

К 150-летию
Одесского национального
университета
имени И. И. Мечникова

И. С. Астапович

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ОЧЕРКИ О МЕТЕОРИТАХ

Под редакцией В. А. Смирнова

Одесса
«Астропринт»
2015

УДК 523.68
ББК 22.655
А91

Астапович И. С.

А91 Занимательные очерки о метеоритах / И. С. Астапович ; под ред. В. А. Смирнова. — Одесса : Астропринт, 2015. — 176 с.

ISBN 978—966—927—021—4.

Книга издана по макету сигнального экземпляра, который сохранился в архиве Игоря Станиславовича Астаповича. Издание было подготовлено в печать в 1938 году, но, к сожалению, так и не вышло в тираж. В книге рассказывается, что такое наука о метеорах и метеоритах, и что такое метеоритика. Увлекательно излагается история науки о метеоритах, о звездных и каменных дождях, о физических процессах при полете метеоров, о космической пыли на Земле. Достаточно много внимания уделено катастрофе в тайге — Тунгусскому метеориту. Книга написана ярким, образным, выразительным языком и в то же время просто и доступно пониманию любого читателя.

УДК 523.68
ББК 22.655

Книга видана за макетом сигнального примірника, який зберігся в архіві Ігоря Станіславовича Астаповича. Видання було підготовлено до друку у 1938 році, але, на жаль, так і не вийшло у тираж. У книзі розповідається, що таке наука про метеори та метеорити, і що таке метеоритика. Цікаво викладається історія науки про метеорити, про зоряні і кам'яні дощі, про фізичні процеси при польоті метеорів, про космічний пил на Землі. Достатньо багато уваги приділено катастрофі в тайзі — Тунгуському метеориту. Книга написана яскравою, образною, виразною мовою і в той же час просто і доступно розумінню будь-якого читача.

На первой странице обложки — метеорит Богуславка (фото А. Я. Скрипник, архив Комитета по метеоритам РАН). Публикуется с разрешения Комитета по метеоритам РАН. Описание Богуславки приведено в книге (см. рис. 1 стр. 9 и рис. 43 стр. 116).

Науково-популярне видання

АСТАПОВИЧ Ігор Станіславович
ЦІКАВІ НАРИСИ ПРО МЕТЕОРИТИ

Російською мовою

Завідувачка редакції *Т. М. Забанова*; технічний редактор *Д. М. Островеров*;
дизайнер обкладинки *О. А. Кунтарас*; коректор *І. В. Шепельська*

Формат 60×84 1/16. Ум. друк. арк. 10,23. Тираж 200 прим. Зам. № 153 (83).

Видавництво і друкарня «Астропринт». 65091, м. Одеса, вул. Разумовська, 21
Тел.: (0482) 37-07-95, 37-14-25, 33-07-17, (048) 7-855-855

www.astroprint.odessa.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1373 від 28.05.2003 р.

© Астапович И. С., 2015
© Смирнов В. А., редак-
тирование, 2015
© Терентьева А. К., пре-
дисловие, 2015

ISBN 978—966—927—021—4

ПРЕДИСЛОВИЕ

У меня в руках готовый «макет книги», так называемый сигнальный экземпляр, из личного архива И. С. Астаповича. Глядя на него, можно без сомнения подумать, что книга была напечатана в 1939 г. издательством ГОНТИ (Редакция технико-теоретической литературы. — М.; Л., редактор С. А. Шорыгин) объемом 168 страниц (серия «Школьная библиотека») под названием «Занимательные очерки о метеоритах», автор — И. С. Астапович. Но книга не вышла в тираж. Почему? Можно строить различные догадки. Помешала ли предвоенная обстановка или что-то другое... Нам это останется неизвестным. А такой книги для подрастающего поколения (и не только) нет до сих пор.

Книга состоит из девятнадцати глав. В ней рассказывается, что такое наука о метеорах и что такое метеоритика. Увлекательно излагается история науки о метеоритах, о звездных и каменных дождях, о физических процессах при полете метеоров, о космической пыли на Земле. Достаточно много внимания уделено катастрофе в тайге — Тунгусскому метеориту. Кстати, рассказывая о разрушениях, которые произошли в результате падения Тунгусского метеорита, И. С. Астапович замечает: «Если бы метеорит упал немного позже, то он почти точно попал бы в тогдашний Петербург, от которого в случае точного попадания, без сомнения, осталась бы только груда дымящихся развалин». Последние главы посвящены составу метеоритов, их структуре, возрасту, классификации и происхождению. Интересные заголовки уже сами собой привлекают внимание читателя: Метеорит, разбившийся о лед; Может ли метеорит убить человека; Собака и овцы, убитые метеоритами; Розовый снег; Как метеорит упал на девочку; Поэты и писатели о метеорах; Часовщик и метеоры; Как метеоры помогли обстрелять Париж; Алмазы и золото в метеоритах и т. д.

Книга написана ярким, образным, выразительным языком и в то же время просто и доступно пониманию любого читателя. Мне бы хотелось привести в качестве иллюстрации сказанному хотя бы в сокращенном виде одну выдержку из книги. Например, обратите внимание, как в разделе «Почему метеоры раскалены, а метеориты падают холодными?» И. С. Астапович мастерски описывает процесс полета метеорного тела в атмосфере, длящийся всего лишь доли секунды. Он развертывает описание этого явления (как в «замедленной» съемке) на 2,5 страницы (!): «Вот в межпланетном пространстве несется по своей орбите вокруг Солнца маленькая космическая частичка — метеорное тело. Вдруг ей на пути попадает наша громадная Земля — столкновение неизбежно!

Метеорное тело влетает в верхние слои атмосферы, где на него градом начинают сыпаться удары встречных молекул воздуха, — чем дальше, тем больше. Выхода нет, метеорное тело не может свернуть со своего пути; подчиняясь закону инерции, оно летит дальше. От ударов молекул воздуха его поверхность начинает нагреваться и потом светиться; тогда кто-нибудь из нас с Земли вдруг замечает появление метеора. Он может оказаться интересным. Будем следить за ним, не спуская глаз. Вот метеор летит дальше, цвет его из красного становится желтым, потом белым, значит, температура его повышается. Десять, двадцать, сорок километров пути в атмосфере... — на поверхности метеорного тела вещество быстро разрушается и уносится прочь. Если метеорная частичка была невелика, то через полсекунды или самое большее через секунду после начала свечения она разрушится нацело. Метеор погаснет, величие звездного неба сделается нерушимым, и мы, слегка разочарованные, ожидаем вспышку другого метеора...

Но вот в земную атмосферу проникает крупное метеорное тело; его масса — несколько килограмм. Под ударами молекул оно начинает светиться, его поверхность тоже разрушается, но все это пустяки — метеорное тело велико, и потеря для него незначительна. Маленький метеор уже давно «сгорел» бы весь, а наш летит все дальше и все глубже опускаясь в более плотные слои атмосферы. Вот он уже на высоте 100 км, за ним начинает тянуться легкая полоска — это метеорный след. Он состоит из молекул в особом, «ионизированном», состоянии. На высоте 80 км след прекращается — здесь плотность воздуха так велика, что впереди движущегося метеорного тела образуется подушка сильно сжатого, уплотненного, воздуха. Это — *метеорная оболочка*.

Сжатый воздух стремится расшириться, вырваться в стороны, и мы видим, как метеор вспыхивает — трепещущим блеском озаряет он небо. Он уже бело-голубого цвета; его яркость превышает блеск самых ярких звезд и все продолжает возрастать.

Температура в метеорной оболочке достигла нескольких тысяч градусов, и под ее влиянием плавится поверхность метеорного тела — потоками встречного воздуха капельки или кусочки с его поверхности уносятся назад, и нам кажется, что метеор летит, разбрасывая искры. Он уже стал так ярок, что затмил собой свет звезд. Окрестности освещены на тысячи квадратных километров кругом, и кажется, что при этом необычном свете можно на земле найти даже иголку. От земных предметов появились черные тени — по мере движения болида по небу они медленно и зловеще ползут по земле...

Вот сейчас высота болида километров 30. Он, кажется, стал немного слабее — несколько мгновений назад на него даже было больно взглянуть. Да и скорость его движения заметно уменьшилась. Еще полсекунды... секунду — и цвет болида из голубого делается белым, потом желтым и красным. Его яркость уменьшается, сначала медленно, потом все быстрее и быстрее. Вот исчезли тени на земле, вот вспыхнули снова звезды на небе, и от величественного болида остался медленный, догорающий, красноватый метеор. Несколько мгновений — и он бесшумно исчезает...»

В целом книга И. С. Астаповича «Занимательные очерки о метеоритах» не потеряла своего значения и в наше время, так как она основана на фундаментальных знаниях и интересных фактах. Ее с интересом прочтут не только любители астрономии, но и профессионалы.

Старший научный сотрудник Института астрономии РАН, кандидат физико-математических наук
А. К. Терентьева

ЕЩЕ НЕСКОЛЬКО СЛОВ О НЕИЗДАННОЙ КНИГЕ ПРОФЕССОРА И. С. АСТАПОВИЧА

Продолжим приведенное выше описание развития метеорного явления по мере проникновения яркого метеороида в атмосферу Земли. Дело в том, что развитие метеорного явления в атмосфере протекает при наличии одновременных процессов: более медленных процессов теплопроводности, механического вращения, разрушения метеорного тела, и одновременно протекают во много раз более быстрые процессы амбиполярной диффузии с поверхности с образованием как бы светящегося «чулка» (выражение проф. В. П. Цесевича), окружающего светящийся след метеора. Медленные процессы приводят ко вспышкам, связанным со свечением разогретых и плавящихся, разбрасываемых слоёв метеорного тела. Образование же плазмы также приводит ко вспышкам, особенно часто в конце свечения после исчезновения твердой составляющей метеорного тела, при расширении сгустка плазмы в пустоту. При этом происходит ее охлаждение с одновременным действием рекомбинационного потока из, как говорят, непрерывного фона окружающей атмосферы. Образуется, как и в лазерах, инверсия населенностей энергетических уровней атомов, сопровождаемая максимумом вынужденного излучения. Так образуются как бы два рода ярких вспышек. Так можно в нескольких словах описать картину излучения яркого метеора, который сгорает в атмосфере, не достигнув Земли в виде метеорита.

Идея такого механизма вспышек метеора была впервые описана в книге профессора И. С. Астаповича «Метеорные явления в атмосфере Земли» в 1958 г. Его ученику в области метеорной науки В. А. Смирнову не удалось использовать газодинамический лазер для экспериментального обоснования изложенной теории.

Итак, перед нами сохранившийся экземпляр намечаемой в 1939 году для выпуска книги незабвенного профессора И. С. Астаповича, спасенный его вдовой, другом до последних его дней и популяризатором его идей, старшим научным сотрудником Института астрономии РАН, кандидатом физ.-мат. наук А. К. Терентьевой. Конечно, читатель не сможет найти в ней описания последних значительных событий в метеорных исследованиях, таких как описание Челябинского метеорита, впервые в истории вызвавшего разрушения в большом городе.

Нет описания грандиозного падения метеорита в дальневосточной тайге — Сихотэ-Алинского метеорита, нет открытых в последние годы метеорных потоков и их радиантов, новейших космогонических представлений, но текст книги позволяет читателю проникнуться смыслом идей науки о метеорах и метеоритах, а пожилому ученому вспомнить и оценить научный уровень исследований конца 30-х годов в нашей стране. Книга поражает своей энциклопедичностью и серьезным изложением материала, хотя предназначена для школьников. Книга может сослужить пользу не только развитию астрономического образования молодежи, но и увековечению памяти выдающегося автора — Игоря Станиславовича Астаповича, а также послужить мемориальной иллюстрацией развития исследований в области метеоритики того времени.

