

УДК 523.61; 523.64

Снеткова Ю.А., Тучин О.А.

**ФИЗИЧЕСКИЕ И ОРБИТАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
КОМЕТЫ C/2011 L4 (PANSTARRS)**

ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», Самара, Земяца 18, 443009

Центр дополнительного образования детей "Искра",

Самара, ул. Ново-Вокзальная 203а, 443084

UDC 523.61; 523.64

Snetkova Ju.A., Tuchin O.A.

**PHYSICAL AND ORBITAL PROPERTIES OF COMET
C/2011 L4 (PANSTARRS)**

Samara Space Centre, Samara, Zemets 18, 443009

Supplementary child education center "Iskra",

Samara, Novo-Vokzal'naya 203a, 443084

В данной работе исследованы физические и орбитальные характеристики ярчайшей кометы 2013 года C/2011 L4 (PANSTARRS). Построена ее орбита с учетом области сублимации. Определены массовые потери ядра кометы.

Ключевые слова: ядро кометы, орбита кометы, сублимация

In the given work we investigated physical and orbital properties of the brightest comet of 2013 year C/2011 L4 (PANSTARRS). Its orbit with area of sublimation is built. Mass losses of cometary nucleus are defined.

Keywords: comet nucleus, comet orbit, sublimation of nucleus

1. Введение

Комета C/2011 L4 (PANSTARRS) открыта Ричардом Вейнскотом в ночь с 5 на 6 июня 2011 года с помощью 1.8-метрового телескопа Pan-STARRS 1 (the Panoramic Survey Telescope & Rapid Response System), расположенного рядом с вершиной Халеакала на острове Мауи (Гавайи). На момент открытия имела

19.4 звездную величину. Максимальная яркость будет достигнута 10 марта 2013 года, когда комета будет проходить перигелий. В это время ее блеск составит 0.6^m [1], при этом хвост кометы растянется на $10-20^\circ$. По этой причине является одной из самых ярких комет 2013 года, видимых невооруженным глазом. Перигелийное расстояние составит всего 0.3 а.е. В этот период (8-20 марта) комета будет расположена низко над горизонтом и будет доступна для наблюдений в течение часа после захода Солнца.

5-6 марта 2013 года комета PANSTARRS находилась на ближайшем расстоянии от Земли, равном 1.097 а.е. (рис. 1).



Рис. 1. Фото кометы C/2011 L4 13 марта 2013 года (сделано О.А. Тучиным с помощью фотоаппарата Canon)

2. Физические характеристики ядра кометы

Для определения физических характеристик кометных ядер сформулирована модель. В работе [2] подробно представлены основные

положения разработанной нами многокомпонентной модели сферического ядра кометы, с помощью которой можно легко определять основные физические параметры (радиус, массовую плотность и массу) ядер комет.

2.1. Радиус ядра кометы C/2011 L4

Радиус ядра кометы R_N вычисляется по формуле [2]:

$$R_N = a_0 \sqrt{\frac{10^{-0.4(m_{hel} - m_{sun})}}{A_G}}, \quad (1)$$

где $a_0 = 1$ а.е., m_{sun} – видимый блеск Солнца, m_{hel} и A_G – гелиоцентрический блеск и геометрическое альbedo ядра кометы соответственно.

Согласно [3], гелиоцентрический блеск ядра кометы (или абсолютная звездная величина ядра) $m_{hel} = 8.4^m$, а геометрическое альbedo ядра A_G положим равным 0.04 (как это обычно делается для всех комет).

Таким образом, радиус ядра кометы PANSTARRS в фильтре R составляет 56 км.

2.2. Массовая плотность ядра кометы

Для определения средней массовой плотности ядра кометы и области ее допустимых значений нами разработан алгоритм, построенный с использованием основных положений многокомпонентной модели кометного ядра [2].

Из этого алгоритма следует, что существует зависимость средней массовой плотности ядра от сферического (бондовского) альbedo ядра. В данной работе мы используем условие равенства геометрического и сферического альbedo по аналогии с работами других авторов.

Итак, при $A_G = 0.04$ получаем следующее значение средней массовой плотности ядра и область ее допустимых значений:

$$\rho_N = 688 \pm_{66}^{79} \text{ (кг/м}^3\text{)}.$$

2.3. Масса ядра кометы PANSTARRS

Для расчета массы кометного ядра воспользуемся положением модели, согласно которому ядро кометы представляется однородным шаром с гладкой

поверхностью с эффективным радиусом R_N и массовой плотностью ρ_N . Именно массу такого ядра будем называть *эффективной*. Следовательно, мы можем выразить массу шара M_N через данные характеристики:

$$M_N = \frac{4\pi}{3} \rho_N R_N^3. \quad (2)$$

Для расчета массы ядра кометы PANSTARRS использованы полученные нами результаты для радиуса и массовой плотности ядра. В итоге $M_N = 5 \cdot 10^{17}$ (кг).

