

Черногор Л.Ф., доктор физ.-мат. наук, профессор, Заслуженный профессор ХНУ имени В.Н. Каразина, академик, лауреат Премий СМ СССР, лауреат Государственной премии УССР в области науки и техники

Часть 1

ЧЕЛЯБИНСКИЙ МЕТЕОРИТ — ПРЕДВЕСТИНИК КОСМИЧЕСКОЙ КАРЫ

Можно считать курьезом, что научное сообщество ревностно изучает далекие галактики и в то же время игнорирует любую возможность серьезного столкновения Земли с космическими объектами.
Ф. Хойл

Велика Вселенная, а отступить некуда. Позади — Земля!

ВМЕСТО ПРОЛОГА

Утром 15 февраля 2013 г. мировые информационные агентства поспешили сообщить сенсационную новость — над Челябинском произошел мощнейший взрыв, пострадали более 7000 зданий, вылетели окна, двери, разрушены перегородки, крыши... Взрывом выбито около 20 тыс. кв. м оконных стекол. Более 1600 человек обратилось за медицинской помощью. Нанесенный ущерб превышал 30 млн долл. США.

Владимир Жириновский авторитетно заявил: «Никаких обломков метеорита на Урале не было... Не метеоры падают, это испытывается новое оружие американцами». Затем он добавил, что с неба «ничего никогда не упадет. Падают — это люди делают. Люди — поджигатели войны, провокаторы».

Сами жители Челябинска подумали разное: что началась война, что-то взорвали террористы, в небе взорвался самолет, самолет сбили ракетой, спикировало НЛО...

Так что же произошло на самом деле? Можно ли было население заранее предупредить о грозящей катастрофе? Как часто случаются подобные катастрофы? Какова их природа? Насколько ужасны их последствия? Можно ли их предотвратить? Что для этого нужно сделать?

Попытаемся ответить на эти непростые и совсем не праздные вопросы.

В настоящей работе описаны общие сведения о космических странниках и примеры бомбардировки Земли из космоса, а также обсуждаются способы и средства защиты планеты от космической угрозы.

О КОСМИЧЕСКИХ СТРАННИКАХ

Метеороиды. Метеоры. Болиды. Замечательному поэту М. Волошину принадлежат следующие строки, отмечающие главное свойство космических тел:

*...Я помню иногда
Ужасный метеор в пустынях мироздания,
Седой кристалл в сверкающей пыли...
.....
О, пыль миров! О, рой священных пчел!
Я исследил, измерил, взвесил, счел,
Дал имена, составил карты, сметы...*

Под метеором понимается явление, возникающее при вторжении небольшого космического тела в атмосферу, и связанные с ним процессы. Само тело именуется метеороидом. Упавший на земную поверхность метеороид называется метеоритом. Достаточно крупные (обычно диаметром 1...10 м) и очень ярко светящиеся метеорные тела вызывают явление, называемое болидом.

Метеороиды могут вторгаться потоками или по одному. В этих случаях говорят о метеорных потоках или спорадических метеорах. Метеорных потоков известно около трех десятков. Поток Леонид — один из самых известных. Он наблюдается ежегодно в конце второй декады ноября.

Размер метеороидов изменяется в широких пределах: от 10^{-5} м до 10 м. Плотность вещества составляет $1...8$ т/м³. Масса метеорных тел находится в пределах $10^{-12}...10^6$ кг, их ско-



Метеорный поток, зафиксированный в штате Колорадо, США, в январе 2013 г.
Фотограф: Jack Jewell

рость — 11...73 км/с. По химическому составу метеориты делят на такие четыре класса:

- железные (плотность 7,7 т/м³);
- железо-каменные (плотность 4,7...5,6 т/м³);
- каменные (плотность 3,5 т/м³);
- углистые хондриты (плотность 2,0...2,5 т/м³).

Около 93,2% метеоритов являются каменными, 5,4% — железными (точнее, железо-никелевыми) и 1,3% — железо-каменными.

