

## Наблюдения тесной двойной системы AN Большой Медведицы

С.Ю. Шугаров

В заметке приведены фотографические наблюдения переменной в В и V лучах и фотоэлектрические наблюдения в UBV, а также их результаты. Приводится краткая история исследования AN UMa.

## The Investigation of Close Binary AN Ursae Majoris

by S.Yu. Shugarov

Photographic B, V and photoelectric UBV-observations of AN UMa are given in article. Short history of investigation of this variable is presented.

Звезду открыл Хоффмейстер (1963), указал пределы изменения блеска  $15.^m5-16.^m5$  (pg) и тип — RR Lyr. Майнунгер и Венцель (1968) обнаружили очень быстрые изменения блеска ( $0.^m8$  за  $1^h$ ), дали пределы  $15.^m4-17.^m4$  (pg) и отнесли ее к типу новоподобных.

Позднее Бонд и Тиффит (1974) нашли в спектре звезды сильные эмиссионные линии водорода, He I и He II, накладывающиеся на сильный голубой континуум. Спектр звезды напоминал спектр новоподобной V Sge.

В 1975 г. автор начал производить систематическое фотографирование области неба, в которую попадала переменная. Обработка негативов позволила сделать вывод, что звезда является очень короткопериодической затменной системой с периодом  $0^d.1595$  (или вдвое меньшим) и амплитудой  $0.^m8$  в синих лучах (Шугаров, 1975). В этой работе были неверно определены пределы изменения блеска; звезда оказалась слабее на  $1.^m3$ .

Мамфорд (1976) опубликовал 4 эпохи минимума блеска, а Майнунгер (1976) опубликовал график кривой блеска в интервале JD 2437400–42900, на котором виден долгопериодический характер изменения блеска и одновременно наблюдающиеся быстрые изменения. Он предположил, что эти изменения вызваны тем же механизмом, что и у звезд типа R CrB, т.е. системой поглощающих облаков, в которую погружена система.

Тэйпи (1977) обнаружил, что лучевая скорость эмиссионных линий H $\gamma$  показывает совпадающий с фотометрическим период ( $0^d.0797$ ).

Кржеминский и Серковский (1977) опубликовали поляриметрические наблюдения этой звезды в UBV полосах. Ими был взят половинный период ( $0^d.079752$ ), который лучше объясняет модель новоподобной. В В-полосе круговая поляризация меняется от  $-9\%$  до

—34%, а линейная от 0% до 11%. Период изменения и фаза соответствуют фотометрическому периоду переменной. Указывается сходство AN UMa и AM Her, являющейся одновременно и источником рентгеновского излучения.

Автор продолжал наблюдения этой звезды в 1976 и 1977 г. Было получено также 24 фотозлектрических наблюдения AN UMa в UVB системе в кассегреновском фокусе 60-см дейссовского рефлектора Крымской станции ГАИШ с помощью электрофотометра Лютого. Из-за слабости звезды точность электрофотометрии невысока (не точнее  $\pm 0.^m1$ ). Однако, был сделан вывод о цвете этой звезды:  $U-V = -1.^m1$  и практически не зависит от фазы;  $V-V$  меняется от 0 (в максимуме) до  $+0.^m5$  (в минимуме).

Наблюдения приводятся в таблице 3, а графики средних кривых блеска — на рис. 1.

Одновременно продолжались фотографические наблюдения. Съемка производилась, в основном, с помощью 50-см камеры Максудова АЗТ-5 Крымской станции ГАИШ, а также на 40-см астрографе ГАИШ, 70-см рефлекторе АЗТ-2 в Москве и 40-см астрографе Звенигородской станции АН СССР. Все наблюдения, полученные в системе, близкой к В, приведены в табл. 4. В табл. 5 приведены наблюдения в системе V, полученные на АЗТ-5 и АЗТ-2. К сожалению, точность наблюдений в V-системе невысока, из-за слабости звезды для наших

