

УДК 523.4

Направление вращения астероидов 21, 63, 216 и 349

Д. Ф. Лупишко, Ф. П. Величко

По опубликованным и полученным авторами моментам экстремумов кривых блеска определено направление вращения астероидов 21 Лютеция, 216 Клеопатра, 349 Дембовска (прямое) и 63 Авзония (обратное). С учетом направления вращения для каждого астероида получено значение сидерического периода вращения. Описаны методика определения направления вращения по наблюдениям кривых блеска в одну оппозицию и основные требования к исходным данным. Собраны и проанализированы опубликованные результаты определения направления вращения астероидов.

SENSE OF ROTATION OF ASTEROIDS 21, 63, 216 AND 349, by Lupishko D. F., Velichko F. P.—Using the published data on epochs of light curve extrema and our own observations we have found that asteroids 21 Lutetia, 216 Kleopatra, 349 Dembowska have direct rotations and 63 Ausonia has a retrograde one. Sidereal rotation periods of the asteroids are obtained taking into account the sense of rotation. The method of defining sense of rotation from one opposition light curve observations as well as main requirements to initial data are described. All available data on the sense of rotation of asteroids are collected and analysed.

В последнее время в нашей стране и за рубежом опубликованы теоретические работы, посвященные изучению природы и эволюции вращательных свойств астероидов и их связи с физическими свойствами. Однако развитие теоретических исследований в значительной мере сдерживается отсутствием статистически необходимого количества наблюдательных данных о параметрах вращения астероидов, в первую очередь о направлении вращения и ориентации осей вращения в пространстве. В то же время эти параметры являются непосредственным результатом процессов, обусловивших современное вращение астероидов.

В этой статье мы продолжаем изучение направления вращения астероидов, начатое в [1, 3, 4]. В настоящее время используются два фотометрических метода определения направления вращения астероидов — по данным наблюдений кривых блеска в одном и в нескольких противостояниях. В обоих методах исходными данными являются эпохи экстремумов кривых блеска, наблюденных при различных эклиптических долготах астероида.

Методика определения направления вращения астероидов по многим противостояниям предложена в [14], дополнена в [30], усовершенствована и подробно описана в [1]. Напомним, что суть ее сводится к определению числа циклов N (т. е. оборотов астероида вокруг оси) на интервале времени Δt между наблюдениями одной и той же детали кривой блеска астероида в два противостояния

$$\Delta t = PN \pm P \cdot \Delta\lambda / 360, \quad (1)$$

где P — заранее известный период вращения астероида; $\Delta\lambda$ — разность эклиптических долгот между наблюдениями.

Истинному направлению вращения будет соответствовать N , близкое к целому числу, а альтернативному — дробное значение N , причем отличие дробной части от единицы будет максимальным (т. е. близким к 0.5) при $\Delta\lambda = 90$ или 270° [1].

В данной работе этим методом определено направление вращения астероидов 21 Лютеция и 216 Клеопатра. Исходные данные об используемых кривых (моменты экстремумов, эклиптические координаты и угол фазы α) приведены в табл. 1.

Таблица 1. Моменты экстремумов и аспектные данные используемых наблюдений

Дата	J. D. (с) 2430000+						Литературный источник
	M ₁	m ₁	M ₂	m ₂	λ ₁ , град	β ₁ , град	
	21 Лютеция						
27.10.62	7965.193	—	—	7965.108	4.5	-4.9	[17]
31.08.81	—	14 848.388	—	—	11.8	-5.4	[2]
22.09.81	14 870.444	14 870.526	—	14 870.358	7.8	-5.7	[35]
21.10.81	—	—	—	14 899.288	1.8	-5.1	[2]
23.01.83	15 358.504	15 358.607	15 358.331	15 358.409	131.7	3.5	[35]
27.01.83	—	15 362.339	15 362.413	15 362.499	130.8	3.5	[2]
02.02.83	15 368.375	15 368.462	—	—	129.2	3.6	[2]
05.11.85	—	16 375.242	—	—	40.7	-3.4	Данная работа
	216 Клеопатра						
16.01.77	13 159.342	13 159.398	13 159.451	13 159.293	114.7	-21.0	[25]
16.01.77	13 159.566	—	—	13 159.518	114.7	-21.0	[25]
17.01.77	—	13 160.297	13 160.352	13 160.415	114.4	-21.0	[25]
17.01.77	13 160.467	13 160.523	—	14 420.918	114.4	-21.0	[25]
30.06.80	—	14 421.929	—	—	356.6	14.5	[19, 33]
01.07.80	—	—	—	—	356.8	25.0	[19, 33]
01.10.80	14 514.547	14 515.501	14 514.430	14 514.495	354.0	13.8	[36]
02.10.80	14 515.447	—	—	—	353.8	13.6	[36]
07.11.80	—	—	—	14 551.298	351.0	9.4	[15]
12.02.82	15 013.468	—	15 013.361	15 013.412	351.0	22.2	[36]
22.03.82	—	15 014.415	—	—	151.1	-18.2	[36]
22.03.82	—	15 051.667	—	15 051.555	150.8	-18.2	[36]
26.03.82	15 055.419	—	15 055.307	15 055.369	143.4	-15.9	[15]
09.11.85	—	16 379.307	16 379.360	16 379.435	143.0	-15.5	[36]
					64.1	-8.7	Данная работа