Метеорные тела с относительно небольшими размерами и плотностями около 1 т/м³ обычно не достигают поверхности Земли, полностью испаряясь в атмосфере. Это относится, прежде всего, к метеорным потокам и кометному веществу. От них в атмосферу Земли поступает около 40 Кт вещества в год (110...120 тонн в сутки), из которых 0,1...1 кт может приходиться на органические соединения.

Общее число метеорных тел, вторгающихся в атмосферу Земли, примерно обратно пропорционально их массе. Поэтому большие метеориты падают реже, чем мелкие.

Физические процессы в атмосфере при торможении метеорных тел сводятся к сжатию и нагреванию газа до 10 тыс. градусов, генерации ударной волны (так как скорость космического тела значительно превышает скорость звука), оплавлению и разрушению самих метеорных тел, образованию длинного (10...20 км) светящегося следа. Чем больше масса метеорного тела, тем глубже он проникает в атмосферу, мелкие (до 0,1 м) тела сгорают в атмосфере полностью. Чем выше скорость тела, тем больше значения высот, на которых оно начинает тормозиться и угасать соответственно. В зависимости от скорости метеороида торможение имеет место в диапазоне высот 85...120 км, а угасание — 75...95 км.

Метеоры изучают, прежде всего, оптическими методами, а также при помощи метеорных радиолокаторов (радаров). Метеориты как космические тела тщательно изучаются в лабораториях.

Астероиды. К астероидам относят космические тела размером более 10 м. Число астероидов превышает многие сотни тысяч. Их диаметр изменяется от 10 м до 1000 км.

Откуда взялись астероиды? Эти космические тела зародились одновременно с планетами Солнечной системы. Они

представляют собой как бы строительный материал для планеты земного типа, которая из-за возмущающего влияния Юпитера не сформировалась полностью между Марсом и Юпитером на расстоянии около 2,8 астрономических единиц (1 а.е. равна 150 млн км). Эти астероиды входят в состав главного пояса астероидов. Вместе с тем есть космические тела, которые не относятся к главному поясу астероидов. Астероиды представляют собой допланетное вещество. В этом, пожалуй, состоит их главная ценность для науки. Общая масса этих тел не превышает 0,001 массы Земли.

Вблизи Земли астероиды движутся со скоростями 12...20 км/с и обладают гигантским запасом кинетической энергии.

При вторжении в атмосферу космические тела тормозятся в ней, генерируют ударную волну и разрушаются. Существенное торможение имеет место тогда, когда масса вытесненного астероидом

воздуха примерно сравняется с массой метеороида. Масса вытесненного воздуха зависит от угла вхождения астероида в атмосферу. Оказывается, в атмосфере Земли заметно тормозятся и разрушаются лишь космические тела с размером не более 10...100 м, астероид диаметром более 100 м пронизывает ее практически беспрепятственно.

Как показало изучение кратеров на Земле, интервал времени между двумя падениями астероидов примерно пропорционален их энергии. Например, космические тела диаметром около 10 км, способные привести к глобальной катастрофе, падают на Землю в среднем раз в 200 млн лет. Имеются следы падений крупных астероидов на Землю: обнаружено более 100 кратеров — мест падения космических тел. Например, в Кировоградской области (Украина) обнаружен и изучен Болтышский кратер диаметром около 25 км, образовавшийся в результате падения астероида более 100 млн лет назад.

Еще в 1980-х гг. американские геологи, проанализировав карту распределения плотности земной коры в Северной Америке, обнаружили следы гигантского доисторического кратера диаметром около 2800 км. Он простирается от северной части Гудзонова залива до южной части озер Мичиган и Гурон и от канадского Атлантического побережья до провинции Саскачеван. Площадь кратера в 10 раз превышает площадь Украины. Кратер возник около 4 млрд лет назад. Диаметр космического тела, породившего кратер, составлял сотни километров. По видимому, это наибольший из известных кратеров в Солнечной системе. В одном ряду с ним находится кратер на Луне диаметром 2500 км и глубиной 15 км. Он образован около 4 млрд лет назад падением космического тела диаметром примерно 200 км.