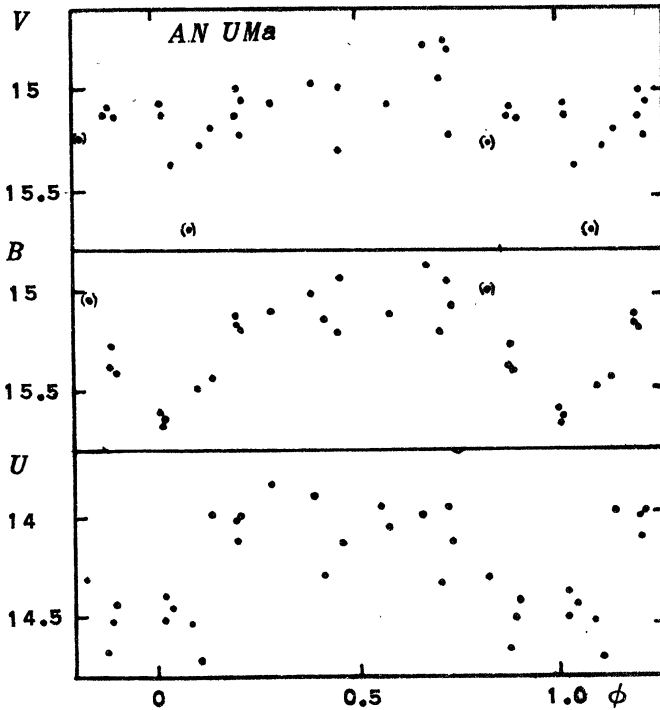


Рис. 1. Фотозлектрические наблюдения AN UMa в V, B и U-фильтрах.  $P = 0^d.0795$ .

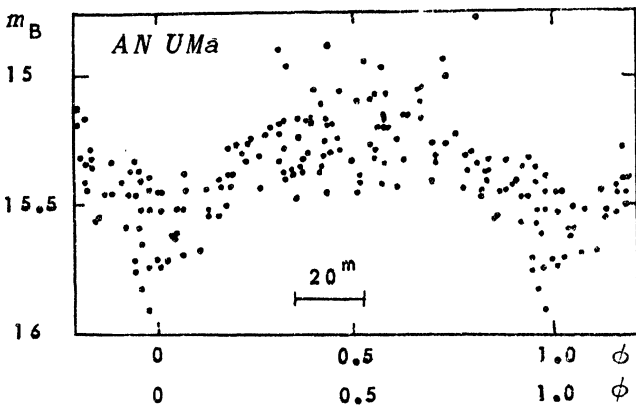
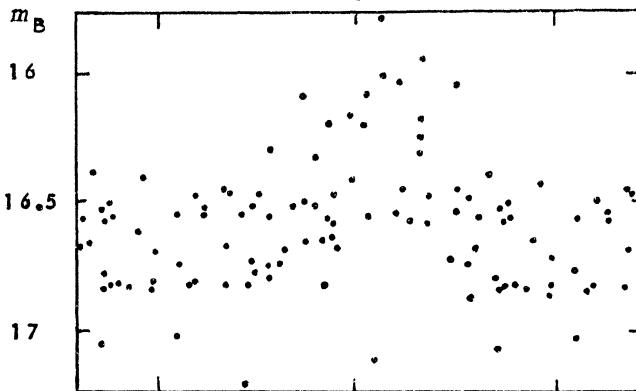


Рис. 2.

График кривой блеска AN UMa до ослабления ее блеска (JD 2442502 – 43056). На рисунке указаны средняя продолжительность экспозиции 20 минут.



$$\text{Min hel} = 2442891.379 + 0^{\text{d}}0797522 \cdot \text{E}.$$

Рис. 3.

График кривой блеска AN UMa после ослабления ее блеска (JD 2443159 – 340).

инструментов и сравнительно коротких экспозиций (20 минут).

