

АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАДЖИКИСТАН

ISSN 0321 — 4885

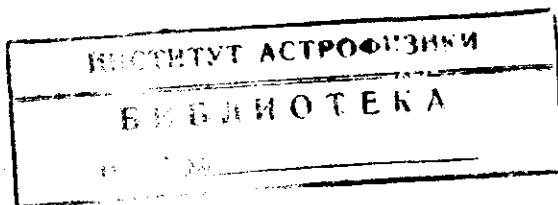
**БЮЛЛЕТЕНЬ
ИНСТИТУТА АСТРОФИЗИКИ
№ 84**

ДУШАНБЕ — 2005

АКАДЕМИЯИ ИЛМХОИ ЧУМХУРИИ ТОЧИКИСТОН

**БЮЛЛЕТЕНИ
ИНСТИТУТИ АСТРОФИЗИКА**

№ 84



© Бюллетень Института астрофизики Академии наук Республики Таджикистан, 2005 г., № 84

ДУШАНБЕ — 2005

УДК 523.503

П.Б.БАБАДЖАНОВ, Н.А.КОНОВАЛОВА

КАТАЛОГ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И ДИНАМИЧЕСКИХ
ХАРАКТЕРИСТИК 20 МЕТЕОРОВ, СФОТОГРАФИРОВАННЫХ
ПО МЕТОДУ МГНОВЕННЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ

Приводятся результаты фотометрической и астрометрической обработки мгновенных фотографий 20-ти базисных метеоров, из которых 10 являются Персейдами, 1 – Геминид, 1 – Леонид, 1 – δ-Акварид, 1 – Таурид, 1 – Орионид, 2 принадлежат III ассоциации и 3 – к спорадическому фону. Фотометрические и динамические характеристики 137 мгновенных изображений исследуемых метеоров приведены в таблицах.

CATALOG OF THE PHOTOMETRICAL AND DYNAMICAL CHARACTERISTICS OF 20 METEORS, PHOTOGRAPHED BY THE METHOD OF INSTANTANEOUS EXPOSURES, by P.B.Babadjanov and N.A.Konovalova

The results of the photometric and astrometric reduction of the instantaneous photos of 20 double-station meteors are given. Among of these meteors 10 are Perseids, 1 – Geminid, 1 – Leonid, 1 – δ-Aquarid, 1 – Taurid, 1 – Orionid, 2 belong to III association and 3 – sporadic. The photometrical and dynamical characteristics of 137 instantaneous images of the meteors under consideration are presented in tables.

Применение разработанного и введенного в практику наблюдений в Институте астрофизики «метода мгновенной экспозиции» при фотографировании метеоров [1] существенно расширило возможности изучения физики метеорного явления и природы самого метеорного вещества. Мгновенные фотографии содержат в себе ценную информацию о распределении свечения как в каждом отдельном мгновенном изображении метеорной комы и хвоста, так и вдоль всего пути метеора: от изображения к изображению. Эта информация может служить основой для дальнейшего развития наших представлений о механизмах разрушения метеорных тел в земной атмосфере.

Поскольку информацию о свечении метеора мы получаем проводя фотометрические измерения метеорных негативов, то возникает задача правильного учета всех особенностей, отличающих мгновенный снимок метеора от его обычного, полученного «малыми камерами». Фотометрия мгновенных снимков метеоров требует несколько иного подхода, чем фотометрия обычных. Основное различие связано с тем, что изображение метеора на обычном снимке выглядит как прямолинейный след изменяющейся плотности почернения и поперечника, а на мгновенном снимке – в виде цепочки из точечных и каплевидных изображений. Поэтому возникает вопрос: правомерно ли использовать для стандартизации точечных мгновенных изображений метеоров суточные следы звезд, и можно ли пользоваться одной характеристической кривой, построенной по суточным следам звезд, при фотометрии различных участков мгновенного изображения метеора – комы и хвоста, различающихся между собой как плотностью почернения, так и поперечными размерами.

Возникшие у нас при фотометрии мгновенных снимков метеоров трудности сродни тем, что возникают при фотометрии изображений метеоров, полученных обычным способом, если их блеск a , значит, и поперечный размер изображения значительно меняются вдоль пути, особенно метеоров со испытками. Для решения поставленной задачи мы воспользовались как имеющимся уже опытом фото-

графической фотометрии метеоров [2, 3], так и собственным исследованием данного вопроса. Для этого была проведена серия экспериментов по фотографированию «искусственного мгновенного метеора», в которых были получены мгновенные фотографии с изображениями «метеоров», идентичными тем, что получаются в реальных условиях при фотографировании метеоров. Фотографирование осуществлялось той же самой аэрофотокамерой МК-75, которая используется при фотографировании метеоров, на аэрофотопленку Изопанхром тип 42. Камера, оснащенная семилинзовым объективом «Уран-16», с фокусным расстоянием $F = 750$ мм и относительным отверстием $D:F = 1:3.5$, была смонтирована на установке АПШ-30, что позволяло перемещать ее по двум координатам: азимуту A (от 0° до 360°) и высоте h (от 0° до 90°). Создавая перемещением камеры движение яркого источника по фотослою (Венеры – 4.2 зв. вел., Юпитера – 4 зв. вел.), было сфотографировано более трех десятков «искусственных мгновенных метеоров» с набором различных линейных скоростей по фотослою (от 50 мм/сек до 250 мм/сек), охватывающих широкий интервал метеорных скоростей. При неподвижно закрепленной камере МК-75 на эти же снимки был сфотографирован участок неба с множеством звезд в качестве фотометрического стандарта, из которых выбирались звезды сравнения для построения характеристической кривой. При впечатывании звезд проводилось кратковременное прерывание фотографирования на 1, 2, 3 секунды.

Полученные таким образом снимки были использованы для исследования следующих вопросов:

1. Характеристические кривые для ниточного и точечного участков следа звезд.
2. Влияние вида фотографического изображения на форму характеристической кривой.

Необходимость исследования первого вопроса возникла в связи с тем, что при фотометрических измерениях мгновенных снимков мы имеем дело с точечным видом метеорного изображения и ниточным видом изображений звезд сравнения, которые используются для построения характеристической кривой. Необходимо было убедиться, что в определение звездных величин мгновенных изображений метеоров не вносятся искажения, связанные с различием вида изображений объекта и звезд сравнения. Для этого были построены характеристические кривые: в одном случае по суточным следам звезд сравнения, а в другом – по точечным участкам, которые получились на следах звезд в результате кратковременного прерывания экспонирования.

Фотометрические измерения проводились на саморегистрирующем микроденситометре МД-100 следующим образом: след звезды располагался перпендикулярно отверстию щели, высота которой выбиралась равной высоте самого широкого из следов звезд сравнения, и затем с этой щелью звезды сравнения сканировались вдоль направления их движения. При построении характеристических кривых по оси ординат откладывалась величина плотности почертнения $D = \log(N/N_*)$, где N_* , N – соответственно значения отсчетов звезды и фона, а по оси абсцисс – блеск звезды m_* , приведенный к экватору по формуле $m_* = m + 2.5 \log \cos \delta_*$, где m , δ_* – зв. величина и склонение звезды соответственно. Так как звезды для построения характеристической кривой выбирались отстоящими недалеко друг от друга, то поправка за ошибку поля не вводилась. В противном случае ее необходимо учитывать. Построенные характеристические кривые в первом и во втором случаях дали хорошее совпадение результатов, и это позволило нам сделать заключение, что применение суточных следов звезд для стандартизации точечных мгновенных изображений метеоров вполне оправдано.

Особую сложность при фотометрических измерениях мгновенных изображе-

ний метеоров дает то обстоятельство, что мгновенные изображения III и IV типа [4] существенно различаются по плотности почернения и поперечнику в головной части (плотная, яркая дискообразная кома) и в хвосте (слабый, постепенно спадающий к уровню фона тонкий след). Это приводит к невозможности измерения всего изображения (сканированию по нему) одной щелью микроденситометра, т.к. в таком случае получаются искаженные данные о распределении интенсивности свечения вдоль мгновенного изображения.

На похожую ситуацию, возникающую при фотометрических измерениях метеоров с яркими вспышками, указывала в своих работах Бенох [5], которая рекомендовала при абсолютной фотометрии метеоров использовать стандарты, размеры изображений которых соответствуют поперечным размерам изображения метеора. Тем самым, в данных, снятых с характеристической кривой, полученной с учетом геометрических размеров стандарта, исключаются ошибки в оценке блеска метеора, возникающие в результате пограничных эффектов проявления и рассения света в фотографическом слое [6].

В работах [7, 8], специально посвященных вопросу влияния вида фотографического изображения на форму характеристической кривой, пришли к выводу о необходимости учета этого обстоятельства и выборе такого подхода в методике фотометрирования, который сводит этот эффект к минимуму. Такой подход был указан в работе Носковой и Бирюля [9], которые предложили способ калибровки астрономических негативов по фотометрическим шкалкам, впечатанным через девятиступенчатый ослабитель с контактно наложенными масками. В таком способе достигалась идентичность вида изображения фотометрических шкалок с объектами исследования, и тем самым устраивались ошибки при оценке блеска исследуемых объектов.

В нашем случае при фотометрических измерениях мгновенных снимков метеоров мы могли использовать для построения характеристической кривой только суточные следы звезд сравнения (выбирались звезды спектральных классов A0, G0, F0). Поэтому методика фотометрирования была выбрана следующая: мгновенные изображения метеора сканировались вдоль направления его движения в два этапа: малой по высоте щелью – слабый хвост мгновенного изображения, а затем большой щелью (так, чтобы «провалилась» в нее самая яркая из звезд сравнения) – яркая метеорная кома. При этом соблюдалось условие, чтобы измерения пограничных областей в двух разных режимах перекрывались. Таким образом можно было привести все измерения к единой системе. Точно также этими же двумя щелями измерялись звезды сравнения, по которым строились две характеристические кривые – одна для измерений с большой щелью, по которой определялся блеск в коме мгновенного изображения, другая – для маленькой щели, по которой определялся блеск в хвосте. Таким образом мы получали распределение интенсивности свечения вдоль мгновенного изображения в шкале видимых звездных величин. Затем в эти значения звездных величин уже по стандартной для фотометрии метеоров методике [2,3] вносились все необходимые поправки:

$\Delta m_7 = -2.5 \log P(\sec Z - 1)$ – поправка за дифференциальное поглощение атмосферы; здесь P – показатель прозрачности атмосферы, Z – зенитный угол метеора;

$\Delta m_V = -2.5 p \log (V_1 / V_*)$ – поправка за разность скоростей передвижения по фотослою изображений метеора V_1 и звезды V_* ; здесь $p = 0.9$ – показатель Шварцшильда;

$\Delta m_H = 10 - 5 \log (H / \cos Z)$ – поправка за приведение к стандартной высоте 100 км; здесь H – высота метеора.

С учетом всех вышеперечисленных фотометрических поправок в итоге мы получали распределение интенсивности свечения вдоль мгновенного изображе-

ния метеора уже в шкале абсолютных звездных величин:

$$m = m_{\text{obs}} + \Delta m_Z + \Delta m_V + \Delta m_p.$$

Таким образом, согласно описанной выше процедуре фотометрической реекции мгновенных изображений метеоров, сфотографированных в разные годы на метеорном патруле Института астрофизики АН Республики Таджикистан, на-ми были обработаны базисные мгновенные снимки 20-ти метеоров, принадлежащих различным потокам, ассоциациям и спорадическому фону. В результате были получены фотометрические профили более 137 мгновенных изображений метеоров. Основные сведения об этих метеорах – радиант, скорости, высотах, вне-атмосферной массе и орбите, полученные в результате обработки их базисных снимков, содержатся в опубликованных ранее каталогах элементов орбит метеоров [10-16].

В таблице I для 20-ти исследуемых метеоров представлены следующие сведения: номер, дата наблюдения метеора – год, месяц; день по Мировому времени, выраженному в долях суток; L_{\odot} – долгота Солнца на момент пролета метеора; исправленный за суточное вращение и притяжение Земли радиант в равноденствие 2000.0 (α_R – прямое восхождение и δ_R – склонение); косинус зенитного расстояния z_R видимого радианта; геоцентрическая скорость V_g метеора в км/сек.

Таблица I

№	Год	Месяц	День	L_{\odot}	α_R (2000.0)	δ_R (2000.0)	$\cos z_R$	V_g
641515	1964	Август	6.755	134 05	40 45	56 08	0.717	60.5
641541	1964	Август	6.882	134 12	39 49	59 56	0.750	57.7
641623	1964	Август	8.692	135 56	281 57	45 44	0.985	22.0
641762	1964	Август	10.806	137 58	302 39	74 59	0.804	32.4
641831	1964	Август	11.835	138 57	47 19	58 12	0.700	59.5
641842a	1964	Август	11.899	139 01	47 18	57 32	0.780	56.5
641872	1964	Август	12.753	139 50	281 57	46 25	0.967	22.0
651425a	1965	Ноябрь	17.966	235 12	153 28	21 43	0.787	72.4
670922	1967	Август	13.873	140 40	52 28	58 21	0.690	60.4
770533	1977	Июль	19.815	117 23	284 42	3 06	0.808	21.2
770842	1977	Август	8.754	136 04	45 01	58 17	0.413	59.4
770954	1977	Август	11.942	139 07	46 57	57 32	0.857	57.8
771025	1977	Август	12.961	140 06	48 09	58 00	0.879	59.6
800971	1980	Август	11.927	139 16	46 47	57 25	0.601	59.5
801031a	1980	Август	12.768	140 12	157 23	86 08	0.591	37.7
820815	1982	Август	13.798	140 44	355 03	-13 11	0.489	41.3
821446	1982	Октябрь	22.792	209 03	95 51	15 32	0.422	66.8
821691	1982	Декабрь	13.992	261 40	119 58	33 02	0.930	38.4
852364	1985	Ноябрь	13.812	231 23	57 23	24 43	0.702	26.9
861693	1986	Август	13.970	140 23	45 37	56 59	0.905	60.9

В таблице 2 представлены результаты детальной фотометрической обработки мгновенных снимков исследуемых 20-ти метеоров, содержащей следующие све-

дения: номер метеора по каталогу элементов орбит и номер по каталогу мгновенных фотографий, принадлежность к потоку, п – число сфотографированных мгновенных изображений; п/п – порядковые номера измеренных мгновенных изображений метеора; H – высота meteorной комы в км; V – скорость meteorна на данной высоте в км/сек; M – зв. величина meteorной комы в абр. зв. вел.; L – измеренная длина хвоста meteorа в м.

Сведения, содержащиеся в таблице 2, в совокупности своей дают нам представление о наблюдаемой картине формирования и эволюции комы и хвоста meteorа в течение его полета в земной атмосфере.

