
027.30	3.57	+2.42	—	0.7	—	—	—	50	—	—	A
028.46	3.58	+2.43	—	0.6	—	—	—	50	—	—	A
042.4	—	—	—	1.1:	—	—	—	54:	—	—	9
053.39	3.61	+2.41	0.8	0.7	0.9	0.9	56	58	57	53	A
070.31	3.58	+2.46	—	0.9:	—	—	—	61:	—	—	9
086.26	3.69	+2.37	—	1.1	—	—	—	58	—	—	A
121.26	3.75	+2.37	—	1.2	—	—	—	58	—	—	A

Таблица 2

RW Cep											
JD 24...	V	B-V	R	P%		U	R	V	θ°_E		T
				V	B				B	U	
42712.33	6 ^m 49	+2 ^m 11	—	3.2	—	—	—	33	—	—	9
745.31	6.41	+2.20	3.6	3.3	3.2	2.4:	38	36	33	44:	A
760.17	6.49	+2.23	2.9	3.4	3.2	2.7	36	36	34	26	A
803.17	6.55	+2.26	—	3.5	—	—	—	36	—	—	A
819.61	6.56	+2.20	—	2.6	—	—	—	32	—	—	9
828.27	6.58	+2.09	—	3.8	—	—	—	32	—	—	9
858.54	6.61	+2.17	—	2.5	—	—	—	41	—	—	9
870.58	6.65	+2.26	—	3.4	—	—	—	39	—	—	A

Таблица 2 (окончание)

JD 24...	V	B-V	R	P%			R	θ_E°			T
				V	B	U		V	B	U	
42871.55	6.65	+2.25	-	3.5	-	-	-	39	-	-	A
873.43	-	-	-	2.9	-	-	-	43	-	-	9
900.51	6.66	+2.30	-	3.7	-	-	-	39	-	-	A
915.50	6.65	+2.31	-	3.4	-	-	-	39	-	-	A
935.50	6.63	+2.24	-	3.1:	-	-	-	38:	-	-	A
938.48	6.63	+2.28	-	3.3	-	-	-	39	-	-	A
43002.51	6.65	+2.05	-	3.6	-	-	-	46	-	-	A
004.38	6.65	+2.17	-	-	-	-	-	-	-	-	9
018.40	6.62	+2.16	-	3.3	-	-	-	41	-	-	9
024.38	6.63	+2.18	-	3.8	-	-	-	42	-	-	A
027.36	6.65	+2.15	-	3.4	-	-	-	43	-	-	A
034.31	-	-	-	-	-	5.0:	-	-	-	37:	A
042.36	6.60	+2.16	-	3.8	-	-	-	41	-	-	9
055.42	6.65	+2.18	3.1	3.7	3.8	4.0:	41	39	44	48:	A
060.29	-	-	-	-	-	4.6:	-	-	-	46:	A
061.30	-	-	-	-	-	5.0:	-	-	-	30:	A
070.33	-	-	-	3.8	-	-	-	40	-	-	9
086.30	6.65	+2.23	-	4.1	-	-	-	40	-	-	A
124.26	6.57	+2.27	-	4.0	-	-	-	40	-	-	A

Таблица 3

U Her				P%		θ_E°	
JD	V	B-V	V	B	V	B	
244...							
2864.5	-	-	1.1	-	93	-	
2894.5	-	-	1.6	-	120	-	
2906.44	10 ^m 33	+2 ^m 04	1.5	-	128	-	
2934.29	8.41	+1.60	1.5	3.3	131	114	
2939.41	8.28	+1.62	1.7	-	124	-	
2994.25	8.37	+1.57	1.4	-	113	-	
3005.33	8.51	+1.64	-	-	-	-	
3026.27	9.00	+1.68	0.6	-	82	-	
3028.28	9.00	+1.74	-	-	-	-	
3050.24	9.55	+1.72	1.2	-	126	-	

Таблица 4

V CVn				P%		θ_E°		T
JD	V	B-V	V	B	V	B		
244...								
2819.38	7 ^m 25	+1 ^m 77	3.4	-	103	-	9	
828.45	7.19	+1.59	3.2	-	103	-	9	
858.37	7.72	+1.69	4.7	-	117	-	9	

Таблица 4 (окончание)

JD 24...	V	B-V	p%		θ_E°		T
			V	B	V	B	
2869.56	7. ^m 99	+1. ^m 78	5.7	—	110	—	9
890.38	8.50	+1.63	6.1:	7.2	110:	111	A
896.53	8.56	+1.60	—	7.15	—	111	A
900.50	8.53	+1.59	5.8	6.8	110	109	A
915.40	8.07	+1.45	—	4.5	—	111	A
933.33	7.13	+1.45	—	3.2	—	111	A
939.39	6.91	+1.47	2.6	—	104	—	A
964.33	6.74	+1.45	—	2.1:	—	110:	A
967.34	6.69	+1.52	—	—	—	—	A
995.26	6.68	+1.54	—	—	—	—	A
996.24	6.72	+1.52	—	—	—	—	A
3003.39	6.78	+1.59	2.6:	—	106:	—	9
018.33	6.98	+1.68	2.4	—	105	—	9
026.22	7.07	+1.66	—	1.8:	—	124:	A
030.22	7.08	+1.60	—	2.2	—	119	A
042.25	7.28	+1.82	3.0:	3.2:	112:	105:	9
065.31	7.98	+1.67	5.1:	6.0:	110:	96:	9
070.23	—	—	—	6.0:	—	103:	9
120.54	7.59	+1.54	—	2.3	—	106	A
130.59	7.02	+1.54	—	—	—	—	A

Литература:

- Домбровский В.А., Полякова Т.А., Яковлева В.А., Труды АО ЛГУ, 1968, 25, 325; 1970, 27, 3; 1971, 28, 25; 1973, 29, 45.
- Домбровский В.А., Полякова Т.А., 1974, Труды АО ЛГУ, 30, 89.
- Крушевский и др., 1968 — Kruszewski A., Gehrels T., Serkowski K., AJ 73, 677.
- Матерн, 1976 — Materne J., Astron. and Astroph., 47, 53.
- Нидерландские наблюдатели переменных звезд, 1970—1975 — Nederlandse Vereniging voor weer-en sterrenkunde, Report NN 18—28; 1966—1972; —" — Report NN 10—23.
- Полякова Т.А., 1974, Астрофизика 10, 53.
- Полякова Т.А., 1975, Переменные звезды 20, 75.
- Полякова Т.А., 1976, Вестник ЛГУ № 7, 143.
- Серковский, 1966 — Serkowski K., IBVS № 141.
- Серковский, 1970 — Serkowski K., ApJ 160, 1107.
- Шаховской Н.Н., 1969. Изв. КрАО 39, 11.
- Шол, 1974 — Shawl S.J. in "Planets, Stars and Nebulae", editor Gehrels T., Tucson, Arizona, p. 821.

Шол, 1975 – Shawl S.J., AJ 80, 602.
Шулов О.С., 1967, Труды АО ЛГУ 24, 41.

Астрономическая обсерватория
Ленинградского университета

*Поступила в редакцию
31 января 1977 г.*