

INTERSTELLAR METEOROIDS WITH ALMOST HYPERBOLIC ORBITS МЕЖЗВЕЗДНЫЕ МЕТЕОРОИДЫ С ПОЧТИ ПАРАБОЛИЧЕСКИМИ ОРБИТАМИ

A. K. Markina, L. Ya. Skoblikova

Odessa Astronomical Observatory, Odessa National University
T.G.Shevchenko Park, Odessa 65014 Ukraine, *astro@paco.odessa.ua*

ABSTRACT. Opportunities for detecting interstellar meteoroids with implicit hyperbolic orbits are explored. It is indicated that the idea of their interstellar origin is based on the distribution of hyperbolic orbits of meteoric particles according to elongation of interstellar radiant from solar apex with a due account of conformity in conditions for their close approach to the Earth.

Key words: Meteoroids: hyperbolic orbit: excess.

В многочисленных, опубликованных в XX веке каталогах метеорных орбит, полученных методами фотографических, телевизионных и радиолокационных наблюдений, содержится более 5–10% гиперболических метеорных орбит, то есть, орбит метеоров, имеющих неперiodическое движение. Дискуссия об этом явлении показала, что его причинами могут быть низкая точность измерения скоростей метеоров из-за систематических и случайных погрешностей наблюдений.

Возможно, это явление объяснить процессами, происходящими внутри Солнечной системы: дроблением ядер комет, миникомет, астероидов и гравитационными возмущениями, в результате чего эллиптическая метеорная орбита преобразовывается в гиперболическую внутри Солнечной системы. Была высказана также гипотеза о проникновении в атмосферу Земли частиц межзвездной пыли.

Последнюю гипотезу, о межзвездной природе метеорных частиц, имеющих гиперболические орбиты с большими эксцентриситетами, поддерживал С.К. Всехсвятский (Всехсвятский, 1978). Он считал, что "гиперболические" метеоры возникают в результате эруптивных процессов в нашей Галактике.

Проблеме гиперболических метеорных орбит посвящен ряд публикаций (Симакина, 1968; Stohl,

1970; Кащеев и др., 1982; Кащеев, Коломиец, 1984). Ожидаемые распределения элементов орбит межзвездных частиц в Солнечной системе исследовались в работах (Крамер, 1954; Zook, 1975; Белькович, Потапов, 1985). Актуальность данной проблемы не уменьшилась и в настоящее время, так как доказательство существования межзвездных метеорных частиц может изменить взгляды на происхождение и эволюцию метеорной материи.

В наших работах показано (Крамер, Маркина и Скобликова 1998), что реально существуют метеороиды, гелиоцентрическая скорость которых на 5–10 км/с и более превышает параболическую на гелиоцентрическом расстоянии $r = 1$ а.е. (эксцесс $E_h > 5-10$ км/с) и, что они не могли образоваться в результате процессов, происходящих внутри Солнечной системы, а проникли в атмосферу Земли из межзвездного пространства. Их количество составляет около 10–20% от гиперболических метеорных орбит.

Предполагается, что и среди неявно выраженных гиперболических орбит метеорных частиц (эксцесс $E_h < 2$ км/с) есть истинные орбиты межзвездных метеороидов. Трудность состоит в их выделении из гиперболических орбит, определенных ошибочно и орбит метеорных частиц, получивших гиперболическую скорость внутри Солнечной системы.

С этой целью исследовались наблюдаемые распределения неявно выраженных гиперболических орбит спорадических метеорных частиц из каталогов McCrosky & Posen (1961), Betlem & de Liqnie (2007), Shiqeno (2007) и соответствующие нормированные распределения, вычисленные согласно полной вероятности столкновения межзвездной метеорной частицы с Землей, по их элементам и вычисленным параметрам, определяющим движение частицы в межзвездном пространстве, а также условия

сближения их с Землей (McCrosky & Posen 1961, Betlem & de Liqnie 2007, Shiqeno 2007, Крамер, Шестака и Маркина 1986).

В результате, в нормированных распределениях исследуемых метеорных орбит по перигелийному расстоянию q , наклонению орбиты i , эксцентриситету e , по угловым орбитальным элементам, а также по эклиптическим широте и долготе перигелия орбит, выявлены особенности, характерные для частиц межзвездного происхождения (Крамер, Маркина и Скобликова 1998, Белькович и Потапов 1985, Ткачук и Коломиец 1985, Кащеев и Коломиец 1984).