Еще более интересным событием представляется падение на Землю астероида диаметром 5...10 км около 65 млн лет назад. Скорее всего, в результате катастрофических последствий этого события вымерли динозавры и существенно изменилась вся биосфера. На смену эре динозавров пришла эра млекопитающих, венцом которых стал человек разумный (*homo sapiens*).

Кометы. В переводе с греческого «комета» — «косматая» (планета). Кометы — космические тела, которые становятся наблюдаемыми при приближении к Солнцу. Комета состоит из плотного ядра небольшого размера, большой разреженной



Ядро кометы Галлея, сфотографированное европейским космическим аппаратом Джотто в 1986 году

Тунгусским метеоритом, а точнее — Тунгусским феноменом. Оно сопровождалось оптическим, акустическим, сейсмическим, геомагнитным и биологическим эффектами. На высоте 6...8 км произошел взрыв, на большой площади был повален и частично сожжен лес. Вспышка света и звук фиксировались на расстоянии 750 км, приборы в г. Потсдаме (Германия) зарегистрировали акустические волны, которые прошли расстояния 5 тыс. км (прямая волна) и 35 тыс. км (обратная волна). Ночное небо в Сибири и Европе было настолько светлым, что можно было читать книгу. Прозрачность атмосферы над США в июле — августе заметно снизилась. В Иркутске (расстояние — 900 км) наблю-

головой и длинного хвоста. Название «космая» появилось именно благодаря наличию хвоста. Его существование связано с давлением солнечного света на пылинки, молекулы газа и ионы, из которых состоит голова космического тела. Поэтому хвост преимущественно направлен от Солнца. Кометы становятся ненаблюдаемыми за пределами орбиты Юпитера. По этой причине число комет неизвестно. Если раньше обнаружение новой кометы было редким событием, то в последнее время ежегодно открывают в среднем 100...200 комет. Их орбиты, как правило, эллиптические (при этом условии движение комет — периодическое), иногда параболические или, возможно, гиперболические. Наиболее известной периодической странницей является комета Галлея с периодом обращения 76 лет. Массы комет чаще всего составляют 10...1000 гигатонн (1 Гт — миллиард тонн).

Размер головы кометы может превышать размер Солнца, хвосты порой имеют длину более 1 а.е., т. е. 150 млн км. Голова и хвост образованы газами и пылью.

Ядро — обычно цельное, а иногда состоит из глыб, камней, песчинок и пылинок, находящихся в обледенелом состоянии. Лед бывает водородного, кислородного, углеродного или азотного происхождения.

Столкновение ядра кометы с Землей приводит к эффектам аналогичным тем, что имеют место при столкновении планеты с астероидами. Пересечение Землей хвостов комет обычно опасности не представляет.

Комета Галлея последний раз приближалась к Земле в 1986 г. К ней было направлено пять космических аппаратов (два из них были сконструированы в СССР). Установлено, что размер ее ядра составляет около 6x10x15 км.

БОЛЬШИЕ ПРОКАЗЫ ТУНГУССКОГО ТЕЛА

О Тунгусском чуде написано много строк. Тайна Тунгусского тела, однако, до конца не разгадана.

Вот что о Тунгусском феномене рассказал очевидец.

«Вдруг очень сильно ударил гром. Это был первый удар. Земля стала дергаться и качаться, сильный ветер ударил в наш чум и повалил его. Тут я увидел страшное диво: лесины падают, хвоя на них горит. Жарко, очень жарко — сгореть можно. Вдруг над горой, где уже упал лес, стало сильно светло, будто второе солнце появилось...»

Что же объективно известно об этом уникальном явлении природы?

30 июня 1908 г. в бассейне Подкаменной Тунгуски (Сибирь) произошло редкое событие, которое позже назвали



Комета Хейла — Боппа (Фото К.И. Чурюмова)

далась сильная сейсмическая волна от взрыва Тунгусского тела. Наконец, вариации геомагнитного поля фиксировались на расстояниях порядка 1 тыс. км и продолжались в течение 1...2 часов. Образцы предположительно вещества Тунгусского тела найдены в 1960–1970-е гг. Масса найденного вещества никак не соответствовала масштабам эффектов, масштабам катастрофы. Отсутствие остатков космического тела является одной из загадок Тунгусского феномена.