Таблица 2

№ мет. № MK-75	п/п	H км	M зв.в	V км/с	L м	№ мет. № MK-75	п/п	H км	M зв.в	V км/с	L м
641541	1	102.8	-2.5	59.90	42.5	770842	1	103.0	-3.2	62.30	74
МК-3	3	101.1	-2.6	58.90	40.6	МК-115	3	101.9	-3.5	62.08	72
Персеид	5	99.3	-2.8	58.90	42.5	Персеид	12	96.9	-3.8	60.68	123
n=12	7	97.5	-3.1	58.90	65.6	n=37	16	94.7	-4.6	59.65	158
	8	96.6	-3.2	58.85	73.4		20	92.5	-5.7	58.30	334
	10	94.8	-3.4	58.80	74.0		34	85.1	-4.8	49.60	194
							36	84.1	-3.6	47.65	124
							37	83.6	-2.9	46.60	88
641515	2	93.6	-4.4	60.25	91.0	770954	2	105.5	-2.8	60.78	47
МК-7	4	92.6	-4.6	60.15	98.3	МК-120	5	102.3	-3.6	60.61	65
Персеид	5	92.1	-5.6	60.10	102.9	Персеид	7	100.2	-4.4	60.44	97
n=11	6	91.6	-5.1	60.00	98.3	n = 13	10	97.1	-4.9	60.09	118
	8	90.6	-3.3	59.45	94.6		12	95.0	-5.4	59.74	162
	10	89.6	-3.0	58.55	69.1		13	94.0	-5.0	59.52	215
	11	89.1	-2.4	57.80	–						
641623	4	83.4	-3.4	24.64	–	771025	5	97.2	-2.3	61.40	40
МК-13	5	82.9	-3.8	–	–	МК-126	7	95.1	-2.6	61.10	48
спорад.	6	82.5	-4.6	–	–	Персеид	9	93.0	-3.1	60.90	55
n = 23	7	81.9	-4.4	–	39.4	n = 20	11	90.9	-3.1	60.60	56
	8	81.5	-4.0	–	138.0		13	88.7	-3.2	60.30	64
	9	81.0	-4.4	–	118.0		15	86.7	-3.1	59.90	119
	10	80.5	-5.5	–	216.0		17	84.6	-3.4	59.60	159
	11	80.0	-5.3	–	280.0		18	84.1	-4.5	59.50	254
641842	1	85.4	-3.4	58.49	78	800971	1	98.1	-5.2	60.60	120
МК-22	2	84.5	-4.4	58.37	162	МК-155	3	95.8	-5.8	–	165
Персеид	3	83.6	-4.5	58.23	107	Персеид	5	93.6	-6.3	–	190
n = 9	4	82.6	-3.1	58.07	65	n = 42	7	91.4	-6.8	–	240
	5	81.7	-2.8	57.88	58		9	89.1	-6.8	–	280
	6	80.8	-2.6	57.66	58		10	88.4	-7.2	–	320
	7	79.9	-1.7	57.40	81						
	8	79.0	-2.0	57.10	45						

Продолжение таблицы 2

№ мет. № МК-75	п/п	H км	M зв.в	V км/с	L м	№ мет. № МК-75	п/п	H км	M зв.в	V км/с	L м
641831	3	103.7	-3.3	60.74	45	801031а	4	100.4	-2.2	41.10	36
МК-29	6	100.5	-3.6	60.73	60	МК-159	8	98.2	-2.6	41.06	50
Персеид	9	96.4	-4.3	60.66	90	спорад.	10	97.2	-2.8	40.92	58
n = 29	12	92.8	-4.9	60.45	140	n = 27	13	95.8	-2.9	40.63	62
	15	88.9	-5.7	59.09	160		16	94.3	-2.7	40.23	61
	18	82.6	-6.1	58.16	170		17	93.8	-2.5	40.05	63
							22	91.5	-1.6	38.82	30
							26	89.4	-5.2	36.88	90
							27	88.9	-2.6	36.30	41
641763	2	95.3	-1.8	34.70	42	820815	2	88.6	-2.3	42.90	44
МК-31	5	93.4	-2.1	—	54	МК-163	3	88.1	-2.7	—	50
спорад.	8	91.8	-1.8	—	54	δ-Акварид	4	87.7	-2.8	—	76
n = 21	11	90.1	-2.3	—	71	n = 9	5	87.3	-2.9	—	87
	13	88.9	-2.4	—	95		6	86.8	-3.1	—	104
	16	87.3	-2.3	—	105		7	86.4	-2.7	—	88
	19	85.6	-1.7	—	63						
641872	3	92.4	-3.2	24.60	103	821446	1	96.8	-3.5	68.60	59
МК-39	4	91.9	-3.4	—	157	МК-167	3	95.6	-4.5	68.25	94
III ac.	5	91.4	-4.3	—	226	Орионид	5	94.4	-3.7	68.00	65
n = 39	6	90.9	-4.9	—	320	n = 22	8	92.7	-4.2	67.60	103
	7	90.5	-5.4	—	354		12	90.4	-4.0	67.05	71
	8	90.0	-6.8	—	403		15	88.6	-2.6	66.65	44
							19	86.3	-3.7	66.00	121
							20	85.8	-4.7	65.80	153
651425а	1	112.0	-2.2	73.40	48	821691	8	90.8	-1.5	39.97	32
МК-74	2	110.9	-2.8	—	60	МК-168	12	87.8	-1.7	39.93	28
Леонид	3	109.8	-3.6	—	82	Геминид	17	84.0	-1.8	39.87	35
n = 5	4	108.6	-3.8	—	147	n = 29	21	81.0	-1.3	39.82	35
							23	79.4	-1.6	39.79	36
							26	77.2	-1.4	39.75	28
670922	2	88.9	-3.7	—	110	852364	2	67.0	-0.6	30.25	-
МК-96	4	87.1	-3.8	—	78	МК-178	5	65.1	-1.2	29.74	41
Персеид	6	85.2	-4.4	59.52	228	Таурид	7	63.8	-2.3	29.35	43
n = 22	7	84.2	-4.4	59.17	171	n = 39	8	63.3	-2.6	29.15	52
							10	62.1	-2.8	28.70	80
							11	61.5	-2.1	28.46	71
							14	59.7	-1.4	28.20	37
							18	57.5	-1.3	26.64	31
							22	55.4	-0.3	24.86	-

Продолжение таблицы 2

№ мет. № МК-75	п/п	H км	M зв.в	V км/с	L м	№ мет. № МК-75	п/п	H км	M зв.в	V км/с	L м
770533	25	84.5	0.9	23.75	139	861693	5	99.7	-3.4	62.40	46
МК-112	39	79.2	0.8	23.65	207	МК-181	7	97.5	-4.3	62.03	70
спорад.	48	75.7	-0.2	23.50	248	Персеид	9	95.2	-4.5	61.67	93
n = 92	55	73.1	-0.2	23.30	282	n = 20	11	92.9	-4.4	61.26	116
	62	70.5	-0.4	22.85	398		14	89.5	-4.1	60.68	94
	65	69.4	-2.7	22.60	463		16	87.2	-3.8	60.25	70
	66	69.0	-2.7	22.50	315		19	83.8	-3.4	59.66	70
	68	68.3	-1.1	22.20	333						

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаджанов П.Б., Крамер Е.Н. – Астрон. ж., 1965, т. 42, № 1, с. 660-665.
2. Иванников В.И. – Бюлл. САО, 1957, № 21, с. 7-12.
3. Иванников В.И. – Бюлл. Ин-та астроф., 1965, № 39-40, с. 3.
4. Бабаджанов П.Б., Крамер Е.Н. – ДАН СССР, 1967, т. 175, № 5, с. 1043-1046.
5. Бенюх В.В. – Вестн. Киевск. ун-та. Астрономия, 1978, № 20, с. 59-62.
6. Фризер Х. Фотографическая регистрация информации. – Изд-во «Мир», Москва, 1978, 670 с.
7. Брейдо И.И. – АЖ, 1971, т. 48, № 2, с. 425-434.
8. Брейдо И.И. – АЦ, 1979, № 1073, с. 2-4.
9. Носкова Р.И., Биуля Т.А. – Сообщения ГАИШ, 1977, № 199, с. 15-18.
10. Бабаджанов П.Б., Крамер Е.Н. Методы и некоторые результаты фотографических исследований метеоров. – М.: Изд-во АН СССР, 1963, 144 с.
11. Бабаджанов П.Б., Суслова Н.Н., Карасельникова С.А. – Бюлл. Ин-та астроф., 1966, № 41-42, с. 3.
12. Бабаджанов П.Б., Гетман Т.И., Заусаев А.Ф., Карасельникова С.А. – Бюлл. Ин-та астроф., 1969, № 49, с. 3.
13. Бабаджанов П.Б., Гетман Т.И. – Бюлл. Ин-та астроф., 1970, № 53, с. 3.
14. Бабаджанов П.Б., Гетман Т.И., Коновалова Н.А., Обрубов Ю.В. – Бюлл. Ин-та астроф., 1982, № 73, с. 22.
15. Бабаджанов П.Б., Гетман Т.И. – Бюлл. Ин-та астроф., 1985, № 76, с. 28.
16. Бабаджанов П.Б., Зубарева Т.И., Коновалова Н.А., Обрубов Ю.В. – Бюлл. Ин-та астроф., 1998, № 82, с. 16.

УДК 521.13

И.А. ГЕРАСИМОВ, Д.А. ТАГАЕВА

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ПЕРТУРБАЦИОННОЙ ФУНКЦИИ В ТЕОРИИ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

В предлагаемой работе предложен новый метод преобразования возмущающей функции задачи многих тел в сумму элементарных тригонометрических слагаемых и опровергнута методика проведения операций с такими рядами. В предлагаемом методе отсутствует ограничение на максимальную степень таких элементов орбит небесных объектов, как эксцентриситеты и углы наклонения. Построены численно-аналитические теории движения больших планет Солнечной системы с точностью до второго порядка относительно возмущающих масс.

**THE UNIVERSAL METHOD FOR CALCULATION OF THE PERTURBATION
FUNCTION IN THE THEORY OF MOTION OF THE SOLAR SYSTEM BODIES, by
I.A.Gerasimov and D.A.Tagueva**

A new method of transformation of the problem of many bodies perturbation function into amount of the elementary trigonometric summands is suggested, and a method of executions of operations with such rows is tested. In the proposed method it is absent restriction on the maximal extent of such orbital elements as eccentricity and inclination. The quantity-analytic theory of motion of the Solar system's major planets is proposed.

Во второй половине XIX века знаменитыми астрономами Леверье, Ньюкомом, Хиллом, Гайо были созданы теории движения больших планет Солнечной системы в аналитической форме. Ученые работали с результатами астрометрических наблюдений небесных тел в условиях очень приближенных знаний о массах планет, теорию движения которых они создавали.

В середине XX века Браузер, Клеменс и Эккерт построили численную теорию движения пяти внешних планет, определивней основные направления и методы исследований на пятьдесят лет вперед. Это был успешный опыт численного интегрирования уравнений движения на ЭВМ. Работу продолжили ученые Лаборатории реактивного движения США. Они представили серию численных теорий движения всех планет Солнечной системы, самая точная из которых, под условным названием DE403, появилась в девяностые годы двадцатого века, а наиболее доступная и используемая версия теории, DE200, разработана в конце семидесятых.

Успехи метода численного интегрирования в теории движения планет очевидны, но нам кажется, что возможности аналитических методов далеко не исчерпаны, и их развитие остается актуальной задачей. Попробуем аргументировать эту точку зрения. Во-первых, численные теории являются неперемещаемой собственностью изготовителей, можно только сравнивать результаты наблюдений с предсказаниями таких теорий, внести же разумные изменения уже невозможно. Во-вторых, замечательными астрономами Пуанкаре, Делоне, Хиллом, Гильденом, Цайпелем высказаны интересные идеи, которые до сих пор еще не получили должного развития [1]. В-третьих, современные персональные компьютеры открывают большие возможности не только для быстрого пошагового счета в методе численного интегрирования, но и для новых подходов в аналитическом решении. Подтверждением сказанного может служить и успешное осуществление учеными Института теоретической астрономии РАН проекта: создание аналитической теории движения внутренних планет.

Самой трудной задачей аналитической теории движения планет всегда было представление обратного расстояния между двумя телами в виде тригонометрического ряда, зависящего от элементов орбиты.

Дифференциальные уравнения поступательного движения i -той планеты запишем в виде

$$\frac{d^2x_i}{dt^2} + \mu_i \frac{x_i}{r_i^3} = \frac{\partial R_i}{\partial x_i},$$

$$\frac{d^2y_i}{dt^2} + \mu_i \frac{y_i}{r_i^3} = \frac{\partial R_i}{\partial y_i},$$

$$\frac{d^2z_i}{dt^2} + \mu_i \frac{z_i}{r_i^3} = \frac{\partial R_i}{\partial z_i},$$

где, как обычно,

$$R_i = \sum_{\substack{j=1 \\ i \neq j}}^N m_j R_{ij}; \quad R_{ii} = 0; \quad i \neq j; \quad (1)$$

$$R_{ij} = \frac{1}{\Delta_{ij}} - \frac{1}{r_i r_j} \left(\frac{r_i}{r_j} \right) \cdot \cos H_{ij}; \quad (2)$$

$$\Delta_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 + (z_i - z_j)^2}; \quad r_i = \sqrt{x_i^2 + y_i^2 + z_i^2};$$

$$\cos H_{ij} = \frac{x_i x_j + y_i y_j + z_i z_j}{r_i r_j}; \quad \mu_i = f(m_0 + m_i); \quad (3)$$

f – гравитационная постоянная, m_0 – масса Солнца, m_i – масса i -той планеты, $i = 1, 2, \dots, N$, N – число планет.

Дополним эти уравнения начальными условиями, то есть положением и скоростью i -той планеты в момент времени t_0 :

$$x_i(t_0) = x_{i0}; \quad y_i(t_0) = y_{i0}; \quad z_i(t_0) = z_{i0};$$

$$\frac{dx_i(t_0)}{dt} = \dot{x}_{i0}; \quad \frac{dy_i(t_0)}{dt} = \dot{y}_{i0}; \quad \frac{dz_i(t_0)}{dt} = \dot{z}_{i0};$$

В относительных координатах полная система дифференциальных уравнений движения N планет разделилась на N систем трех дифференциальных уравнений второго порядка. Каждая i -тая система имеет свою собственную возмущающую функцию R_i .

Выполним разложение обратного расстояния в ряд по полиномам Лежандра:

$$\frac{1}{\Delta_{ij}} = \frac{1}{r_j} + \frac{1}{r_j} \left(\frac{r_i}{r_j} \right) \cdot \cos \Phi_{ij} + \frac{1}{r_j} \sum_{n=2}^{\infty} \left(\frac{r_i}{r_j} \right)^n P_n(\cos \Phi_{ij}), \quad (4)$$

при $r_i < r_j$.

$$\cos \Phi_{ij} = \frac{x_i}{r_i} \cdot \frac{x_j}{r_j} + \frac{y_i}{r_i} \cdot \frac{y_j}{r_j} + \frac{z_i}{r_i} \cdot \frac{z_j}{r_j},$$

где Φ_{ij} – угол между направлениями из начала координат на возмущаемую и возмущающую планеты. Косвенная часть R_{ij} для действия j -той планеты на i -тую всегда имеет вид

$$-\frac{1}{r_j} \left(\frac{r_i}{r_j} \right) \cdot \cos \Phi_{ij}.$$

Использование разложения для обратного расстояния в форме (4) означает отклонение от классического подхода, связанного с применением операторов Ньюкома и коэффициентов Лапласа [2]. **В теории движения планет выражение (4) в явном виде практически не применялось по причине медленной сходимости данного ряда.** Отношение r_i / r_j для Венеры и Земли, например, близко к 0.73, а для некоторых астероидов и Юпитера может достигать значения 0.75.

Цель наших исследований состоит в разработке нового представления возмущающей функции в задаче многих тел и в применении полученных тригонометрических рядов для построения численно-аналитических теорий движения тел Солнечной системы.

Возмущающую функцию представим как сумму базисных, или другими словами элементарных тригонометрических слагаемых. Вид элементарного слагаемого был определен из следующих соображений.

Замечательные астрономы Хилл, Ганзен, Ньюком, Гильден применяли в своих исследованиях разложения по истинной и эксцентрической аномалиям всех планет. Многие выражения в этом случае существенно упрощались. Однако при интегрировании по времени в качестве независимой переменной выбиралась только одна из аномалий, и, следовательно, возникала необходимость в большом количестве новых разложений, что и мешало широкому использованию данного метода в аналитических теориях.

Мы предлагаем рекуррентный алгоритм интегрирования элементарных слагаемых, использующий полный набор угловых переменных для каждой планеты:

$$\tilde{u}_i, v_i, E_i, \tilde{\Omega}, l_i, g_i, h_i,$$

без дополнительных преобразований аргумента.

Нам не представлялось возможным сохранить в преобразованиях буквенную зависимость амплитуды каждого тригонометрического слагаемого от больших полуосей, эксцентриситетов и углов наклонений планет, иначе количество членов ряда было бы непомерно большим. Однако сохранение в рядах только численного значения амплитуды означало заранее ограничить теорию по точности. Поэтому мы выбрали вариант, подсказанный Пуанкаре: для каждого слагаемого вычислялись значения амплитуды и частных производных высших порядков по элементам a, e, i возмущаемой и возмущающих планет. Этот способ с небольшими изменениями использовался во всех аналитических теориях: правые части дифференциальных уравнений движения представлялись в виде тригонометрических рядов с численными коэффициентами, что соответствует вычислению частной производной первого порядка от возмущающей функции.