Доцент, кандидат физико-математических наук *В. А. Смирнов*

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разве не удивителен тот факт, что из невообразимых глубин мирового пространства к нам, в солнечную систему, проникают осколки каких-то неведомых небесных тел? При известных условиях они попадают на нашу Землю, крошечную по сравнению с масштабами Вселенной; и вот мы, населяющие эту Землю, можем взять в руки кусок вещества, еще несколько минут тому назад находившийся от нас на десятки тысяч километров в холодных глубинах межпланетного пространства! Разве не интересно посмотреть поближе, что представляют собой эти космические массы камня и железа, проследить их историю во Вселенной и их историю на Земле? Молодая наука о метеоритах — метеоритика — сейчас может рассказать о составе и возрасте этих посланцев Вселенной, об их путях в пространстве до встречи с Землей, о тех удивительных явлениях, которыми сопровождается их падение на Землю, наконец, о том, какое отражение эти падения нашли в эпосе народов на протяжении последних сорока или пятидесяти веков и о том, как они использовались церковью и религией для затемнения классового сознания народных масс.

Рассказать молодому советскому поколению в доступной форме об этих занимательных вещах я и хотел в этой книге.

И. С. Астапович

Москва. Январь 1938 г.

ГЛАВА ПЕРВАЯ

ЧТО ТАКОЕ НАУКА О МЕТЕОРАХ

Достовернейшим образом установлено, что с неба могут спускаться камни.

Теофраст Парацельс

ЧТО ТАКОЕ МЕТЕОРИТИКА?

«Это было часов в 4 или 5 вечера в октябре 1918 года, накануне занятия Самары (ныне г. Куйбышев) войсками Красной армии. День был очень теплый и тихий, небо ясное и безоблачное, на западе раздавались редкие и глухие артиллерийские выстрелы, по железнодорожным путям ст. Самара двигались небольшими группами санитары, несшие на носилках раненых. Солнце склонялось к западу, ярко освещая ландшафт. Смотри на восток, я вдруг заметил, на высоте примерно 20—30 градусов* от горизонта, ослепительно белое пятно, которое быстро и бесшумно пересекало воздух, продвигаясь, как будто параллельно земной поверхности в направлении на запад, оставляя за собой красивый и довольно широкий след яркого зеленоватого цвета. Это пятно, пройдя некоторое расстояние, исчезло, но хвост, длиной градусов 15—20, оставался отчетливо видимым несколько секунд. Вначале я принял появившееся пятно за снаряд или ракету, но отсутствие какого бы то ни было шума и вид пятна заставили предположить, что это был метеор».

Вот каким образом очевидец Т. Успенский, участник гражданской войны, описывает полет яркого метеора, блеск которого был так силен, что метеор был виден, несмотря на солнечный свет.

* Напомним, что от горизонта до зенита (точка неба прямо над головой) считается 90°, а кругом по горизонту 360°.

Это был действительно замечательный метеор. Каждый из нас, наверное, видел обыкновенные метеоры, называемые в житейском обиходе «падающими звездами»*, но этот метеор отличался от них по величине. Он даже не успел «сгореть», подобно тому как «сгорают» обыкновенные метеоры, а упал на землю близ г. Саратова. Поднявшие его увидели камень, серый внутри и покрытый черной оплавленной корой снаружи.

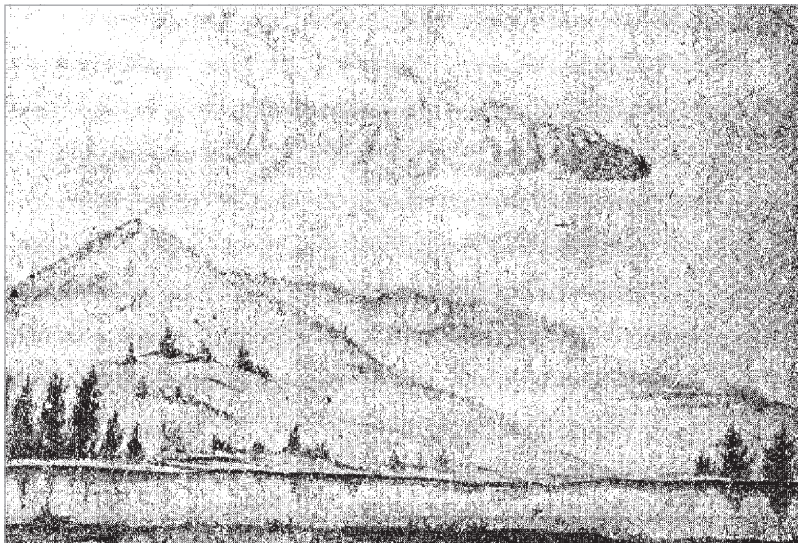


Рис. 1. Полет метеорита Богуславки, Приморская область, ДВК, по рисунку очевидца, 18 октября 1916 г., 11 ч 47 м дня

Такие камни космического происхождения называются *метеоритами*. Саратовский метеорит разбился на много осколков, которые рассеялись на протяжении 120 км вдоль линии его полета. Когда все осколки собрали и взвесили, то оказалось, что они весят почти четверть тонны, причем наибольший весил 130 кг; это — и до сих пор наибольший из каменных метеоритов, найденных в СССР. Самый маленький осколок весил всего несколько грамм. Полет другого метеорита изображен на рис. 1.

* В науке выражение «падающие звезды», не употребляется, так как настоящие звезды суть такие же солнца, как и наше Солнце, но лишь в миллионы раз более далекие и потому кажущиеся такими маленькими: они на Землю падать, конечно, не могут.

Наука, занимающаяся изучением метеоров, называется *метеоритикой*. Она тесно соприкасается с другими науками — с метеорной астрономией, изучающей движение метеорных тел в космическом пространстве и в земной атмосфере, с петрологией — наукой о горных породах, с минералогией и химией, изучающими состав метеоритов, и даже с геофизикой — наукой о Земном шаре. Кроме того, при исследовании движения метеоритов в воздухе приходится иметь дело с баллистикой — наукой о движении снарядов.

В ЧЕМ РАЗНИЦА МЕЖДУ МЕТЕОРОМ И МЕТЕОРИТОМ?

В космическом пространстве по всем направлениям во множестве движутся небольшие метеорные тела. Размеры их различны — от крохотной пылинки до громадных глыб в десятки метров и более диаметром. Метеорные тела движутся в пространстве со скоростью нескольких десятков километров в секунду, т. е. со скоростью, почти в 100 раз большей скорости артиллерий-

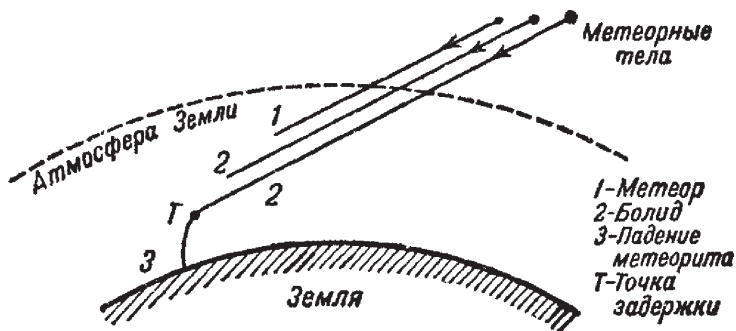


Рис. 2. Проникновение метеорных тел из космического пространства в земную атмосферу сопровождается явлением метеора. Крупные метеоры называются болидами. Метеорное тело, упавшее на земную поверхность, есть метеорит

ских снарядов. Скорость движения Земли вокруг Солнца — почти 30 км в секунду, а когда метеорные тела встречаются с Землей, то их скорость может доходить до 60 и более километров в одну секунду. При такой скорости за $3\frac{1}{2}$ минуты можно пролететь

расстояние, равное поперечнику Земли, а за 11 секунд — из Ленинграда в Москву.

Влетая в земную атмосферу с такой скоростью, космическое метеорное тело начинает быстро нагреваться от ударов встречных частиц (молекул) воздуха. Если метеорное тело было маленькое, то оно от высокой температуры целиком испарится на высоте 70—80 км; мы увидим «падающую звезду» и скажем, что она «сгорела». Однако, так говорить нельзя, потому что горение есть химический процесс соединения, а при полете метеора происходит разрушение. Высокая температура метеора происходит не от горения, а от перехода энергии его движения в другие виды энергии — в свет и в тепло. Тепло плавит и испаряет метеорное тело, а свет позволяет нам видеть полет метеорного тела в земной атмосфере в виде метеора. Таким образом, *метеор есть явление, возникающее в земной атмосфере при проникновении в нее метеорного тела с космической скоростью**.

А что произойдет в том случае, если метеорное тело будет не маленьким, а большим? Ведь оно тогда не успеет расплавиться и испариться целиком. Сопротивление воздуха постепенно будет уменьшать его скорость, а вместе с тем уменьшится и воздействие встречных частиц воздуха, благодаря чему метеорное тело, охлаждаясь, перестанет светиться и начнет падать на землю, как всякое тяжелое тело. При падении на землю оно слегка вроеется в почву. Выкопаем его из земли — перед нами будет *метеорит*, т. е. космическое метеорное тело, упавшее на поверхность Земли. Значит, когда метеорит летит где-нибудь в космическом пространстве, он называется метеорным телом. Как только метеорное тело упало на Землю — мы его называем метеоритом. Когда же метеорит летит в воздухе — мы наблюдаем явление метеора.

БОЛИДЫ И ОГНЕННЫЕ ШАРЫ

Маленькие метеорные тела, попадая в земную атмосферу, как мы уже знаем, вызывают явление метеоров, т. е. обычных «падающих звезд». А что получится, если в атмосферу влетит метеорное тело побольше? Ведь тогда и метеор должен быть ярче, и путь его на небе будет длиннее. Действительно, наблюдения показывают, что среди нескольких сотен метеоров попадает один, видимая яркость которого больше самой яркой звезды на небе — Сири-

* Еще греческий философ и ученый Аристотель словом «метеор» определял «явление в высоте».

уса, — которая находится в созвездии Большого Пса (эта звезда бело-голубого цвета видна зимой на юге вблизи красивейшего созвездия Ориона). На тысячу-две метеоров попадают 1—2 таких, яркость которых еще больше — ее можно сравнить только с яркостью планеты Венеры в ее

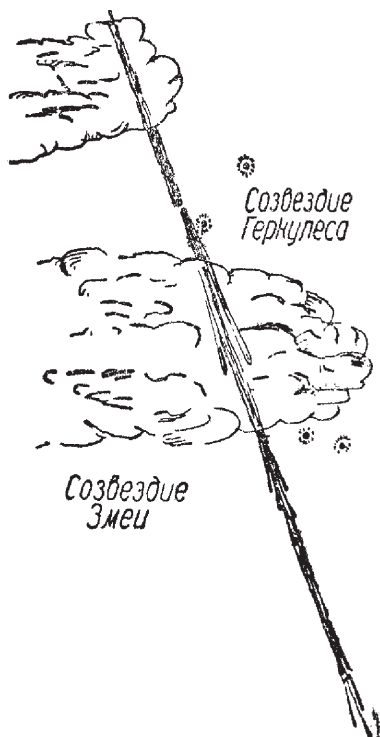


Рис. 3. Полет болида 8 августа 1926 г. по наблюдению в г. Николаеве, УССР, наблюдавший в прорывы облаков

наибольшем блеске, когда она бывает раз в 15 ярче Сириуса. Такие яркие метеоры называются *болидами*. Слово «болид» происходит от греческого слова, означающего метательное оружие, а латинское слово «болис» значит «метеор — имеющий вид стрелы». Яркие метеоры часто кажутся большими огненными шарами, пролетающими по небу. Один или два раза в жизни можно ночью увидеть болиды такой яркости, что они озаряют все небо: кажется, что можно увидеть иголку на поверхности Земли — так ярко болид освещает Землю на площади в несколько тысяч квадратных километров.