Учет статистического веса каждого наблюдения неявно выраженного «гиперболического» метеора уменьшает количество орбит с эксцентриситетом, приближающимся к единице. При этом максимум распределения исследуемых метеорных орбит приходится на эксцентриситет равный 1.00–1.02. Следует также отметить, что исследуемые метеоры и метеоры с явно выраженными гиперболическими орбитами ($E_h > 10$ км/с) показывают резко отличающиеся распределения от спорадических метеоров, находящихся на явно выраженных эллиптических орбитах, взятых из каталога (Betlem de Liqnie 2007).

В нормированном распределении исследуемых орбит по межзвездной скорости метеорных частиц максимум распределения сдвинут по отношению к наблюдаемому в сторону уменьшения их значений, то есть увеличению равномерности их распределения и, следовательно, достоверности полученных результатов. Это подтверждается распределением этих орбит по углу между асимптотой гиперболы и осью абсцисс – с учетом статистического веса каждого наблюдения оно имеет более равномерный ход.

Показано, что основанием для предположения о межзвездном происхождении метеорных частиц с неявно выраженными гиперболическими орбитами является их распределение по элонгации межзвездного радианта от апекса Солнца с учетом вероятности столкновения межзвездной метеорной частицы с Землей. Оно наиболее реально отражает точность определения этих орбит.

Исследование условий встречи метеорных частиц с Землей показало, что частицы с $E_h > 5$ км/с и $E_h > 10$ км/с значительно реже, чем исследуемые, пересекают плоскость эклиптики, то есть такое событие менее вероятно. Большинство исследуемых метеорных частиц, так же как и частицы с явно выраженными гиперболическими орбитами, встречаются с Землей в нисходящем узле до прохождения перигелия своей орбиты (Крамер и Смирнов 1999).

Частицы с орбитами обоих типов разделяются на две группы: первая группа представляет

собой метеорные частицы, встречающиеся с Землей вблизи нисходящего узла до прохождения перигелия своей орбиты с элонгацией межзвездного радианта от апекса Солнца, что является основанием для предположения, что эти метеороиды имеют межзвездное происхождение; вторая группа метеоров пересекает орбиту Земли в восходящем узле до прохождения перигелия своей орбиты и имеет элонгацию межзвездного радианта от апекса Солнца. Можно предположить, что эти метеороиды, имеющие гиперболические орбиты, образованы внутри Солнечной системы.

Таким образом, метеорные частицы проникают в атмосферу Земли из межзвездного пространства не только по явно выраженным гиперболическим орбитам, но и по почти параболическим ($E_h < 2$ км/с). Их наблюдается тем больше, чем выше точность наблюдений.

Литература

- Белькович О.И., Потапов И.Н.: 1985, *Астрон. вестн.*, **19**, № 3, 206.
- Всехсвятский С.К.: 1978, *Проблемы косм. физики*, № 13, 141.
- Zook H.A.: 1975, *Planet. Space Sci.*, **23**, № 10, 1391.
- Кащеев Б.Л., Ткачук А.А., Коломиец С.В.: 1982, *Проблемы косм. физики*, № 17, 3.
- Кащеев Б.Л., Коломиец С.В.: 1984, М., *Метеорные исследования*, № 11, 81.
- Крамер Е.Н.: 1954, *Труды Сталинабадской астроном. обсерватории*, № 20.
- Крамер Е.Н., Маркина А.К., Скобликова Л.Я.: 1998, *Астрон. вестн.*, **32**, № 3, 277.
- Крамер Е.Н., Шестака И.С., Маркина А.К.: 1986, Каталог МЦДБ. М., ВИНТИ. 185 с.
- Крамер Е.Н., Смирнов В.А.: 1999, *Астрон. Вестн.*, **33**, № 1, 85.
- Симакина Е.Г.: 1968, *Астрон. вестн.*, № 3, 153.
- Ткачук А.А., Коломиец С.В.: 1985 М., *Метеорные исследования*, № 10, 67.
- Betlem H, de Liqnie M.: 2007, DMS. <ftp://ftp.strw.leidenuniv.nl/pub/betlem/orbits>
- McCrosky R.E., Posen A.: 1961, *Smithsonian Contrib. Astrophys.*, **4**, N2, 15
- Shiqeno Y.: 2007, MSSWG. <http://www.imo.net/files/data/msswg>
- Stohl J.: 1970, *Bull. Astron. Inst. Czechoslovakia*, **21**, № 1, 10.