3. Орбитальные характеристики кометы

Комета C/2011 L4 имеет гиперболическую орбиту, а значит, никогда больше не вернется в Солнечную систему. Эксцентриситет ее орбиты $e = 1.0001$. Наклонение орбиты составляет 84.2° [3].

В таблице 1 представлены эфемериды кометы на момент прохождения перигелия [1]. На рисунке 2 показана плоскость орбиты кометы с учетом зоны сублимации.

Таблица 1

Эфемериды кометы C/2011 L4

Дата	Δ , (а.е.)	r , (а.е.)	Элонгация	Фазовый угол	Видимая зв. величина
10.03.2013	1.109	0.302	15.2°	59.9°	0.6^m

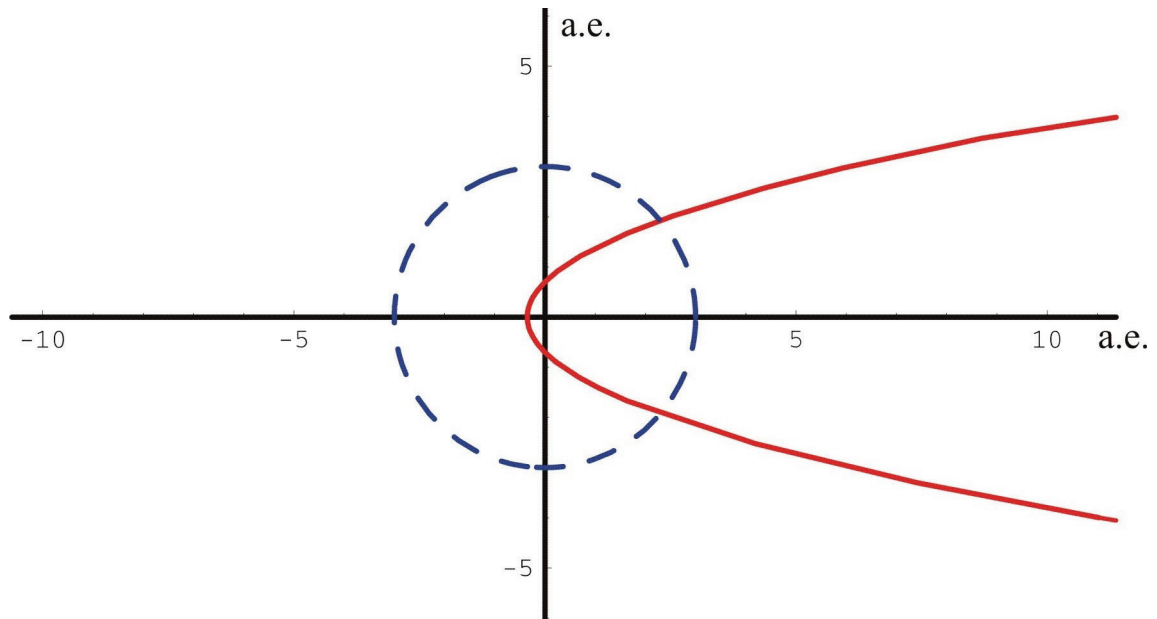


Рис. 2. Плоскость орбиты кометы C/2011 L4

На рисунке 3 показано расположение орбиты кометы по отношению к плоскости эклиптики [3].