21 Лютеция. Используются кривые блеска [2, 7, 35], наши наблюдения астероида Лютеция в октябре — ноябре 1985 г. и значение периода вращения астероида $P = 8^h 10.0^m \pm 0.1^m$ [2]. Для всех возможных интервалов времени Δt между однотипными экстремумами получено прямое вращение астероида Лютеция, о чем свидетельствует близость к целому числу вычисленных значений N , соответствующих прямому

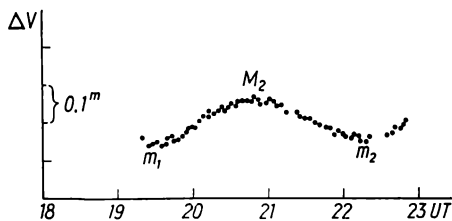


Рис. 1. Кривая блеска астероида 216 Клеопатра, полученная 9 ноября 1985 г. Амплитуда кривой 0.12^m , блеск в максимуме $V_0(1, \alpha) = 7.40^m$

вращению (табл. 2). Кроме того, хорошая сходимость по всем интервалам Δt дробной части N к целому числу для действительного направления (прямого) и к ожидаемому значению для обратного вращения (к 0.5 при $\Delta \lambda \approx 90$ или 270°) свидетельствует о том, что используемое значение периода вращения P близко к сидерическому. В самом деле, имея направление вращения и моменты экстремумов (табл. 1), находим значение сидерического периода вращения астероида Лютеция $P_{sid} = 8^h 09^m 59.97^s \pm 0.08^s$.

216 Клеопатра. Опубликовано довольно много результатов наблюдений кривых блеска данного астероида [5, 15, 18, 22, 25, 33, 36], однако возможные комбинации эклиптических долгот в моменты наблюдений оказались малопригодными для уверенного определения направления вращения. В связи с этим в ноябре 1985 г. на 70-см рефлекторе АЗТ-8 АО ХГУ получена кривая блеска астероида (рис. 1), которая по долготе хорошо дополняла наблюдения 1980 и 1982 гг. (табл. 1, 2). Имеющиеся значения периода вращения астероида Клеопатра [25, 36] недостаточно точны для определения направления вращения. Используя наши наблюдения 1985 г., по всей совокупности данных (табл. 1) мы смогли получить значение периода вращения, удовлетворяющее точности, необходимой для уверенного определения направления вращения. Исходное значение периода выбрали равным 5.394^h [25] и методом последовательных приближений получили значения P_{sid} в предположении прямого и обратного вращений

$$P_{sid}^{прям} = 0.2243866^d \pm 0.0000023^d, \quad P_{sid}^{обп} = 0.2243913^d \pm 0.0000109^d.$$

Первое значение периода на всех интервалах времени Δt однозначно указывает на прямое вращение (табл. 2). Второе значение, помимо того, что имеет гораздо большую дисперсию, не позволяет сделать выбор между прямым и обратным вращениями.

Используя наибольшие (из имеющихся) интервалы времени (1977—1985 гг.) и полученное прямое вращение астероида, находим значение сидерического периода вращения астероида

$$P_{sid} = 5^h 23^m 06.95^s \pm 0.01^s,$$

которое хорошо согласуется со значением P_{sid} , полученным Магнуссоном (без указания направления вращения) при определении координат полюса астероида Клеопатра [19].