Тунгусский взрыв имел такие биологические последствия: в течение многих десятков лет наблюдался эффект ускоренного возобновления роста деревьев; частота мутаций у соснового молодняка увеличилась примерно в 10 раз; отмечалась редкая мутация у коренного населения Эвенкии. Последний эффект, однако, требует дальнейших исследований.

Тщательное исследование и моделирование последствий пролета Тунгусского тела позволило определить его параметры: масса — около 100 Кт, начальная и конечная скорости

Таблица 1. Сведения о наиболее крупных метеоритах (болидах)

| Дата падения | Место падения | Начальный размер, м | Высота взрыва, км | Энергия взрыва, кт | Интервал времени между падениями, год |
|--------------------|---|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 30 июня 1908 г. | Бассейн реки Подкаменная Тунгуска, Россия | 50 – 100 | 6 – 8 | Ок. 10000 – 15000 | 300 – 1000 |
| 13 августа 1930 г. | Возле реки Куруса, Бразилия | 15 – 58 | 5 – 10 | 100 – 5000 | 50 – 400 |
| 12 февраля 1947 г. | Сихотэ-Алиньские горы, Россия | 6 | 15 – 30 | 10 | 5 |
| 3 августа 1963 г. | 1900 км южнее Южной Африки | 14 – 18 | 25 – 30 | 176 – 356 | 76 – 290 |
| 1 февраля 1994 г. | Косра, Микронезия | 8 | 30 | 11 | 6 |
| 14 января 1999 г. | Тихий океан | 5.2 – 6.8 | 35 | 4 | 2.5 – 3 |
| 18 февраля 2000 г. | | 4.7 | 35 | 3 | 2.5 |
| 23 апреля 2001 г. | | 5 – 6 | 28 – 29 | 3.5 | 2.5 – 3 |
| 6 июня 2002 г. | Средиземное море, 230 км севернее Ливии | 8 – 9.5 | 30 | 12 – 20 | 7 – 11 |
| 4 сентября 2004 г. | Вблизи Антарктиды | 8 | 28 – 30 | 12 | 7 |
| 7 октября 2008 г. | Судан | 3.4 – 4.5 | 37 | 0.9 – 2.1 | 0.7 – 0.9 |
| 8 октября 2009 г. | Индонезия | 11 – 13 | 25 | 31 – 50 | 16 – 25 |
| 22 апреля 2012 г. | Калифорния, США | 5.5 | 30 – 47 | 4 | 2.5 |
| 15 февраля 2013 г. | Возле Челябинска, Россия | 18.5 | 25 | 150 | 65 |

Примечание: 1 кт = 4.2 ТДж = 4.2 • 10¹² Дж

движения — около 30 км/с и 17 км/с, начальная энергия — порядка 10¹⁸ Дж, плотность вещества 0.5...1 т/м³, энергия взрыва — 5•10¹⁶ Дж (табл. 1). Такая энергия эквивалентна энергии взрыва 12 Мт тротила или энергии 1000 бомб, сброшенных на Хиросиму.

Природа Тунгусского феномена точно не известна. Выдвинуто множество гипотез о его природе.

Первой «гипотезой» было предположение звенков — очевидцев падения космического тела. Наблюдая за наступившей катастрофой, они посчитали, что ее причиной явилось сошествие на Землю бога Агды — железной птицы, изрыгающей огонь.

В 1908 г. французский исследователь Феликс де Руа предположил, что Земля столкнулась с облаком космической пыли. Аналогичную гипотезу в 1932 г. высказал наш соотечественник В.И. Вернадский — основатель и первый президент Академии наук Украины.

В 1927 г. первоисследователь района тунгусской катастрофы Л.А. Кулик считал, «что выпал рой обломков железного метеорита...».

В 1934 г. английский астроном Ф. Уиппл впервые выдвинул гипотезу о кометной природе Тунгусского феномена. Эту гипотезу поддержал советский астроном И.С. Астапович. В последующие годы кометная гипотеза более обстоятельно была разработана академиком В.Г. Фесенковым — выпускником, а затем и сотрудником Харьковского университета.