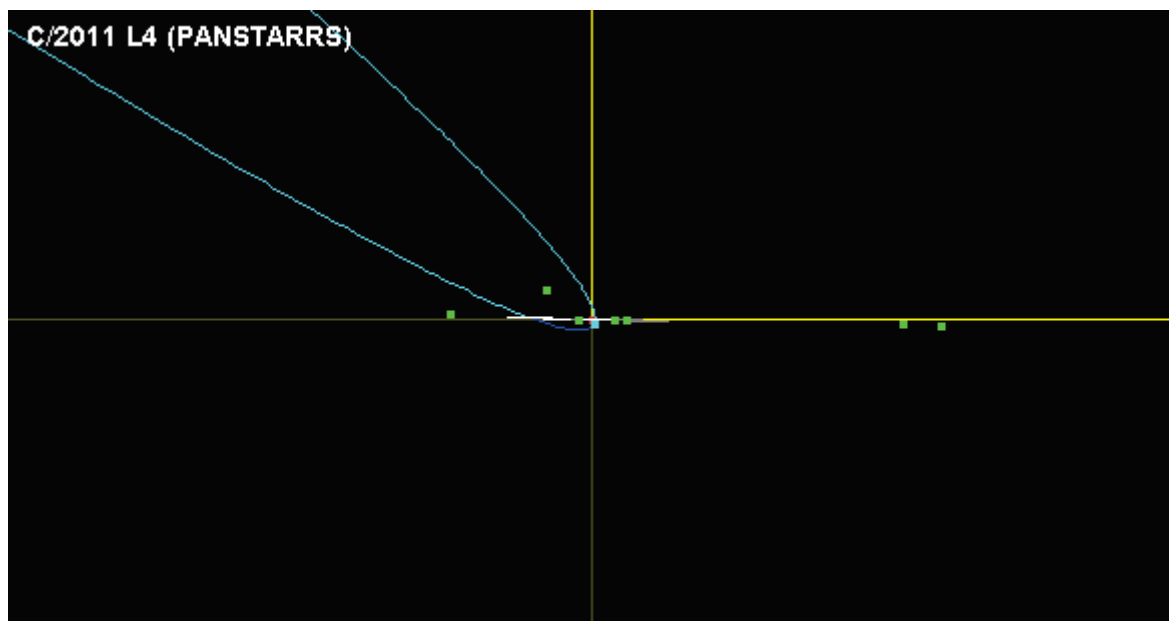


Рис. 3. Орбита кометы C/2011 L4

4. Массовые потери кометы C/2011 L4 (PANSTARRS)

Для того чтобы определить массовые потери ядра кометы, необходимо вычислить *эффективное время* f , в течение которого происходит процесс сублимации ядра кометы. Вещество ядра кометы начинает сублимировать только на определенном расстоянии от Солнца. Таким образом, существует так называемая *сфера сублимации ядра кометы*, радиус которой принимается

равным $r_m = 3$ а.е. [4]. На гелиоцентрических расстояниях $r > r_m$ процессом сублимации водяного льда – доминирующего вещества в ядре кометы – можно пренебречь. Большую же часть своего времени комета проводит вне сферы сублимации и представляет собой голое ядро без комы и хвоста.

Эффективное время сублимации определяется следующим выражением [4]:

$$f = \frac{v_m}{\pi \sqrt{p}} \text{ лет} = 1.01 \cdot 10^7 \frac{v_m}{\sqrt{p}} \text{ сек}, \quad (3)$$

где p – фокальный параметр орбиты кометы.

Массовые потери ядра кометы за один период:

$$\frac{\Delta M_N}{M_N} = \frac{3fF}{4nH\rho_N R_N}, \quad (4)$$

где $H=1882.8$ кДж/кг – удельная теплота сублимации водяного льда, $F=1367$ Вт/м² – солнечная постоянная, $\frac{1}{n}=0.1$ – доля поглощенной энергии, затрачиваемой на сублимацию льдов.

В таблице 2 представлены численные значения эффективного времени сублимации ядра кометы и ее массовые потери во время ее нахождения в области сублимации.

Таблица 2

Массовые потери ядра кометы

$f,$ $\times 10^7$ (сек)	$\frac{\Delta M_N}{M_N}$	$\Delta M_N,$ $\times 10^{13}$ (кг)
2.947	0.000042	2.083

5. Заключение

В данной работе:

1. Определены эффективный радиус, средняя массовая плотность и масса

ядра кометы PANSTARRS.

2. Исследована орбита комета. Показано, что она является незамкнутой, и комета, скорее всего, навсегда покинула Солнечную систему.

3. Определены массовые потери ядра кометы при прохождении ею зоны сублимации.

Литература:

1. <http://www.csc.eps.harvard.edu/2011L4/index.html>

2. Снеткова Ю.А. Новые оценки радиуса, массовой плотности и массы ядер некоторых короткопериодических комет // <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/physics-and-mathematics/physics-and-astronomy-mechanics/1789-snetkova-vj>

3. JPL Small-Body Database Browser // <http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi>

4. Whipple F.L. A Comet Model. II. Physical Relations for Comets and Meteors // *Ap. J.* 1951. V. 113. P. 464-474.

References:

1. <http://www.csc.eps.harvard.edu/2011L4/index.html>

2. <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/physics-and-mathematics/physics-and-astronomy-mechanics/1789-snetkova-vj>

3. JPL Small-Body Database Browser // <http://ssd.jpl.nasa.gov/sbdb.cgi>

4. Whipple F.L. A Comet Model. II. Physical Relations for Comets and Meteors // *Ap. J.* 1951. V. 113. P. 464-474.