

Б. Л. КАЩЕЕВ, Б. С. ДУДНИК, Н. В. НОВОСЕЛОВА, А. А. ТКАЧУК

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЛАБЫХ МЕТЕОРОВ РАДИОМЕТОДОМ

(Представлено академиком В. Г. Фесенковым 2 VII 1970)

В течение МГГ и МГС проводились исследования метеоров различными методами — от самых ярких до $+7^m$.

В 1965—1967 гг. в Харькове разработан и создан уникальный комплекс радиоэлектронной аппаратуры, позволяющий наблюдать метеоры до $+14^m$ (¹, ²). Он состоит из ряда систем и устройств: синхргенератор, мощный многокаскадный передатчик, высоконаправленные передающая и приемная антенны, радиоприемники основного и вынесенных пунктов, ретрансляторы и приемники ретранслированных сигналов с антенно-фидерными устройствами для трех радиолиний «вынесенный пункт — основной пункт», многоканальная аппаратура защиты от помех и управления и автоматический многоканальный фоторегистратор.

Комплекс рассчитан на работу в диапазоне частот 22—23 Мгц и позволяет измерять численность метеоров, скорости и радианты индивидуальных метеоров. Большая импульсная мощность излучения (1,0 Мвт) и высокий коэффициент направленного действия антенн (250) позволяют получить выигрыш в мощности отраженного сигнала более чем в 10^3 раз по сравнению с аппаратурой, применявшейся в 1957—1962 гг. (³). Минимальная регистрируемая линейная плотность метеорного следа, являющаяся характеристикой чувствительности комплекса, составляет $1,5 \cdot 10^{11}$ эл/м.

При определении скоростей метеоров используется импульсно-дифракционный метод, при этом учитывается влияние диффузии для каждого метеора. Коэффициент диффузии оценивается по амплитудному спаду дифракционной кривой. Ошибка определения скорости метеора порядка 1,2 км/сек. Ошибки в координатах радианта зависят от длин баз, их взаимного расположения, а также положения радианта относительно пунктов наблюдения (⁴). Ошибка в зенитном угле составляет 5° , а в азимуте 3° при частоте повторения 300 сек^{-1} для радиантов, находящихся в оптимальных условиях — против осевой линии антенны. Ошибка сдвигов при расчете принята равной 0,5 импульса.

По измерению Геминид в 1968 году выполнена оценка реальных ошибок в скорости и координатах радианта: $\sigma V = 2,19 \text{ км/сек}$, $\sigma \alpha = 3^\circ,6$; $\sigma \delta = 2^\circ,6$. Реальная ошибка в скорости почти в 2 раза выше теоретической. Это объясняется тем, что вводимый при расчете скорости коэффициент диффузии известен очень грубо и не может быть определен точнее по спаду из-за влияния положения зеркальной точки на форму ионизационной кривой. Реальные ошибки в координатах радианта несколько меньше теоретических, по-видимому, из-за лучшей реальной точности определения сдвигов.

По измерениям 1968 г. получены следующие координаты радианта потока Геминид:

$$\alpha = 113^\circ,31 \pm 0^\circ,35; \quad \delta = 33^\circ,30 \pm 0^\circ,26; \quad V_\infty = 36,51 \pm 0,21 \text{ км/сек.}$$

На рис. 1 построены распределения по некоторым параметрам орбиты для 12 000 метеоров, зарегистрированных в январе — мае 1968 г. Можно отметить некоторое уменьшение размеров орбит по сравнению с размерами орбит более крупных частиц, а также уменьшение наклонов орбит к плоскости эклиптики для мелких метеорных тел.

Одновременно с радиантом имеется возможность определить высоту отражающей точки метеора, так как из-за узкой диаграммы направлен-

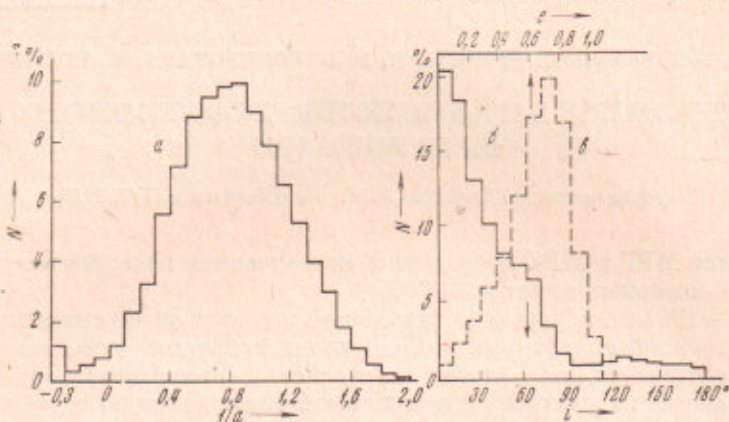


Рис. 1. Распределение метеоров по параметрам орбиты: а — большая полуось a ; б — наклон к плоскости эклиптики i ; в — эксцентриситет e

ности антенны можно считать, что азимут отражающей точки a известен и равен азимуту средней линии главного лепестка антенны $A_{ант}$ с ошибкой $\pm 2,5^\circ$. Теоретические оценки, а также измерения с помощью угломера показали, что примерно 90% метеоров регистрируются в главном лепестке антенны. Угол возвышения φ , необходимый для определения высоты при

известной дальности, можно вычислить из условия зеркальности, связывающего координаты радианта A и z с координатами отражающей точки a и φ . Примерно для 90% метеоров принятая методика позволяла определить высоту. Относительная ошибка определения высоты зависит от координат радианта и в лучшем случае, для $A = A_{ант} + 180^\circ$ и $z = 45^\circ$, составляет 0,1 h .