Яркость метеоров оценивается в так называемых звездных величинах. Самые слабые звезды, видимые в ясную безлунную ночь, имеют яркость 6-й звездной величины, самые яркие 1-й величины. Отсюда и пошла поговорка «это — звезда первой величины». Всем

известные звезды «ковша» созвездия Большой Медведицы имеют яркость около 2-й величины. В бинокль можно наблюдать звезды 7-й и 8-й величины, в телескопы — до 14—15-й, а звезды до 21-й величины можно видеть только на фотографических снимках.

Звезды ярче 1-й величины обозначаются «нулевой» величиной, еще более яркие — минус 1-й, минус 2-й и т. д. Например, Сириус имеет яркость минус 1,6, а Венера — минус 4,3. Яркость Луны в первой четверти есть минус 7, в полнолунии — минус 12.

Яркость Солнца можно тоже выразить в звездных величинах — мы получим минус 26. Каждая звездная величина соответствует изменению яркости в 2,512 раза, поэтому, например, звезда 6-й величины в 100 раз слабее звезд 1-й величины, а яркость Солнца в 400 000 раз больше яркости Луны в полнолунии.

Метеоры слабее 6-й величины можно видеть только в телескопы, и они поэтому называются телескопическими. Словно золотистые пылинки они пересекают поле зрения (по 1—2 в час). Болиды имеют яркость минус 4-й величины и ярче. Болид, описанный в первом разделе, вероятно, имел яркость минус 16—18-й звездной величины. Неудивительно поэтому, что вызвавшее его метеорное тело не успело разрушиться и упало на Землю в виде метеорита.

ПОЧЕМУ ИНОГДА ОШИБОЧНО ДУМАЮТ, ЧТО АСТРОНОМЫ ПРЕДСКАЗЫВАЮТ ПОГОДУ?

Слово «метеор» происходит от двух греческих слов «мета» и «эрон», вместе означающих явление, происходящее в воздухе. Кроме метеоров, этим же названием в прежние времена обозначались дождь, снег, град, молния и т. п., а наука, изучающая их, получила название *метеорологии*. В настоящее время метеорология составляет часть науки о земном шаре — геофизики, и одной из задач ее является изучение погоды. Метеоры уже более ста лет назад стали изучаться астрономами и, кроме сходств названия, ничего общего с метеорологией не имеют. Но по старинке еще и теперь кое-кто неправильно думает, что астрономы занимаются метеорологией и предсказывают погоду.

ГЛАВА ВТОРАЯ

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ О МЕТЕОРИТАХ

Начало преданий о ниспадающих из воздуха камнях и железных глыбах теряется в глубочайшем мраке веков протекших.

*Иван Мухин «О чудесных дождях»
1819 г.*

КАК ЛЮДИ КАМЕННОГО ВЕКА ПРЯТАЛИ МЕТЕОРИТЫ

Метеориты падали на Землю с незапамятных времен. Американский профессор Вийярд Фишер недавно нанес на карту Северной Америки места находок железных метеоритов. Оказалось, что они расположены в зависимости от положения ледникового покрова, мощным слоем льда покрывавшего Северную

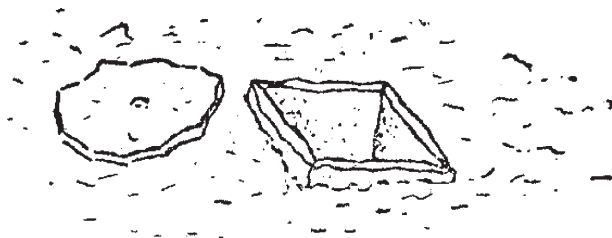


Рис. 4. В этом ящике, сложенном из каменных плиток, был найден метеорит Хопеуэлл Маундс, помещенный сюда первобытным человеком (штат Огайо, США)

Америку во время последнего четвертичного оледенения, которое происходило несколько десятков тысяч лет назад. Там, где лежал лед, метеоритов в земле не оказалось. Ледниковый покров как бы предохранял почву от падения этих метеоритов. Это показывает, что давность падения этих метеоритов тоже составляет величину порядка десятков тысяч лет. Хотя на Землю падают и каменные, и железные метеориты (первых даже раз в 15 больше),

но каменные метеориты быстро выветриваются и разрушаются, а железные более стойки; кроме того, их легче найти и отличить от земных пород. Поэтому со времен ледникового периода до нас дошли в основном железные метеориты.

Это значит, что во времена каменного века метеориты падали на Землю так же, как и теперь. Может быть о них знали уже первобытные люди? Оказывается, да, знали, потому что, например, в доисторической стоянке Хопеуэлл Маундс в Штате Огайо (США) при археологических раскопках среди предметов утвари однажды был найден метеорит (рис. 4). Он был тщательно спрятан в четырехугольном углублении в земле, дно и стенки которого были выложены плоскими каменными плитками, и такой же плиткой он был аккуратно закрыт и сверху. Там же в Огайо, близ Андерсона, найден был и другой доисторический метеорит.

Кроме того, однажды при раскопках древнего могильника в Чигуагуа, тоже в США, был обнаружен большой железный метеорит, весом в 2 тонны, тщательно обернутый в полотно древними обитателями Америки, жившими здесь за много веков до прихода сюда европейцев. Этот метеорит носит название «Казас Грандес» по имени того места, где он был найден. Таков обычай в науке — называть метеорит географическим именем того пункта, где он упал и был найден.

МЕТЕОРНОЕ ЖЕЛЕЗО В БЫТУ ПЕРВОБЫТНОГО ЧЕЛОВЕКА

Человек не сразу научился добывать железо из руд. В эпоху каменного века металлы еще не были известны. Однако первобытный человек, как мы видели, уже был знаком с метеоритами. Он мог обнаружить, что метеоритное железо сносно куется в холодном состоянии. В настоящее время имеются доказательства того, что метеоритное железо имело распространение в быту доисторического человека. Первым металлом, с которым ознакомились люди, был, вероятно, металл космического, а не земного происхождения. Некоторые ученые видят подтверждение этого даже в том, что латинское слово «сидера», что значит «звезды», имеет тот же корень, что и слово «железо», что как бы указывает на космическое, звездное происхождение железа.

Эскимосы, обитатели Гренландии, еще в начале прошлого века находились на очень низкой ступени культурного развития. Добыча руд была им неизвестна, а между тем английский полярный путешественник Джон Росс с удивлением увидел у них

железные наконечники копий и ножи (рис. 5), и на его вопрос, откуда они берут железо, эскимосы ответили, что получают его «свыше». Оказалось, что ножи состоят

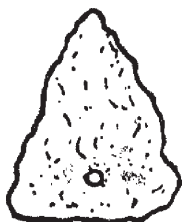


Рис. 5. Эскимосский наконечник копья, сделанный из метеоритного железа

из метеоритного железа: в западной Гренландии, в бухте Мельвилля, на расстоянии 50 км от мыса Йорк, было обнаружено несколько громадных глыб этого железа; от одной из них, лежавшей у горы Совалик, эскимосы отделяли куски для поделок. Самый большой метеорит назывался «Тент» (т. е. «Палатка»), другой — «Уомен» («Женщина») и третий — «Дог» («Пес»). В 1895 и 1897 гг. американский лейтенант Пири перевез эти метеориты в Американский музей естественной истории. Веса́т они 33 113; 1360 и 450 кг. В 1925 г. последний метеорит «Савик», весом в 3402 кг, был перевезен в Копенгаген с большим тру-

дом, так как он вызывал отклонение магнитной стрелки у компаса корабля, на котором его везли.

ДРЕВНЕЙШИЕ УПОМИНАНИЯ О МЕТЕОРИТАХ

Самым древним из дошедших до нас сведений о падении метеоритов является упоминание, имеющее давность свыше 34 столетий: около 1476 г. до начала нашего летосчисления упали метеориты на острове Крите, в Средиземном море. Затем падения были в 1460, в 1200 гг. в Орхомене (Греция); около 1168 г. упал железный метеорит на Иде (о. Крит). Это — древнейшие упоминания, если не считать описанного в библии падения метеоритов во время битвы израильтян с азекеянами («и бысть множае умерших от града каменна, нежели убиенных от сынов израилевых мечем на брани»).

Древнейшие летописи приводят далее сведения о падении железного метеорита около 704 г. до н. э. В 654 г. до н. э., в царствование Туллия Гостилия, на Альбанскую гору близ Рима выпал рой каменных метеоритов, и римский историк Тит Ливий описывает, как многие римские сенаторы ходили туда их смотреть.

Во второй год семьдесят восьмой Олимпиады особенно замечательным был метеорит, упавший в древней Фракии на берегу «Козьей реки» (Эгос-Потамос). При громовых ударах из громадного болида выпал огромный метеорит. Это было во 2-й год

78-й Олимпиады по греческому летосчислению, т. е. около 456 г. до н. э. Знаменитый римский натуралист Плиний, живший почти 400 лет спустя, специально ездил его смотреть. Он нашел его и описывает, что метеорит был черного цвета и величиной «с повозку».

Это падение взбудоражило умы греческих философов и ученых. Анаксагор Клазоменский полагал даже, что все небо состоит из камней. Еще в библии считалось, что небо — это «твердь», и когда эта твердь трескается, то с неба падают на землю камни — метеориты. Поэтому древние не особенно удивлялись падению камней с неба (рис. 6).

Диоген Аполлонийский (тезка того философа, который жил в бочке) высказал по этому поводу такое суждение: «вместе с видимыми светилами движутся также невидимые каменные массы, остающиеся неизвестными. Последние иногда ниспадают на Землю и гаснут, как это случилось с каменной звездой, упавшей при реке Эгос». Философ Диоген Критский и историк Плутарх также высказывали правильные догадки о космическом происхождении метеоритов.



Рис. 6. Старинный рисунок, изображающий каменный дождь

КИТАЙСКИЕ МЕТЕОРИТЫ И ЗВЕРСТВО ТШИ ГОАНГ-ТИ

Китайский ученый Ма-Туан-Лин, живший с 1245 по 1326 г., составил огромную энциклопедию, где собрал между прочим сведения о падении метеоритов в Китае почти за 2000 лет. В этой энциклопедии сообщается, что в провинции Сонг в 644 г. до н. э. выпало 5 метеоритов. Затем в правление тирана Тши-Гоанг-Ти* в 211 г. недалеко от Тонкинга будто бы одна звезда упала на землю и превратилась в камень с надписью, предвещавшей скорую смерть императора и распадение его царства. Как только

* По его повелению, например, были сожжены все книги в Китае.

Тши-Гоанг-Ти узнал об этом, он повелел камень раздробить, а виновников толкования надписи убить. Так как их не нашли, то по приказанию Тши-Гоанг-Ти были умерщвлены все жители этой местности.