Суть метода определения направления вращения по наблюдениям кривых блеска в одну оппозицию нетрудно понять с помощью рис. 2, на котором цифрами схематично указаны взаимные расположения астероида и Земли в моменты времени $0, 1, \dots, n$. Предположим, что орбита астероида лежит в плоскости эклиптики, а ось вращения перпендику-

Таблица 2. Определение направления вращения астероидов по нескольким противостояниям

Избранные пары экстремумов	Δt , сут	$\Delta \lambda$, град	N		
			Прямое	Обратное	
21 Лютеция					
M_1					
02.02.83	22.09.81	497.931	121.4	1462.97	1463.64
23.01.83	22.09.81	488.060	123.9	1433.95	1434.64
m_1					
05.11.85	02.02.83	1006.780	271.5	2957.95	2959.45
05.11.85	27.01.83	1012.903	269.9	2975.94	2977.44
05.11.85	23.01.83	1016.635	269.0	2986.91	2988.41
02.02.83	22.09.81	497.936	121.4	1462.98	1463.66
02.02.83	31.08.81	520.074	117.4	1528.05	1528.71
27.01.83	22.09.81	491.813	123.0	1444.99	1445.67
27.01.83	31.08.81	513.951	119.0	1510.06	1510.72
23.01.83	22.09.81	488.081	123.9	1434.02	1434.70
23.01.83	31.08.81	510.219	119.9	1499.09	1499.75
m_2					
27.01.83	21.10.81	463.211	129.0	1360.92	1361.63
23.01.83	22.09.81	488.051	123.9	1433.93	1434.62
216 Клеопатра					
m_1					
09.11.85	22.03.82	1327.640	280.7	5915.97	5917.53
09.11.85	13.02.82	1364.892	273.3	6082.01	6083.53
09.11.85	02.10.80	1863.806	70.3	8306.03	8306.42
09.11.85	17.01.77	3218.784	309.7	14 343.95	14 345.67
01.07.80	16.01.77	1262.531	242.1	5625.92	5627.26
M_2					
09.11.85	26.03.82	1324.053	281.1	5899.99	5901.55
09.11.85	12.02.82	1365.999	273.0	6086.94	6088.46
09.11.85	01.10.80	1864.930	70.1	8311.04	8311.43
09.11.85	17.01.77	3219.008	309.7	14 344.95	14 346.67
09.11.85	16.01.77	3219.909	309.4	14 348.96	14 350.68
12.02.82	17.01.77	1853.009	36.7	8258.01	8258.21
01.10.80	16.01.77	1354.979	239.3	6037.93	6039.26
m_2					
09.11.85	22.03.82	1327.870	280.7	5917.00	5918.56
09.11.85	12.02.82	1366.013	273.0	6087.01	6088.52
09.11.85	07.11.80	1828.127	73.1	8147.02	8147.42
09.11.85	01.10.80	1864.930	70.1	8311.04	8311.43
09.11.85	30.06.80	1958.507	67.5	8728.08	8728.46
09.11.85	16.01.77	3219.907	309.4	14 348.95	14 350.67

лярна к плоскости орбиты. Тогда, как и в случае нескольких противостояний, промежуток времени Δt между наблюдениями одной и той же детали кривой блеска (экстремума) будет определяться по формуле (1). Поскольку $\Delta t/N$ — видимый, или синодический период вращения астероида на промежутке времени Δt , то из (1) легко получить

$$P_{syn} = P \pm (\Delta \lambda / \Delta t) (P^2 / 360). \quad (2)$$

Знак («+» или «—») определяется именно направлением вращения.

В действительности ось вращения астероида может быть ориентирована произвольно, а наклонение орбиты к эклиптике не равно нулю. Поэтому целесообразно анализировать зависимость P_{syn} от скорости

углового перемещения астероида по небесной сфере $\Delta\Phi/\Delta t$ [31]. Нетрудно получить

$$\Delta\Phi = \text{sign}(\lambda_i - \lambda_0) \arccos[\sin \beta_i \sin \beta_0 + \cos \beta_i \cos \beta_0 \cos(\lambda_i - \lambda_0)], \quad (3)$$

где λ_0, β_0 и λ_i, β_i — соответственно начальные и текущие эклиптические координаты астероида.