В нашей работе выбран комбинированный вариант, не встречавшийся до сих пор в научных исследованиях. В буквенном виде частично сохраняется зависимость от первой и второй степени величин $e_i, (1 - \cos i_i), \sin i_i$ каждой из планет.

Зависимость амплитуды от следующих степеней этих величин и всех степеней отношений больших полуосей планет запоминается в численных значениях частных производных первого, второго и третьего порядков.

Элементарное слагаемое, используемое в алгоритме, имеет вид:

$$A \cdot \begin{Bmatrix} \cos \\ \sin \end{Bmatrix} \cdot (\alpha), \quad (5)$$

где

α – аргумент,

$$\alpha = \sum_{j=1}^N \left(k_{j1} \tilde{u}_j + k_{j2} v_j + k_{j3} E_j + k_{j4} \tilde{\Omega}_j + k_{j5} l_j + k_{j6} g_j + k_{j7} h_j \right), \quad (6)$$

N – число планет;

k_{ij} – целые числа.

Буквой A обозначен специальным способом составленный массив, содержащий как численное значение оставшейся части амплитуды, так и численные значения частных производных высших порядков от амплитуды по элементам a, e, i возмущаемой и возмущающих планет.

Заметим, что результатом операции сложения или умножения элементарных тригонометрических слагаемых, являются также элементарные слагаемые.

В алгоритмах построения аналитической теории движения возникает проблема разумного ограничения количества членов в вычисляемых рядах [3]. В нашем случае элементарное слагаемое выбрано таким образом, что все ряды имеют конечное и относительно небольшое число членов, поэтому в алгоритмах используются ограничения на минимальную амплитуду очередного тригонометрического слагаемого, задаваемые с большим запасом по точности.

Приведем результаты конкретных расчетов, выполненных на интервале времени более шестидесяти лет. На таком промежутке Сатурн совершил около двух оборотов, а Юпитер – около пяти оборотов вокруг Солнца.

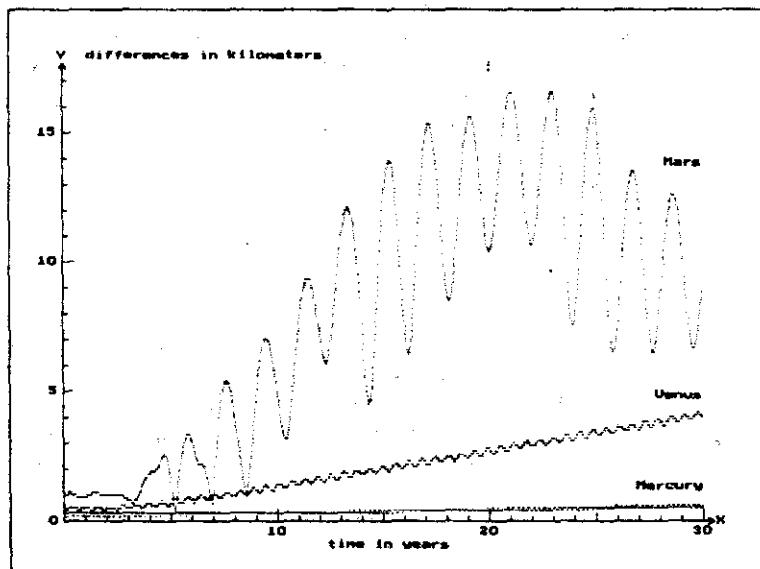
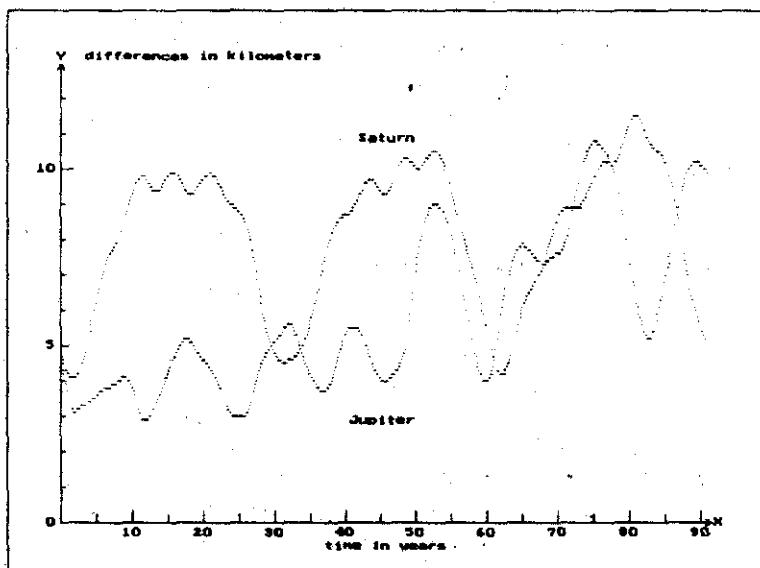
Число короткопериодических слагаемых для Меркурия не достигает 300, а для Марса превосходит 1400, здесь сказывается близость Юпитера. Для Юпитера и Сатурна важнейшие возмущения первого порядка обусловлены действием этих планет друг на друга. Количество членов в эволюционных гамильтонианах для каждой из планет не превосходит 20. Отметим, что в нашей постановке задачи как «основное неравенство» между Юпитером и Сатурном, так и другие резонансные соотношения между собственными движениями больших планет [4] вошли в эволюционный гамильтониан.

В первом приближении [5], когда вычисления проводились с точностью до первого порядка относительно возмущающих масс, максимальные отклонения гелиоцентрических долгот планет, вычисленных по нашим алгоритмам, от численной эфемериды DE200, составили:

- для Меркурия – $0''.1$ секунды дуги,
- для Венеры – $0''.2$ секунды дуги,
- для Марса – $0''.8$ секунды дуги,
- для Юпитера – почти $2''$ секунды дуги,
- для Сатурна – около $5''$ секунды дуги.

Во втором приближении, с точностью до второго порядка относительно малого параметра, отклонения гелиоцентрических долгот для внутренних планет оказались менее $0''.01$ секунд дуги, а для внешних планет-гигантов не превысили величину, равную $0''.1$ секунды дуги.

На графиках представлена величина $\Delta r = \sqrt{(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 + (z - z_0)^2}$ в зависимости от времени, x_0, y_0, z_0 – эталонные положения объектов, вычисленные на основе эфемериды DE200. По оси абсцисс отложено время в годах, по оси ординат – разности Δr в километрах. Настираживает постоянное увеличение суммарной разности в случае планеты Венера. Это должно стать предметом специальных исследований.



Эволюционный гамильтониан задачи о движении больших планет Солнечной системы включает в себя, как частный случай, все члены возмущающей функции, использованные в теории вековых возмущений. Эти величины получены с точностью до второго порядка относительно возмущающих масс. Осреднённый га-

мильтониан и система эволюционных уравнений движения позволяют изучать поведение планетных орбит на больших интервалах времени. Предварительное исследование, ограниченное промежутком в миллион лет, дало следующие результаты. Большие полуоси орбит совершают сложные колебания с небольшими амплитудами и не уходят от начального среднего значения. На вековые изменения эксцентриситетов и углов наклонений накладываются колебания кратных периодов с амплитудами, лишь в два-три раза меньшими. Основные периоды изменения элементов планетных орбит почти постоянны.

На протяжении многих лет в ГАИШ МГУ выполнялись работы по фотографическим наблюдениям выбранных малых планет. Топоцентрические координаты астероидов опубликованы, например, в [6].

Малые планеты являются хорошими объектами приложения нового метода вычисления возмущающей функции. Орбиты малых планет близки к орбите Юпитера, основного возмущающего тела Солнечной системы. Угол наклонения астероида Паллада превосходит 34 градуса, эксцентриситет орбиты Юноны более 0.25. Для построения аналитических теорий движения таких объектов разрабатывались специальные методы вычисления возмущений в координатах [7], однако, большое количество членов возмущающей функции создавало значительные трудности на этом пути [8].

Уже было отмечено то обстоятельство, что высокоточная эфемериды DE200 использовалась нами как эталон для определения постоянных параметров численно-аналитической теории движения больших планет Солнечной системы. При обработке топоцентрических положений малых планет [9] эфемериды DE200/LE200 задавала координаты центра масс Земли. Для независимого вычисления этих данных необходимо знать движение Луны относительно Земли, что в рамках разрабатываемой теории в настоящее время не представляется возможным.

Вычисление осредненных орбит больших планет проводилось на основе решения, полученного в первом приближении [5]. Начальные значения шести оскулирующих элементов орбиты для каждого из астероидов заимствованы из [10]. Улучшенные значения средних элементов орбиты выведены на основе анализа невязок, то есть разностей между наблюденными и вычисленными координатами малых планет по способу наименьших квадратов [11]. Для приведения вычисленных положений в систему фиксированных экватора и эклиптики на эпоху В1950.0, в которой опубликованы наблюдения, использовались формулы и рекомендации работы [12]. Во всех случаях дифференциального улучшения орбит достаточно было двух итераций.

Численно-аналитическая теория движения, построенная нами для каждой из десяти выбранных малых планет, является совокупностью численных значений шести средних элементов орбиты на заданный момент времени, алгоритма численного интегрирования осредненных уравнений движения с эволюционным гамильтонианом и алгоритма учета короткопериодических возмущений в любой точке средней орбиты. Как эволюционный гамильтониан, так и функция преобразования между оскулирующими и средними элементами орбиты состоят из элементарных тригонометрических слагаемых. Критерием качества разработанных теорий движения будем считать среднеквадратическую погрешность одного измерения.

Результаты наших вычислений собраны в таблице. Приняты следующие обозначения:

- n – номер малой планеты,
- a – большая полуось в астрономических единицах,
- e – эксцентриситет,
- i – угол наклонения в градусах,

S – количество членов в функции преобразования,

F – количество членов в эволюционном гамильтониане,

σ – среднеквадратическая погрешность одного измерения в секундах дуги.

Таблица

n	Name	a	e	i	S	F	σ
1	Ceres	2.76	0.077	10.60	6100	160	0.33
2	Pallas	2.77	0.234	34.80	11200	680	0.41
3	Juno	2.67	0.258	12.98	7400	540	0.40
4	Vesta	2.36	0.090	7.13	4200	130	0.30
6	Hebe	2.42	0.203	14.76	5900	340	0.34
7	Iris	2.38	0.231	5.51	5900	510	0.37
11	Parthenope	2.45	0.101	4.63	4200	150	0.31
18	Melpomene	2.29	0.218	10.13	6000	380	0.32
39	Laetitia	2.77	0.114	10.37	5600	200	0.30
40	Harmonia	2.27	0.047	4.26	3200	70	0.29

Как следует из таблицы, после обработки наблюдений среднеквадратическая погрешность одного измерения находится в пределах от трех десятых до четырех десятых секунды дуги. Эта величина хорошо согласуется с оценками точности каталога положений малых планет, приведенными в [6].

Число короткопериодических слагаемых возрастает с увеличением эксцентрикитета и угла наклонения. Приведенные в таблице значения соответствуют функции преобразования, которая содержит информацию об амплитудах и периодах короткопериодических возмущений для всех шести средних элементов орбиты, поэтому реальное число короткопериодических членов, учитываемых в теории, почти в шесть раз больше.

В предлагаемом исследовании получены следующие результаты:

1. Разработан быстросходящийся алгоритм рекуррентного интегрирования элементарного слагаемого. Алгоритм основан на дифференциальных соотношениях для каждой из угловых переменных, входящих в аргумент тригонометрической функции. Вековые, долгопериодические и резонансные члены составляют новый эволюционный гамильтониан.

2. Составлена и отлажена программа на алгоритмическом языке Паскаль для построения численно-аналитических теорий движения больших и малых планет Солнечной системы с точностью до второго порядка относительно возмущающих масс [13]. Для определения возмущений второго порядка методом канонических преобразований [14] предложено обобщение, учитывающее изменение элементов орбит возмущающих планет.

3. На основе многолетних рядов фотографических наблюдений построены численно-аналитические теории движения десяти выбранных малых планет [9]. Точность представления фотографических наблюдений находится на уровне четырех десятых секунды дуги. Число короткопериодических возмущений всех шести элементов астероида Паллада превышает пятьдесят тысяч. С увеличением точности вычислений количество членов в эволюционном гамильтониане существенно возрастает. Даже этих двух фактов достаточно для объяснения того, что аналитические теории движения малых планет, представляющие наблюдения с

высокой точностью, до сих пор не были разработаны.

4. Хочется отметить следующую особенность предлагаемых алгоритмов: теория, создаваемая в результате вычислений, является полуаналитической, так как включает в себя численное интегрирование системы дифференциальных уравнений с эволюционным *гамильтонианом*. Такая форма теории движения представляется нам достаточно универсальной и может быть использована при изучении широкого класса орбит небесных тел. Подобный подход активно развивал и пропагандировал в своих исследованиях академик М.Л.Лидов [15].

Вместе с тем, у предлагаемого подхода есть и ограничения: тесные сближения и пересекающиеся орбиты не могут быть исследованы с помощью наших алгоритмов. Мы не рассматривали также релятивистских уравнений движения планет Солнечной системы.

Нам кажется, что разработанные алгоритмы можно применить для решения теоретических проблем небесной механики: в тригонометрической теории вековых возмущений или в исследованиях движения небесных тел в случае соизмеримости. Численно-аналитический подход, доведенный по точности до высоких порядков относительно малого параметра задачи, занимает промежуточное положение между изящными качественными теориями и методами численного интегрирования. Уточнение качественных оценок первых и расширение вычислительных возможностей вторых – вот то, к чему, на наш взгляд, надо стремиться. Вклад в решении этой проблемы сделан в предлагаемой работе.

Авторы благодарны профессорам и преподавателям Астрономического отделения физического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова за проявленное внимание к работе. Особая благодарность старшему научному сотруднику отдела астрометрии ГАИШ МГУ В.В.Чазову за руководство и неоценимую помощь в ходе выполнения данной работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Герасимов И.А. – Труды ГАИШ, 1985, **57**, 118-120.
2. Субботин М.Ф. Курс небесной механики, том 2. ОНТИ, 1937.
3. Нестеров В.В. – Труды ГАИШ, 1983, **53**, 154-169.
4. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. М.: Наука. 1972.
5. Герасимов И.А., Чазов В.В., Рыхлова Л.В., Тагаева Д.А. – Астрон. вестник. 2000, **34**, № 6, 559-566.
6. Елисеев В.А. – Труды ГАИШ, 1988, **59**, 133-155.
7. Брауэр Д., Клеменс Дж. Методы небесной механики. М.: МИР; 1964.
8. Планкар А. Новые методы небесной механики. Том 1. М.: Наука, 1971.
9. Тагаева Д.А. – Труды ГАИШ, 2000, **67**, ISSN 0371-6791, 19.
10. Эфемериды малых планет. Ежегодник. М.: Наука. 1990.
11. Худсон М. Статистика для физиков. М.: Мир. 1971.
12. Куимов К.В. Редукционные вычисления. Практикум по астрометрии. Изд-во МГУ, 1989. 6-42.
13. Герасимов И.А., Чазов В.В., Тагаева Д.А. – Вестник МГУ. Серия 3. Физика. Астрономия, 2000, № 3, 55.
14. Герасимов И.А., Винников Е.Л., Мушайллов Б.Р. Канонические уравнения в небесной механике. М.: Изд-во МГУ, 1996.
15. Лидов М.Л. – Труды ИТА АН СССР, 1978, вып. 17, 54.

УДК 523.6

Р.Р. МАДЖИДОВ, О.М. МАМАДОВ

**СПЕКТРАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ КОМЕТЫ ДЕ ВИКО
В ОБСЕРВАТОРИИ САНГЛОК**

Приводятся результаты обработки двух спектрограмм, полученных в видимом диапазоне при наблюдениях кометы де Вико на 1-м телескопе в обсерватории Санглок 25-27 октября 1995 года. Отождествлены полосы ионов молекул воды H_2O^+ , молекул C_2 , N_2 , NH_2 , линии атомов NaI и $[\text{OI}]$.

