

УДК 523.44

К ВОПРОСУ О ТЕРМИНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ АСТЕРОИДНОЙ ОПАСНОСТИ¹*Галушина Т. Ю.²*

THE PROBLEM OF TERMINOLOGY IN THE FIELD OF ASTEROID HAZARD

Galushina T. Yu.

The paper briefly describes the modern terminology in the field of asteroid danger. The problem of the correctness of some terms is discussed. The examples of possible improvement are given.

Keywords: near-Earth asteroid, potentially hazardous asteroid, asteroid hazard.

Введение

Падение метеорита в окрестности Челябинска 15 февраля этого года [1, 2] стало дополнительным свидетельством актуальности проблемы астероидно-кометной опасности [3, 4]. Следует отметить, что осознание человечеством реальности астероидной угрозы произошло относительно недавно — не более 30 лет назад. За это время накоплен значительный опыт в исследовании движения опасных для Земли астероидов, предсказании последствий столкновения и возможных путей его предотвращения.

Однако, к сожалению, в данной молодой и быстро развивающейся области науки существует ряд проблем, одна из которых на наш взгляд связана с терминологией. Некоторые широко используемые понятия не имеют точного определения (например, астероид), в то время как определения других не точно отражают суть рассматриваемых явлений (в частности, потенциально опасный астероид). Кроме того, между учеными имеют место разногласия по некоторым вопросам, например, в русскоязычной литературе разными авторами для обозначения одних и тех же объектов используются термины «астероид, сближающийся с Землей» и «околоземный астероид».

Целью данной работы является привлечение внимания ученых и научной общественности к указанной проблеме, обсуждение используемых в области астероидно-кометной опасности терминов, выдвижение предложений по уточнению некоторых из них.

1. Астероиды, сближающиеся с Землей

Логично начать с термина «астероид», четкого определения которому до сих пор нет. Большинство источников сходятся в том, что астероиды — это каменные тела, движущиеся по гелиоцентрическим орбитам [5]. Однако относительно границ размеров есть некоторые разногласия. Верхняя граница логично задается определением карликовой планеты, с нижней же возникают проблемы — в разных источниках приводятся цифры от 10 до 100 м. Кроме того, есть примеры астероидов меньших размеров, например 2008 TC₃, упавший в суданской пустыне [6].

По-видимому, одной из причин таких разногласий являются трудности с определением размеров астероидов на основе наблюдений. Можно предложить как минимум два возможных варианта разрешения противоречия: 1) ввести в определение астероида вместо размера абсолютную звездную величину,

¹Работа выполнена при финансовой поддержке Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы (Соглашение 8343) и Российского фонда фундаментальных исследований (11-02-00918-а).

²Галушина Татьяна Юрьевна, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Научно-исследовательского института прикладной математики и механики Национального исследовательского Томского государственного университета; e-mail: volna@sibmail.com.