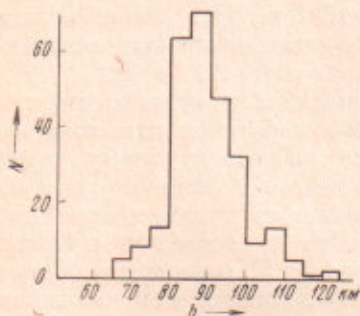


Рис. 2. Распределение высот метеоров

тверждает результаты, полученные для метеоров до $+10^m$ (⁵) и плохо согласуется с теорией движения компактного однородного метеорного тела в свободном молекулярном потоке.

Измерения численности метеоров, проведенные на протяжении 1968—1969 гг., показали заметное изменение численности от суток к суткам. Это изменение вызвано в основном флуктуацией падающего потока метеоров, составляющей в среднем 30%. Характер ежемесячных средних суточных кривых численности метеоров такой же, как и по наблюдениям 1957—1960 гг. (⁶): хорошо наблюдаются максимумы численности метеоров в моменты видимости антисолнечной и апексной областей. По наблюдениям 1968—1969 гг. эти максимумы четче отделяются друг от друга, чем по наблюдениям 1957—1960 гг., что вызвано различием антенн, применяв-

шихся в разные годы. В мае большого уровня достигает третий максимум численности метеоров в 12—14 час., вызванный дневными радиантами, концентрирующимися вблизи Солнца. Относительный уровень этого максимума падает при увеличении чувствительности, т. е. при переходе к более мелким частицам. В июне дневной максимум не наблюдается, что не согласуется с прежними наблюдениями: для метеоров до $+7^m$ он был преобладающим и повышал численность метеоров в мае—июне почти до осенней.

Годичный ход численности метеоров до $+14^m$ более плавный: нет резкого минимума численности в зимние месяцы, обычная численность наблюдается летом, и только осенью, в августе—сентябре, она заметно увеличивается. Изучая изменение численности мелких метеоров, можно отметить, что в целом встречаемый Землей рой метеорных тел с массой до 10^{-5} — 10^{-6} Г. становится более однородным, в нем нет крупных потоков, нарушающих ход численности в несколько раз, известные потоки не проявляются совсем. Наблюдаемая картина в большей мере определяется условиями встречи с Землей и положением апекса относительно горизонта. Более подробно структура совокупного роя метеорных тел с массой до 10^{-5} — 10^{-6} Г. может быть изучена при анализе орбит индивидуальных метеоров.

Регистрация амплитуд метеоров на нескольких уровнях чувствительности аппаратуры позволяет определить параметр s в распределении метеорных тел по массе. Распределение амплитуд ненасыщенных метеоров, если его выражать в логарифмическом масштабе, подчиняется линейному закону с тангенсом наклона k :

по Кайзеру (⁷) $k = s - 1$;

по О. И. Бельковичу (⁸) $k = (s - 1) / \left[1 + 0,23 \left(\frac{2\pi}{\lambda} r_0 \right)^{1,8} \right]$.

Рассчитаны значения параметра k для разных месяцев и времени суток. Изменение k в течение суток больше, чем в течение года, и, по-видимому, вызвано изменением средней высоты метеоров, а не колебаниями параметра s . По нашим измерениям среднее значение $k = 1,1$, т. е. $s = 2,1$, причем расчеты по обеим формулам практически совпадают, так как влияние начального радиуса на высоте 90 км, по имеющимся сведениям, незначительно.

Харьковский политехнический институт
им. В. И. Ленина

Поступило
2 VII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Б. Г. Бондарь, В. С. Дудник, А. А. Ткачук, Вести Харьковск. политехнич. инст., № 22 (70), Радиотехника, в. 1, 38 (1967). ² Ю. И. Волощук, В. А. Нечитайленко, Там же, № 22 (70), в. 1, 23 (1967). ³ Б. Л. Кашеев, В. С. Дудник и др., В сборн. Метеоры, № 1, 3, Харьков, 1960. ⁴ Б. Л. Кашеев, И. А. Делов и др., Вести Харьковск. политехнич. инст., № 36 (84); Радиотехника, в. 2, 22 (1969). ⁵ F. Verniani, J. Geophys. Res., 71, № 11, 2749 (1966). ⁶ Б. Л. Кашеев, В. Н. Лебединец, Ю. И. Суворов, В сборн. Метеоры, № 1, 11, Харьков, 1960. ⁷ T. R. Kaiser, Meteors, London, 1955. ⁸ О. И. Белькович, В сборн. Метеорное распространение радиоволн, № 3—4, 90, Киев, 1966, стр. 90.