Таким образом, для каждой пары моментов $0-1, 0-2, \dots, 0-n$ из наблюдений можно определить значение P_{syn} и вычислить $\Delta\Phi/\Delta t$. Увеличение синодического периода с увеличением $\Delta\Phi/\Delta t$ — следствие прямого направления вращения и наоборот.

Метод использован Тейлором и Тедеско для определения направления вращения астероида 44 Низа [31] и авторами — для 1627 Ивар

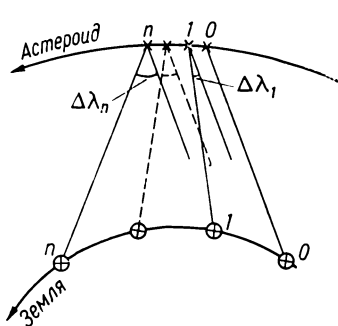
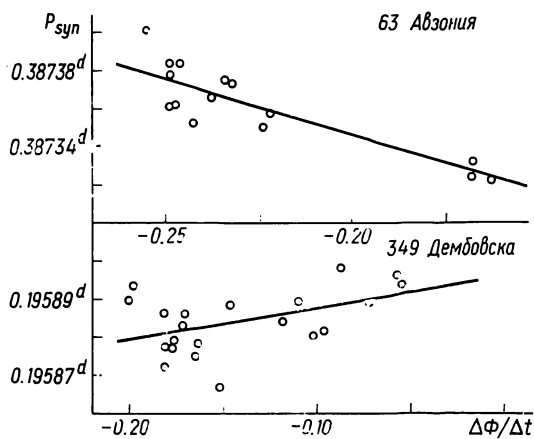


Рис. 2. Геометрия задачи определения направления вращения астероида по одному противостоянию

Рис. 3. Изменение синодических периодов вращения в зависимости от угловой скорости перемещения астероидов по небесной сфере



[4]. В данной работе этим методом определяются направления вращения астероидов 63 Авзония и 349 Дембовска по данным наблюдений [24, 34]. Результаты определения показаны на рис. 3 и в табл. 3, 4. Процедура составления пар моментов экстремумов аналогична описанной в [31].

Поскольку метод одного противостояния не был ранее подробно описан, отметим основные требования к используемым данным. 1. Промежуток времени, охваченный наблюдениями кривой блеска для астероидов главного пояса, должен составлять не менее 2—3 месяцев. 2. Необходимая точность определения моментов экстремумов зависит от величины периода вращения (поскольку наклон прямых на рис. 3 пропорционален P^2), числа наблюдаемых интервалов времени Δt и др. и в каждом конкретном случае может быть разной. Как правило, она должна быть не хуже $\pm(2-5)$ мин. 3. Необходимо отдавать предпочтение моментам максимумов блеска (при прочих равных условиях), поскольку они меньше, чем минимумы, подвержены смещению по фазе из-за изменения солнечного угла фазы [27]. 4. Пары экстремумов необходимо составлять, по возможности уменьшая влияние различий в углах фазы [31].

Описанный метод определения направления вращения астероидов достаточно прост и, помимо своей оперативности (позволяет получать направления вращения за одну оппозицию), имеет существенное преимущество — требования к точности исходной величины периода вращения значительно ниже, чем в методе многих противостояний (с одной стороны, интервалы времени Δt здесь гораздо меньше, с другой — ана-

Таблица 3. Определение направления вращения астероидов по наблюдениям в одно противостояние