ДРЕВНИЙ ЩИТ НУМЫ ПОМПИЛИЯ

Во времена римского правителя Нумы Помпилия с неба упал железный метеорит, имевший форму щита. Прорицатели («оракулы») заявили, что обладание этим щитом обеспечивает владельцу его господство над всем миром. Поэтому следовало охранять его со всевозможной тщательностью в особенности от воров, так как в этом случае первый укравший его вор должен был бы сделаться властелином мира. Римские верховные жрецы поступили так: изготовили 11 других железных щитов, имевших в точности такую же форму и размеры, и поместили их вместе со щитом Нумы. Благодаря этому вор не смог бы отличить настоящий щит от других и украсть его.

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

ОБОЖЕСТВЛЕНИЕ И РЕЛИГИОЗНЫЙ КУЛЬТ МЕТЕОРИТОВ

В Кириллове монастыре у соборной церкви в паперти камень днесь видим всем.

Летопись 1662 г.

КАК В ДРЕВНОСТИ ОБОГОТВОРЯЛИ МЕТЕОРИТЫ

Еще в незапамятные времена на Востоке существовало поклонение небесным светилам. Звезды, планеты и другие светила считались божественными существами, которые могли влиять на судьбу людей; отсюда зародилась ложная наука предсказания судьбы человека по расположению светил — астрология. Древние видели, что с неба иногда как бы падают звезды, и они знали, что в иных случаях при этом падают железные и каменные массы. Нет ничего странного в том, что эти метеориты принимались ими за частицы самых звезд, тех самых звезд, которым они поклонялись; поэтому, по мнению древних, следовало также чтить метеориты и поклоняться им.

Одним из таких метеоритов был камень бога Солнца, находившийся в храме в Эмизе (Сирия) (рис. 7). Его изображение было даже выбито на монетах городов Эмизы и Эфеса. Римский император Гелиогабал сам был главным жрецом бога Солнца и поэтому, посоветовавшись с оракулом, решил перевезти этот метеорит в Рим. Это было сделано в торжественной и пышной обстановке, и в честь метеорита вновь были выбиты римские монеты с его изображением. Это делали потом

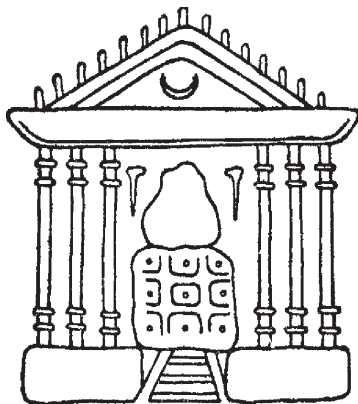


Рис. 7. Метеорит Эмиза в храме Луны в Сирии. Был потом перевезен в Рим императором Гелиогабалом

и по случаю падений других метеоритов (рис. 8). Другой метеорит считался камнем богини Цибелы; он находился в г. Пессинунте, в Галатии и по свидетельству историка Тита Ливия был

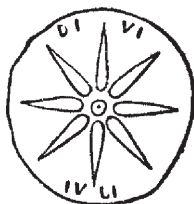


Рис. 8. Старинная монета Римской империи, выбитая по случаю падения метеорита

также перевезен в Рим во времена второй Пунической войны. Некоторые греческие писатели даже самое название города Пессинунта объясняли словом «пессин», что по-гречески значит «падать».

Еще во времена царствования Эфеокла, т. е. до Троянской войны, в греческой провинции Аркадии упал метеорит. Греки считали метеориты «обителью божества» и называли их поэтому «бетилиями». Бетилия из Аркадии была помещена в храме Граций в Оркомене, и ей поклонялись как божеству.

Троянский прорицатель Гелен, пользуясь невежеством масс, уверял, что хранящийся у него метеорит сообщает ему волю богов. Для этого Гелен быстро вертел этот метеорит в руках и потом возвещал «волю богов» одураченным слушателям.

Много таких бетилий находилось близ Гелиополя на горе Ливанской. Их обоготворение началось в Финикии и в Сирии, распространялось по всему древнему Востоку, затем продолжалось в суеверной Римской империи, причем римские писатели падение их считали неблагоприятным предзнаменованием. Эти метеориты назывались еще омбрии, бронзии, анцилии.

Отсюда видно, как жрецы и прорицатели использовали суеверие и невежество масс, причем в ряде случаев в этом принимали участие и сами правители. Действуя совместно, представители «светской» и «духовной» власти использовали даже явления природы, чтобы удерживать в подчинении и повиновении народные массы.

ВЕНЕРА КИПРСКАЯ И ДИАНА ЭФЕССКАЯ

Долгое время считалось, что изображения Венеры Кипрской и Дианы Эфесской, двух из главных богинь греческой мифологии, суть статуи, которым поклонялись, как божествам. Однако в результате научных исследований было установлено, что это не статуи а... метеориты! Они находились в специальных храмах, и им поклонялись, как божествам, причем обрядами поклонения, разумеется, руководили жрецы.

ГЕДЖАР-ЭЛЬ-АСВАД, КААБА И АРХАНГЕЛ ГАВРИИЛ

Из истории известно, что Магомет являлся основателем магометанской религии. В первой четверти VII века нашей эры, когда Магомет усиленно занимался своей пропагандистской деятельностью, в Аравии выпал метеорит, Магомет сразу решил использовать это обстоятельство с целью привлечения верующих на свою сторону. Он объявил, что архангел Гавриил передал ему с неба, как пророку Аллаха, величайшую святыню. Поклонение этой святыне отпускает человеку множество грехов, и всякий правоверный мусульманин хоть раз в жизни обязан поклониться этому метеориту, носящему имя «Геджар-эль-Асвад».

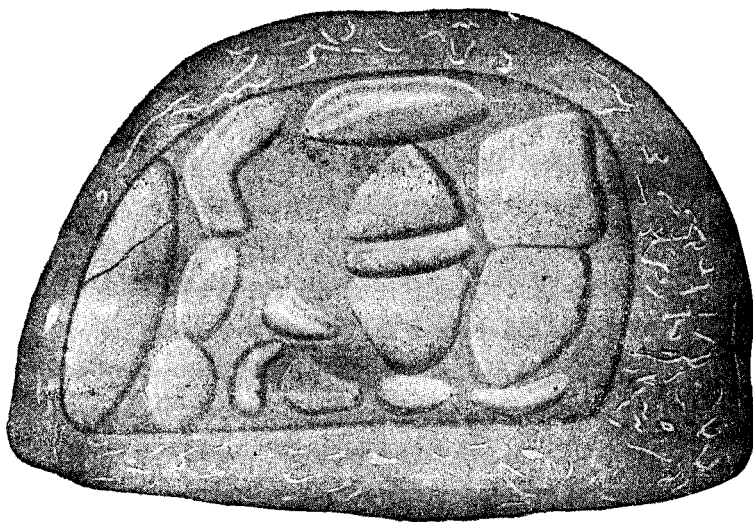


Рис. 9. Метеорит Геджар-эль-Асвад в Каабе, при помощи которого мусульманская религия одурманивает народ. Предмет культа

Метеорит, состоящий из нескольких кусочков (рис. 9), был вделан в серебряную оправу с арабскими священными изречениями и помещен на наружной стороне большого прямоугольного камня, называемого «Кааба», сделанного специально для этой цели. Размеры метеорита в оправе — с ладонь взрослого человека, и вделан он около одного из углов, невысоко от земли, так что к нему подползали на коленях и целовали его. По преданию

метеорит вначале был белым и потом почернел «от людских грехов». Прямоугольный камень «Кааба» помещается в скинии (храме) среди большого двора в г. Мекке, куда в 622 г. бежал из Медины Магомет, спасаясь от преследований. Этот год послужил началом мусульманской эры летосчисления (так что, например, 1938 г. нашей эры есть 1316 г. эры магометан).

Поклонение метеориту «Кааба» продолжается и до сих пор. По мусульманской религии женщины, как низшие существа, к нему не допускаются, а мужчины после поклонения имеют право носить зеленую чалму — знак пребывания в Мекке. Легко представить, каким источником инфекции является этот метеорит.

Мусульмане тщательно оберегают его от европейцев, и ученым стоило больших трудов и хитрости увидеть метеорит и дать его описание, которое я привел выше.

ЦЕРКОВЬ И МЕТЕОРИТЫ

7 ноября старого стиля 1492 г. близ городов Энзисхейм и Баттенхейм в Эльзасе в 11 ч 30 м дня со страшным треском выпал метеорит весом 260 фунтов. Он ушел в землю на глубину нескольких локтей. Поэт Себастьян Брант (1457—1521) написал в честь него стихотворение, которое начинается так: «Когда считался 1492 год и был день святого Флоренса, перед полуднем случился ужасный удар грома, и камень, весом в три центнера, упал на поле у Энзисхейма», и заканчивается словами «он сильно напугал французов, и справедливо говорят, что должна случиться беда». Однако император Максимилиан II заявил, что падение — знак милости Всевышнего в... борьбе с турками! Камень был помещен в местную церковь, и на стене ее было выгравировано описание его падения. Это — самый древний из дошедших до нас метеоритов: он ныне находится на почетном месте в ратуше того же города Энзисхейма; теперь вес его $53 \frac{3}{4}$ кг.

В те времена люди не умели научно объяснить падение метеоритов, и этим тотчас же воспользовалась церковь для того, чтобы поддерживать в населении веру в чудесное и сверхъестественное. Когда около 1514 г. в Венгрии выпал другой метеорит, его также поместили в церковь. Священнослужители боялись потерять метеорит («знак милости неба») и потому приковали его цепями к стене, чтобы он не смог улететь обратно на небо!

29 ноября (9 декабря) 1662 г. в селении Новые Ерги, в 70 км к югу от г. Белозерска, б. Новгородской губернии, «камения паде великая туча», как сказано в одной старинной записи (рис. 10).

поменьше, вделали в стену церкви. Потом эти камни, вероятно, отправили в Москву, потому что в другой летописи, в Государственной публичной библиотеке в Ленинграде (рис. 11), ска-



Рис. 11. Изображение падения Белозерского метеорита 29 ноября 1662 г. по редчайшему рисунку в рукописи Государственной публичной библиотеки в Ленинграде

зано: «и пели над ним молебны и дался тот камень взяти и повезли тот камень к великому государю к Москве». «Великий государь», вероятно, этот камень потерял. Специальные поиски этого метеорита, произведенные в 1930 г., не увенчались успехами.

Приведем интересный отрывок из сочинения ректора и профессора Харьковского университета Афанасия Стойковича «О воздушных камнях и их происхождении», напечатанного в 1807 г.: «В 1775 или 1776 г. упало из воздуха несколько камней близ Овруча, что в Волини (Польша). Один из них повешен был в церкви, и суеверная чернь приписывала ему врачебную силу от лихорадки; по сей причине каждый брал несколько сего камня, истертаго в порошок. Впоследствии церковь сия обрушилась, а с нею вместе пропал и камень».

Незадолго перед тем в селеции Оги, в Японии, в 1761 г. упал метеорит. Над ним на месте падения была построена часовня. Метеорит Ваникас (Восточная Африка) еще сравнительно в недавнее время почитался божеством, а другому индийскому метеориту поклонялись, украшали его цветами и смазывали маслом.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

МЕТЕОРИТЫ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

Огненный камень, весь раскаленный, пролетел по небу на запад.

Вюрцбургские анналы 952 г.