В промежутке октябрь–январь 1976/77 г. блеск звезды упал на  $\sim 1^{\text{m}}$ , однако, период и фаза не изменились. На рис. 2 приведена средняя кривая блеска до ослабления (JD 42502–43056), а на рис. 3 – после ослабления (JD 43159–43340), построенные с уточненным периодом:

$$\text{Min hel} = 2442891.397 + 0^{\text{d}}0797522 \cdot \text{E}.$$

По фотометрическим наблюдениям трудно отдать предпочтение данному периоду или двойному. На рис. 4 приведены средние точки с данным и двойным периодом до ослабления (число осреднений 15) и после ослабления (число осреднений 10).

Мамфорд (1977) предполагает, что AN UMa является двойной системой звезд-карликов, подобной AM Her. Сильная круговая поляризация излучения, наличие мощного магнитного поля свидетельствуют о том, что основной вклад в видимое излучение системы вносит компактная звезда – белый карлик. Масса этой звезды  $\sim 1 M_{\odot}$ . Масса вторичного компонента – красного карлика – не более  $0.25 M_{\odot}$ . Расстояние между компонентами  $0.004 \text{ а.е.} = 600000 \text{ км}$ .

Присутствие сильных эмиссионных линий позволяет предположить, что вещество, перетекающее со вторичного компонента, образует диск вокруг главной звезды. По-видимому, существует также и газовое облако вокруг системы.

Во время активной стадии, по-видимому, образуется более яркая,

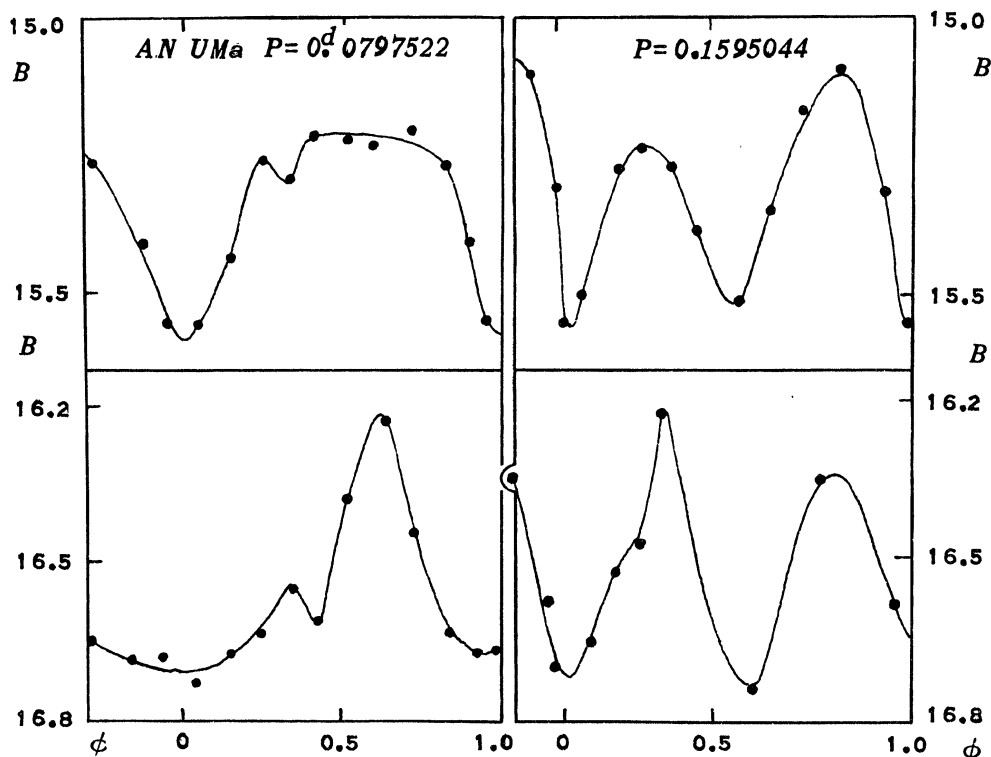


Рис. 4. Средние точки. Вверху — до ослабления блеска, внизу — после.

локализованная на поверхности белого карлика область (или яркая деталь на диске, Крэмpton, Коули, 1977). В это время система более яркая, а минимумы узкие и глубокие. Со временем это вещество рассеивается в плоскости орбиты, охлаждается, и блеск системы падает. Минимумы также становятся широкими и более продолжительными. Так случилось, вероятно, зимой 1976/77 года.