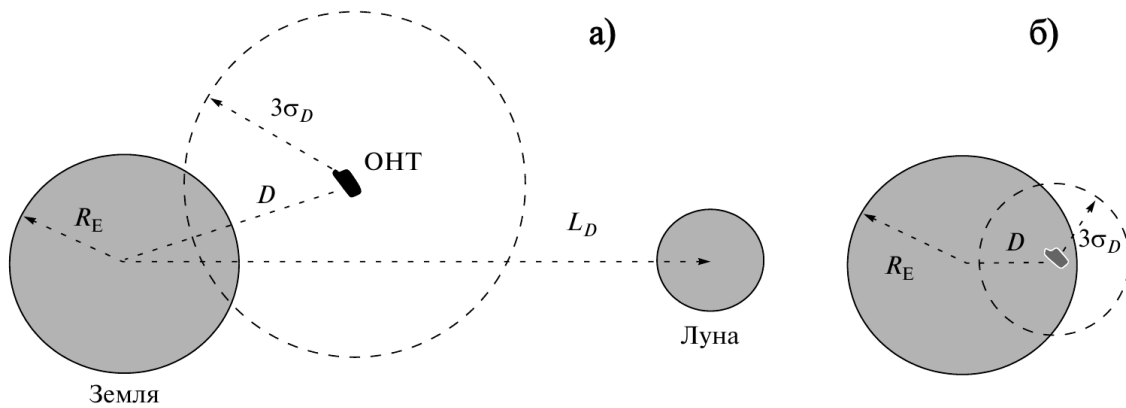


Рис. 1. К определению угрожающего (а) и столкновительного (б) небесного тела

которая определяется с меньшей погрешностью; 2) не указывать вообще нижнюю границу размеров астероидов, т.е. считать астероидом любое не кометное тело, движущиеся по гелиоцентрической орбите.

Если введение точного определения термина астероид важно в основном для целей популяризации астрономии, то нижеследующие определения представляют и научную ценность. Астероидами, сближающимися с Землей (АСЗ), называют астероиды с перигелийными расстояниями меньшими или равными 1.3 а.е. Следует понимать, что в этом определении фактически опущено слово «потенциально», т.к. многие АСЗ реально не имеют сближений с Землей в обозримом прошлом или будущем. Кроме уже ставшего классическим термина АСЗ в русскоязычной литературе употребляется термин «околоземный астероид» [7], который является дословным переводом английского Near-Earth asteroid. Однако на наш взгляд использование термина «околоземный астероид» не совсем корректно, так как АСЗ находятся около Земли совсем недолго (если вообще находятся).

2. Потенциально опасные астероиды

В свете последних событий особое внимание следует уделить термину «потенциально опасный астероид». Потенциально опасным называют астероид, абсолютная звездная величина которого не превышает 22 и расстояние между орбитой объекта и Земли меньше или равно 0,05 а.е. При среднем значении альбедо около 0,13 астероид с такой звездной величиной будет иметь размер не менее 130 метров. Однако как показывает опыт, тела меньшего размера способны

причинить существенный ущерб. В качестве примера можно привести Аризонский кратер, который был образован падением тела размером порядка 50 м, или Челябинский метеорит [1, 2], число пострадавших от падения которого достигло 1500 чел.

Ярким примером не потенциально опасного астероида является 2012 DA14, тесное сближение которого с Землей произошло через сутки после падения Челябинского метеорита. С учетом размера этого объекта (порядка 44 м), последствия столкновения были бы гораздо более серьезными. Авторы статьи [8] называют 2012 DA14 “the potentially dangerous asteroid”, что подчеркивает его опасность.

Одним из возможных и наиболее простых путей решения указанной проблемы с терминологией на наш взгляд является увеличение значения абсолютной звездной величины в данном определении до 24, что примерно соответствует диаметру 40 м. Доводом в пользу этого предложения являются выводы авторов статьи [9] об особой опасности объектов диаметром около 50 м.

Аналогичные идеи высказываются в работе [10] — предлагается снизить нижнюю границу потенциально опасных астероидов до 50 м (примерных размеров Тунгусского тела). Однако недостатком данного предложения являются уже указанные выше трудности с определением размера АСЗ.

3. Угрожающие и столкновительные небесные тела

В статье [10] вводятся определения угрожающего и столкновительного небесного тела. Эти определения проиллюстрированы на рис. 1, заимствованном из [10]. Предлагается



Рис. 2. Модифицированная Туринская шкала

опасное небесное тело (ОНТ) называть угрожающим, если объект на номинальной орбите проходит между Землей и Луной и область неопределенности как минимум касается Земли, т.е.

$$D < L_D, \quad D - 3\sigma_D < R_E,$$

где D — расстояние от Земли до номинального объекта, L_D — расстояние от Луны до Земли, R_E — радиус Земли, σ_D — среднеквадратичная ошибка определения величины D .