ПАДЕНИЕ МЕТЕОРИТОВ В СРЕДНИЕ ВЕКА

Ни один из древних и средневековых метеоритов не дошел до нашего времени, если не считать Энзисхеймского метеорита (1492 г.). Однако сведения об их падениях сохранились в летописях, хрониках и других литературных источниках Европы, откуда они были извлечены трудами ученых Хладни, Гоффа, Био, Кетле, Шаля и других. Русские летописи, мемуары, записки и т. д. особенно тщательно были изучены Д. О. Святским, китайские — Абелем Ремюза, японо-корейские — Ямамото и т. д. В результате было обнаружено множество интересных сведений; с некоторыми из них мы познакомимся поближе.

Упоминания об упавших метеоритах мы находим у арабов, которые, покорив Восток, переняли культуру у побежденных народов и сами стремились развивать искусства и науки. Уже в 852 г. араб Тагер-Бен-Абдаллас прислал арабскому калифу Моттавакелу камень, упавший с неба в июле этого года. Он упал в Табаристане, имел величину в 840 рошлей (арабская мера) и зарылся в почву на глубину $5\frac{1}{2}$ локтей. Метеорит был (внутри?) белого цвета и имел трещины. В 897 г. в Куфе выпало несколько метеоритов — они тоже оказались каменными и были посланы в столицу арабов — в Багдад.

Сохранились и европейские упоминания о метеоритах. Так, например, по описанию Альберта Стаденского «камень удивительной величины» выпал в 952 г. близ г. Аугсбурга. В Саксонской летописи («Хроникон Саксон») описывается, что в 998 г. упали 2 больших камня, один в самом городе Магдебурге, а другой в его окрестностях. В 1112 г. при Агларе в Аквилее, у Адриатического моря, упали горячие камни, «черные, как уголь, и твердые, как железо». Далее в Богемской хронике, составленной летописцем Венглицем Гагедием, описывается, что летом 1135 г. в Богемии на одно поле упал камень величиной с дом. При падении

он вошел наполовину в землю и дня три будто бы оставался горячим, а потом сделался черным.

Позднее, в XIII веке один метеорит упал на башню монастыря, построенного Макарием в Вюрцбурге. В этом же монастыре он сохранялся в течение 6 столетий.

КАМЕННЫЙ ДОЖДЬ В XIII ВЕКЕ НА РУСИ

26 июня 1290 г.* близ Великого Устюга, в нынешнем Северодвинском крае среди бела дня при ясной погоде вдруг нашла темная туча, из которой с громом выпали метеориты. Описание этого падения метеоритов является прекрасным памятником литературного искусства, и мы его приведем дословно.

«Бысть же во вторую неделю (т. е. в воскресенье) о полудне, найде внезапно над град Устюг облак темен и бысть яко ночь темная. Людие же града (города) того, вядевше таковое необычное превеликое необычное чудо и о сем недоумеваша, что се бысть (что это такое?). И по сем явишася и востаха со все четыре страны тучи великия, из них же блистаеся молнино блистание безпрестани и грому убо многу и страшну бывшу зело над градом Устюгом, яко же не слышати, что друг со другом глаголати; яко небо и земля от того страшного труса непрестанно колебаться и трястися, огненные же тучи хотяху сосупитьися вместо; тогда же бывшу от молнийного блистания и от страшного огненного грому зноу превелику зело».

Далее описывается, как вдруг «воздух пременися и бысть тишина велия и не бысть молнии ни грому и разводящеся облацы огненнии на все страны (стороны) и пойдоста на места пустынная и тамо поломиша на пустынях (пустошах) лес и дебри овы древеса ис корени избиша, а иные вполг положиша. От Устюга великого та пустыня отстоит за двадесять поприщ, именуется же ся Котовалская весь, в ню (в нее) и стая тучи испадоша превеликие камение на Землю. Ломовный же лес видим бысть и доныне многими человеки на уверение и на страсть последнему роду нашему... и от того страшного труса, не уби громом и камением ни от человек, и от скота никогоже, но вси убо человецы и скоты сохранены быша».

Церковники и здесь использовали это явление в своих целях. Падение камней в стороне города (за 20 «поприщ»; вероятно,

* Эта дата точно установлена по надписи на одной из икон бывшего Успенского монастыря в 1929 г. в Москве.

столько же приблизительно километров)* было приписано чуду, сотворенному «преподобным Прокопием Устюжским», и описание события было помещено в «Житиях святых» как доказательство этого чуда. В Устюге за решеткой бывшего Успенского собора хранились камни, взятые якобы с места падения небесных камней. Круглые белые камни оттуда же хранились во Владимире, а в Вологде еще в 1840 г. при церковных обрядах применялись камни из Устюга же. Оказалось, что все они земного происхождения (валуны, известковые камни из каменоломен и т. д.), и церковь обманывала верующих. Действительно в течение 600 лет на открытом воздухе в сыром климате севера каменные метеориты не смогли бы сохраниться, так как обычно они выветриваются очень быстро.

«ЗНАМЕНИЕ СТРАШНО ЗЕЛО»

В 1421 г. в Никоновской летописи под 6929 г. «от сотворения мира», как тогда считалась по церковному счету (нынешний счет лет был введен в России Петром I в 1700 г.), описано другое падение метеоритов на Руси, имевшее место более пяти веков назад. Приводим его тоже дословно по летописи:

«Знамение страшно зело. Тоя же весна месяца Майа в 19 день, в неделю (в воскресенье) на праздник «всех святых» в Великом Новёгороде в полунощи был трус велий «а воздухе: взыде туча в полудни (с юга) темна, силна зело, з громом страшным и с молниями блистающими якоже и прозрети не можно бе, и чающим человеком сожженным быти от огня оного; и пришедши, ста над градом и изменися туча от дожденосна на огненное видение. Людие же, всяко чающе пламеню быти пожигающу грешники и ужасошасе, начата вопити «господи помилуй» и прочаа многомоления и обеты приношаху господневи и пречистей его матери богородицы и всем святым его. И бысть дождь мног и град велий и камене являшеся изю облака спадшее на землю... Приходящу же дню (наступил день) и возсия свет и бысть тишина, туча же она огненаа невидима бысть, и едва людие в себе приидоша от страха онаго».

* Теперь эта местность называется «Тучей», и «на Тучу» ходят гулять в день 26 июня.

ЦАРЬ ИВАН ГРОЗНЫЙ И МЕТЕОРИТ

Путешественник Оберборн, посетивший Московию в конце XVI века, составил описание своих впечатлений и издал их в 1600 г. отдельной книгой, напечатанной во Франкфурте. В ней он «приводит между прочим следующее сообщение о падении под Москвой одного метеорита в 1582 г.: «Однажды трое мужчин и столько же женщин отправились в соседний лес, как это в обычае у сих варваров, за дровами», затем «из воздуха упала на землю в снег большая мраморная глыба... падение ее сопровождалось ударами молнии, причем глыба ударилась не с большой силой. На этой глыбе было начертано неизвестными и неотчетливыми письменами какое-то изречение или скорее надгробная надпись, которая без сомнения означала, что московское государство обречено гибели (!). Когда камень низринулся, упали мертвыми и упомянутые трое мужчин... женщины упали ниц, но вскоре оправились... со страхом поспешили обратно в город и, прибыв туда ночью, с громкими воплями возвестили о случившемся».

На место падения прибыл якобы царь Иван Грозный и, пораженный, стал спрашивать своих приближенных о значении этого явления, на что, по словам Оберборна, «митрополит не без великого страха отвечал, что он этого не знает». Два лифляндских военнопленных проповедника тоже не могли расшифровать знаки, но заявили Ивану: Грозному: «Ты видишь — в этом гибель страны». Услышав об этом, Иван Грозный велел разбить метеорит на куски, «помышляя человеческими мерами воспрепятствовать совершению грозных судеб», как замечает по этому поводу историк Карамзин.

Поверхность метеоритов обычно покрыта системой ямок и углублений, образовавшихся при их полете в атмосфере и называющихся «регмаглиптами». Вот эти регмаглипты, вероятно, и были приняты за таинственные письмена.

ГЛАВА ПЯТАЯ

ИСТОРИЯ МЕТЕОРИТОВ НОВОГО ВРЕМЕНИ

Итак, я не полагаю, чтоб сие (падение камней с неба) было делом невозможным.

Мушенбрек, Опыт физики 1762 г.

КЛИНКИ И САБЛИ ИЗ МЕТЕОРИТНОГО ЖЕЛЕЗА

Мы уже видели, что ножи и наконечники копий давно изготовлялись из метеоритного железа народами, стоявшими на низком уровне развития. Но оказывается, и более культурные народы применяли его с той только разницей, что в первом случае использовать метеоритное железо заставляла нужда, а во втором — тщеславие. В самом деле, чем, как не тщеславием, объяснить тот факт, что еще в 1009 г. хорасанский султан тщетно пытался выковать себе саблю из метеорита, упавшего в самом начале V столетия по магометанскому счету, т. е. около того же 1009 года? Этот метеорит упал в Джуртане и весил более десятка тогдашних «манов». В 1621 г. 17 апреля в Индии, близ Лагоры, выпал железный метеорит весом в 160 тол, т. е. более 3 фунтов. Великий Могол Иеган Гир велел сделать из него две сабли, нож, дротик; метеоритное железо плохо ковалось, и поэтому предметы удалось изготовить, прибавив к нему треть по весу земного, железа. Описание этого события Иеган Гир составил сам, и оно было напечатано в трудах английского философского общества в Лондоне. В очень давние времена в Испании выпал железный метеорит, из которого испанский король приказал сделать меч, что впрочем не удалось, как сообщает знаменитый врач средневековья Авиценна*.

Имеются указания, что знаменитые дамасские клинки содержали некоторое количество метеоритного железа. Может быть, «мечи-кладенцы» русских народных преданий были тоже из метеоритного железа? (Ковать метеоритное железо надо в холодном состоянии, так как, будучи нагрето, оно делается хрупким.) В начале прошлого века шпагами из «небесного металла» обла-

* Авиценна был арабом и жил с 980 по 1037 г. Его настоящее имя было Абу-Али Гусейн ибн-Абдаллах ибн-Гусейн.

дали русский царь Александр I и южноамериканский военный деятель Боливар (1783—1830). О судьбе этих шпаг ничего не известно. В Метеоритном отделе Ломоносовского института Академии наук СССР в Москве имеется большой обоюдоострый нож, который был сделан из метеоритного железа одним из сибирских промышленников.

Шрейберс, много потрудившийся над изучением метеоритов (один из минералов в метеоритах — шрейберзит — назван по его имени), имел брелок и игральные кости, сделанные из метеорита. Напрасно! Зачем превращать в игрушку обломки космических тел?

КАК «КАМЕНИЕ ПАДАЛИ С ВЕЛИКОЮ ЯРОСТИЮ»

В 1662 г. монахи Кирилло-Белозерского монастыря получили письмо с описанием падения метеорита:

«Государю архимандриту Никите, государю старцу Матфею, государю келарю старцу Павлу Кирилова монастыря ваш государев нищий богомолец села Новые Ерги богоявленский поп Иванице челом бьет».