Похоже, что кривая блеска немного меняется от периода к периоду, возможно, что реальны кратковременные вспышки и ослабления блеска (на  $0^m.5-1^m$ ), видимые на средней кривой блеска. Показатель цвета звезды существенно не изменился и близок к нулю.

Судя по всем данным, звезда похожа на AM Her и было бы интересно попытаться поискать рентгеновское излучение в направлении на AN UMa.

В процессе работы был сделан фотоэлектрический стандарт вокруг переменной. С помощью призмочки Расина были определены звездные величины слабых звезд. Фотоэлектрические величины и показатели цвета даны в табл. 1, а фотографические — в табл. 2. Карта для идентификации приведена на рис. 5.

Считаю долгом выразить благодарность Кукаркину Б.В. за помощь и интерес к работе, а также Горанскому В.П. за помощь в работе.

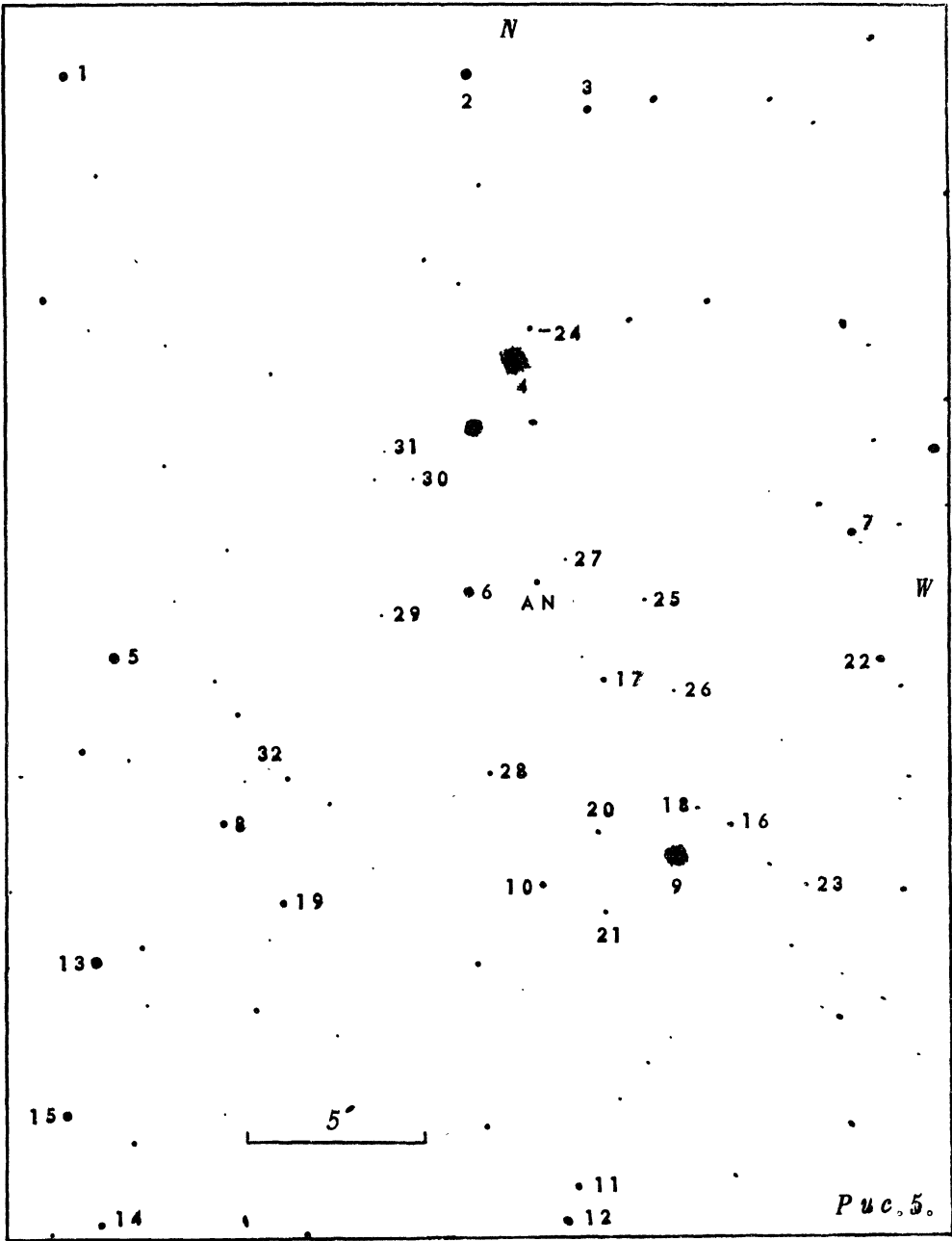


Рис. 5.

Таблица 1.

Фотозлектрический стандарт вокруг AN UMa

Звезда	V	B	U	Звезда	V	B	U
4	9.08	9.63	9.68	19	13.54	14.08	13.98
9	9.57	10.37	10.59	22	13.41	13.86	14.01
2	11.03	12.33	11.91	8	13.55	14.24	14.31
5	11.13	12.62	13.73	11	13.82	14.46	14.27
15	11.27	12.85	14.52	10	14.07	14.54	14.49
13	11.47	11.99	11.89	16	14.50	15.12	15.26
6	12.02	12.71	12.81	17	14.52	15.50	15.42
1	12.19	12.83	12.81	20	14.81	16.00	16.9:
12	12.71	13.22	13.11	18	14.84	16.20	-
3	12.86	14.00	14.82	23	15.08	16.22	-
7	12.88	14.07	14.91	21	15.12	16.14	-
14	13.10	14.20	14.14				

Таблица 2.

## Фотографический стандарт.

Звезда			Звезда		
