

УДК 523. 532

Академик АН Республики Таджикистан П.Б.Бабаджанов, Г.И.Кохирова

МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ АСТЕРОИДА 2008ВО16

Институт астрофизики АН Республики Таджикистан

В результате исследования эволюции орбиты астероида, сближающегося с Землей (АСЗ), 2008ВО16, показано, что связанный с ним теоретический метеороидный рой порождает четыре метеорных потока. По имеющимся наблюдениям теоретические потоки отождествлены с наблюдаемыми ночными σ Каприкорнидами и χ Сигиттаридами, а также дневными χ Каприкорнидами и Каприкорниды-Сигиттаридами. Сделан вывод о кометной природе АСЗ 2008ВО16 и его связи с АСЗ (2101) Адонис и 1995CS.

Ключевые слова: орбита – эволюция - астероид – метеорный поток – болид.

По данным наблюдений околоземных объектов, нами был выявлен астероид, сближающийся с Землей (АСЗ), 2008ВО16, принадлежащий группе Аполлона ($a > 1$ а.е., $q < 1$ а.е.), открытый Р.Ковальским 30 января 2008 г. по программе Mount Lemmon Survey (Аризона) [1]. Этот астероид имел тесное сближение с Землей 23 января 2008 г. на расстоянии 0.1 а.е. Согласно результатам вычисления влияния планетных возмущений на орбиту 2008ВО16, до 2100 г. может произойти еще три тесных сближения астероида с Землей, приходящиеся на следующие даты: 30.01.2042 г., 23.01.2057 г., 26.01.2072 г. на расстоянии от 0.1 до 0.03 а.е. [1].

Астероид 2008ВО16 имеет следующие элементы орбиты в равноденствии 2000.0 [1]: большая полуось $a=2.433$ а.е., эксцентриситет $e=0.809$, перигелийное расстояние $q=0.465$ а.е., афелийное расстояние $Q=4.40$ а.е., наклон $i=8.61^\circ$, долгота восходящего узла $\Omega=133.9^\circ$, аргумент перигелия $\omega=254.4^\circ$, долгота перигелия $\pi=28.3^\circ$.

Постоянная Тиссерана T_j , являющаяся критерием разделения орбит на кометные и астероидные, вычислена по формуле

$$T_j = \frac{a_j}{a} + 2 \left[\frac{a}{a_j} (1 - e^2) \right]^{0.5} \cos i, \quad (1)$$

где a_j – большая полуось орбиты Юпитера, a , e , i – большая полуось, эксцентриситет и наклон орбиты рассматриваемого объекта. Отметим, что для астероидов $T_j > 3.1$, а для комет $T_j < 3.1$. Величина $T_j=2.9$ для 2008ВО16 свидетельствует о том, что движение этого объекта происходит по кометоподобной орбите.

Эквивалентный диаметр АСЗ 2008ВО16 $d=0.12$ км найден по следующему соотношению [2]

Адрес для корреспонденции: Кохирова Гулчехра Исроиловна. 734042, Республика Таджикистан, г.Душанбе, ул.Бухоро, 22, Институт астрофизики АН РТ. E-mail: kokhirova2004@mail.ru.

$$\log d = 3.12 - 0.2H - 0.5 \log p, \quad (2)$$

где $H=22.9$ – абсолютная звёздная величина и p – геометрическое альbedo, принятое равным 0.08.

В серии работ [3-5] было показано, что астероиды, сближающиеся с Землей,двигающиеся по кометоподобным орбитам и имеющие родственные метеорные потоки, являются угасшими ядрами комет. Ниже приведены результаты поиска метеорных потоков, связанных с АСЗ 2008ВО16, полученные по методике, изложенной в этих работах.

Исследование эволюции орбиты АСЗ 2008ВО16 и поиск родственных потоков

Нами методом Альфана-Горячева [6] проведено исследование вековых изменений элементов орбиты астероида под гравитационным воздействием шести планет (Меркурий-Сатурн) на интервале времени 7000 лет. Этот интервал охватывает один цикл изменений аргумента перигелия орбиты. Результаты вычислений приведены в табл. 1, где, кроме элементов орбиты, также даны величины радиус-векторов восходящего R_a и нисходящего R_d узлов орбиты 2008ВО16 для соответствующих годов, и величины da/dt , являющиеся оценкой точности вычисления вековых возмущений. Эволюция орбиты астероида показала, что за этот период объект четырежды пересекает орбиту Земли, то есть гелиоцентрические расстояния восходящего R_a и нисходящего R_d узлов орбиты принимают значения, равные 1 а.е. при четырёх значениях ω : 102.0° , 77.8° , 281.4° , 258.8° .