«В нынешнем, государи, во 171-м году (т. е. в 7171 г.: «от сотворения мира» по церковному счету) ноября в 29 день, в субботу, по захождению Солнца у нас в селе, на Новой Ерге, и в деревнях многие люди видели на небесех знамение страшно: только лишь Солнце зашло и от того места солнечного запада аки звезда велика, долга скоро вышла и показалась по небу аки бы молния, небо надвое раздвоилось... А мраз (мороз), государи, в то время велик был и чисто на воздухе и тихо. И потом аки облак стал мутен не велик в том месте... А небо аки затворилось и огонь на землю падал... и в том облаке стал шум и дым, яко гром или яко глагол велий, страшен, надолго, кабы и земля тряслась и хоромы тряслись и многие люди от ужастя на землю падали. А скотина всякая в кучу металась и рот зажали за кормом и главы на небо подняли и брычат, коя как умеет. И потом камение падали с великою яростью, великое и малое горело, а иное с жару рвало... на полях и улицах пало, а на дворах еще Бог помиловал милостию своею. А по иным, государи, волостем около нас не было камения, токмо знамение видели все то и огонь. И я, государи, не смею таить таковы божия чудеси и возвестил вам, государем, и камения небесного послал к вам...»

О том, что сделали монахи с этим «камением небесным», уже было рассказано в главе третьей.

ВЕРДИКТ ПАРИЖСКОЙ АКАДЕМИИ

В древности и в Средние века, как мы уже знаем, падения «метеоритов относились большей частью к разряду сверхъестественных явлений (рис. 12). Поэтому трезвонастроенные ученые, не зная о существовании метеорных тел в пространстве, попросту не верили в то, что «с неба», «из воздуха», могут падать какие-то камни. По поводу падения железного метеорита в 1751 г. в Крo-ации у г. Аграма (ныне Загреб, в Югославии)* близ Эйхштадта директор одного немецкого музея Кс. Штютц писал: «В 1715 г.,



*Рис. 12. Средневековое изображение дождя метеоритов
Конрадом Ликосфеном*

при царившем тогда страшном невежестве в области естествознания и практической физики, некоторые просвещенные головы

* Здесь выпало 2 куса 71 и 16 фунтов на расстоянии 200 шагов. Большой ушел в землю на 4 м, меньший был потерян.

Германии могли верить, что железо может падать с неба, но в наше время было бы недопустимым подобные сказки считать даже как вероятные». Однако он не выбросил хранившихся у него метеоритов этого падения и падения 1785 г. в Баварии у Эйхштадта, как это сделали в других музеях, а продолжал хранить их, и впоследствии они легли в основу богатейших коллекций Венского музея.

Не лучше дело обстояло и во Франции. Когда в 1768 г. около Люсе, небольшого городка провинции Мен, упал метеорит, то двадцатипятилетний член Парижской академии наук, впоследствии знаменитый химик Лавуазье, отказался верить в космическое происхождение метеорита и счел, что это — род железного колчедана из земных пород, увлеченный вихрем в воздух и потом упавший вниз. Французский ученый Бертолон, председатель специальной комиссии той же Академии наук по расследованию падения роя метеоритов в 1790 г. на глазах у жителей г. Барботана в Гаскони тоже отвергал даже мысль о возможности «падения камней с «неба». Эта комиссия вынесла вердикт по этому поводу, который заканчивался словами: «Как печально, что весь муниципалитет формальным протоколом подтверждает народные сказки, заведомо невозможные не только для физика, но и для каждого здравомыслящего человека».

А в это время в России академик Паллас нашел в Сибири таинственный «ком железа» и доказал, что он мог упасть только с неба! Историю об этом мы прочтем в следующем разделе.

КАК БЫЛО НАЙДЕНО ПАЛЛАСОВО ЖЕЛЕЗО

В сочинении русского академика П. С. Палласа «Путешествие по различным провинциям русского государства», напечатанном более 160 лет назад (в 1776 г.), есть замечательное место, где он описывает находку одного из знаменитейших метеоритов, составляющего и в настоящее время красу и гордость метеоритного собрания Академии наук СССР. Посмотрим, каким языком было сделано это описание.

«Самая лучшая находка, которую я встретил в Красноярском ведомстве, есть величайший ком железа, почти 40 пуд весящий... о чем надобно поговорить сколь можно попространнее. Редкой сей камень найден был черными людьми*, служившими в 1750 году под начальством коллежского советника Клеопика, а после

* Вот как тогда назывались рабочие-горняки!

под обербергмейстером Лодыгиным и капитан-поручиком Коро-
стелевым, на Енисейских горах при разрабатывании железного
рудника, на высокой горе, где он лежал наружу, но не привлек
должного ни в ком на себя внимания. В том числе был и при-
ставленный к Красноярским рудникам обер-штейгер Меттиг, ко-
торый по требованию моему сообщил мне о положении его пись-
менно следующее вероятное известие:

«В 1749 г. жительством из Убейской деревни отставной ко-
зак Медведев показал твердую железную руду, на высокой горе
между Убея и Сисима (обеих с правой стороны, из гор меж Аба-
канским и Бельским или Верхним Караульным острогом в Ени-
сей текущих рек) в четырех верстах от первой, в шести — от по-
следней, а от Енисея в двадцати лежащую, которая простиралась
жилою по небольшому утесу горы, клонящемуся на север... Жила
была более полуаршина толщиной в твердом опочистом сером
камне, из коего кажется вся оная гора состояла. Около 150 са-
жен от сего места в юго-западную сторону к реке Убею, при-
метил я на самом верху горы, сосною и пихтою обросшей, по-
видимому более 30 пуд весом ком железной крицы, в которой
находилось множество желтых, крепких камешков, величиной
с кедровый орех, коих нельзя было совсем выколотить. Как сие
обстоятельство, так и звон крицы показались мне весьма приме-
чания достойными. Я не могу сказать, тут ли она родилась или
по вынятии наружу, была туда принесена. По обстоятельнейшим
исследованиям нигде по всей горе не нашел я никаких следов ста-
ринной в горе работы, как плавильных горнов. Я знаю, что помя-
нутый Медведев оную крицу с горы увез после, а куда, того мне
неизвестно...»

«Медведев, который ныне кузнецом, — продолжает в своем
описании Паллас, — говорил, что сей камень лежал на самом
верху одной высокой горы совсем наружу, ни к чему не при-
росши и никакими другими малыми или большими камнями не
огражден... Поелику железо в сем камне ковко и бело, и притом
подаёт хороший звон, то и думал он, не содержится ли в нем чего
лучшего, кроме железа; да и самые татары, кои почитали оный за
спавшую с неба святость, подкрепили его в сем мнении; и таким
образом он, видя, что по показанию его никаких на том месте
копаний не заводилось, взял весь камень с того места и с великим
трудом перевез к себе за тридцать верст, в отстоящую деревню
Убейскую, в ту оной часть, которая называется малой деревней
или Медведевой, где он сам живет.

О сем самородном железе спроведал я уже в ноябре 1771 года,
через татарского солдата, имевшего естественную склонность

к отыскиванию руд...* Он невзначай как-то прибыв к упомянутому Медведеву, увидел на дворе сию железную массу и удивился; а потом с великим трудом отколотив несколько кусочков, привез ко мне для показу. Хотя оные кусочки были неясственны, однако, довольно можно было усмотреть, что сие железо в виде друз было произведено не искусством, а самою природою: и для того без всякого промедления отправил того же татарского солдата в помянутую, за 200 верст от Красноярска отстоящую деревню Медведеву и велел привезти весь камень в город, который весил тогда 42 пуд. Оно имело сверху, как кажется, жесткую железистую кору, которая при отколачивании кусочков в верхней части обвалилась. Под сею тонкою корою вся внутренность состояла из мягкого, в отломе белого и как губка ноздреватого железа, пустоты коего наполнены круглыми продолговатыми, жесткими, желтыми и притом частыми и прозрачными стеклянными шариками...

Самое железо столь вязко, что три и четыре кузнеца по целому полдню отбивали от него углы стальными клиньями и то токмо по несколько фунтов, один только отбили в пуд. Из мелких отрубленных кусочков выковывали мне кузнецы в горнах при небольшом огне шилья, гвозди, и прочее... Вся сия масса и каждая ее частица доказывала беспрекословно, что она была совершенное произведение природы. Древние рудокопы... кажется, вовсе железа не добывали... потому что все их орудия, значки и прочее состоят из литой меди... их горны, как по остаткам видно, столь малы и предприятие сие при их кочующей жизни намерению столь противно, что нельзя никоим образом думать, чтоб они стали лить таковую из нескольких пуд громаду... Если же, против всей вероятности положить, что сие возможно, то не видно причины, для чего столь великая по примешанным к ней камешкам дляковки приспособная масса была перенесена... на другую высшую гору...»

Из Красноярска метеорит, получивший в честь Палласа имя «Палласова железа», был отправлен в тогдашний Петербург, в Академию наук. При тогдашних средствах сообщения на это понадобилось 2 года. Немного раньше прибыл кусок его в 1 пуд. По небольшому куску его было отправлено в каждый из тогдашних музеев Европы. Анализы европейских химиков Говарда, Клапрота и Мейера показали, что его состав сходен с составом других метеоритов.

* Из-за пренебрежительного отношения к «низшему сословию» имени этого солдата в истории науки не сохранилось.

«СУМАСШЕДШИЕ АМЕРИКАНСКИЕ ПРОФЕССОРА»

В 1794 г. вышла из печати книга профессора физики Хладни, в которой он доказывал, что падающие звезды и болиды возникают при проникновении метеорных тел в атмосферу, и что крупные метеорные тела могут падать на землю в виде метеоритов. Этим же он объяснял происхождение Палласова железа. Идеи Хладни сначала были встречены насмешками — над ним долго издевались, о чем он с горечью вспоминал 25 лет спустя. Здоровые мысли не сразу получили признание. Но в это время очень кстати произошло падение нескольких новых метеоритов. Ученые убедились в том, что действительно метеориты представляют собой космические тела и могут «падать с неба».

Когда, наконец, эти идеи проникли в Соединенные Штаты Америки и дошли до президента Джефферсона, то все же тот не удержался и воскликнул: «Я скорее поверю, что янки-профессора сошли с ума, чем тому, что с неба могут падать камни!»

ЭТО БЫЛО 6 ФЛОРЕАЛЯ 11 ГОДА РЕСПУБЛИКИ

В самом начале XIX века случилось событие, после которого отпали все сомнения о падении метеоритов. Это произошло 6 флореаля 11 года по республиканскому календарю революционной Франции, а по обычному счету 16 апреля 1803 г. Около 1 часа дня во Франции, в Орнском департаменте, около деревушки Эгль при ясном небе наблюдался огненный шар, «который двигался с нарочитою скоростью» и произвел сильные громоподобные раскаты. После этого около Эгля упало от 2 до 3 тыс. метеоритов — целый каменный дождь, от которого, однако, никто не пострадал. Метеориты выпали полосой, длиной в 12 и шириной в 4 км, причем более крупные лежали впереди, а более мелкие — позади. Слух об этом дошел до Парижа, и министерство внутренних дел командировало молодого и энергичного академика Био для расследования этого происшествия. Он изложил все факты и заключил, что «абсолютно нет сомнения, что в тот самый день много камней упало в соседстве с Эглем». Наибольший камень весил 17 фунтов.

Отчет Био оканчивается замечательными словами: «Я почти себя счастливым, если мне удастся поставить вне сомнений одно из наиболее удивительных явлений, которое люди когда-либо наблюдали».

Таким образом метеориты получили права гражданства на Земле.

ГЛАВА ШЕСТАЯ

МЕТЕОРЫ В ЭПОСЕ

Падучая звезда по небу темному летела и рассыпалася.