В 1975 г. В.П. Стулов, под руководством академика Г.И. Петрова, попытался создать математическую модель столкновения ядра кометы с Землей. К сожалению, в ее основу авторы положили тот факт, что плотность вещества кометы была около 10 кг/м³. Астрономам известно, что такие «рыхлые» тела не могут долго существовать в Солнечной системе. Поэтому модель Петрова — Стулова представляет лишь академический интерес.

Еще в январе 1946 г. советский писатель А.П. Казанцев, находясь под впечатлением от атомных взрывов над городами Хиросима и Нагасаки (август 1945 г.), опубликовал научно-фантастический рассказ «Взрыв», где описал атомный взрыв межпланетного космического корабля, якобы потерпевшего катастрофу над Сибирью. Эта идея была подхвачена миллионами читателей-дилетантов и оказалась очень живучей (и сегодня находятся студенты, которые доказывают автору справедливость этой «теории»).

Наиболее правдоподобными гипотезами являются следующие: Тунгусское тело — это комета или астероид. Другие гипотезы предполагают, что Тунгусским телом был сгусток антивещества, черная дыра, взрыв металлического водорода, солнечный плазмод, электрический разряд и др.

Большинство ученых придерживается теории о кометной природе, так как она объясняет почти весь комплекс наблюдавшихся эффектов. Отдельные специалисты считают, что Тунгусское тело было все-таки взорвавшимся в атмосфере астероидом.

Несомненный вклад в объяснение природы Тунгусского феномена внесли К.П. Станюкович и В.П. Шалимов, ко-

торые еще в 1961 г. пришли к выводу, что причиной катастрофы был тепловой взрыв, связанный с переходом кинетической энергии космического тела в тепловую, а также М.А. Цикулин, предложивший в 1960 г. гипотезу о прогрессивном разрушении Тунгусского тела. Последняя гипотеза была существенно развита в 1970 — 1980 гг. в работах С.С. Григоряна и В.А. Бронштэна.

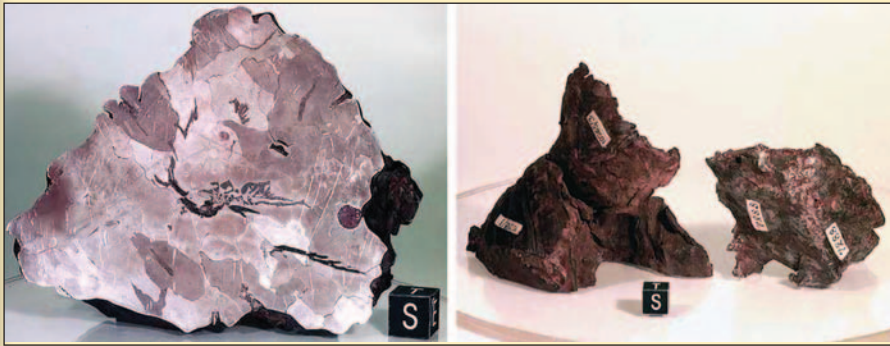
Остальные из перечисленных гипотез оказались недостаточно обоснованными.

Есть и геофизические гипотезы. Они сводятся к тому, что Тунгусский феномен — специфическое землетрясение, извержение вулкана, взрыв природного газа или водородно-кислородной смеси, гигантская шаровая молния.

Есть также фантастические предположения, но они не выдерживают никакой критики. Всего же известно более 120 «гипотез».

Фактом остается то, что в июне 1908 г. произошло событие, которое могло круто изменить историю нашей цивилизации. В атмосферу Земли на большой скорости врезалось космическое тело огромных размеров. Не долетев до поверхности Земли, оно взорвалось в нижней атмосфере. Взрывная волна вывалила лес на площади более 2 тыс. кв. км. Сгорело около 250 кв. км тайги. Запоздай космическое тело, получившее название Тунгусского метеорита, на пять часов (на мгновение по космическим масштабам), взрыв произошел бы над Санкт-Петербургом — столицей Российской империи. Погибли бы около 2 млн человек. Скорее всего, погибла бы царская фамилия, правительство, чиновники и т.д. Случись это, разразилась бы Первая мировая война? Грянула бы Октябрьская революция? Появился бы Советский Союз? Развязали бы Вторую мировую войну? Кто бы стал победителем?