Таблица 1

Вековые изменения элементов орбиты АСЗ 2008ВО16 ($a=2.433$ а.е., $T=0$ соответствует 2000 г.)
(Равноденствие 2000.0)

T (годы)	e	q (а.е.)	i (град.)	Ω (град.)	ω (град.)	R_d (а.е.)	R_a (а.е.)	da/dt
0	0.808	0.47	8.6	134.0	254.3	0.69	1.07	0.00E+00
-250	0.805	0.47	10.9	161.2	225.7	0.55	1.95	-4.00E-07
-500	0.800	0.49	14.1	175.6	209.8	0.52	2.87	-5.00E-07
-750	0.793	0.50	17.2	183.4	200.3	0.52	3.53	-7.00E-08
-1000	0.786	0.52	19.5	188.0	193.6	0.53	3.94	-1.00E-07
-1250	0.782	0.53	21.0	191.1	188.3	0.53	4.18	3.00E-08
-1500	0.780	0.54	21.5	193.5	183.5	0.54	4.31	8.00E-08
-1750	0.782	0.53	20.9	195.8	178.8	0.53	4.33	1.00E-07
-2000	0.787	0.52	19.4	198.3	174.0	0.52	4.26	-1.00E-08
-2250	0.794	0.50	16.8	201.7	168.5	0.51	4.05	1.00E-08
-2500	0.801	0.48	13.5	207.3	161.0	0.50	3.60	-8.00E-08
-2750	0.807	0.47	9.6	218.3	148.3	0.50	2.71	-1.00E-07
-3000	0.811	0.46	6.1	245.0	120.2	0.59	1.41	5.00E-06
-3075	0.811	0.46	5.4	258.9	105.8	0.68	1.07	2.00E-05
-3200	0.811	0.46	5.2	286.9	77.1	1.01	0.70	6.00E-06
-3250	0.811	0.46	5.5	297.6	66.1	1.24	0.63	-4.00E-06
-3500	0.808	0.47	8.6	330.6	31.5	2.71	0.50	-1.00E-06
-3750	0.803	0.48	12.3	342.8	17.5	3.69	0.49	-1.00E-07
-4000	0.797	0.50	15.6	348.6	9.8	4.13	0.50	3.00E-08
-4250	0.790	0.51	18.0	352.0	4.3	4.31	0.51	7.00E-07
-4500	0.786	0.52	19.4	354.5	359.4	4.35	0.52	6.00E-07
-4750	0.785	0.52	19.8	356.8	354.6	4.28	0.52	-2.00E-08

-5000	0.787	0.52	19.1	359.5	349.5	4.10	0.52	3.00E-07
-5250	0.791	0.51	17.4	3.2	343.6	3.78	0.52	3.00E-08
-5500	0.797	0.49	14.8	8.9	335.8	3.25	0.51	8.00E-08
-5750	0.803	0.48	11.6	19.1	323.7	2.45	0.52	1.00E-07
-6000	0.807	0.47	8.6	39.0	302.3	1.49	0.59	9.00E-06
-6150	0.808	0.47	7.5	58.3	282.0	1.01	0.72	2.00E-06
-6250	0.809	0.47	7.4	73.6	266.1	0.80	0.89	1.00E-06
-6300	0.808	0.47	7.5	81.3	258.1	0.72	1.01	3.00E-06

По элементам орбиты 2008BO16 в точках пересечения с орбитой Земли, выделенных в табл. 1 жирным шрифтом, нами были вычислены теоретические геоцентрические радианты и скорости метеорных потоков, возможно, связанных с этим астероидом, а затем выполнен поиск наблюдаемых потоков, близких с теоретически предсказанными, в опубликованных каталогах. Результаты представлены в табл. 2, где выделенные жирным шрифтом теоретические ночные потоки обозначены латинскими буквами **A**, **B**, дневные потоки - **C**, **D**; S2, S3 – каталоги Секанины [7,8], MORP, PN и TN – каталоги Канадской болидной сети [9], Прерийной [10] и болидной сети Таджикистана.

Таблица 2

Теоретические (Т) и наблюдаемые (О) геоцентрические радианты, скорости и элементы орбит метеорных потоков и болидов, связанных с АСЗ 2008BO16 (равноденствие 2000.0)