Пары моментов экстремумов $J. D. (c) 2\ 438\ 800 +$		Синодический период		$\Delta\Phi/\Delta t$	
63 Авзония [24]					
M_1					
4018.611	4032.555	0.387	$333^d \pm 0.000$	027 ^d	—0.168
4018.611	4062.383		358	09	— .223
4032.555	4062.383		383	13	— .249
m_1					
4018.511	4031.680		324	29	— .163
4018.511	4032.455		325	27	— .168
4018.511	4065.380		350	08	— .224
4031.680	4065.380		361	11	— .248
4031.680	4077.390		375	08	— .233
4032.455	4065.380		361	12	— .248
4032.455	4077.390		375	08	— .233
m_2					
4031.484	4047.366		366	24	— .238
4031.484	4062.475		384	12	— .247
4032.647	4047.366		353	26	— .243
4032.647	4062.475		378	13	— .249
4047.366	4062.475		403	25	— .256
349 Дембовска [34]					
M_1					
31.517	75.592	0.195	$888\ 8^d \pm 0.000$	004\ 4 ^d	— .072
31.517	87.539		811	55	— .096
31.517	90.477		803	33	— .101
31.517	102.427		839	28	— .119
52.479	90.477		659	52	— .152
52.479	102.427		745	39	— .166
75.592	130.436		714	36	— .182
87.539	130.436		767	46	— .179
90.477	130.436		774	49	— .177
M_2					
52.575	87.443		876	56	— .147
52.575	102.328		779	39	— .164
52.575	114.278		825	32	— .172
52.575	115.454		847	31	— .171
75.492	114.278		888	51	— .201
75.492	115.454		921	49	— .199
75.492	130.340		857	36	— .182
87.443	130.340		767	46	— .179
87.443	161.293		885	27	— .110
102.328	161.293		970	33	— .087
114.278	161.293		958	42	— .057
115.454	161.293		931	43	— .055

лизируется не само значение полученного синодического периода, а характер его изменения, т. е. знак наклона линии регрессии).

Все имеющиеся сведения о направлении вращения астероидов собраны в табл. 5. Ясно, что эти данные из-за их малочисленности не подлежат статистическому анализу, поэтому ограничимся лишь некоторыми замечаниями и выводами.

Можно считать надежно установленным наличие обратного вращения среди астероидов диаметром 100—150 км.

Из 24 астероидов, для которых имеются данные о направлении вращения, соотношении астероидов с прямым и обратным вращениями

Таблица 4. Результаты определения направления вращения астероидов

Астероид	Направление вращения	P_{std}
21 Лютетия	Прямое	$0.340\ 277\ 4^d \pm 0.000\ 000\ 9^d$
63 Авзония	Обратное	$0.387\ 230 \pm 0.000\ 003$
216 Клеопатра	Прямое	$0.224\ 385\ 96 \pm 0.000\ 000\ 14$
349 Дембовска	Прямое	$0.195\ 895 \pm 0.000\ 002$

Таблица 5. Данные о направлении вращения астероидов

Астероид	Тип	D , км	P , ч	Δm_{max} зв. вел	Литературный источник
Прямое вращение					
1 Церера	C	1025	9.078	0.04	[16, 17, 21]
2 Паллада	U	583	7.881	0.15	[16, 26]
3 Юнона	S	249	7.213	0.15	[6]
4 Веста	U	555	5.342	0.14	[12, 16, 28]
6 Геба	S	206	7.274	0.19	[13]
15 Эвномия	S	261	6.081	0.53	[1]
16 Психея	M	249	4.196	0.32	[32, 37]
19 Фортуна	C	226	7.443	0.29	[1, 16]
21 Лютетия	M	114	8.167	0.24	—
39 Летиция	S	158	5.138	0.54	[1]
44 Ница	E	68	6.421	0.50	[31]
216 Клеопатра	M	236	5.394	1.40	—
349 Дембовска	R	144	4.701	0.40	—
354 Элеонора	U	156	4.277	0.30	[3]
433 Эрос	S	20	5.270	1.50	[9, 20]
624 Гектор	U	234	6.923	1.09	[10]
1627 Ивар	S	7	4.798	0.66	—
1685 Торо	S	5	10.196	0.80	[11]
Обратное вращение					
5 Астрея	S	116	16.812	0.27	[29]
10 Гигия*	C	443	17.495	0.21	[21]
20 Массалия	S	140	8.098	0.24	[1]
63 Авзония	S	96	9.297	0.95	—
192 Навзикия**	S	99	13.622	0.42	[23]
1620 Географ	S	2	5.223	2.03	[8]

Примечание. Одна звездочка — предположение на основании радиометрических измерений. Две звездочки — неуверенное определение по фотоэлектрическим наблюдениям. Δm_{max} — максимальная амплитуда кривой блеска.

составляет 3 : 1. Среди астероидов с диаметрами менее 200 км соотношение прямого и обратного вращений равно 8 : 5. Таким образом, крупные астероиды ($D > 200$ км) «предпочитают» прямое вращение. Среди них и самые крупные: 1 Церера, 2 Паллада и 4 Веста, содержащие около 3/4 всего вещества в поясе астероидов. Не совсем ясно положение четвертого по величине астероида 10 Гигия, в отношении которого существует предположение Моррисона (на основании радиометрических измерений) об обратном вращении. Однако это предположение нуждается в проверке.