V	B		V	B	
24	14.91	15.74	27	16.54	17.44
28	14.98	15.84	32	16.58	17.81
25	15.55	16.65	30	16.81	17.55
26	16.13	16.90	31	17.10	17.83
29	16.29	16.96			

Таблица 3.

## Фотоэлектрические наблюдения ANUMa.

JD hel 2442...	V	B	U	JD hel 2442...	V	B	U
890.290	15.70:	-	14.56	892.332	14.97	15.23	14.34
891.355	15.31	15.24	14.14	.378	15.08	15.13	13.83
.377	15.24	15.10	14.14	.427	15.15	15.42	14.44
.401	15.38	15.70	14.16	.436	15.07	15.61	14.52
.415	15.24	15.22	14.01	.451	15.16	15.20	14.13
.429	14.99	15.04	13.91	893.321	15.28	15.51	14.73
.435	15.00	14.96	13.96	.382	15.13	15.40	14.70
.451	14.79	14.90	14.01	894.394	15.09	15.15	14.07
891.455	14.78	-	-	.461	15.06	15.16	14.30
.464	15.28:	15.02:	14.31:	.486	14.82	14.98	13.97
.489	15.20	15.47	13.99	.498	15.09	15.29	14.51
.494	15.01	15.14	14.02	.509	15.13	15.67	14.40

## Литература:

- Бонд, Тиффт., 1964 — Bond H.E., Tifft W.G., PASP 86, 981.  
 Кржеминский, Серковский, 1977 — Krzeminski W., Serkowski K.,  
 ApJ 126, N1, p. 2, L. 45.  
 Крэмптон, Коули, 1977 — Crampton D., Cowley A.P., PASP 89, 374.  
 Майнунгер, 1976 — Meinunger L., IBVS N 1168.  
 Майнунгер, Венцель, 1968 — Meinunger L., Wenzel W., VSS 7,  
 N. 4, 389.  
 Мамфорд, 1976 — Mumford G.S., IBVS N 1133.  
 Мамфорд, 1977 — Mumford G.S., Sky and Telescope 54, N 3, 195.  
 Тэйпи, 1977 — Tapia S., IAU Circ. No 3049.  
 Хоффмейстер, 1963 — Hoffmeister C., AN 287, N. 4, 169.  
 Шугаров С.Ю., 1975, АИ № 887, 7.