Столкновительным предлагается называть тело, наиболее вероятная орбита которого приводит к столкновению с Землей, и радиус области неопределенности меньше радиуса Земли, т.е.

$$D < R_E, \quad 3\sigma_D < R_E.$$

Рассматриваемые определения являются хорошей попыткой учесть в оценке угрозы параметры не только номинальной орбиты, но и доверительной области. Однако данное предложение, к сожалению, не лишено и некоторых недостатков. Во-первых, предлагаемые условия относятся к конкретному сближению с Землей, хорошо бы указать интервал времени, например ближайшие 100 лет. Во-вторых, возникает проблема определения радиуса области неопределенности, учитывая, что в большинстве случаев она не является даже эллипсоидом.

4. Туринская шкала

Проблема астероидной опасности последние годы привлекает внимание не только ученых. Для целей информирования населения и была разработана Туринская шкала астероидной опасности. Данная шкала создана по аналогии со шкалой Рихтера — каждому астероиду присваивается число от 0 (столкновение исключено) до 10 (несомненная глобальная катастрофа).

Одним из недостатков рассматриваемой шкалы, на наш взгляд, является недооценивание угрозы, исходящей от астероидов небольшого размера, — даже при стопроцентной вероятности столкновения тело размером меньше 20 м относится к нулевой категории. Однако как показали февральские события 2013 года [1], столкновение с небольшим объектом может иметь существенные последствия. Для устранения указанного недостатка можно рассмотреть модификацию Туринской шкалы, представленную на рис. 2. В данном варианте тела небольших размеров при большой вероятности столкновения относятся к первой категории опасности.

Заключение

Таким образом, в данной работе рассмотрены уже ставшие классическими и некоторые новые определения из области астероидной опасности. Показано, что в связи с последними событиями некоторые из них нуж-

даются в корректировке и уточнении, предложены пути к их усовершенствованию.

Автор выражает благодарность Т.В. Бордовицкой и П.В. Скрипниченко за обсуждение работы и ценные замечания.

Литература

1. Емельяненко В.В. и др. Астрономические и физические аспекты Челябинского события 15 февраля 2013 г. // Астрон. вестник. 2013. Т. 47. № 4. С. 262–277.
2. Proud S. R. Reconstructing the orbit of the Chelyabinsk meteor using satellite observations // Geoph. Res. Letters. 2013. Vol. 40, Is. 13. P. 3351–3355.
3. Астероидно-кометная опасность / Под ред. А.Г. Сокольского. С.-Петербург: изд. ИТА РАН, 1996. 244 с.
4. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / Под ред. Б.М. Шустова, Л.В. Рыхловой. М.: Физматлит, 2010. 384 с.
5. Солнечная система / Ред.-сост. В.Г. Сурдин. М.: Физматлит, 2009. 400 с.
6. Oszkiewicz D., Muinonen K., Virtanen J., Granvik M., Bowell E. Modeling collision probability for Earth-impactor 2008 TC3 // Planetary and Space Science. 2012. Vol. 73, Is. 1. P. 30–38.
7. Нароенков С.А. Исследование пар околоземных астероидов // Вестник СибГАУ. 2011. Вып. 6 (39). С. 61–66.
8. Wlodarczyk I. The potentially dangerous asteroid 2012 DA14 // Mon. Not. R. Astron. Soc. 2012. Vol. 427, P. 1175–1181.
9. Шувалов В.В. и др. Оценка размера зоны разрушений, производимых на поверхности Земли ударами астероидов размером 10–300 метров // Астрон. вестник. 2013. Т. 47. № 4. С. 284–291.
10. Шустов Б.М. и др. Астрономические аспекты построения системы обнаружения и мониторинга опасных космических объектов // Астрон. вестник. 2013. Т. 47. № 4. С. 312–320.1 октября 2013 г.

Ключевые слова: астероид, сближающийся с Землей, потенциально опасный астероид, астероидная опасность.

Статья поступила 12 ноября 2013 г.

Научно-исследовательский институт прикладной математики и механики Национального исследовательского Томского государственного университета, г. Томск

© Галушина Т. Ю., 2013