

## КЛАССИФИКАЦИЯ СПУТНИКОВЫХ БОЛИДОВ

О. П. Попова\*, Д. О. Глазачев

*Институт динамики геосфер имени академика М. А. Садовского Российской академии наук, Москва, Россия*

*\*E-mail: olga@idg.ras.ru*

---

Популяция и физические характеристики околоземных объектов (NEO) размером в метры – десятки метров известны плохо. Тела таких размеров относятся к нижней границе обнаружения программами телескопического отслеживания NEO и не так часто попадают в атмосферу Земли как тела меньшего размера. Для таких тел имеются единичные оценки плотности вещества, для них плохо изучена внутренняя структура, известно только небольшое количество орбит. Наблюдения болидов при входе таких объектов в атмосферу дают возможность получить представление об их внутренней структуре и определить орбиту.

Недавно опубликованные данные кривых блеска болидов, зарегистрированных спутниковой системой USG (SN болиды), представляют собой уникальный материал, позволяющий получить представление о свойствах метровых и дециметровых тел. Кроме кривых блеска (для 818 болидов), имеется информация об излученной энергии, о примерных координатах события, оценка кинетической энергии болида. Примерно в половине случаев известна высота максимальной яркости болида, и для трети событий имеется оценка скорости входа, позволяющая также оценить угол и азимут входа.

Для классификации болидов было предложено несколько критериев, опирающихся на вариации интенсивности излучения и длительности вспышек, позволивших разделить кривые блеска на три основных типа: имеющие один максимум, растянутые кривые блеска и кривые блеска, соответствующие дискретному типу фрагментации. Классификация была применена к событиям, для которых известна скорость входа. На данный момент, кривые блеска с одним основным разрушением включают 87 кривых блеска (30%), дискретная фрагментация объединяет 128 кривых блеска (44%), а оставшиеся 77 кривых представляют собой растянутую фрагментацию (26%).

Кривые блеска дают возможность приблизительно оценить прочность метеороидов в момент наибольшей яркости для SN болидов. Наименьший разброс в прочности наблюдается у SN болидов, отнесенных к категории с одним главным максимумом, подавляющее большинство этих метеороидов имеет прочность в диапазоне 0.5–10 МПа. Наибольший разброс в прочностях демонстрируют болиды, отнесенные к категории дискретной фрагментации, их прочность варьируется в широких пределах, но и для этой категории более 80% болидов имеют оценку прочности в диапазоне 0.5–15 МПа.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ (тема № 125012200624-5).*

## CLASSIFICATION OF SATELLITE BOLIDES

O. P. Popova\*, D. O. Glazachev

*Sadovsky Institute of Geospheres Dynamics of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

*\* E-mail: olga@idg.ras.ru*

The population and physical characteristics of near-Earth objects (NEOs) ranging in size from meters to tens of meters are poorly understood. Objects of this size are at the lower detection limit of NEO telescopic monitoring programs and do not enter Earth's atmosphere as frequently as smaller objects. For such objects, there are only isolated estimates of material density; their internal structure is poorly understood, and only a small number of orbits are known. Observations of fireballs when such objects enter the atmosphere provide an opportunity to gain insight into their internal structure and determine their orbit.

Recently published data on the light curves of fireballs recorded by the USG satellite system (SN Fireballs) provide unique insight into the properties of meter- and decameter-sized bodies. In addition to the light curves (for 818 fireballs), information on the emitted energy, approximate event coordinates, and an estimate of the fireball's kinetic energy are available. In approximately half of the cases, the altitude of maximum fireball brightness is known, and for a third of the events, an estimate of the entry velocity is available, allowing one to also estimate the angle and azimuth of entry.

Several criteria have been proposed for classifying fireballs, based on variations in emission intensity and outburst duration. These criteria allow light curves to be divided into three main types: those with a single maximum, extended light curves, and light curves corresponding to discrete fragmentation. The classification was applied to events for which the entry velocity is known. Currently, light curves with a single primary fragmentation include 87 light curves (30%), discrete fragmentation comprises 128 light curves (44%), and the remaining 77 curves represent extended fragmentation (26%).

Light curves provide a rough estimate of the strength of meteoroids at their brightest moments for SN bolides. The smallest variation in strength is observed for SN bolides classified as having a single primary maximum; the vast majority of these meteoroids have strengths in the range of 0.5–10 MPa. The greatest variation in strength is demonstrated by bolides classified as having discrete fragmentation; their strength varies widely, but even in this category, more than 80% of bolides have strength estimates in the range of 0.5–15 MPa.