А. Пушкин, «Евгений Онегин»

«ЗНАМЕНИЕ ЗМИЕВО»

Полет болидов, разбрасывающих искры и ярко освещающих ночью Землю, оставляет неизгладимое впечатление в памяти человека (рис. 13). В древнем Китае сложилась легенда об огненном драконе с длинным хвостом, пышущем пламенем из пасти и летящем по небу. Полет болида как бы надвое рассекает небо-

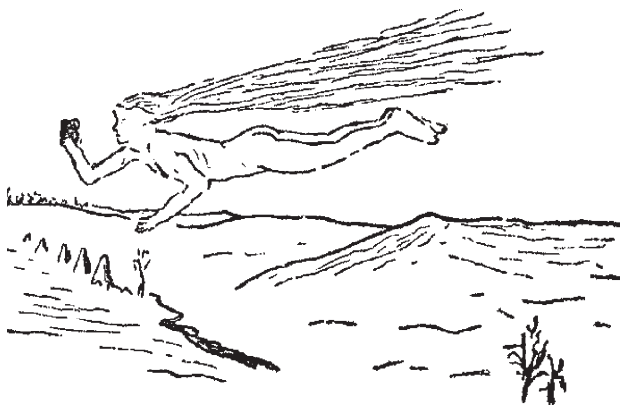


Рис. 13. Падение метеорита в индийском эпосе, изображаемое в виде духа с огненными волосами, несущего в руке камень («...как огненные кудри Ишккуды — они горели». Песня о Гайавате)

свод, и вот возникает легенда о «раскрытии неба», и древнейший персидский Бог метеоритов Зерван изображается с ключами, которыми он раскрывает небо для падающего метеорита.

Легенда о «раскрытии неба» сохранилась в течение тысячелетий, и еще несколько лет назад у нас в глухих углах можно было ее услышать после полета яркого метеора.

У белорусов царской России, наблюдавших болиды, было распространено сказание, что это черти, в образе огненных драконов со змеевидными хвостами, которые летают к ведьмам в гости. «Знамение змиево», «змий летяше» — вот как характеризовали явление болида славяне несколько столетий тому назад.

МАХАБГАРАТА, ОДИССЕЯ И «ТЫСЯЧА И ОДНА НОЧЬ»

За 2000 лет до начала нашей эры в Египте был написан один папирус. В «Сказке о потерпевшем кораблекрушение», записанной в этом папирусе и являющейся одним из древнейших литературных памятников, впервые упоминается, что с неба падают звезды. Отсюда мы можем заключить, что метеоры наблюдаются человеком по крайней мере в продолжение 40 столетий. Сам папирус находится в СССР, в Государственном Эрмитаже в Ленинграде, где он хранится под № 1116.

В грандиозном собрании индусского народного эпоса, носящем название «Махабгарата» и содержащем 220 000 стихов в 18 книгах, имеются строчки, относящиеся к появлению метеоров. Там описывается, как люди «видели явления, которые даже не бывали при войне богов с демонами: ветры дули, сопровождаемые вихрями, и звезды тысячами падали с неба».

В древней Японии в эпоху 34-го императора Иомеи было написано 23-томное сочинение «Никон Шоки». В нем имеется описание болида во вторую луну 637 г., а в 25-м томе другого сочинения «Шоку Нихонги» говорится, как в 764 г. в спальную комнату влиятельного аристократа Ошикацу Йеми упал метеорит. В 86 году до нашей эры другой метеорит упал во дворец Ванг-Тсая, находившийся в северной части нынешней китайской территории Пе-чи-ли.

Упоминания о метеорах имеются в Илиаде Гомера, написанной почти 3000 лет тому назад. В книге Еноха, написанной тоже очень давно, Енох рассказывает, что он будто бы видел, как ангел «схватил звезду, прежде всех ниспавшую с неба».

В коране, священной книге магометан, в главе XV имеется такой стих (эти стихи называются «сурами»): «Мы (т. е. ангелы) установили созвездия зодиака и сделали его красивым для смотрящих, охраняем его от всех дьяволов, которых прогоняем (с неба) камнями; если же который из них будет подкрадываться для подслушивания, то его преследует яркий, зубчатомелькающий пламень». Таким образом арабы принимали метеорные тела

за метательные снаряды ангелов против чертей, лезущих на небо. Эти легенды перешли потом к татарам и ногайцам, у которых сохранялись до недавнего времени.

Сура VIII корана повествует о том, как аллах убил грешников, «заставив звезды упасть на них», а сура CV — как во время одной битвы летел рой больших птиц, несших в когтях и в клюве раскаленные камни, и как потом эти птицы бросали эти камни на воюющих.

В арабских «Сказках» Шехеразады «Тысяча и одна ночь» тоже рассказывается, как огненные метеоры поражают злого духа Джинна (ночь 840 и 867) и прочих чертей (ночь 878), и там же говорится об одном волшебном мече, сделанном из железа метеорита.

Арабы считали метеориты за предупреждения, посылаемые небом за проступки, и часто старались поэтому разбивать вдребезги метеориты. У арабов, кроме того, сохранилась запись, что в 899 г. в день Могаррема звезды летели с севера на юг, как саранча, так что «смертный не мог бросить взгляда на небо», а в 1202 г. тоже «звезды падали с неба, народ был в страхе».

БОЛИД ХРИСТОФОР КОЛУМБА И УЖАСНЫЕ КОПЬЯ

Историк Григорий Турсий в летописи средневекового монастыря Сен-Дени в Галлии кратко, но образно описал полет болида, имевший место полторы тысячи лет назад (в декабре 584 г.). «В середине ночи огненный шар пересек небо и далеко осветил вокруг, отделяя искры; небо осветилось, как зарею».

В евангелии рассказывается, что якобы перед «концом света» с неба «спадут звезды» — поэтому 2 января 849 г. летописец записывает: «ужасные копья пролетали с севера и с востока», а в 763 г. звезды падали в такой массе, что народ вообразил, что уже пришел конец света, предсказанный в евангелии.

Одна старинная исландская легенда XIII века, написанная стихами, содержит подобное же поверье; так, стих 51 ее в русском переводе гласит: «Случилось то, что было сочтено за великое событие: волк поглотил Солнце, и люди приняли это за тяжелую беду; затем второй волк похитил Луну, а также сделал очень дурное дело — звезды спали с неба».

В корабельном журнале каравеллы «Нинья», на которой плыл Колумб, стремясь открыть новый морской путь в Индию, под датой 14 сентября 1492 г., т. е. накануне открытия Америки,

имеется упоминание о большом болиде, полет которого наблюдался над Атлантическим океаном.

ЧТО ТАКОЕ «ПУСТЫЕ БЕГИ»?

В древней Руси было распространено мнение, что падение метеора означает смерть человека. В Лаврентьевской летописи под 6752 г. (что соответствует 1243 г. нашей эры) описывается, как 30 декабря 764 г. «течение звездное бысть на небе, отторвхуся бо ся на Землю, яко видящим мнети кончину», т. е. падение звезд, по мнению летописца, означает смерть человека.

По мнению одних этим человеком мог быть только праведник, а по мнению других — обязательно грешник. В дореволюционной России большое число метеоритов, видимых в июле и августе, в темных массах культурно отсталого крестьянства объяснялось тем, что в эту страдную для крестьян пору умирают больше людей, и поэтому звезд падает больше, чем в остальные месяцы. В Литве существовала легенда, что жизнь каждого человека есть нить, на конце которой висит звезда, падающая вниз, когда нить жизни обрывается. В Осетии же на Кавказе считали, что звезду человеческой жизни срывает ветер, и звезда падает «в воду». Из этих представлений, наполовину астрологических, возникла поговорка «верить в свою звезду» или «родиться под счастливой звездой».

В Подольской губернии в царское время невежество масс доходило до того, что метеоры всерьез считались свечами, которые сатана тайком зажигал и ставил на небо, но Всевышний, заметив это, «палкой сбивал их с облака». В других местах России метеоры считались злыми духами и даже чертями, и в Калужской и Тульской губерниях полет болида, например, принимался за свержение «нечистого» с неба. В этом случае следовало как можно большее число раз сказать «аминь»: чем больше скажешь, тем он глубже провалится в землю. В Харьковской губернии болид принимали за полет ведьмы с помелом, а у вотяков — за полет шайтана, т. е. черта.

В Холмской Руси метеоры и болиды назывались «голови-ками», в Петербургской и Ярославской губерниях — «ужами», а в летописях о болидах говорится «знамение змиево» или «змий летяше».

В одной из старинных русских летописей записано, как в 1385 г. «были осенью пустые беги». Что такое «пустые беги»? На этот вопрос историк Карамзин ответил так: «думаю, метеоры».

О МЕТЕОРАХ В СТАРИНУ

В 1091 г. в Лаврентьевской летописи отмечен первый раз в России полет детонирующего болида (со звуками): «Спаде превелик змий, от небесе; ужасошася вси людье. В се же время земля стукну, яко мнози слышаша». Так же описан след болида 11 февраля 1110 г., а у болида 1144 г. был даже отмечен видимый диск «яко кругу огненну», а пылевой след его «в образе змея великого и стоя по небу с час дневный и разидеся», как сказано в Ипатьевской летописи. 1 марта 1215 г. «гром бысть по заутрени и вси слышаша», «змеи видеша летящъ», а 8 декабря 1411 г. «полете от града от Кашина змий велик зело и страшен, дыша огнем и летяще с востока к западу».

Причина метеоров в то время была непонятной, и вот какое невразумительное объяснение было дано в XVI веке в книге «Луцидарий», изданной в России, вероятно, по заграничным источникам. Здесь приводится разговор учителя с учеником. На вопрос, что надо думать о причине падения звезд с неба, дается ответ: «Случается часто, зане на азре бывает буря великая от ветров, и воздух одолеет, и в воздухе огонь испускает над звездами искры, и една искра отскочит долу по воздуху, и людие мнят, видяще, яко звезда падает».

Даже в гораздо более позднее время, в начале XIX века, профессор Харьковского университета Стойкович писал: «Надобно еще заметить, что ниспадающие звезды примечаются наиболее в таких местах, где почти целую зиму на лугах и полях стояла вода и где сверх того весьма часто бывают блудящие огни, огненные шары и летучие змеи». Таким образом метеоры, блуждающие огоньки, и даже шаровые молнии — из-за отсутствия систематических наблюдений и потому незнания их природы — сваливались в одну кучу.

ПОЭТЫ О МЕТЕОРАХ

«Чуден Днепр и при тихой летней ночи, когда все засыпает, и человек, и зверь, и птица... и сыпятся звезды и отражаются в Днепре», писал Гоголь. Падение звезд не раз привлекало внимание художников и мастеров слова — у Гомера, у Шекспира и у позднейших авторов иногда встречаются строки, посвященные метеорам, а художник Рафаэль Санцио изображал их на своих полотнах (рис. 14).

У римского поэта Вергилия Публия Марона (70—19 г. до н. э.) во второй книге поэмы «Энеида», в которой описывается бегство

Энея из пылающей Трои, строки 692—698 гласят:

«...внезапным ударом
Слева гром прогремел, и, с неба летя через сумрак,
Пала звезда, провлекая факел великого света.
Видели мы, как она над самою крышею дома,
Светлая, падала, чтобы в лесу исчезнуть Идейском,
Нам указания пути; и длинной бразда полосой
Свет издает, кругом вся окрестность серой дымится».

(Перевод В. Брюсова и С. Соловьева)

Из этого описания видно, что после полета яркого метеора на небе остался дымчатый метеорный след. Профессор П. Л. Драверт (Омск) объясняет запах серы выделением газа — серного ангидрида — из минералов пирротина и троилита, входящих в состав метеоритов.