Риторические вопросы можно задавать и далее. А ответ один. Произойди эта катастрофа над российской столицей, скорее всего, история мировой цивилизации пошла бы по дру-



Фрагменты обломков Сихотэ-Алинского метеорита

гому пути. Как говорят физики, а за ними и философы, историческая линия испытала бы бифуркацию, т. е. раздвоение, приводящее к качественным изменениям.

Может показаться, что тела, подобные Тунгусскому, слишком редко угрожают человечеству и о них можно не думать. Но это не так. К примеру, 10 августа 1972 г. над США и Канадой со скоростью 15 км/с пронесся астероид диаметром около 80 м. Энергия взрыва была бы эквивалентна 100 Мт (8 тыс. «Хиросим»). Только по счастливой случайности, пролетев над поверхностью Земли 1500 км, астероид вылетел за пределы атмосферы и ушел в космос. Упав на Землю, он вызвал бы разрушения и пожары на площади около 5 тыс км². При этом число жертв могло составить 0,3...10 млн человек.

Другие примеры упавших на Землю космических тел приведены в табл. 1.

БОЛЬШИЕ ПРОКАЗЫ БРАЗИЛЬСКОГО ДВОЙНИКА ТУНГУССКОГО ТЕЛА

13 августа 1930 г. над непроходимыми джунглями в верховьях реки Куруса (Бразилия) взорвался метеорит, подобный Тунгусскому. По оценкам, высота взрыва составила 5...10 км, площадь вывала деревьев и пожаров достигла сотен квадратных километров. К счастью, все это произошло в безлюдном месте. Отзвуки взрыва были слышны за сотни километров от места катастрофы. Метеорит получил название Бразильского.

Вот что поведал миру об этом происшествии Ф. де Авиано.

«Внезапно, около восьми часов утра, солнце сделалось кроваво-красным, и кругом распространилась тьма. На растительность посыпались красноватая пыль и пепел. Послышался звук, исходивший сверху и напоминавший свист при пролете артиллерийских снарядов. Звук усиливался, пугая всех. Те, кто не боялся взглянуть на небо, увидели огромные огненные шары, падавшие с неба, подобно разрядам молнии. Они упали в центре леса, причем были слышны три удара, похожие на раскаты грома, сопровождавшиеся сотрясением земли. Взрывы слышали в близлежащих населенных пунктах ... Народ (не

видевший полета болидов) решил, что ... ведутся испытания новых орудий и бомб. Некоторые решили даже, что началась война между Бразилией и Перу».

Изучение места падения началось лишь в июне 1997 г. Осколков метеорита найти не удалось.

ЖЕЛЕЗНЫЙ ГРАД СИХОТЭ-АЛИНСКОГО МЕТЕОРИТА

Падение этого метеорита так описал российский ученый Е.Л. Кринов.

«В тихое и морозное, почти совершенно безоблачное утро 12 февраля 1947 г. в 10 ч 38 мин по местному декретному времени при полном солнечном освещении на небе появился болид. Сначала он имел вид яркой звезды, но затем быстро превратился в ослепительный яркий огненный шар, вскоре принявший несколько вытянутую форму. Болид стремительно пронесся по небесному своду в направлении приблизительно с севера на юг, оставляя позади себя клубящийся пылевой след из продук-

тов разрушения метеорного тела. Болид скрылся за сопками где-то в западных отрогах Сихотэ-Алиня. Во время движения болид дробился, в результате чего на последнем участке его видимой траектории наблюдался рой отдельных частей. Через несколько минут после исчезновения световых явлений раздались сильные удары, похожие на взрывы или стрельбу из тяжелых орудий. За ударами последовал грохот, а затем гул, далеко прокатившийся по тайге и многократно повторенный эхом в отрогах хребта. След, оставшийся на небесном своде после полета болида, в виде гигантской «дымной» полосы был виден в течение всего дня. Он постепенно искривлялся из-за сильных воздушных течений, господствующих в верхних слоях земной атмосферы. Вследствие того, что воздушные течения на разных высотах направлены в разные стороны, след принял зигзагообразную форму. Он, словно сказочный исполинский змей, распростерся на небесном своде. Постепенно слабея и разрываясь на клочья, след исчез только к вечеру... Полет болида продолжался не более 4-5 секунд. Болид наблюдался над территорией радиусом свыше 300 км, а звуковые явления были слышны на еще большем расстоянии от места падения метеоритного дождя.