Метеорный поток	q (а.е.)	e	i°	Ω°	ω°	$L^\circ\odot$	Дата	α°	δ°	V_g	D_{S-H}	Каталог
Т «А»	0.466	0.808	7.5	106.9	281.4	106.9	Июль09	293.3	-13.8	26.0		
О σ Capds	0.431	0.758	2.1	107.6	290.3	107.6	Июль11	298.5	-18.4	24.6	0.17	S2
О σ Capds	0.332	0.707	8.2	93.0	309.4	93.0	Июнь25	292.9	-13.8	23.2	0.25	S3
О 571	0.543	0.810	8.4	121.8	272.1	121.8	Июль24	303.0	-9.8	24.5	0.12	MORP
О 682	0.361	0.993	12.0	103.5	285.1	103.5	Июль06	291.4	-12.8	33.6	0.22	MORP
О 793	0.557	0.726	6.7	117.6	274.2	117.6	Июль20	299.8	-11.7	22.1	0.13	MORP
О 670711	0.484	0.850	7.2	108.7	279.9	108.7	Июль12	294.7	-14.2	27.3	0.05	PN
О 690723	0.510	0.750	5.5	120.7	278.3	120.7	Июль23	305.7	-12.6	23.0	0.17	PN
О 740807	0.465	0.670	2.3	104.7	290.7	104.7	Июль06	296.7	-18.5	21.5	0.19	PN
О 200710a	0.464	0.831	8.5	117.8	281.3	117.8	Июль20	303.6	-11.0	26.6	0.16	TN
О 230711	0.499	0.798	7.8	120.5	278.5	120.5	Июль23	304.9	-10.7	25.1	0.16	TN
О 240711	0.546	0.757	7.8	121.4	274.3	121.4	Июль24	303.6	-10.0	23.2	0.14	TN
Т «В»	0.459	0.811	5.3	286.3	102.0	106.3	Июль08	295.1	-27.0	26.1		
О χ Sagds	0.430	0.783	3.9	280.2	108.4	100.2	Июль03	290.7	-26.0	25.6	0.05	S3
О 567	0.601	0.690	6.9	284.7	90.2	104.7	Июль07	287.1	-32.4	20.7	0.25	MORP
Т «С»	0.459	0.811	5.2	310.5	77.8	310.5	Янв31	305.4	-13.7	26.0		
О Capds-Sagds	0.315	0.842	6.8	314.0	60.0	314.0	Февр04	299.5	-15.1	29.6	0.25	S2
О Capds-Sagds	0.414	0.758	6.2	309.8	69.8	309.8	Янв31	299.8	-14.1	25.1	0.14	S3
Т «D»	0.466	0.808	7.5	129.5	258.8	309.5	Янв30	307.9	-27.1	25.9		
О χ Capds	0.355	0.789	6.8	145.1	242.5	325.1	Февр15	314.8	-23.3	26.8	0.12	S2

Как видно из табл. 2, предсказанной северной ветви ночного потока соответствует наблюдаемый метеорный поток, выделенный Секаниной по результатам радиолокационных наблюдений 1968-69 гг. и названный им σ Каприкорниды с активностью в период 2 июня-29 июля. В каталоге метеорных потоков Дженнисенса [11] этот поток обозначен как SCA под номером 179. Его активность

также подтверждают девять болидов, зарегистрированные болидными сетями Канады, США и Таджикистана. Южная ветвь ночного потока отождествлена с потоком χ Сагиттарида и одним болидом по наблюдениям болидной сети Канады. Северная и южная ветви дневного потока отождествлены, соответственно, с дневными χ Каприкорнидами и Каприкорниды-Сагиттаридами. Все эти наблюдаемые потоки также выделены Секаниной. Удовлетворительное соответствие теоретических и наблюдаемых параметров подтверждают значения D_{S-H} - критерия Саутворта и Хокинса [12], являющегося мерой сходства двух орбит. Считается, что генетическая связь возможна, если $D_{S-H} \leq 0.25$. Близость координат радиантов, скоростей и дат активности также подтверждает существование взаимосвязи.

Движение объекта по кометоподобной орбите и его связь с метеороидным роем, порождающим четыре активных потока, позволяет сделать вывод о кометной природе AC3 2008BO16. Можно утверждать, что астероид 2008BO16 движется внутри метеороидного роя, порождающего вышеуказанные четыре потока. В настоящее время дислокация 2008BO16 приходится на период активности дневного метеорного потока χ Каприкорниды 29 января-28 февраля, когда он и был открыт.

В статье П.Б.Бабаджанова [3] было показано, что AC3 (2101) Адонис связан с тем же самым метеороидным роем, порождающим четыре вышеуказанных метеорных потока. На этой основе сделан вывод о кометной природе Адониса. Кроме того, было установлено, что AC3 1995CS размером 40 м находится внутри метеороидного роя, связанного с Адонисом, и, вероятно, является фрагментом Адониса, или вместе с Адонисом представляет собой остатки более крупного кометного тела. Дата наблюдений AC3 1995CS (февраль 1995 г.) также соответствует периоду активности дневного метеорного потока χ Каприкорнид. Астероид 1995CS включён в список потенциально опасных астероидов [13].