ГАИШ

Поступила в редакцию  
 в октябре 1977 г.

Таблица 4.

## Фотографические В-наблюдения AN UMa.

JD 24...	B	JD 24...	B
38855,475	15,80:	42534,343	15,42
38858,557	16,08	42534,397	15,30
42501,222	15,19	42535,268	15,30
42501,260	15,52	42535,538	15,81:
42501,283	15,12	42537,402	15,20
42502,238	15,16	42541,384	15,23
42502,261	15,10	42542,356	15,33
42502,283	15,76	42544,506	15,29
42502,304	15,35	42546,310	15,73
42502,328	15,37	42546,334	15,32
42502,352	15,43	42546,376	15,36
42503,237	15,45:	42546,494	15,22
42504,475	15,28	42547,330	15,28
42504,498	15,01	42547,344	15,83
42504,520	15,46	42551,497	15,60
42507,356	15,18	42562,376	15,26
42507,536	15,31	42563,309	15,53
42508,246	15,25	42564,301	15,09
42508,268	15,71	42564,429	15,25
42508,537	15,23	42564,449	15,45
42509,445	15,59:	42565,413	14,95
42509,468	15,61	42566,304	15,25
42511,259	15,11	42567,316	15,05
42511,379	15,53	42568,319	15,46
42511,404	15,17	42568,355	15,16
42511,429	15,15	42568,432	15,15
42511,452	15,37	42570,316	15,46
42511,479	15,30	42570,361	15,15
42513,288	15,34	42570,379	15,14
42514,253	15,52	42571,396	15,10
42514,277	15,37	42573,400	15,17
42515,350	15,32	42573,419	15,58
42515,464	15,25	42574,318	15,26
42516,309	15,35	42577,387	15,06
42518,259	15,21	42577,404	15,33
42518,283	15,14	42578,365	15,47
42518,515	15,52	42578,383	15,44
42520,340	15,15	42578,401	15,15
42520,376	15,41	42578,420	15,15
42520,460	15,45	42624,291	15,20
42520,476	15,46	42625,288	15,15:
42532,535	15,43	42626,287	15,09:
42534,511	15,28	42627,281	15,19

Таблица 4 (продолжение)

<i>JD 24...</i>	<i>B</i>	<i>JD 24...</i>	<i>B</i>
42627,292	15,24	42868,375	15,28
42631,281	15,35	42869,462	15,62
42632,281	15,74	42874,337	15,36
42637,272	15,09	42875,438	15,46
42669,575	15,24	42875,460	15,43
42670,573	15,45	42875,481	15,29
42671,560	15,31	42888,296	15,66
42719,594	15,29	42888,443	15,71
42723,575	15,41	42890,308	15,36
42731,636	14,79	42893,277	15,41
42734,599	15,47	42893,304	15,52
42734,610	15,52	42893,315	15,60
42734,621	15,30	42893,326	15,40
42734,629	14,90	42893,337	15,37
42805,455	15,31	42894,336	15,57
42806,543	15,71	42915,306	15,35
42807,349	15,54	42916,306	15,38
42812,406	15,26	42916,337	15,30
42813,358	15,37	42916,365	15,69
42813,366	15,32	42917,332	15,44
42813,382	15,35	42918,315	15,39
42816,544	15,18	42918,342	15,55
42817,543	15,37	42920,324	15,33
42828,422	15,48	42923,426	15,42
42828,439	15,18	43038,581	15,44
42829,330	15,23	43040,570	15,23
42829,393	14,98	43045,579	15,44
42829,404	15,06	43046,549	15,34
42829,415	15,17	43056,563	15,91
42829,427	15,64	43159,360	17,60:
42832,299	15,41	43159,571	16,38
42832,315	15,50	43160,434	16,16
42832,605	15,27	43160,586	16,69
42833,533	14,87	43164,426	16,46
42833,544	15,20	43164,461	16,80
42833,555	14,96	43183,297	16,80
42833,570	15,42	43185,307	16,55
42833,581	15,20	43185,323	16,40
42833,592	15,40	43185,338	16,56
42833,603	14,96	43185,353	16,78
42851,319	15,06	43185,368	16,73
42865,348	15,34	43185,383	16,77
42865,385	15,34	43185,397	16,63