SPECTRAL OBSERVATIONS OF COMET DE VICO AT THE SANGLOK OBSERVATORY, by R.R.Majidov and O.M.Mamadov

Results of treatment of two spectrograms taken in the visual region during observations of comet de Vico by 1-m telescope at the Sanglok observatory on 25-27 October 1995 are presented. Emission bands of ions of water molecules H_2O^+ , molecules C_2 , N_2 , NH_2 , and atomic lines of NaI and $[\text{OI}]$ are identified.

Комета была открыта 20 февраля 1846 года епископом Франческо де Вико и после была потеряна из-за недостаточно надежно вычисленной орбиты. Она обнаружила себя 17-го сентября 1995-го года. Троє японских астрономов-любителей – Ю.Накамура, М.Танака, С.Утсуномия, используя большой бинокуляр, независимо друг от друга открыли комету в созвездии Гидры. Расчеты показали, что последний раз комета проходила перигелий 8-го апреля 1922-го года, но она так и осталась незамеченной.

По поводу орбитального периода этой кометы было много проблем. По визуальным астрометрическим наблюдениям 1846 года орбитальный период получался от 55,6 лет до 95 лет из-за большого влияния возмущающих сил со стороны больших планет. Большинство вычислений давали результат около $P=76$ лет [1].

Орбитальные элементы для эпохи 10 октября 1995 года по вычислениям С.Накано [2] оказались следующими: перигелийное расстояние $q=0,6589$ а.е., большая полуось орбиты $a=17,3827$ а.е., эксцентриситет орбиты $e=0,9627$, наклонение орбиты $i=85^\circ,3914$, долгота восходящего узла $\Omega=79^\circ,3191$ с орбитальным периодом $P=74,36$ лет.

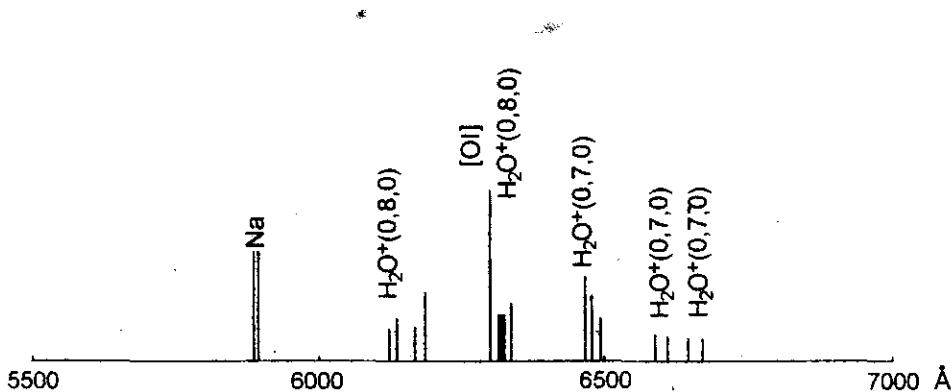
Комета де Вико при последнем появлении спектрально наблюдалась авторами на высокогорной обсерватории Санглок Института астрофизики АН Республики Таджикистан в течение двух ночей 25-26 и 26-27 октября 1995 года. Комета в эти дни, по данным Накано имела блеск около 6,5 звездной величины [2].

С помощью 1-м телескопа и спектрографа СПМ-1 получены две спектрограммы кометы. Приемником излучения служил 2-каскадный ЭОП «ШТОРКА» с волоконной оптикой при входе и выходе. Применена пленка Kodak 103-aG, максимум чувствительности которой соответствует свечению экрана электронно-оптического преобразователя (желто-зеленое свечение). На спектрографе СПМ-1 спектром сравнения служит неоновая лампочка. Спектрограф оснащен двумя отражательными репликами 1200 штр./мм и 600 штр./мм. При наблюдении кометы де Вико была установлена реплика с 600 штр./мм, которая обеспечивала линейную дисперсию на спектрограмме 98 Å/мм.

К сожалению, на спектрограмме не проявились спектры сравнения, а спектры кометы получились слабыми из-за неполадки в блоке питания ЭОП, появившейся перед наблюдением. Но, зная установленный рабочий диапазон аппаратуры и

опираясь на характерные линии, такие как линии NaI и [OI], нам удалось отождествить область спектра.

На рисунке приведена область спектра с некоторыми отождествленными эмиссиями. Высота линий отождествляет интенсивность эмиссий.



Нами отождествлены полосы ионов молекул воды $\text{H}_2\text{O}^+(0,8,0)$, $\text{H}_2\text{O}^-(0,7,0)$ по [3], $\text{NH}_2(0,9,0)$, $\text{C}_2(1-3)$, $\text{C}_2(0-2)$, $\text{C}_2(3-6)$, несколько полос $\text{N}_2(10,7)$, $\text{N}_2(8,5)$ по [4] и линии дублета Na и запрещенную линию кислорода [OI], которые приведены в таблице. В третьем столбце таблицы приводятся глазомерные оценки интенсивности в произвольных единицах. Самая сильная линия кислорода на $\lambda 6300 \text{ \AA}$ принималась за 10, а самая слабая эмиссия за 2-3 единицы.

Таблица

λ наблюденная, \AA	отождествление	интенсивность (относит. единицы)
5893	Na	8
6118	$\text{C}_2(1-3), \text{NH}_2(0,9,0)$	4
6137	$\text{NH}_2(0,9,0)$	3
6170	$\text{H}_2\text{O}^+(0,8,0), \text{H}_2$	3
6200	$\text{H}_2\text{O}^+(0,8,0), \text{C}_2(0-2)$	3
6300	[OI]	10
6312	$\text{CO}(8-3)\tau$	4
6316	$\text{N}_2(10,7)$	4
6324	$\text{N}_2(10,7)$	3
6332	$\text{H}_2\text{O}^+(0,8,0), \text{CN}(5-1)$	3
6467	$\text{N}_2(8,5), \text{CO}(3-0)\tau$	6
6477	$\text{H}_2\text{O}^+(0,7,0)$	5
6495	$\text{H}_2\text{O}^+(0,7,0)$	3
6501	$\text{H}_2\text{O}^+(0,7,0)$	4
6605	$\text{H}_2\text{O}^+(0,7,0), \text{C}_2(3-6)$	4
6646	$\text{H}_2\text{O}^+(0,7,0)$	3
6662	$\text{H}_2\text{O}^+(0,7,0), \text{NH}_2(0,7,0)$	3

Надо отметить, что в спектре кометы де Вико непрерывный спектр слабый. Это указывает, как отмечалось и другими авторами [1], на обилие газа и малое содержание пыли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Green D. – International Comet Quarterly, 1995, vol. 17, N 4, 166.
2. Nakano S. The 1994 Comet Handbook, Comet Section // Oriental Astronomical Association (Japan), 1994.
3. Wehinger P., Wyckoff S. H₂O⁺ Ions in Comets: Comet Kohoutek (1973f) and Comet Bradfield (1974b). – The Study of Comets, Washington, 1976, Part 1, 199.
4. Mamadov O.M. Spectral observations of Comet Halley (1982i) in Dushanbe. – The Tenth European Regional Astronomy Meeting of the IAU, Praga, 1987, 71.

УДК 523.4

Ф.А.ТУПИЕВА

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗБРАННЫХ АСТЕРОИДОВ

Проведено сравнение фазовых зависимостей блеска астероидов разных типов с Луной и Марсом. Для астероидов S и M-типа, показавших лунный характер изменения блеска с фазовым углом, получены оптические параметры поверхностей.

OPTICAL CHARACTERISTICS OF SELECTED ASTEROIDS, by F.A.Tupieva

Phase functions of asteroids, Moon and Mars were compared. The phase functions for the asteroids of S, M-type were found to be similar to the lunar ones. The surface optical parameters of these asteroids were obtained.

Анализ фазовых зависимостей блеска астероидов позволяет определить степень пористости поверхностного слоя, альбедо однократного рассеяния частиц, составляющих поверхностный слой, и их индикаторы рассеяния. Для этого необходимы наблюдения во всем интервале изменений фазовых углов α от 0° до 180° . К сожалению, для астероидов по наземным наблюдениям получить такие сведения невозможно. Поэтому одним из путей получения полной фазовой зависимости блеска является подбор такого небесного тела, наблюдаемого во всем интервале фазовых углов, для которого в пределах общих α зависимость яркости от угла фазы была бы идентична фазовой кривой блеска астероида.

Сравнение фазовых кривых блеска астероидов, Луны и Марса

К настоящему времени среди других безатмосферных тел Солнечной системы мы имеем практически полную фазовую функцию только для Луны [1]. Кроме того, для Марса по данным наземных и космических наблюдений были определены спектральные оптические характеристики поверхностного слоя, которые позволяют рассчитать фазовые функции поверхности Марса [2].

В предыдущей нашей работе [3] было показано, что фазовые зависимости блеска астероидов разных типов вблизи оппозиции ($\alpha < 7^\circ$) в пределах ошибок наблюдений практически не отличаются между собой. В то же время, в области $\alpha > 7^\circ$ астероиды S и M типов имеют одинаковые фазовые функции, для C-типа наблюдается более резкое падение блеска с углом фазы, для Весты все наблюдаемые точки лежат выше, чем для других астероидов.

Сравним фазовые зависимости блеска астероидов, Луны и Марса, совмещая их в области оппозиционного эффекта, как это сделано в предыдущей работе [3]. На рис. 1 даны наблюдения астероидов C, S, M-типов и Весты [3], а также фазовые кривые Луны в системе V и Марса для длины волны спектра 501 нм. Видно, что вблизи противостояния изменение блеска с α для астероидов аналогично лунному. На интервале $7^\circ < \alpha < 25^\circ$ лунный характер изменения блеска сохраняется у астероидов S и M типа, тогда как фазовые кривые C-астероидов и Весты расходятся с фазовыми зависимостями и Луны и Марса. Для фазовых углов больших 25° мы нашли пригодные наблюдения только двух астероидов: Торо (S-типа) [4] и Икар (U-типа) [5]. Поскольку наблюдения этих астероидов охватывает интервал фазовых углов от 40° до 100° , то мы сравним их с Луной и Марсом, совместив фазовые кривые вблизи $\alpha = 40^\circ$ (рис. 2). Как видно, изменение блеска с α этих астероидов также подобно лунному. Совмещение фазовых кривых блеска астероидов и Марса оказалось невозможным как при малых, так и при больших α . Таким

образом, астероиды с умеренной отражательной способностью ($0.08 < P < 0.2$) показывают лунный характер фазовых зависимостей блеска как в области малых фазовых углов, так и для больших α . Для таких «луноподобных» астероидов мы можем определить их полные фазовые кривые блеска и оптические параметры поверхностей.

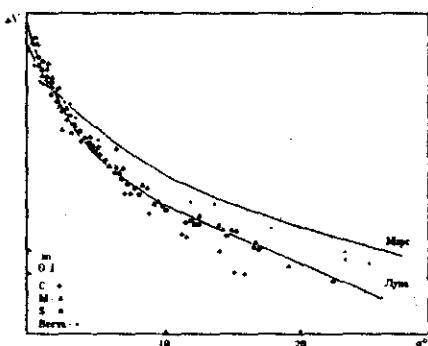


Рис. 1. Фазовые зависимости блеска астероидов, Марса и Луны для $\alpha < 30^\circ$.

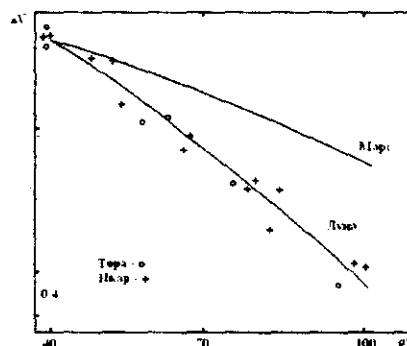


Рис. 2. Фазовые зависимости блеска астероидов, Марса и Луны для $\alpha > 40^\circ$.

Оптические параметры поверхности «луноподобных» астероидов

Поскольку на интервалах углов от 0° до 25° и от 40° до 100° фазовые зависимости блеска астероидов S, M-типа и некоторых астероидов U-типа подобны лунной, предположим, что для всех остальных фазовых углов это подобие сохраняется. Тогда для данных астероидов величина фазового интервала q , определяемого через фазовую функцию блеска $\Phi(\alpha)$ как

$$q = 2 \int_0^{\pi} \Phi(\alpha) \sin \alpha d\alpha. \quad (1)$$

должна быть близка к лунной. Используя фазовую функцию блеска Луны из работы [1], мы получаем для нее $q = 0.41 \pm 0.01$ для системы V. Это же значение мы примем и для «луноподобных» астероидов.

Согласно [1] зависимость блеска от α определяется выражением:

$$2.512^{m_{\odot} - m(\alpha)} = \frac{2}{\pi} \left(\frac{Ra}{r\Delta} \right)^2 \left[\frac{\omega}{4} \chi(\pi - \alpha) G(\alpha, g) + \Delta G(\alpha, \omega, x_1) \right], \quad (2)$$

где m_{\odot} – звездная величина Солнца, $m(\alpha)$ – наблюденный блеск астероида, r и R – расстояние от Солнца до планеты и до Земли соответственно, a – радиус планеты, Δ – геоцентрическое расстояние планеты, ω – альбедо однократного рассеяния частицами поверхности, $\chi(\pi - \alpha)$ – индикаторика рассеяния, которую мы принимаем равной лунной, $G(\alpha, g)$ и $\Delta G(\alpha, \omega, x_1)$ – теоретические функции, определенные в работе [1], g – параметр, характеризующий плотность упаковки частиц, и равный 0.25 [3], x_1 – параметр вытянутости индикаторы, близкий к лунной величине, т.е. к единице [2].

Тогда геометрическое альбедо в нулевом фазовом угле равно

$$A(0^\circ) = \frac{\omega}{2\pi} \chi(\pi - \alpha) G(0^\circ, g) + \frac{2}{\pi} \Delta G(0^\circ, \omega, x_1). \quad (3)$$

Определив из уравнения (2) альбено однократного рассеяния (ω) частиц поверхности слоя астероида, мы по (3) вычислим его геометрическое альбено. Полученные нами значения геометрического альбено астероидов систематически в 1.3 раза больше величин, определенных радиометрическим методом [6], для которых не учитывался оппозиционный эффект. Для расчетов ω и $A(0^\circ)$ мы использовали средние размеры астероидов из работы [7]. Зная геометрическое альбено и фазовый интеграл астероида, мы можем определить его сферическое альбено A_c :

$$A_c = A(0^\circ)q. \quad (4)$$

Все вычисленные оптические характеристики поверхностей «луноподобных» астероидов даны в таблице. Поскольку для большинства исследуемых астероидов наблюдения фазовых зависимостей блеска выполнены в международной фотометрической системе UVB, то в таблице приведены спектральные величины оптических параметров.

Таблица

Астероид	Дата	Фильтр	ω	$A(0^\circ)$	A_c
(6) Геба	1958–1972	V	0.304	0.256	0.105
		B	0.258	0.216	0.089
		U	0.200	0.167	0.068
(17) Фетида	1977	V	0.164	0.136	0.056
		B	0.138	0.115	0.047
		U	0.101	0.083	0.034
(16) Психея	1978	V	0.131	0.109	0.045
		B	0.121	0.101	0.041
(20) Массалия	1979	V	0.304	0.256	0.105
		B	0.252	0.211	0.086
		U	0.182	0.152	0.062
(22) Каллиопа	1979	V	0.186	0.155	0.064
		B	0.177	0.148	0.061
		U	0.160	0.133	0.054
(29) Амфитрита	1978	V	0.277	0.232	0.095
		B	0.229	0.192	0.079
		U	0.168	0.140	0.057
(110) Лидия	1979	V	0.162	0.135	0.055
		B	0.154	0.128	0.052
(354) Элеонора	1979	V	0.296	0.249	0.102
		B	0.220	0.184	0.075
		U	0.139	0.116	0.048

При вычислениях спектральных оптических характеристик поверхности астероидов мы предположили, что индикаторы рассеяния и фазовый интеграл сла-

бо меняются с длиной волны. Это предположение вполне допустимо, так как для данных астероидов наблюдается лишь небольшое изменение цвета с α (для (B-V) средний коэффициент ~ 0.0014 зв.вел./град. и для (U-B) ~ 0.002 зв.вел./град.). Влияние этого изменения находится в пределах точности определения лунной индикатрисы рассеяния и параметра g , полученного для астероидов в работе [3]. Используя данные о g , $\chi(\pi - \alpha)$, и ω из таблицы, можно рассчитать блеск исследуемых астероидов для всего интервала фазовых углов α от 0° до 180° .

