

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СИСТЕМЫ КЛАССИФИКАЦИИ ОПАСНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Представлена информация о международных системах классификации опасных космических объектов: Туринской шкале и шкале Палермо. Приведено графическое и табличное определение класса опасности, а также формулы для его расчета.

Любое сообщение об открытии нового астероида сразу же вызывает вопрос: а не столкнется ли он с Землей? Несмотря на успокаивающие заявления специалистов о крайне малой вероятности такого события, общественность зачастую проявляет в этом вопросе большую обеспокоенность, граничащую с паникой. Полезным шагом в борьбе с такого рода сенсациями и паникой станет разработанная американским астрономом Р. Бинзелом из Массачусетского технологического института шкала астероидной опасности, подобная шкале Рихтера, широко используемой сейсмологами для указания разрушительной силы землетрясений. Как и шкала Рихтера, шкала Бинзела вполне доступна пониманию неспециалиста, в чем и заключается ее несомненная польза. Впервые автор представил эту шкалу своим коллегам на симпозиуме в Турине, поэтому она была названа по имени этого итальянского города.

Туринская шкала классификации опасных космических объектов. Угроза со стороны любого тела по туринской шкале оценивается целыми числами от 0 до 10, где 0 означает отсутствие какой-либо угрозы, а 10 соответствует несомненной глобальной катастрофе. В основу построения шкалы положен учет двух основных факторов, определяющих оценку угрозы: вероятности столкновения и его кинетической энергии. Они являются двумя измерениями, в пространстве которых производится оценка угрозы (см. рисунок). При этом кинетическая энергия столкновения, выраженная в мегатоннах тринитротолуолового

эквивалента, меняется в пределах от 1 до 10^8 Мт. Нижний предел соответствует телам около 20 м в диаметре. Меньшие по размеру тела, как правило, полностью разрушаются в атмосфере и не представляют совершенно никакой угрозы для жителей Земли. Поэтому все события с меньшей энергией получают по туринской шкале оценку 0. По горизонтальной оси отложены вероятности столкновения в пределах от 10^{-8} до 1. События, имеющие вероятность меньше чем 10^{-8} , также рассматриваются как не представляющие реальной угрозы вне зависимости от сопутствующей им энергии и потому получают по туринской шкале оценку 0 (см. таблицу).

В ходе оценок, проводимых учеными, выяснились некоторые недостатки этой системы определения опасности, в частности отсутствие непрерывности (шкала имеет 11 дискретных значений). Помимо этого, в туринской шкале не учитываются вероятности множественных столкновений космических тел. Поэтому для проведения научных исследований была разработана другая система, которая позволяет оценить различные события с точки зрения создаваемой ими угрозы вне зависимости от диапазона энергии, вероятности и времени до столкновения. Кроме того, она обеспечивает непрерывность и сглаженность оценки в любом диапазоне. Окончательный вид этой системы был представлен в 2001 г. на конференции в городе Палермо «Asteroids 2001. From Piazzi to the third millennium». И поэтому данная шкала получила название *Палермской*.



Туринская шкала определения уровня опасности

Классификация опасных событий по Туринской шкале

Группа событий	Показатель	Корректировка
События, не имеющие последствий (белая зона)	0	Вероятность столкновения в ближайшие десятилетия равна 0. К этой же категории событий относятся столкновения с объектами, которые не смогут достигнуть поверхности Земли, сгорев в ее атмосфере
События, заслуживающие внимания (зеленая зона)	1	Вероятность столкновения крайне низка, порядка вероятности случайного столкновения Земли с объектом такого же размера
События, вызывающие беспокойство (желтая зона)	2	Близкий, но не являющийся чем-то необычным пролет. Столкновение очень маловероятно
	3	Близко пролетающее тело, вероятность столкновения 1 % или выше. Столкновение способно вызвать только локальные разрушения
	4	Близкий пролет с вероятностью столкновения 1 % или более. Столкновение способно вызвать региональные разрушения
Явно угрожающие события (оранжевая зона)	5	Близкий пролет, который может с существенной вероятностью вызвать столкновение, приводящее к региональной катастрофе
	6	Близкий пролет, который с существенной вероятностью может вызвать столкновение, приводящее к катастрофе с вероятными глобальными последствиями
	7	Близкий пролет, который с существенной вероятностью может вызвать столкновение, приводящее к катастрофе с неизбежными глобальными последствиями
Неизбежное столкновение (Красная зона)	8	Столкновение приводящее к локальным разрушениям
	9	Столкновение приводящее к региональным разрушениям
	10	Столкновение приводящее к глобальной катастрофе с изменением климата

Палермская шкала. При разработке данной шкалы было введено понятие *нормализованного риска R*.

Нормализованный риск – это вероятность столкновения тела с Землей, взвешенная по отношению к вероятности столкновения с Землей тел такой же самой или большей энергии за время, оставшееся до предполагаемого столкновения. Десятичный логарифм этой величины *R* определяет Палермскую шкалу для оценки угрозы столкновения тел с Землей $PS = \lg R$, где:

$R = \frac{P_i}{f_B \cdot DT}$, здесь P_i – вероятность столкновения, DT – время до столкновения в годах, коэффициент f_B рассчитывается по формуле $f_B = 0,03 \cdot E^{4/5}$, где E – мощность взрыва, Мт.

Для расчета вероятности множественных столкновений используется следующая формула:

$$PS_{\text{ком.}} = \lg(10^{PS1} + 10^{PS2} + 10^{PS3} + \dots)$$

где PS_i – вероятность единичного столкновения *i*-го объекта с Землей.

Полученные результаты сравниваются по шкале. Если $PS < -2$, то такой объект практически не угрожает Земле. Если опасность находится в диапазоне от -2 до 0 , то за объектом стоит наблюдать. Положительное значение – это реальный повод для опасения.

Таким образом, в настоящее время действуют обе шкалы: и туринская, и шкала Палермо. Туринская шкала используется для представления информации неспециалистам, уже знакомого с подобными оценками (балльная оценка штормов, землетрясений и т. д.). Палермская шкала не всегда понятная обычному человеку, но она позволяет специалистам точнее оценивать ситуацию. В то же время при всем их различии обе шкалы, тем не менее, позволяют оценивать ситуацию в одной системе отсчета.

Более подробно с этим вопросом можно ознакомиться на следующих сайтах в Интернете: http://neo.jpl.nasa.gov/torino_scale.html, <http://neo.jpl.nasa.gov/risk/doc/palermo.html>, http://neo.jpl.nasa.gov/risk/doc/palermo_paper.html, <http://neo.jpl.nasa.gov/risk/>.

V. I. Kvashennikov

THE INTERNATIONAL SYSTEMS OF CLASSIFICATION OF DANGEROUS SPACE OBJECTS

It is given the information about international danger cosmic objects classification systems. There are two classification scales: Turin's and Palermo'S. There is a diagram, a dangerous level identification table and calculation formulas.