Таблица 4 (окончание)

<i>JD 24...</i>	<i>B</i>	<i>JD 24...</i>	<i>B</i>
43185,413	16,01	43243,286	16,80
43185,428	16,67	43243,325	16,44
43185,443	16,69	43246,384	16,20:
43185,458	16,67	43249,322	16,40
43185,474	16,49	43253,395	17,80:
43187,547	15,74:	43253,396	17,02
43188,488	16,44	43253,411	16,83
43190,379	16,54	43253,426	16,81
43190,408	16,47	43253,441	16,54
43190,429	16,19	43253,456	16,47
43192,338	16,45	43253,471	16,84
43192,356	16,28	43254,312	16,07
43192,386	16,57	43254,330	16,02
43194,207	16,81	43254,373	16,28
43195,233	16,75:	43254,483	16,24
43195,388	16,45	43257,412	16,50
43195,403	16,50	43257,427	16,31
43195,434	16,63	43257,459	16,82
43196,322	16,33	43257,477	16,55
43197,459	15,92	43257,496	16,64
43199,275	16,54	43257,513	16,18
43199,304	16,72	43257,528	16,80:
43199,334	16,81	43258,426	16,53
43199,364	16,54	43270,345	16,08
43199,394	16,82	43272,388	16,45
43201,509	16,18	43272,409	16,57
43213,307	16,65	43273,400	16,82
43220,330	16,61	43275,321	16,62
43224,372	16,54	43278,300	16,73
43224,409	16,00	43278,325	16,43
43225,305	16,65	43282,331	17,07
43225,347	16,53	43283,321	16,74
43225,387	16,38	43283,336	17,14
43229,456	16,53	43284,435	16,72
43230,272	16,47	43285,327	16,60
43230,310	15,70	43285,358	16,56
43230,325	16,52	43287,297	17,00:
43230,370	16,69	43287,338	16,57
43230,383	16,15	43289,300	16,52
43231,479	17,26	43289,344	16,40:
43242,297	16,55	43340,314	16,84
43242,313	16,82		
43242,445	16,71		

## Фотграфические V-наблюдения AN UMa.

JD 24....	V	JD 24	V
42571,574	14,84	43188,370	16,54
42948,401	15,25	43188,391	16,64
42948,431	15,13	43188,406	16,60
42949,357	15,02	43188,421	16,47
42949,371	15,35	43188,436	16,50
42949,390	15,52	43188,452	16,68
42949,405	15,40	43188,470	16,55
42952,377	14,90	43189,394	16,54
42954,356	15,20	43189,593	16,58
42954,370	15,22	43190,394	15,99
42954,384	15,00	43190,444	16,28
42954,399	15,63	43192,371	16,62
42963,348	15,63	43192,401	16,13
42963,363	15,43	43192,481	16,43
42970,362	15,16	43195,419	16,71
42970,376	15,70	43195,484	16,54
42971,344	15,02	43195,499	16,61
42974,340	15,63	43199,260	16,67
42974,355	15,50	43199,290	16,70
42974,370	15,70	43199,319	16,70
42976,356	16,00	43199,348	16,48
43036,573	15,41	43199,379	16,55
43066,519	15,58	43199,409	16,34
43066,534	15,60	43201,480	15,96
43066,558	16,27	43221,372	16,48
43066,565	15,55	43224,391	16,48
43066,582	15,34	43224,426	16,04
43066,599	15,54	43225,298	16,38
43164,404	16,38	43225,316	16,32
43164,444	16,38	43225,332	16,33
43185,490	16,14	43242,380	16,61
43188,297	16,63	43242,440	16,42
43188,312	16,74	43243,301	16,47
43188,327	16,70	43256,282	16,29
43188,341	16,42	43258,402	16,48
43188,356	16,56		