Таким образом, возможность применения лунной индикатрисы отражения к S и M астероиды, а также к некоторым представителям U-типа, имеющих умеренную отражательную способность, позволяет нам определить оптические параметры их поверхностей и получить фазовые зависимости блеска на всем интервале фазовых углов. Следовательно, мы можем прогнозировать блеск «луноподобных» астероидов для любых условий освещения в пространстве, что представляет интерес в связи с космическими полетами к малым планетам Солнечной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мороженко А.В., Яновицкий Э.Г. -- Астрон. журн., 1971, **48**, № 1, 172-183.
2. Мороженко А.В. -- Астрон. вестн., 1975, **9**, № 3, 137-142.
3. Тупиева Ф.А. -- Кинематика и физика небесных тел. 1991, **7**, № 3, 42-51.
4. Dunlap J.L., Gehrels T., Howes M.L. -- Astron. J., 1973, **78**, 491-501.
5. Gehrels T., Roemer E., Taylor R.C., Zellner B.H. -- Astron. J., 1970, **75**, 186-195.
6. Morrison D., Zellner B. Polarimetry and radiometry of asteroids. -- In: Asteroids. Ed. By T. Gehrels, Tucson, Univ. of Arizona Press, 1979, 1090-1097.
7. 4.Bowell E., Gehrels T., Zellner B. Magnitudes, colors, types and adopted diameters of the asteroids. -- In: Asteroids. Ed. By T. Gehrels, Tucson, Univ. of Arizona Press, 1979, 1108-1129.

УДК 523.4

Ф.А.ТУПИЕВА

**UVB ФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДА 44 НИЗА.
I. НАБЛЮДЕНИЯ 1982 ГОДА**

Приведены результаты UVB-фотометрии астероида E-типа 44 Низа в 1982 г. Получены кривые блеска и фазовые зависимости блеска и цвета астероида. Обнаружены цветовые изменения с вращением астероида.

UVB-PHOTOMETRY OF THE ASTEROID 44 NYSA. I. OBSERVATIONS DURING 1982 YEAR, by F.A.Tupieva

Results of UVB photometry of the E-type asteroid 44 Nysa in 1982 are presented. The light curves and the phase dependences of the magnitude and color of a steroid are obtained. Color variations with rotation are detected.

В данной работе мы сообщаем результаты наблюдений астероида 44 Низа, выполненных в июле-августе 1982 года на 70-см рефлекторе Института астрофизики АН Таджикистана в стандартных спектральных полосах UVB. Целью этих наблюдений было определение зависимости блеска и цвета от фазового угла (α) для астероида E-типа, имеющего очень высокую отражательную способность (более 40%).

Наблюдения выполнялись по следующей схеме: фон – звезда сравнения – фон, 4-6 измерений блеска астероида, фон – звезда сравнения – фон. Наблюдения проводились с использованием фотометра, работающего в режиме счета фотонов. Время накопления сигнала 30 сек. Среднеквадратическая погрешность одиночного измерения $0''.015$ в полосе V, $0''.02$ в цвете B-V и $0''.03$ в цвете U-B. Стабильность работы аппаратуры контролировалась по эталону, свечение которого изменялось в начале и в конце серии наблюдений.

Звезды сравнения выбирались вблизи астероида. Блеск и цвет этих звезд определялись в результате привязки их к фотометрическим стандартам IC 4275 (N115, N123) [1] и SA112 (N1242, N1333, N1370) [2]. В таблице 1 приведены координаты на эпоху 2000 года, блеск и цвет использованных звезд сравнения. Координаты этих звезд взяты из звездного атласа Веренберга [3].

Таблица 1

Звезда сравнения	α (2000)	δ (2000)	V	U-B	B-V
1	19 ^h 24 ^m .8	-19°33'.0	10''.02	-0''.09	0''.56
2	19 21.2	-19 45.9	10.38	0.51	1.06
3	19 13.6	-20 11.3	9.70	1.57	1.43
4	19 03.1	-20 43.0	8.53	0.12	0.56
5	18 52.5	-21 19.0	9.57	0.27	0.31

Редукция полученных внеатмосферных величин блеска Низы заключалась в учете изменения ее геометрического положения в пространстве ($\Delta V_{r,\Delta} = -5 \lg r\Delta$), и исключении эффекта вращения астероида (ΔV_f определялось относительно пер-

вичного максимума M1 ее кривой блеска). Здесь f – фаза вращения астероида, а Δ – гелиоцентрическое и геоцентрическое расстояние астероида.

Для каждой ночи, кроме 8 и 9 августа были проведены измерения блеска и цвета астероида в течение длительного времени, что позволило получить его кривую блеска. При совмещении наблюдаемых участков кривой блеска определился период вращения $6^h.422$, который совпадает с ранее полученными значениями [4, 5, 6, 7]. На рис. 1 даны две составные кривые блеска Низы: верхняя – для интервала фазовых углов от $0^{\circ}.9$ до $3^{\circ}.5$, нижняя – от $5^{\circ}.8$ до $8^{\circ}.3$. Нулевая фаза вращения ($f = 0$) соответствует времени UT = $19^h 18$ июля 1982 года. При вычислении фазы вращения учитывалось световое время, т.е. время необходимое свету, чтобы пройти расстояние между астероидом и Землей. Обозначение экстремумов кривой блеска на рис. 1 соответствует определению из работы [4]. Амплитуда полученной кривой блеска $0^m.22$, уровни максимумов отличаются на $0^m.05$.

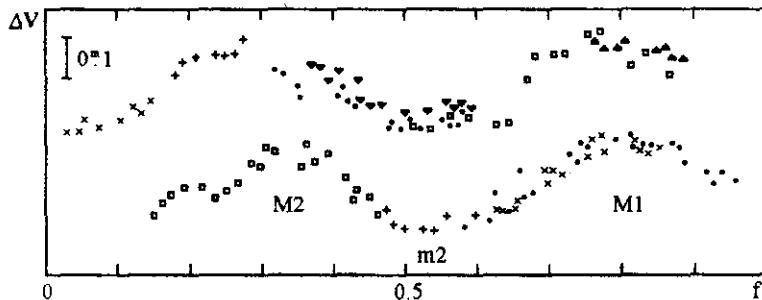


Рис. 1 Составные кривые блеска Низы: верхняя – для интервала фазовых углов от $0^{\circ}.9$ до $3^{\circ}.5$; нижняя – от $5^{\circ}.8$ до $8^{\circ}.3$. Разными символами обозначены разные даты наблюдений.

На рис. 2 даны зависимости цвета U-B и B-V от фазы вращения f , полученные аналогично кривым из рис. 1. Как видно из рис. 2, наблюдается изменение цвета U-B с вращением астероида. Амплитуда этого изменения достигает $0^m.2$ и в максимумах кривой блеска Низа намного краснее. Это возможно, если поверхность астероида покрыта разным по составу веществом.

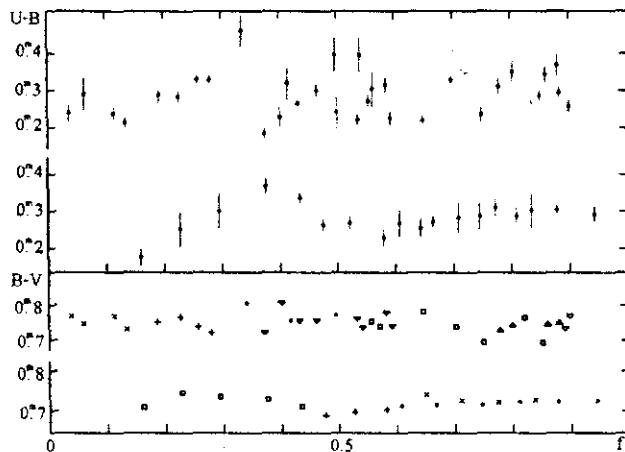


Рис. 2. Составные кривые цвета Низы. Для B-V верхняя цветовая кривая соответствует интервалу фазовых углов от $0^{\circ}.9$ до $3^{\circ}.5$; нижняя – от $5^{\circ}.8$ до $8^{\circ}.3$. Фазы вращения для U-B данных соответствуют фазам B-V данным. На рисунке приведены усредненные значения данных за ночь и их ошибки.

В таблице 2 собраны результаты фотометрии и данные аспекта астероида 44 Низа в оппозицию 1982 года. В первой колонке указывается дата и всемирное время наблюдения (UT) с учетом светового времени. В следующих четырех – экваториальные (α , δ) и эклиптические (λ , β) координаты астероида на время наблюдения в эпохе 2000 года. Далее – гелиоцентрическое (r) и геоцентрическое (Δ) расстояние астероида в астрономических единицах, фазовый угол (α°), блеск $V(M1)$, цвет $U-B(M1)$, приведенные к первичному максимуму, средние за ночь показатели цвета $U-B$ и $B-V$. В последней колонке – номер звезды сравнения из таблицы 1. По данным таблицы 2 определены фазовые зависимости блеска и цвета Низы, которые представлены на рис.3. Блеск Низы для $\alpha > 6^\circ$ уменьшается линейно с коэффициентом $\beta_V = 0.023$ зв.вел./град. Вблизи оппозиции имеет место нелинейное возрастание блеска, так называемый оппозиционный эффект. Цвет $U-B(M1)$ и $B-V$ уменьшаются с увеличением фазового угла, $\beta_{U-B} = 0.008$ зв.вел./град, $\beta_{B-V} = 0.002$ зв.вел./град.

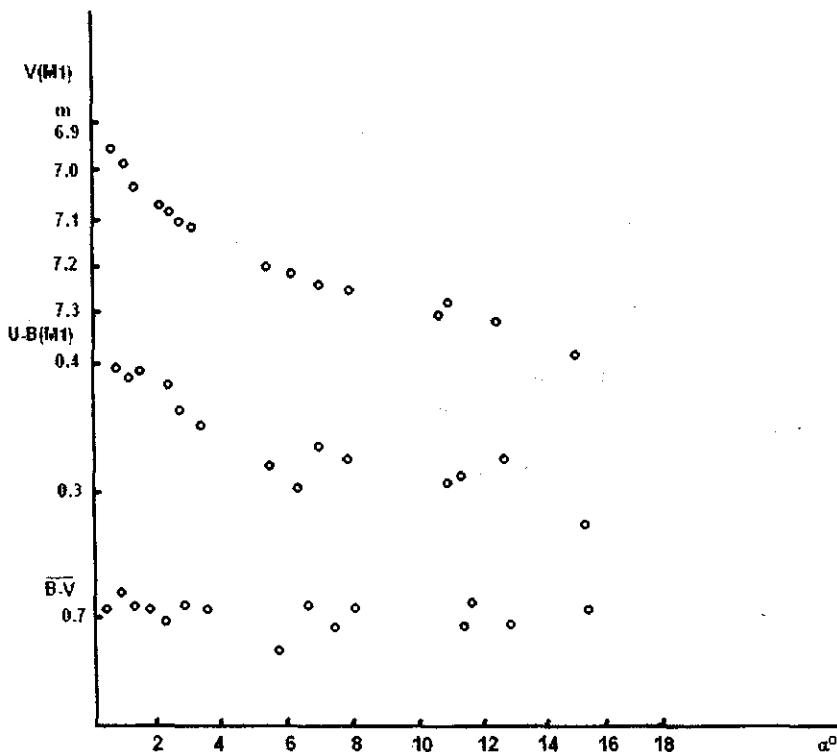


Рис. 3 Фазовые зависимости блеска и цвета Низы.

В следующей работе будет дан анализ полученных результатов и их сравнение с ранее опубликованными работами.

Таблица 2

Дата UT	α (2000)	δ (2000)	λ (2000)	β (2000)	r (а.с.)	Δ (а.е.)	α	$V(M1)$	$U-B(M1)$	$U-B$	$B-V$	Зв. сп.
82/07/03 7.7758	19 ^h 26 ^m 4	-19°31'	290°3	2°4	2.786	1.777	3°1	7 ^m .12	-	-	-	1
82/07/08.8154	19 21.5	-19 46	289.1	2.3	2.787	1.772	1.2	6.99	0 ^m .38	0 ^m .29	0 ^m .76	2
82/07/09.8221	19 20.5	-19 48	288.9	2.3	2.787	1.771	0.9	6.97	0.39	0.34	0.77	2
82/07/11.7962	19 18.5	-19 54	289.4	2.3	2.788	1.773	1.3	7.04	0.38	0.36	0.76	2
82/07/14.8417	19 15.5	-20 03	287.7	2.2	2.788	1.775	2.2	7.09	0.37	0.30	0.74	3
82/07/16.7849	19 13.6	-20 09	287.3	2.2	2.788	1.777	2.6	7.10	0.35	0.25	0.76	3
82/07/18.8209	19 11.5	-20 15	286.8	2.2	2.789	1.781	3.5	7.12	0.33	0.21	0.75	3
82/07/24.8186	19 06.0	-20 33	285.6	2.0	2.789	1.797	5.8	7.16	0.32	0.28	0.71	4
82/07/26.7699	19 04.4	-20 38	285.0	2.0	2.790	1.807	6.6	7.17	0.30	0.31	0.76	4
82/07/28.7742	19 02.6	-20 43	284.6	1.9	2.790	1.817	7.5	7.20	0.33	0.31	0.74	4
82/07/30.7585	19 00.9	-20 50	284.2	1.9	2.790	1.828	8.3	7.22	0.32	0.29	0.75	4
82/08/08.7340	18 54.4	-21 10	282.7	1.7	2.790	1.887	11.6	7.32	0.29	0.25	0.74	5
82/08/09.6730	18 53.9	-21 14	282.5	1.6	2.790	1.893	11.8	7.30	0.29	0.23	0.75	5
82/08/14.7212	18 51.5	-21 20	282.0	1.6	2.789	1.934	13.4	7.33	0.31	0.34	0.73	5
82/08/22.7299	18 48.7	-21 42	281.3	1.3	2.788	2.010	15.6	7.39	0.25	0.21	0.75	5

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанасмас М.С., Заверинцева Л.А., Томак Л.Ф. Атлас и каталог звездных величин фотолектрических стандартов. Киев, 1981.
2. Moffett T.J. and Barnes T.G. – Astron. J., 1979, **84**, 627-632.
3. Vehrenberg H. Atlas stellarum 1950.0. Northen part. 1970, Dusseldorf: Trengesell-Verlag.
4. Birch P.V. *et al.* – Icarus, 1983, **54**, 1-12.
5. Di Martino M., Zappala V., De Sanctis G. and Cacciatori S. – Icarus, 1987, **69**, 338-353.
6. Harris A.W. *et al.* – Icarus, 1989, **81**, 365-374.
7. Yang Xiu-yi, Zhang You-yi, Li Xiao-qing. – Acta Astron. Sinica, 1965, 13, 66-74.

УДК 523.4

Ф.А.ТУПИЕВА

**UBV ФОТОМЕТРИЯ АСТЕРОИДА 44 НИЗА. II. АНАЛИЗ КРИВЫХ
БЛЕСКА И ФАЗОВЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ БЛЕСКА И ЦВЕТА**

За период с 1949 по 1986 годы собраны параметры кривых блеска, фазовых функций блеска и показателей цвета для астероида 44 Низа. Разница в блеске между максимумами кривой блеска Низы уменьшается с увеличением угла аспекта астероида. Для Низы получено необычное среди астероидов уменьшение показателей цвета с увеличением фазового угла. Выполнено сравнение фазовых функций блеска Низы и астероидов С, S, M-типов и Весты.