Средний период для астероидов с прямым вращением составляет 6.4^h — почти в два раза меньше, чем для астероидов с обратным вращением (11.8^h). При этом дисперсия среднего периода обратного вращения в 7.5 раз превышает соответствующую дисперсию прямого вра-

щения. Если этот весьма предварительный результат подтвердится статистически в дальнейшем, то он, по-видимому, будет свидетельствовать о том, что обратное вращение астероидов приобретено главным образом в процессе их взаимных столкновений.

В заключение отметим, что получение параметров вращения для возможно большего числа астероидов — важная наблюдательная задача, решение которой может существенно дополнить наши представления о поясе астероидов и его эволюционной истории.

Авторы благодарят И. Н. Бельскую за полезное обсуждение и помощь при оформлении статьи.

1. Лупишко Д. Ф., Бельская И. Н., Величко Ф. П. О направлении вращения астероидов // Вестн. Харьк. ун-та. Методы астрон. наблюдений. Солнечная система.— 1985.— № 278.— С. 51—56.
2. Лупишко Д. Ф., Бельская И. Н., Тупиева Ф. А. Фотометрия астероида М-типа 21 Лютетия в 1981 и 1983 гг. // Письма в Астрон. журн.— 1983.— 9, № 11.— С. 691—694.
3. Лупишко Д. Ф., Величко Ф. П., Тупиева Ф. А., Чернова Г. П. Ориентация оси вращения и UVV-фотометрия астероида 354 Элеонора // Там же.— 1981.— 7, № 7.— С. 437—441.
4. Лупишко Д. Ф., Величко Ф. П., Шевченко В. Г. Астероид 1627 Ивар. UVV-фотометрия, период и направление вращения // Кинематика и физика небес. тел.— 1986.— 2, № 5.— С. 39—43.
5. Carlsson M., Lagerkvist C. I. Physical studies of asteroids. XI. Photoelectric observations of asteroids 2, 161, 216 and 276 // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.— 1983.— 53, N 1.— P. 157—159.
6. Chang Y., Chang C. Photometric investigations of seven variable asteroids // Acta Astron. Sinica.— 1962.— 10.— P. 101—111.
7. Chang Y. C., Chang C. Photometric observations of variable asteroids. II // Ibid.— 1963.— 11.— P. 139—149.
8. Dunlap J. L. Minor planets and related objects. XV. Asteroid 1620 Geographos // Astron. J.— 1974.— 79, N 2.— P. 324—332.
9. Dunlap J. L. Lightcurves and the axis of rotation of 433 Eros // Icarus.— 1976.— 28, N 1.— P. 69—78.
10. Dunlap J. L., Gehrels T. Lightcurves of a Trojan asteroids // Astron. J.— 1969.— 74, N 6.— P. 796—803.
11. Dunlap J. L., Gehrels T., Howes M. L. Minor planets and related objects. IX. Photometry and polarimetry of 1685 Toro // Ibid.— 1973.— 78, N 6.— P. 491—501.
12. Gehrels T. Minor planets. I. The rotation of Vesta // Ibid.— 1967.— 72, N 8.— P. 929—938.
13. Gehrels T., Taylor R. C. Minor planets and related objects. XXII. Phase functions for (6) Hebe // Astron. J.— 1977.— 82, N 3.— P. 229—237.
14. Groeneveld I., Kuiper G. P. Photometric studies of asteroids. I. // Astrophys. J.— 1954.— 120, N 2.— P. 200—220.
15. Grossmann M., Hoffmann M., Duerbeck H. W. Photometric measurements of 216 Kleopatra // Minor Planet Bull.— 1980.— 8.— P. 14—15.
16. Hansen O. On the prograde rotation of asteroids // Icarus.— 1977.— 32, N 4.— P. 458—460.
17. Johnson P. E., Kemp J. C., Lebofsky M. J., Rieke G. H. 10 μ m polarimetry of Ceres // Ibid.— 1983.— 56, N 3.— P. 381—392.
18. Kennedy H. D., Tholen D. J. The brightness variations of asteroid 216 Kleopatra // Proc. Astron. Soc. Austral.— 1982.— 4, N 4.— P. 414—417.
19. Magnusson P. Determination of spin axis orientation for asteroids 44 Nysa, 216 Kleopatra and 624 Hector // Asteroids, Comets, Meteors / Ed. C. I. Lagerkvist, H. Rickman.— Uppsala: Uppsala Univ. Repocentralen HC, 1983.— P. 77—85.
20. Morrison D. The diameter and thermal inertia of 433 Eros // Icarus.— 1976.— 28, N 1.— P. 125—132.
21. Morrison D. Asteroid sizes and albedos // Ibid.— 1977.— 31, N 2.— P. 185—220.
22. Pilcher F., Tholen D. J. 216 Kleopatra: visual lightcurves of large amplitude asteroid // Minor Planet Bull.— 1982.— 9.— P. 13—17.
23. Scaltriti F., Zappala V. A photometric studies of the minor planets 192 Nausikaia and 79 Eurynome // Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.— 1976.— 23, N 2.— P. 167—179.
24. Scaltriti F., Zappala V. A photometric study of the minor planet 63 Ausonia // Icarus.— 1977.— 31, N 4.— P. 498—502.
25. Scaltriti F., Zappala V. Photoelectric photometry of asteroids 37, 80, 97, 216, 270, 313 and 471 // Icarus.— 1978.— 34, N 2.— P. 428—435.
26. Shroll A., Haupt H. E., Maitzen H. M. Rotation and photometric characteristics of Pallas // Ibid.— 1976.— 27, N 1.— P. 147—156.
27. Surdej A., Surdej J. Asteroid lightcurves simulated by the rotation of a three-axes ellipsoid model // Astron. and Astrophys.— 1978.— 66, N 1—2.— P. 31—36.