...При падении метеоритного дождя распахивались двери, вылетали из окон стекла, осыпалась с потолков штукатурка, выбивалось из топившихся печей пламя, вылетала зола с голловешками.

Падение метеоритного дождя вызвало панический страх и у животных. Лошади ржали, коровы мычали; они срывались с привязей и в сильном испуге металась во все стороны. Собаки с визгом и лаем забивались под укрытия или убегали из селений в лес».

Этот метеорит относится к крупнейшим. Его диаметр был примерно равен 6 м, начальная масса — почти 1000 т, скорость вхождения в атмосферу — 15 км/с и энергия — порядка 10 ТДж (1 ТДж — миллион миллионов Дж). Масса найденных осколков превысила 27 т. Почти столько же вещества было рассеяно в тайге.

Частота падения метеоритов размеров, подобным описываемому, составляет 1 раз в 5 лет.

Сихотэ-Алинский метеорит относился к железным. Поэ-

Таблица 2. Основные параметры Витимского болида (24 сентября 2002 г.), зафиксированные приборами и вычисленные автором

| Параметр | Значение | Примечание |
|--|-----------------------------|---|
| Угол наклона к горизонту | 30° | Вычислен на основе свидетельств очевидцев и по данным геостационарного спутника |
| Высота взрыва | около 30 км | Косвенно по данным геостационарного спутника |
| Начальная скорость | около 20 км/с | Задана |
| Начальная масса | 50 т | Вычислена по кинетической энергии |
| Максимальная интенсивность оптического излучения | 3×10^{12} Вт | Пересчитана по удельной интенсивности |
| Эффективная длительность оптического излучения | 0,7 с | Вычислена из траекторных данных |
| Энергия оптического излучения | 10^{12} Дж | Вычислена по интенсивности оптического излучения |
| Начальная кинетическая энергия | около 10^{13} Дж | Вычислена по энергии оптического излучения |
| Энергия внутренних гравитационных волн в атмосфере | около 5×10^{11} Дж | Вычислена теоретически |
| Энергия акустического излучения | около 10^{11} Дж | То же |

Примечание: внутренние гравитационные волны — низкочастотный аналог акустических волн, у которых возвращающей силой является сила гравитации

тому явление назвали выпадением железного дождя. Точнее, надо было бы сказать о выпадении железного града или даже железных глыб. Крупные обломки образовали более сотни кратеров и воронок.

Падение Сихотэ-Алинского метеорита не привело к человеческим жертвам. Но так бывает не всегда. За письменную историю человечества многократно отмечались события, когда число жертв составляло единицы, десятки и даже сотни человек. Особенно «кроважидным» было падение метеорита в 1490 г. в Китае. При этом погибло до 10 тыс. человек.

МАЛЕНЬКИЕ ПРОКАЗЫ ВИТИМСКОГО БОЛИДА

Пролет болида над северо-восточной частью Иркутской области (Сибирь) был зафиксирован оптическими и инфракрасными датчиками геостационарной системы контроля космического пространства США 24 сентября 2002 г. Болид был обнаружен на высоте около 62 км, его пролет фиксировался до высоты примерно 30 км.

Полет космического тела закончился взрывом. Ему предшествовали нагрев, абляция и дробление метеороида.

Пролет тела вызвал яркое свечение (от белого до красного, а затем бордового), сильный гул, взрыв, генерацию ударной волны, повреждение леса на отдельных участках в зоне шириной 5-7 км и длиной около 50 км вдоль трассы падения. На отдельных участках доля сломанных деревьев достигала 10-15%, на других — не превышала 5%.