**UVB PHOTOMETRY OF THE ASTEROID 44 NYSA. II. ANALYZE OF
LIGHTCURVES AND PHASE FUNCTIONS OF BRIGHTNESS AND COLOR,
by F.A.Tupieva**

Parameters of lightcurves and phase functions, color indexes of the asteroid 44 Nysa are summarized during 1949-1986. The difference of magnitudes, between maximums of Nysa lightcurves is decreased with the increase of the aspect angle. The decrease of color indexes with the increase of phase angle for Nysa is unusual among asteroids. Comparison of phase functions of Nysa and asteroids C, S, M-type and Vesta are made.

Исследование фазовых зависимостей блеска и цвета астероидов и их кривых блеска один из возможных способов изучения свойств поверхностей малых планет.

Фазовые зависимости блеска астероидов имеют две особенности: линейное изменение блеска для фазовых углов $\alpha > 7^\circ$ и оппозиционный эффект (нелинейное возрастание блеска) для $\alpha < 7^\circ$. Как показано в [1], в области эффекта оппозиции не наблюдается различие фазовых кривых блеска астероидов разных типов, тогда как для линейного участка фазовой зависимости блеска имеет место корреляция фазового коэффициента с альбедо [2, 1].

Первые фотометрические измерения блеска Низы были выполнены в 1949 году. По этим наблюдениям были определены амплитуда кривой блеска $0^m.48$ и период вращения 6^h25^m [3]. Всего Низа наблюдалась в тринадцати оппозициях, а в 1974 [4], 1979 [5], 1986 [6] и 1982 [7] годах были определены фазовые зависимости блеска астероида. Цветовые характеристики поверхности получены по наблюдениям 1954 [8], 1970 [9], 1974 [4], 1981 [10], 1982 [7] годов. Фазовые зависимости цвета получены впервые по наблюдениям 1982 года [7].

Впервые о фазовой зависимости блеска Низы сообщалось в работе [4]. Она была получена по наблюдениям 1949, 1954, 1958 и 1974 годов и показывала на возможное наличие оппозиционного эффекта и линейное изменение блеска с коэффициентом $0.018 \text{ зв.вел./град.}$ В 1979 году была осуществлена широкая программа наблюдений, в результате которой получили отсутствие оппозиционного эффекта и $\beta_V = 0.026 \text{ зв.вел./град.}$ [5], аспект наблюдений Низы в эту оппозицию - 78° (см. таблицу 2). Наблюдения Низы 1982 года [7] и 1986 года [6] показывают четкий оппозиционный эффект, аспект наблюдений в этих двух оппозициях был один и тот же 60° . Сравнение этих фазовых зависимостей блеска выявляет их полное подобие (рис. 1), что и не удивительно, так как наблюдалась одна и та же поверхность. На рис. 1 шкала звездных величин для наблюдений 1982 года (наблюдения обозначены точками) относятся к первичному максимуму кривой блеска, а

для 1986 года (+) – к средней величине блеска за период вращения.

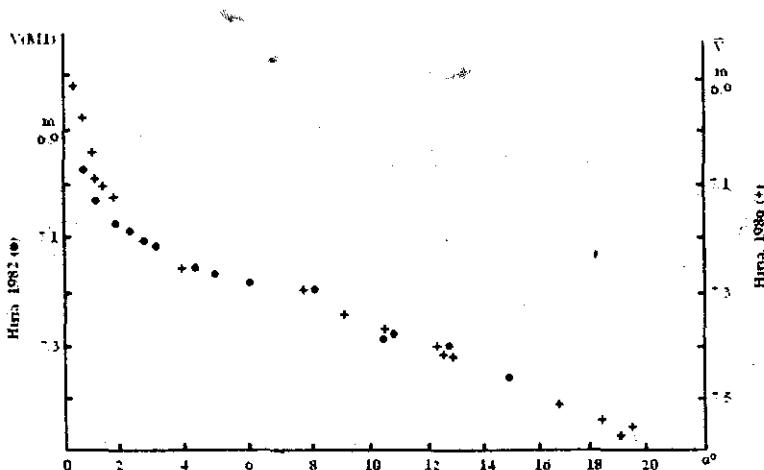


Рис. 1. Фазовая функция блеска астероида 44 Низа.

Сравнение фазовых зависимостей блеска астероидов разных типов показало их подобие в области оппозиционного эффекта ($\alpha < 7^\circ$) и их различие для $\alpha > 7^\circ$ [1]. На рис. 2 даны фазовые зависимости блеска в относительных звездных величинах ΔV : а – средняя для С-типа, б – для S, M-типа астероидов и Луны, о – для Весты (U-типа) [1], • – для Низы 1982 года [7], + – для Низы 1986 года [6]. Как видно, изменение блеска с фазовым углом у Низы подобно астероидам других типов только для $\alpha < 2^\circ$, т.е. ширина оппозиционного пика яркости у астероидов Е-типа меньше. Для больших фазовых углов, где наблюдается линейное изменение блеска, фазовые зависимости Низы и Весты подобны друг другу; их фазовые коэффициенты равны соответственно 0.023 [7] и 0.025 зв.вел./град. [11].

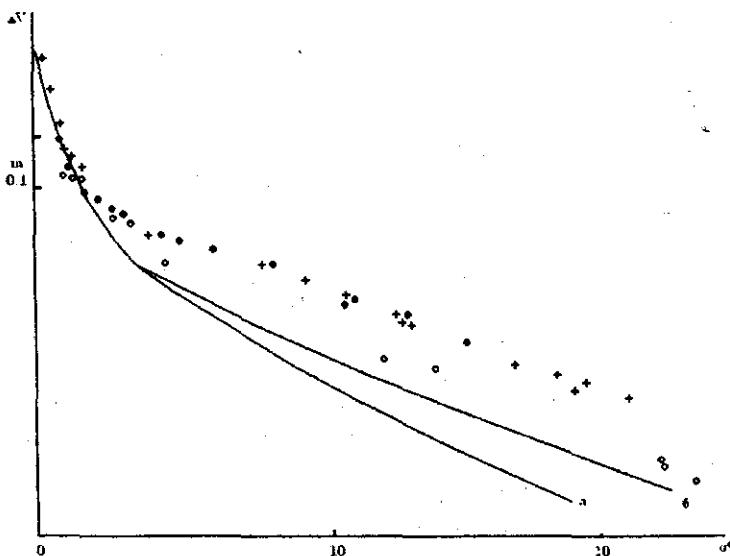


Рис. 2. Фазовые функции блеска астероидов разных типов.

В таблице 1 собраны сведения о цветовых фазовых коэффициентах астероидов. Большинство астероидов показывают покраснение с увеличением α , что обычно объясняется пористой структурой поверхности [12, 11]. Оппозиционный эффект таких поверхностей объясняется теневым механизмом [13]. Для Низы наблюдается значительное уменьшение показателя цвета U-B с ростом фазового угла и, как следствие, ощутимое увеличение оппозиционного эффекта с длиной волны. Такое изменение величины оппозиционного эффекта возможно, если он вызван оптической концентрацией света на прозрачных частицах [12].

Таблица 1

Астероид	β_{U-B} (зв.вел./град.)	β_{B-V} (зв.вел./град.)	Источник
1	+0.0015	+0.0006	15
4	+0.0027	+0.0018	11
16	-	+0.0007	16
19	-0.0006	+0.0005	17
20	+0.0011	+0.0031	18
21	-	+0.0004	19
22	-0.0060	+0.0020	16
29	+0.0019	+0.0015	17
44	-0.0080	-0.0020	7
354	+0.0022	+0.0004	20
110	-	+0.0014	18

Другой особенностью Низы являются обнаруженные в [7] цветовые вариации по поверхности астероида. Обычно эти вариации сравнимы с ошибками измерений. Некоторые астероиды проявили такие изменения с амплитудой более $0^m.03$ [14] и были более красными в максимумах блеска. Как указывалось в [7], для Низы амплитуда цветовых вариаций в U-B достигала $0^m.2$, что сравнимо с амплитудой кривой блеска, и $0^m.1$ в B-V. В обоих максимумах блеска Низа более красная, причем в области вторичного максимума изменение цвета значительнонее.

Кривая блеска Низы характеризуется различием в форме минимумов. Один из них глубокий и узкий без особых заметных деталей, другой плоский и широкий с выемкой, которая становится заметнее с увеличением фазового угла [5]. Разница между уровнями максимумов (ΔM) и минимумов (Δm) меняется с α и наблюдается смещение положения максимумов [5]. В соответствии с определением первичного максимума [5] были отождествлены экстремумы ее кривых блеска, полученных с 1949 по 1986 года, при этом использовался период вращения 6^h25^m3 . По этим кривым определена разница между максимумами (ΔM) и минимумами (Δm), которые приведены в таблице 2. В таблице также даны фазовый угол, аспект наблюдения, период вращения (P), амплитуда кривой блеска, более высокий уровень экстремума, средние показатели цвета, фазовый коэффициент (β_V) и источник информации. Как видно из таблицы, величина ΔM уменьшается с увеличением угла аспекта и первичный максимум (M1) ярче вторичного (M2), когда наблюдается северная часть поверхности астероида.

Таблица 2

Год	Аспект*	α	Амплитуда	P	ΔM	Δm	Максимальный уровень	U-B	B-V	β_V	Источник
1949	87°	11°	0 ^m .48	6 ^h 25 ^m	0 ^m .02	0 ^m .2	M1, m1	—	—	—	3
1954	-75	23	0.41	6 25.2	0.08	0.03	M2, m1	0 ^m .24	0 ^m .69	—	8
1958	-60	7	>0.22	6 28.0	0.06	0.01	M2, m2	—	—	—	21
1962	-63	7	0.29	6 25.1	0.05	0.02	M2, m1	—	—	—	22
1964	81	11	0.50	6 25.3	0	0.20	—, m1	—	—	—	23
1964	81	2	0.38	6 25.3	0	0.09	—, m1	—	—	—	23
1970	86	17	0.46	—	>0.04	—	M1, —	0.26	0.70	—	9
1974	70	5	0.28	6 29.0	0.05	0.01	M1, m2	—	0.71	0.018	4
1977	-58	23	0.30	—	0.08	—	M2, —	—	—	—	9
1979	79	2	0.42	6 25.3	0.04	0.08	M1, m1	—	—	0.026	5
1979	78	12	0.50	6 25.3	0.02	0.22	M1, m1	—	—	0.026	5
1979	78	25	0.60	6 25.3	—	0.38	—, m1	—	—	0.026	5
1981	-74	6	0.33**	6 26.4	0.05	—	M2, —	0.27	0.70	—	10
1981	-73	24	>0.58***	—	>0.06	>0.2	M2, m1	—	—	—	9
1982	59	5÷8	0.22	6 25.3	0.05	—	M1, —	0.32	0.74	0.023	7
1983	-84	8	0.40	6 25.3	0.01	0.01	M2, m1	—	—	—	24
1986	60	0÷21	0.25	6 25.3	0.05	0	M1, —	—	—	0.022	6

* — координаты полюса вращения $\lambda_0 = 105^\circ$, $\beta_0 = 57^\circ$ [25]

** — амплитуда ($M2-m2$)

Таким образом, цветовые вариации, связь ΔM с аспектом наблюдения и узкий пик оппозиционного эффекта позволяют считать Низу по своим фотометрическим свойствам поверхности необычным объектом среди астероидов. Является ли отсутствие оппозиционного эффекта, полученное в 1979 году, когда аспект наблюдений (79°) отличался от аспекта наблюдений в 1982 и 1986 годах (60°), следствием изменения фотометрических свойств поверхности Низы? Ответить на этот вопрос помогут дальнейшие наблюдения. В этом свете желательно было бы провести наблюдения Низы при аспекте 80° и также при отрицательных значениях аспекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тупиева Ф.А. – Кинематика и физика небес. тел., 1991, 7, 42-51.
2. Gehrels T., Tedesco E.F. – Astron. J., 1979, **84**, 1079-1087.
3. Shatzelf A.V. – Astrophys. J., 1954, **120**, 547-559.
4. Zappala V. and van Houten-Groeneveld I. – Icarus, 1979, **40**, 289-296.
5. Birch P.V. *et al.* – Icarus, 1983, **54**, 1-12.
6. Harris A.W. *et al.* – Icarus, 1989, **81**, 365-374.
7. Тупиева Ф.А. УBV-фотометрия астероида 44 Низа. I. Наблюдения 1982 года (в печати).
8. Groeneveld I., and Kuiper G.P. – Astroph. J., 1954, **120**, 529-546.
9. Taylor R.C. and Tedesco E.F. – Icarus, 1983, **54**, 13-22.
10. Piironen J.O. – Astron. Astrophys., 1982, **112**, 172-173.
11. Gehrels T. – Astron. J., 1967, **72**, 929-938.
12. Лушишко Д.Ф., Киселев Н.Н., Чернова Г.П. – Письма в АЖ, 1979, **5**, 201-205.
13. Napke B.A. – J. Geophys. Res., 1963, **68**, 4571-4586.
14. Degewij J., Tedesco E.F., and Zellner B. – Icarus, 1979, **40**, 364-374.
15. Tedesco E.F. *et al.* – Icarus, 1983, **54**, 23-29.
16. Лушишко Д.Ф., Бельская И.Н., Тупиева Ф.А., Чернова Г.П. – Астрон. вестн., 1982, **XVI**, 101-108.
17. Лушишко Д.Ф. и др. – Астрон. вестн., 1981, **XV**, 25-31.
18. Лушишко Д.Ф., Бельская И.Н., Тупиева Ф.А., Чернова Г.П. – Вестн. Харьковского ун-та, 1982, **232**, 54-58.
19. Лушишко Д.Ф., Бельская И.Н., Тупиева Ф.А. – Письма в АЖ, 1983, **9**, 691-694.
20. Лушишко Д.Ф., Величко Ф.П., Тупиева Ф.А., Чернова Г.П. – Письма в АЖ, 1981, **7**, 437-441.
21. Gehrels T. and Owings D. – Astrophys. J., 1962, **135**, 906-924.
22. Chang Y.C. and Chang Chia-shiang – Acta astron. Sinica, 1962, **10**, 101-111.
23. Yang Xiu-yi, Zhang You-ji, Li Xiao-qing – Acta astron. Sinica, 1965, **13**, 66-74.
24. Di Martino M., Zappala V., De Sanctis G., and Cacciatori S. – Icarus, 1987, **69**, 338-353.
25. Magnussion P. – Icarus, 1986, **68**, 1-39.

УДК 523.841

Б.Н.ИРКАЕВ, В.САТЫВОЛДЫЕВ, М.Р.АХМЕТЗЯНОВ

НОВЫЕ ПЕРЕМЕННЫЕ ЗВЕЗДЫ В М31

Приводятся результаты наблюдений северо-восточной части М31, а также результаты фотометрической обработки заподозренных переменных в этой области. Для 8 звезд найден период.

NEW VARIABLE STARS IN M31, by B.N.Irkaev, V.Satyvoldiev, M.R.Akhmetzyanov

Here are the results of the observation of the NE region of the M31. And there are also the photometric results which are supposed to be variable stars in this region. Period is found for 8 of these stars.

Важным элементом исследования комплексов звездообразования в нашей и соседних галактиках является выявление переменности звезд в этих комплексах. Изучение проблемы звездообразования приобрело в настоящее время огромное значение ввиду важности этих проблем не только с точки зрения эволюции звезд, но и с точки зрения взаимосвязи ее с морфологической структурой галактики.

Особую роль в этом играет изучение гигантской галактики М31, принадлежащей к тому же морфологическому типу, что и наша Галактика. Исследованиям М31 посвящено большое число работ самого разного характера, однако касаются они, в основном, юго-западной (SW) части галактики и очень мало работ посвящено исследованиям северо-восточной (NE) части. Поэтому совместно с ГАИШ нами была разработана программа наблюдений М31 (NE) согласно которой необходимо было провести поиск новых переменных звезд. Для этого с 1986 по 1991 годы на 1-метровом телескопе обсерватории Санглук Института Астрофизики АН Республики Таджикистан нами проводились фотографические наблюдения М31 (NE). За этот период получено 19 пластинок в полосе B, 4 в полосе V и 1 в полосе U. Для наблюдений использовались фотопластинки Kodak 103aO, Kodak 103aD и ORWO ZU21, предварительно очувствленные [1]. В основном все снимки сделаны вблизи меридиана с экспозициями от 2 до 5 часов.