28. *Taylor R. C.* Minor planets and related objects. XIV. Asteroid 4 Vesta // *Astron. J.*—1973.—78, N 10.—P. 1131—1139.
29. *Taylor R. C.* Minor planets and related objects. XXIV. Photometric observations for 5 Astraea // *Ibid.*—1978.—83, N 2.—P. 201—204.
30. *Taylor R. C.* Pole orientation of asteroids // *Asteroids* / Ed. T. Gehrels.—Tucson, Arizona : Univ. Arizona Press, 1979.—P. 480—493.
31. *Taylor R. C., Tedesco E. F.* Pole orientation of asteroid 44 Nysa via photometric astrometry including a discussion of the method's application and its limitations // *Icarus.*—1983.—54, N 1.—P. 13—22.
32. *Tedesco E. F., Taylor R. C.* Pole orientation of 16 Psyche by two independent methods // *Ibid.*—1985.—61, N 2.—P. 241—251.
33. *Tholen D. J.* The unusual asteroid 216 Kleopatra // *Sky and Telesc.*—1980.—60, N 4.—P. 203.
34. *Zappala V., van Houten-Groeneveld I., van Houten C. J.* Rotation period and phase curve of the asteroids 349 Dembowska and 354 Eleonora // *Astron. and Astrophys. Suppl. Ser.*—1979.—35, N 2.—P. 213—221.
35. *Zappala V., Di Martino M., Knežević Z., Djurašević G.* New evidence for the effect of phase angle on asteroid lightcurve shape: 21 Lutetia // *Astron. and Astrophys.*—1984.—130, N 1.—P. 208—210.
36. *Zappala V., Di Martino M., Scaltriti F. et al.* Photoelectric analysis of asteroid 216 Kleopatra: implications for its shape // *Icarus.*—1983.—53, N 3.—P. 458—464.
37. *Zhou X., Yang X.* The rotation of asteroid 16 Psyche // *Chin. Astr. Ap.*—1982.—6.—P. 57—59.

Астрон. обсерватория
Харьков. ун-та им. А. М. Горького,
Харьков

Поступила в редакцию 07.02.86,
после доработки 08.04.86

РЕФЕРАТ ДЕПОНИРОВАННОЙ РУКОПИСИ

УДК 520.16

**МЕТЕОКОМПОНЕНТЫ АСТРОКЛИМАТА АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ
НИКОЛАЕВСКОГО ГОСПЕДИНСТИТУТА / Калиненко Н. Д., Шитюк И. С.**

(Рукопись деп. в ВИНТИ; № 6905—В86)

Приводятся результаты анализа метеорологических данных как исходных астроклиматических характеристик района расположения астрономической обсерватории Николаевского педагогического института за последние сто лет.