Отметим, что долготы перигелиев орбит AC3 1995CS и 2008BO16 отличаются от долготы перигелия Адониса не более чем на 5° , что свидетельствует о родственной близости этих объектов.

Выводы

Исследование эволюции орбиты AC3 2008BO16 показало, что он является четырёхкратным пересекателем орбиты Земли. Следовательно, теоретически 2008BO16 связан с метеороидным роем, порождающим четыре метеорных потока. Нами вычислены теоретические параметры предсказанных потоков и проведён их поиск в опубликованных каталогах. Результаты показывают, что этим потокам соответствуют наблюдаемые ночные σ Каприкорниды и χ Сагиттарида, а также дневные χ Каприкорниды и Каприкорниды-Сагиттарида. Исследование AC3 (2101) Адонис и 1995CS показало, что эти объекты связаны с этим же метеороидным роем и являются угасшими ядрами комет. Таким образом, можно заключить, что 2008BO16 является либо 120-метровым осколком Адониса, либо все три тела (Адонис, 1995CS и 2008BO16) являются фрагментами более крупного кометного тела, разрушившегося несколько десятков тысяч лет назад. Можно ожидать существование таких же фрагментов этого семейства среди ежегодно открываемых многочисленных новых астероидов.

Поступило 28.09.2012 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://newton.dm.unipi.it/neodys/neodys.cat>.

2. Bowell E., Lumme K. – in Asteroids (ed. T.Gehrels), 1982, Univ. Ariz. Press, Tucson, pp. 132-169.
3. Babadzhanov P.B. – Astron. and Astrophys., 2003, v. 397, p. 319-323.
4. Babadzhanov P.B., Obrubov Yu.V. – Cel. Mech. and Dyn. Astron., 1992, v. 54, №1-3, p. 111-127.
5. Бабаджанов П.Б., Кохирова Г.И. – ДАН РТ, 2009, т. 52, № 3, с.192-199.
6. Горячев Н.Н. – Метод Альфана для вычисления вековых возмущений планет и его применение. - Томск: Красное Знамя, 1037, 115 с.
7. Sekanina Z. – Icarus, 1973, v. 18, pp. 253-284.
8. Sekanina Z. – Icarus, 1976, v. 27, pp. 265-321.
9. Halliday I., Griffin A.A., Blackwell A.T. – Meteoritics and Planetary Science, 1996, v. 31, pp. 185-217.
10. Мак-Кроски Р.Е., Шао С.И., Позен А. – Метеоритика, 1978, № 37, с. 44-68.
11. Jenniskens P. – Meteor showers and their parent comets. – New-York: Cambridge Univ. Press, 2006, 790 p.
12. Southworth R.B., Hawkins G.S. – Smith. Contrib. Astrophys., 1963, v. 7, pp. 261-285.
13. <http://neo.jpl.nasa.gov>

П.Б.Бобочонов, Г.И.Кохирова

СЕЛҲОИ МЕТЕОРИИ АСТЕРОИДИ 2008ВО16

Институту астрофизикаи Академияи илмҳои Ҷумҳурии Тоҷикистон

Дар натиҷаи тадқиқоти таҳаввули мадори астероиди назди Заминии (АНЗ) 2008ВО16 нишон дода шуд, ки тудайи метеороидӣ бо ин объект бо таври назариявӣ алоқаманд, чор сели метеорӣ ба вучуд меорад. Аз руи мушоҳидаҳои мавҷудбуда ин селҳои назариявӣ бо селҳои мушоҳидашавандаи ғайбӣ σ Каприкорнидҳо ва χ Сагиттаридҳои шабона, ва χ Каприкорнидҳо ва Каприкорнид-Сагиттаридҳои рӯзона айният карда шудаанд. Дар бораи табиати кометавии АНЗ 2008ВО16 ва алоқаи он бо АНЗ (2101) Адонис ва 1995CS хулоса бароварда шудааст.

Калимаҳои калидӣ: мадор – таҳаввул - астероид – сели метеорӣ – болид.

P.B.Babadzhanov, G.I.Kokhirova

METEOR SHOWERS OF THE ASTEROID 2008BO16

Institute of Astrophysics, Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan

As a result of investigation of the orbital evolution of the near-Earth asteroid (NEA) 2008BO16 it was shown that theoretically associated with it meteoroid stream is producing four meteor showers. Within the existing observations these theoretical showers are identified with the observable nighttime σ Capricornids and χ Sagittarids, and daytime χ Capricornids and Capricornids-Sagittarids. The conclusion was made about cometary nature of the NEA 2008BO16 and its association with the NEAs (2101) Adonis and 1995CS.

Key words: orbit – evolution – asteroid – meteor shower – fireball.