Фотометрическое определение звездных величин заподозренных переменных проводилось на микроденситометре MD-100. В качестве стандарта была выбрана ассоциация OB-48, для членов которой Массей и другие [2] определили звездные величины.

В результате блинкования 19 пластинок в полосе B были заподозрены в переменности 51 объект. Большая их часть, порядка 45, обрисовывает спиральные рукава, остальные же расположены в межрукавном промежутке. Карты окрестностей заподозренных в переменности звезд в NE области М31 представлены на рис. 1. Наблюдения изменений блеска даны в таблице 1.

Для определения типа переменности заподозренных объектов был проведен поиск периодов по 3 различным программам. Период удалось приблизительно определить только для 8 звезд, которые мы обозначили как V3, V4, V5, V8, V19, V25, V26, V41 (рис. 2). Все эти звезды находятся в области спирального рукава. Формы кривых блеска, амплитуды изменения блеска, а также значения периодов позволяют классифицировать данные объекты как цефеиды.

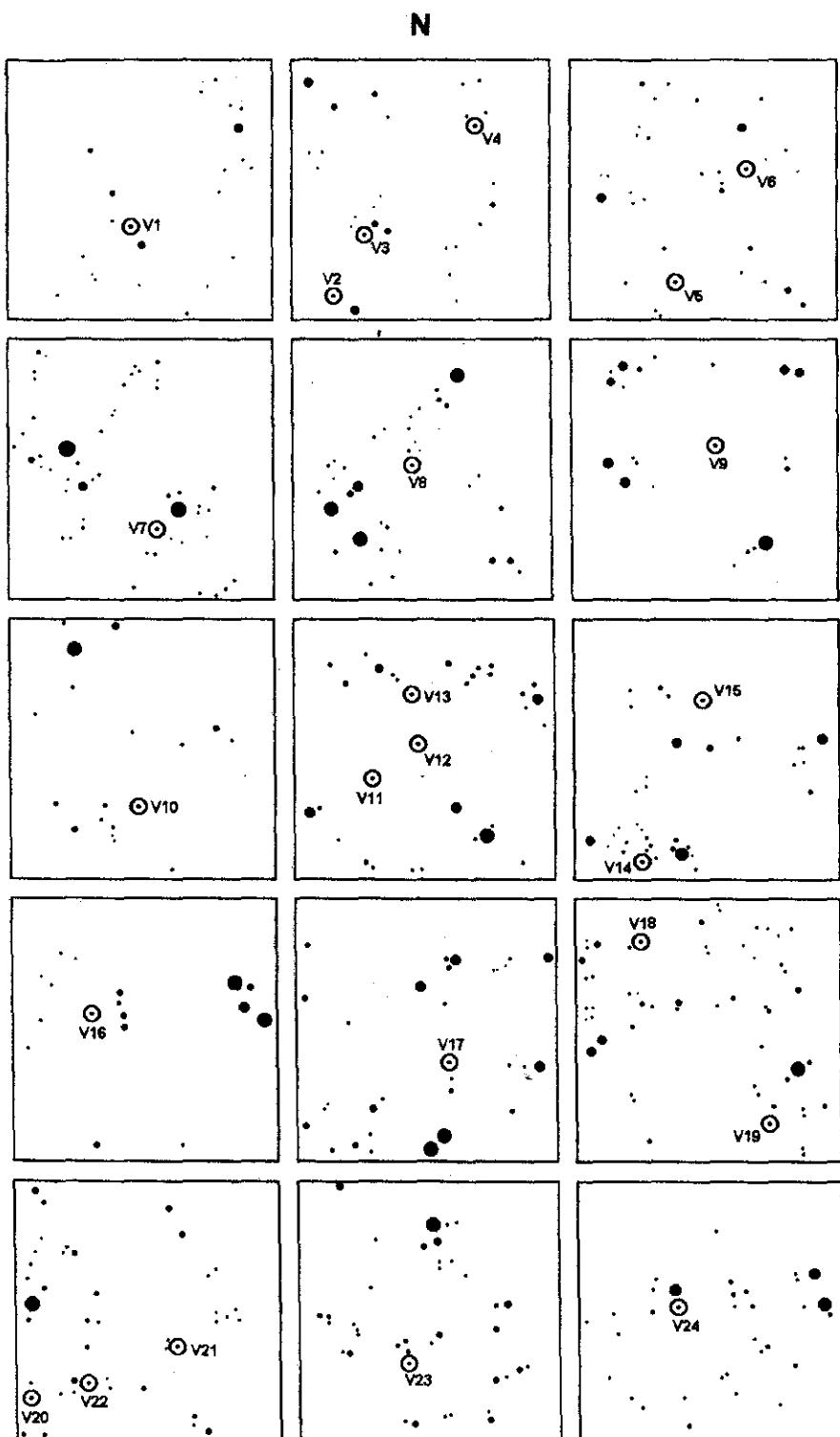


Рис. 1. Карты окрестностей звезд, заподозренных в переменности, в NE области M31.

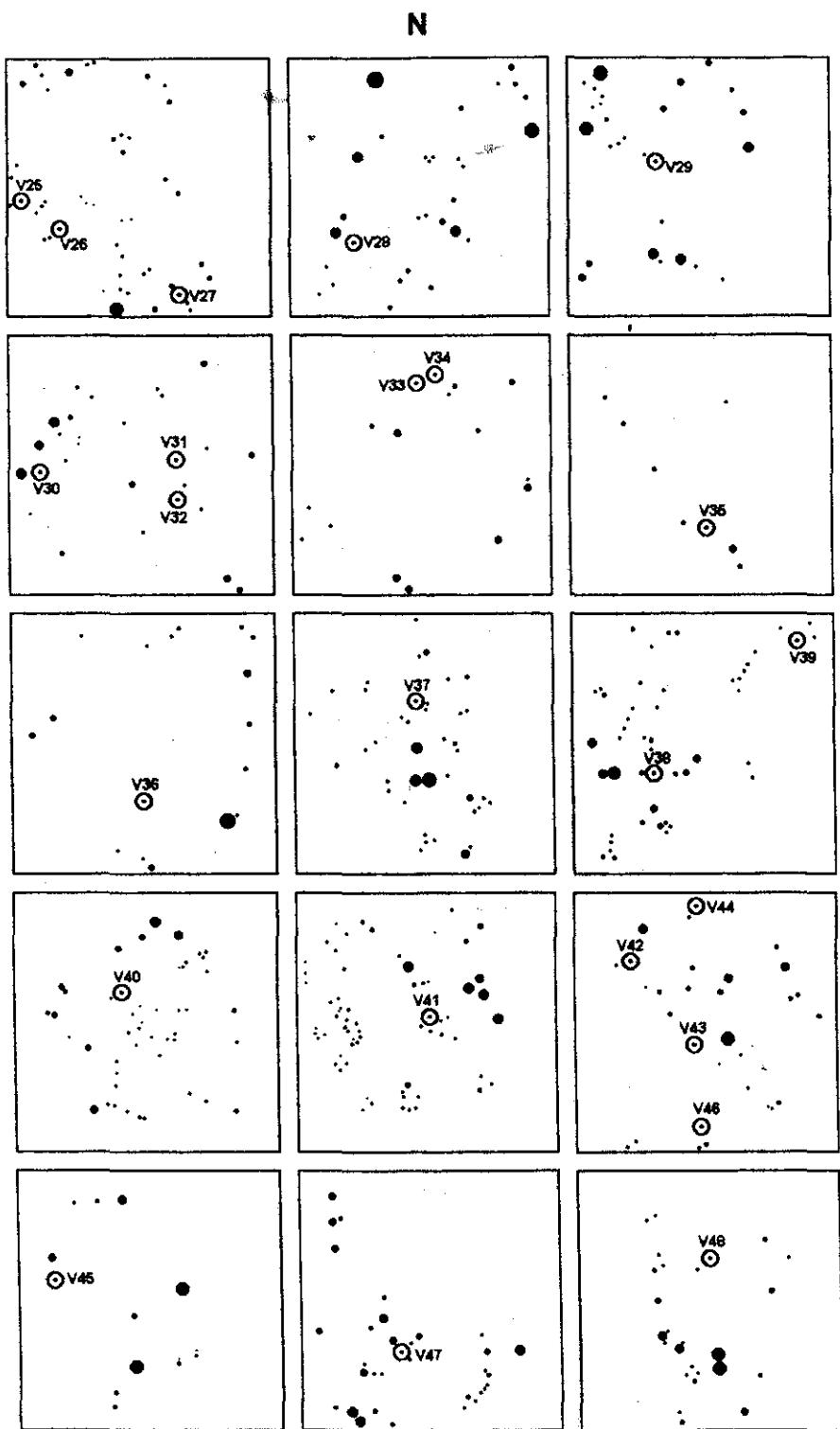


Рис. 1. (Продолжение)

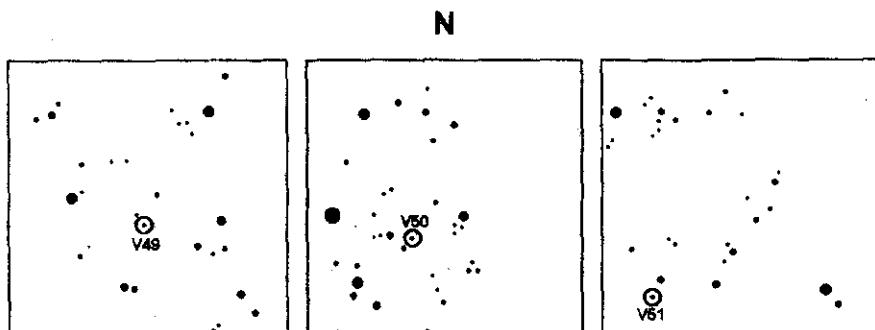


Рис. 1. (Продолжение)

Таблица

Переменные звезды в М31 (NE)

J.D. (2440000 +)	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9	V10
6765.420	-	-	20.6	20.4	20.6	20.1	18.5	20.5	20.5	19.5
7038.661		20.8	20.6	20.5	20.0	19.9	17.4	20.5	0.5	19.6
7039.691	19.8	20.4	20.8	20.4	20.2	19.7	1718	20.7	21.2	19.8
7042.688	-	-	20.8	20.0	20.2	19.8	17.9	20.3	21.2	19.5
7043.653	21.6	-	20.3	20.4	20.3	19.7	17.3	20.4	20.6	19.4
7060.604	-	-	20.7	20.2	-	19.8	17.7	-	-	19.6
7117.483	-	20.8	20.8	20.5	21.0	20.1	17.0	-	20.5	19.9
7386.670	-	20.7	21.0	20.6	20.2	20.2	17.6	20.9	20.5	19.9
7394.655	-	20.6	20.6	20.3	21.3	20.2	17.6	20.7	21.0	19.7
7425.583	-	20.8	20.9	20.2	21.1	20.9	17.0	20.4	20.7	19.3
7445.500	-	20.9	21.0	20.6	20.6	20.1	18.5	20.6	19.5	19.8
8155.563	-	-	-	20.2	-	20.1	18.2	-	-	-
8156.576	-	-	20.7	20.8	-	20.1	18.0	19.1	19.5	19.6
J.D. (2440000 +)	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20
6765.420	21.7	21.4	21.2	-	20.8	20.4	-	-	20.2	-
7038.661	21.0	20.0	20.4	20.7	21.2	20.4	-	-	20.1	20.8
7039.691	21.0	20.1	20.2	20.8	21.0	19.9	-	-	19.6	19.8
7042.688	20.5	20.0	20.1	20.5	-	20.4	-	-	-	-
7043.653	20.5	20.1	20.3	20.5	20.9	20.2	-	-	19.9	20.5
7060.604	20.8	20.2	20.4	-	-	20.6	-	-	-	-
7117.483	20.4	19.8	19.9	-	-	20.6	-	21.4	20.3	-
7386.670	20.6	19.8	20.0	20.8	21.4	20.7	-	20.8	20.4	21.3
7394.655	20.1	20.4	20.4	21.1	20.7	20.4	-	-	20.1	20.6
7425.533	21.4	20.6	20.6	20.6	21.5	20.6	19.7	-	20.1	-
7445.500	22.2	21.7	22.1	20.8	-	20.7	-	-	20.4	20.5

Продолжение таблицы

J.D. (2440000 +)	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	
8155.563	21.8	21.5	22.0	—	—	—	—	—	—	—	
8156.576	22.3	22.0	22.3	—	20.4	20.8	—	—	20.1	—	
J.D. (2440000 +)	V21	V22	V23	V24	V25	V26	VS7	V28	VS9	V30	
6765.420	19.6	—	21.8	—	19.7	19.6	20.6	—	22.4	—	
7028.661	19.3	21.2	20.9	—	19.5	19.5	20.17	20.7	20.7	—	
7039.691	18.6	—	21.2	—	19.7	20.0	20.6	21.4	20.9	20.8	
7042.688	—	—	20.6	—	19.1	19.5	19.7	—	21.0	—	
7043.653	19.6	21.0	21.2	—	19.4	19.6	20.1	20.5	20.8	—	
7060.604	—	—	20.0	—	19.7	19.5	19.5	—	20.4	—	
7117.483	19.6	—	20.0	—	20.0	20.0	20.8	—	22.4	—	
7386.670	19.5	—	20.0	—	19.5	20.0	20.3	21.4	22.5	—	
7394.655	20.1	—	—	—	19.1	19.9	20.6	20.9	21.0	—	
7425.583	18.6	—	—	—	19.5	20.0	20.2	—	21.8	—	
7445.500	—	—	22.4	21.0	19.6	19.9	20.3	—	22.6	18.3	
8155.563	—	—	22.1	—	19.4	20.0	—	—	22.3	—	
8156.576	—	—	22.0	—	19.2	19.6	—	—	22.5	—	
J.D. (2440000 +)	V31	V32	V33	V34	V35	V36	V37	V38	V39	V40	
6765.420	20.7	20.6	—	20.2	20.3	—	21.5	20.3	—	21.1	
7038.661	21.0	20.6	—	20.1	20.4	—	20.8	20.6	—	21.1	
7039.691	20.9	21.3	—	20.1	19.7	—	20.8	20.1	20.1	21.3	
7042.688	—	—	—	—	—	—	20.6	20.4	21.1	—	
7043.653	20.8	20.6	—	20.1	19.9	—	20.6	20.3	—	20.5	
7060.604	—	—	—	—	—	—	20.4	20.2	21.3	—	
7117.483	20.7	20.6	—	20.2	20.4	—	21.0	20.7	—	—	
7386.670	21.2	20.6	21.4	20.3	20.2	—	21.3	20.6	19.1	21.0	
7394.655	20.9	20.5	—	20.5	19.8	—	21.3	20.4	20.1	21.2	
7425.583	—	20.3	—	20.0	19.8	—	20.7	20.1	20.9	21.4	
7445.500	—	20.7	—	20.0	19.9	19.0	24.9	20.6	—	20.6	
8155.563	—	—	—	—	20.1	—	22.2	20.3	—	—	
8156.576	—	—	—	—	—	—	22.4	20.3	—	—	
J.D. (2440000 +)	V41	V42	V43	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51
6765.420	21.2	20.7	20.5	20.4	—	20.4	—	20.1	—	20.8	—
7038.661	20.2	—	20.9	20.0	—	20.2	—	20.0	20.2	21.0	—
7039.691	19.7	20.8	21.0	20.1	—	20.5	—	20.4	20.7	21.4	—
7042.688	19.5	21.2	—	20.2	—	21.0	—	—	—	—	—
7043.653	20.1	20.4	20.6	20.2	21.2	21.7	—	—	20.5	20.8	—

Продолжение таблицы

J.D. (2440000 +)	V41	V42	V43	V44	V45	V46	V47	V48	V49	V50	V51
7060.604	19.9	—	21.2	20.3	—	20.8	—	—	—	—	—
7117.483	19.4	20.9	21.2	20.3	—	20.4	—	20.4	—	—	—
7386.670	20.0	21.5	21.1	20.7	—	20.6	21.5	20.4	19.9	21.2	20.0
7394.655	20.0	20.6	21.0	20.5	—	20.9	21.4	20.6	20.0	21.5	—
7425.583	20.4	20.5	20.5	20.6	—	20.1	—	20.3	19.5	—	—
7445.500	20.9	20.9	21.2	20.7	—	20.6	—	20.7	—	20.9	—
8155.563	20.8	—	—	20.2	—	—	—	—	—	—	—
8156.576	21.4	—	—	21.1	—	—	—	20.6	—	20.6	—