По сейсмическим данным оценена высота (27 км) и координаты разрушения болида, а по инфразвуковым данным — начальная энергия (около 10 ТДж) и размеры облака обломков болида (8...9 м).

Добавим, что анализировались сейсмические сигналы станций, удаленных от эпицентра взрыва на расстояния 140...280 км, и инфразвуковые сигналы станций, удаленных на расстояния 2000...4400 км.

Основные параметры болида, вычисленные автором на ос-

нове данных, полученных на американском спутнике и свидетельств очевидцев, приведены в табл. 2.

Вот какими были впечатления свидетеля пролета болида С.А. Палашова, находящегося на расстоянии около 50 км от траектории тела: «В 1 час 45 минут выходил на улицу. Было облачно. Вернулся в дом, сел на койку, увидел в окно яркую вспышку. Вспышка белого цвета, смотреть больно. Все небо ровно светилось, было светло как днем. Освещение можно сравнить со сваркой, только она отдает синим цветом, а тут был чисто белый цвет. Свечение продолжалось секунды три. Потом прошло секунд пять, раздался гром (взрыв) — два разряда, промежутки 1 — 2 секунды. Дом трянуло. Удар был глухой, но громкий».

Свидетель Е.С. Ярыгин находился на расстоянии около 10 км от проекции на поверхность земли траектории болида. Он сообщил следующее: «Было видно, как из-за гор на юго-востоке стало подниматься яркое полусферическое свечение. Свет белый, как у сварки, поднимался вверх, а затем стал переходить в красный и бордовый. Были видны «лучики» над поднимающейся полусферой. Свечение залило все небо. Свет был ровный, сплошной, никаких летящих предметов не было видно. Затем все стало затухать и погасло. Секунд через тридцать раздался хлесткий удар, взрыв, хлопок был очень резкий. В доме посыпалась штукатурка, все задвигалось, заходило. Еще до появления свечения возник далекий звук, похожий на гул самолета. Звук шел оттуда, что и свечение, а удар — с противоположной стороны, куда ушло свечение».

Добавим, что болиды, подобные Витимскому, вторгаются в атмосферу Земли со средней частотой 1 раз в год. Можно только радоваться, что взрывы таких болидов происходили пока над малонаселенными (или необитаемыми) регионами.

(окончание следует)



Литература

- Алимов Р.В., Дмитриев Е.В. Противоастероидная защита Земли // Природа. — 1995. — № 6. — С. 94 — 101.
- Микиша А.М. Столкновение небесного тела с Землей. Предотвращение катастрофы // Земля и Вселенная. — 1995. — № 4. — С. 21 — 29.
- Чурюмов К.И. Катастрофа на Юпитере 1994 года // Земля и Вселенная. — 1996. — № 1. — С. 12 — 28.
- Плотников П.В., Шуршалов Л.В. Чем чреват град из космоса? // Природа. — 2001. — № 5. — С. 11 — 18.
- Зайцев А.В. Защита Земли от астероидно-кометной опасности // Земля и Вселенная. — 2003. — № 2. — С. 17 — 27.
- Язев С.А., Антипин В.С. По следам Витимского болида // Земля и Вселенная. — 2004. — № 5. — С. 59 — 72.
- Васильев Н.В. Тунгусский метеорит. Космический феномен лета 1908 г. — М.: Русская панорама, 2004. — 372 с.
- Катастрофические воздействия космических тел / Под ред. В.В. Адушкина и И.В. Немчинова. ИДГ РАН. М.: ИКЦ «Академкнига», 2005. — 310 с.
- Всероссийская конференция «Астероидно-кометная опасность — 2005» (АКО — 2005). Материалы конференции. СПб.: ИПА РАН, 2005.
- Черногор Л.Ф. Естественное знание. Интегрирующий курс. — Х.: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2007. — 536 с.
- Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / Под ред. Б.М. Шустова, Л.В. Рыхловой. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 384 с.
- Черногор Л.Ф. Физика и экология катастроф. — Х.: ХНУ имени В.Н. Каразина, 2012. — 556 с.