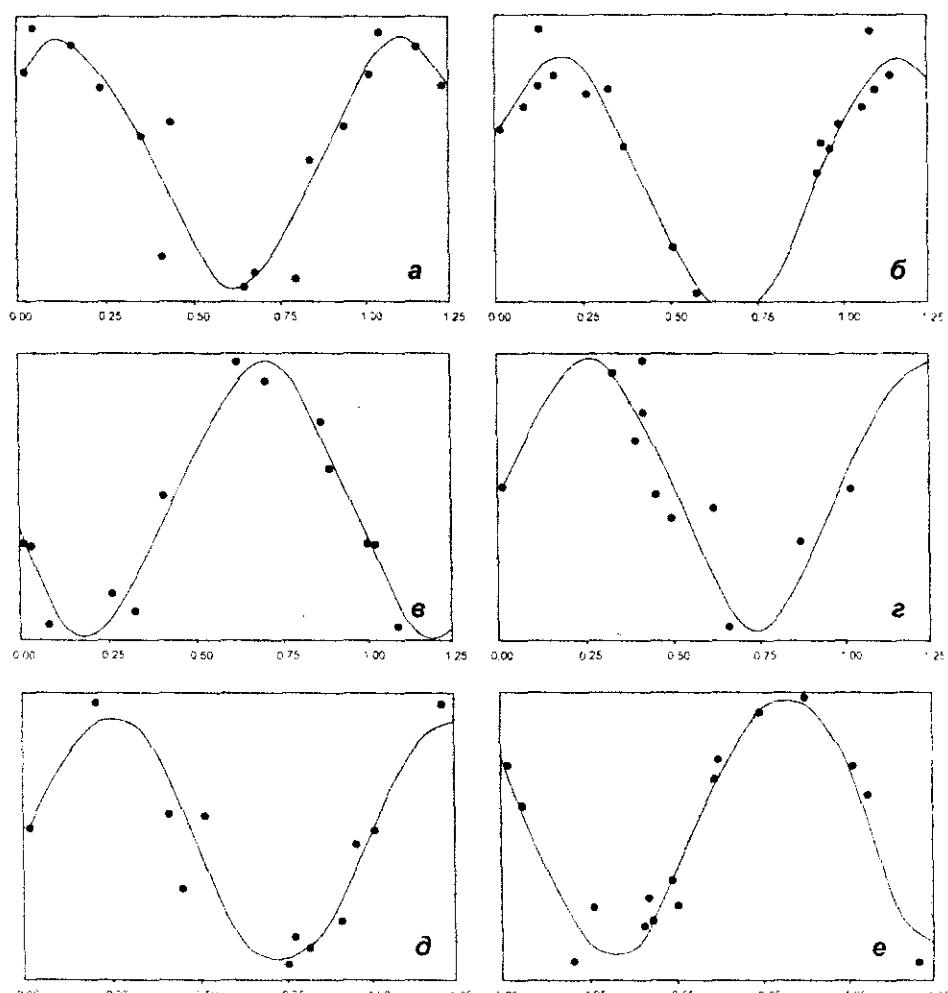


Рис. 2. Кривые блеска переменных звезд: а – V3, период около 28 дней; б – V4, период около 19.5 дней; в – V5, период около 19 дней; г – V8, период около 20 дней; д – V19, период около 16.5 дней; е – V25, период около 19 дней; ж – V26, период около 10 дней. з – V41, период около 19 дней.

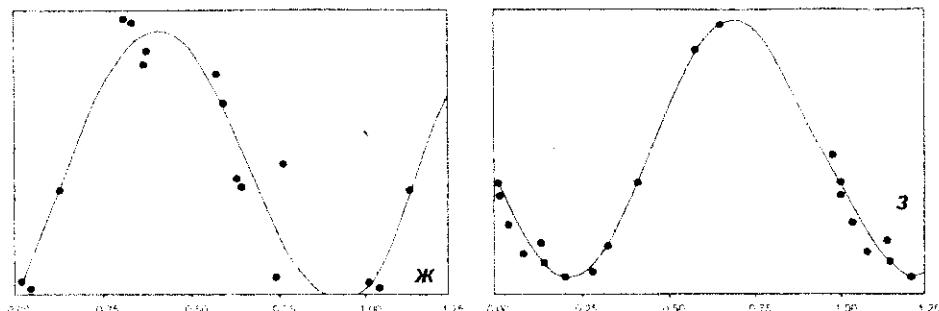


Рис. 2. (Продолжение)

Таким образом, на основе блинкования исследуемых фотопластинок и последующих фотометрических измерений обнаружен 51 объект с изменяющимся блеском, причем 8 из них классифицированы как цефеиды. Известно, что привлечение цефеид для изучения структуры галактик дает возможность получить необходимые для теории количественные оценки градиента возраста в рукаве, свободные от влияния различий в поглощении света. До настоящего момента необходимые для этого наблюдательные данные имелись лишь для части юго-западной области М31.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б.Н.Иркаев, М.Р.Ахметзянов. – Бюлл. Ин-та Астрофизики АН РТ. № 82, 1995.
2. Massey *et al.* – Astron. J., 1986, v. 92, N6, 1303-1333.

УДК 523.78

М.Р.АХМЕТЗЯНОВ, В.В.БЛОХИН, М.И.ГУЛЯМОВ, Н.А.КОНОВАЛОВА,
Н.Х.МИНИКУЛОВ

**О НАБЛЮДЕНИИ ЧАСТНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ
11 АВГУСТА 1999 ГОДА**

ABOUT OBSERVATIONS OF THE PARTIAL SOLAR ECLIPSE ON 11 AUGUST, 1999, by M.R.Akhmetzyanov, V.V.Blokhin, M.I.Gulyamov, N.A.Konovalova, N.Kh.Minikulov

11 августа 1999 года произошло солнечное затмение, которое на территории Таджикистана было частным. Карта условий видимости солнечного затмения, приведенная на рис. 1, взята из [1]. На Гиссарской астрономической обсерватории (долгота = -4 час. 35 мин., широта = 38°29') были проведены наблюдения этого явления. С помощью объектива МТО-1000 были получены снимки, иллюстрирующие ход солнечного затмения (см. рис. 2). Сведения об обстоятельствах солнечного затмения, полученные наблюдателями, приведены в таблице. Данные таблицы иллюстрируют изменения температуры воздуха, давления, скорости и направления ветра в период наблюдения частного солнечного затмения. Все моменты времени в таблице приведены по Душанбинскому времени. Разница с Гринвичским (нулевым) меридианом составляет 5 часов.

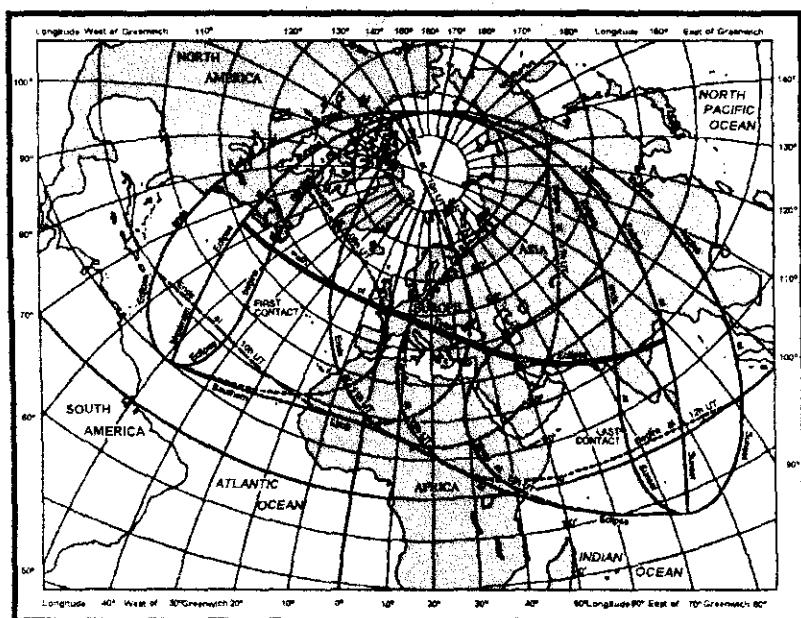


Рис. 1. Карта условий видимости солнечного затмения 11 августа 1999 г [1].

По фотографии частных фаз солнечного затмения (см. рис. 2) для каждого момента времени, указанного в таблице, была определена фаза Ф солнечного затмения. Фаза Ф солнечного затмения измеряется отношением (d) диаметра закры-

той части солнечного диска ко всему его диаметру (d_{\odot}) [1]:

$$\Phi = d / d_{\odot}$$

и вычисляется по радиусам лунного (r_{L}) и солнечного (r_{\odot}) дисков и видимому угловому расстоянию (β) между их центрами. Поскольку $d_{\odot} = 2 r_{\odot}$, а $d = r_{\odot} + \beta - r_{\text{L}}$, то $\Phi = (r_{\odot} + r_{\text{L}} - \beta) / 2 r_{\odot}$.

$$\Phi = (r_{\odot} + r_{\text{L}} - \beta) / 2 r_{\odot}$$

Частное солнечное затмение по наблюдениям в Гиссарской астрономической обсерватории началось в 16 час. 03 мин. Наибольшая фаза затмения пришлась на 17 час. 00 мин., в этот момент солнечный диск был закрыт на 76%. Закончилась затмение в 18 час. 06 мин. Общая продолжительность частного затмения на территории Таджикистана составляла 2 часа 3 мин.

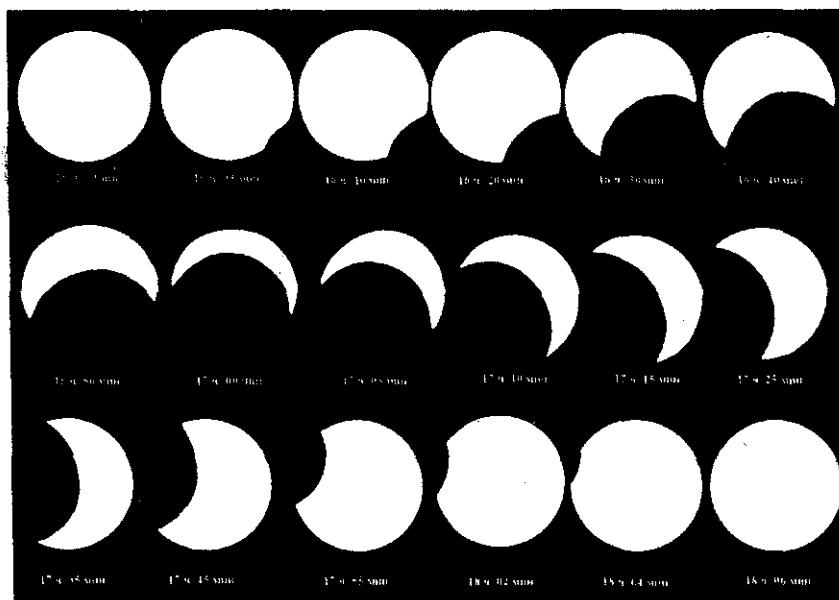


Рис. 2. Изменение фазы солнечного затмения со временем.

Таблица

Время местное	Фаза Солнца	Температура воздуха, °C	Давление ×1000 Па	Скорость ветра м/сек	Направление ветра
16.00	1.00	35.5	93.04	1.2-1.6	300°-120°
16.03	0.92	35.5	93.02	1.0	290°-110°
16.10	0.86	35.5	93.01	2.0-2.4	290°-110°
16.20	0.80	35.5	93.01	13-2.7	280°-100°
16.30	0.51	35.0	93.00	2.5-2.9	290°-110°
16.40	0.49	34.5	92.99	0.8-1.0	300°-120°
16.50	0.35	34.0	92.99	1.0-1.4	280°-100°

Продолжение таблицы

Время местное	Фаза Солнца	Температура	Давление ×1000 Па	Скорость ветра м/сек	Направление ветра
17.00	0.24	33.5	92.99	слабый	300°-120°
17.05	0.30	33.0	92.98	слабый	280°-100°
17.10	0.32	32.5	92.96	слабый	280°-200°
17.15	0.38	32.5	92.95	слабый	290°-110°
17.25	0.43	32.0	92.94	слабый	300°-120°
17.35	0.47	32.0	92.93	слабый	290°-110°
17.45	0.57	31.5	92.92	слабый	280°-100°
17.53	0.81	31.5	92.91	слабый	290°-110°
18.02	0.89	31.5	92.92	слабый	300°-120°
18.04	0.97	31.0	92.92	слабый	280°-100°
18.06	1.00	31.0	92.92	слабый	290°-110°

ЛИТЕРАТУРА

1. The Astronomical Almanac 1999 y. – USA, Washington; London; p. A86-A89.
2. Дагъев М М Книга для чтения по астрономии. М.: Просвещение, 1980.

СОДЕРЖАНИЕ

П.Б.Бабаджанов, Н.А.Коновалова. Каталог фотометрических и динамических характеристик 20 метеоров, сфотографированных по методу мгновенных экспозиций.....	3
I.A.Gerasimov, D.A.Tagaeva. Универсальный метод вычисления пертурбационной функции в теории движения тел Солнечной системы.....	10
R.P.Majidov, O.M.Mamadov. Спектральные наблюдения кометы де Вико в обсерватории Санглох	18
F.A.Tupieva. Оптические характеристики избранных астероидов.....	21
F.A.Tupieva. UVB фотометрия астероида 44 Низа.	
I. Наблюдения 1982 года	25
F.A.Tupieva. UVB фотометрия астероида 44 Низа.	
II. Анализ кривых блеска и фазовых зависимостей блеска и цвета.....	30
B.N.Irkaev, V.Satyvoldiev, M.R.Akhmetzhanov. Новые переменные звезды в М31	35
M.R.Akhmetzhanov, V.B.Blokhin, M.I.Gulyamov, N.A.Konovalova, N.X.Minikulov. О наблюдении частного солнечного затмения 1 августа 1999 года	42

CONTENTS

P.B.Bababzhanov, N.A.Konovalova. Catalog of the Photometrical and Dynamical Characteristics of 20 Meteors, Photographed by the Method of Instantaneous Exposures.....	3
I.A.Gerasimov, D.A.Tagaeva. The Universal Method for Calculation of the Perturbation Function in the Theory of Motion of the Solar System Bodies.....	10
R.R.Majidov, O.M.Mamadov. Spectral Observations of Comet De Vico at the Sangiok Observatory	18
F.A.Tupieva. Optical Characteristics of Selected Asteroids.....	21
F.A.Tupieva. UVB-Photometry of the Asteroid 44 Nysa.	
I. Observations During 1982 Year	25
F.A.Tupieva. Uvb Photometry of the Asteroid 44 Nysa.	
II. Analyze of Lightcurves and Phase Functions of Brightness and Color.....	30
B.N.Irkaev, V.Satyvoldiev, M.R.Akhmetzhanov. New Variable Stars in M31	35
M.R.Akhmetzhanov, V.V.Blokhin, M.I.Gulyamov, N.A.Konovalova, N.Kh.Minikulov. About Observations of the Partial Solar Eclipse on 11 August, 1999	42

*Печатается по постановлению
Редакционно-издательского совета
Академии наук Республики Таджикистан*

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**П.Б.Бабаджанов (ответ. редактор), Г.И.Кохирова (ответ. секретарь),
О.Алимов, С.И.Герасименко, Х.И.Ибадинов, С.И.Ибодов, Н.Х.Миникулов**

Редактор издательства
Технический редактор
Корректор

Подписано в печати
Форматы 70/108 Бумага тип №1 Сорт 1 Печать оперативная
Уч. – изд. л. 5,5 Тираж 200 Заказ 26 Цена договорная

Издательство и типография «Дониш», 734029, Душанбе,
ул. Айни, 121, корп. 2