Рис. 14. Падение болида в начале XVI века, изображенное на картине Рафаэля «Мадонна Фолиньо». Часть картины с болидом и радугой

Великий Пушкин в стихотворной форме передал русскую примету своего времени относительно того, что желание человека исполнится, если его успеть вымолвить в течение полета метеора.

Так, в главе пятой романа «Евгений Онегин» Пушкин пишет:

«Когда ж падучая звезда
По небу темному летала
И рассыпалась — тогда
В смятеньи Таня торопилась,
Пока звезда еще катилась,
Желанье сердца ей шепнуть...»

Картину звездной ночи описывает русский поэт Плещеев:

«Ночь пролетает над миром,
Сны на людей навевая,
С темнолазуревой ризы
Сыпятся звезды сверкая...»

Русскому поэту И. Никитину принадлежат следующие строки:

«В темной роще замолк соловей;
Прокатилась звезда в синеве;
Месяц смотрит сквозь сетку ветвей,
Зажигает росу на траве».

А другому поэту трепещущий полет и вспышки метеора навеяли следующие строки:

«Метеоры мгновенны, но будь, как они
Лучше ярко сгореть, умирая,
Чем тоскливо по жизни тянуть свои дни,
Без борьбы и побед погасая...»

ПИСАТЕЛИ О МЕТЕОРАХ

Великий художник слова Л. Н. Толстой в романе «Война и мир», описывая осень 1812 г., говорит:

«Стояла та необычайная, всегда удивляющая людей осенняя погода, когда низкое Солнце греет жарче, чем весной, когда блещит в редком, чистом воздухе так, что глаза режет, когда грудь крепнет и свежеет, вдыхая осенний, пахучий воздух, и когда в темных, теплых ночах этих с неба, беспрестанно пугая и радуя, сыплются золотые звезды».

Известный русский путешественник по Дальнему Востоку В. К. Арсеньев в своей книге «Дерсу Узала» дает следующее описание полета болида:

«Весь воздух был наполнен мигающими синеватыми искрами. Это были светляки. Свет, испускаемый ими, был прерывистый

и длился каждый раз не более одной секунды. Следя за одной такой искрой, можно было проследить полет каждого отдельного насекомого. Светляки эти появляются не сразу, а постепенно, поодиночке. Рассказывают, что переселенцы из России, увидев впервые такой мигающий свет, стреляли в него из ружья и в страхе убегали. Теперь это не были одиночные насекомые, — их было тысячи тысяч, миллионы. Они летали в траве, низко над землей, реяли в кустах и носились вверх над деревьями. Мигали насекомые, мерцали и звезды. Это была какая-то пляска света.

Вдруг вспыхнула яркая молния и разом озарила всю землю. Огромный метеор с длинным хвостом пронесся по небу*. Через мгновение болид рассыпался на тысячу искр и упал где-то за горами. Свет погас. Как по мановению волшебного жезла, исчезли фосфоресцирующие насекомые. Прошло минуты две, три, и вдруг в кустах вспыхнул один огонек, за ним другой, десятый, и еще через полминуты в воздухе опять закружились тысячами искры».

* Похоже на предсказание Сихотэ-Алинского метеорита 1947 года. — *Прим. редактора издания 2015 г.*

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

ЧИСЛО МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ

Числа управляют миром.

Галилео Галилей, XVI век

СКОЛЬКО МЕТЕОРИТОВ ПАДАЕТ НА ЗЕМЛЮ?

Три четверти Земного шара покрыты водой морей и океанов. На суше, занимающей площадь около 125 млн кв. км, большую площадь занимают пустоши, тундры, либо просто места, мало населенные культурными людьми. Поэтому большинство падающих на землю метеоритов пропадает. До 1800 г. наблюдалось падение нескольких сот метеоритов, а сохранилось до наших времен из них только девятнадцать. С 1800 по 1937 г. было поднято около 600 метеоритов, падения которых наблюдались, и почти 550 метеоритов, упавших раньше. Из 600 упавших метеоритов 60 упали в пределах городов, сел и прочих населенных мест. Так как площадь этих населенных пунктов составляет не $\frac{1}{10}$ всей поверхности Земли, а гораздо меньшую часть, то отсюда видно, как много падающих метеоритов теряется. В среднем каждый год в научные учреждения мира попадают 4—5 метеоритов. Сколько же метеоритов действительно падает на Землю? Соответствующий расчет показывает, что это число составляет несколько десятков тысяч в год, т. е. примерно каждые четверть часа куда-нибудь на Земной шар падает один, хотя бы маленький, метеорит.

МОЖНО ЛИ СОСЧИТАТЬ ЧИСЛО ПАДАЮЩИХ ЗВЕЗД

Мы знаем, что падающие звезды, или обыкновенные метеоры, происходят от того, что в земной атмосферу с большой скоростью врезаются маленькие метеорные тела. Вследствие бомбардировки встречными молекулами воздуха эти метеорные тела нагреваются и испаряются на большой высоте от поверхности Земли. Сколько таких метеоров падает на Землю?

Выйдем в ясную безлунную ночь под открытое небо, вдали от городского освещения и дыма. Устроимся поудобнее, лучше всего полулежа, чтобы не закидывать голову вверх, и будем

наблюдать небо. Звезды тихо мерцают, совершая свой суточный ход — одни созвездия медленно восходят на востоке, другие склоняются к западу — и видимое движение звездного неба кажется происходящим вокруг Полярной звезды, где находится северный полюс мира. Глубины пространства кажутся бездонными, а число звезд — несметным. Но это только так кажется — астрономы уже несколько сот лет назад пересчитали все звезды, видимые простым глазом, и кажется удивительным, что за раз на небе в самую ясную ночь можно видеть только $2\frac{1}{2}$ —3 тысячи звезд.

Вдруг светлая точка вспыхнула на небе и стремительно пронеслась, оставляя легкий туманный след. Пролетев не более полусекунды, она исчезла, секунды через две погас и след. Это пролетел метеор. Будем наблюдать дальше. Через несколько минут вновь неожиданно вспыхнул крохотный метеор. Его яркость не более 3-й звездной величины. Он медленно прошел по небу короткий путь и бесследно исчез. Пока мы вспоминали подробности его появления, на другом конце неба как бы скатилась еще одна «падающая звезда» и, вспыхнув, — погасла... Мы не замечаем, как проходит время, и за час мы насчитали уже около десятка метеоров.

Таково среднее число метеоров, видимых одним наблюдателем в ясную, безлунную ночь.

ЧАСОВЩИК И МЕТЕОРЫ

Лет сто назад еще были люди, которые думали, что метеоры сродни северным сияниям, шаровым молниям, огням Эльма и другим явлениям. По наблюдениям метеоров пробовали даже предсказывать погоду, разделяя их на «влажные», «туманные» и т. д. Парижские наблюдатели сопоставляли число метеоров с уровнем воды в реке Сене, на которой стоит Париж, в этом сопоставлении и искали связь. В то время большой известностью пользовался любитель астрономии Кувье-Гравье, парижский часовых дел мастер, «кустарь-одиночка». Он стремился разгадать природу метеоров и для этого после трудового дня уходил в предместья Парижа, расстилал плащ на земле и до утра наблюдал метеоры. Он тщательно отмечал, сколько их пролетело на юге, на севере, на западе и на востоке, следил, насколько разнится их число в вечерние и утренние часы. Эти аккуратные наблюдения впоследствии принесли большую пользу науке. Их напечатала Парижская академия наук, и скромный часовщик сделался знаменитым.

ПОЧЕМУ УТРОМ МЕТЕОРОВ ВСПЫХИВАЕТ БОЛЬШЕ?

Что же показали наблюдения Кувье-Гравье? Прежде всего выяснилось, что к утру число метеоров возрастает, и в 3 часа утра их вспыхивает вдвое больше, чем в 9 часов вечера. В этом видели доказательство земного происхождения метеоров, но в действительности оказалось, что отмеченное явление происходит по следующей причине.

На рис. 15 изображено, как Земля вращается вокруг своей оси и в то же время движется по своей орбите вокруг Солнца, которое освещает ее. Поэтому на одной половине Земли бывают

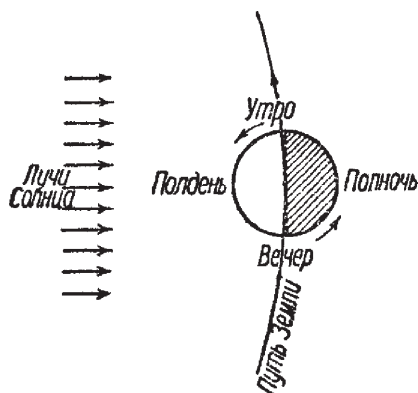


Рис. 15. Почему утром метеоров больше, чем вечером (объяснение см. в тексте)

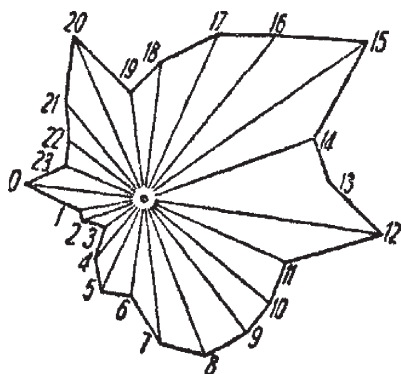


Рис. 16. Распределение падений метеоритов в течение суток (327 падений по проф. П. Чирвинскому, 1936)

день, на другой — ночь, а на той стороне Земли, которая обращена в направлении движения ее по орбите, бывает утро. Метеорные тела, как мы знаем, во множестве рассеяны в межпланетном пространстве, и если бы Земля не двигалась, то в среднем со всех сторон на нее падало бы одно и то же число метеоров. Но Земля несется вокруг Солнца со скоростью 30 км в секунду; следовательно, встречных метеоров у нее больше, чем догоняющих. Получается то же, как если, стоя на улице, считать прохожих, — идущих в одну сторону и в другую будет приблизительно поровну, а если идти самому, то встречных будет гораздо больше, чем догоняющих.

Итак, стало ясно, почему к утру число метеоров возрастает. Это явление, называемое *суточной вариацией*, и служит одним из лучших доказательств как движения Земли вокруг Солнца, так и космической природы метеоров.

Распределение падений метеоритов в течение суток заметно отличается от такового для метеоров и вот почему. Чтобы метеорит упал на землю, нужно, чтобы он имел по возможности наименьшую скорость полета, так как тогда разрушаться он будет меньше. А эта скорость будет наименьшей для тех метеоритов, которые догоняют Землю, значит, движутся из «антиапекса». Антиапекс находится на небе выше всего над горизонтом в 6 ч вечера. Значит, около этого времени метеориты чаще всего должны падать на Землю. Но этого мало. Упавший метеорит надо найти, и только тогда он станет нам известным. А найти его на Земле можно, конечно, при дневном свете, значит, наибольшее число находок должно прийти на 12 ч дня. В результате действия обеих причин фактически наибольшее число падений метеоритов должно быть между 12 ч дня и 6 ч вечера, и действительно так оно и есть (рис. 16). По этой же причине метеоритов больше всего находят летом — в июне.

СТО ТЫСЯЧ МЕТЕОРОВ В ОДНУ СЕКУНДУ

За одну ночь в течение нескольких часов наблюдений один человек сможет насчитать до полусотни метеоров. Наблюдаемая при этом область составляет ничтожную часть всей земной поверхности; высчитано, что число таких метеоров для всей Земли составит в час более 1 000 000. Следующая табличка дает числа метеоров различной яркости по новейшим данным, полученным в Москве (1935 г.).

Яркость метеоров . . . 0	1	2	3	4
Число метеоров. . . 40 тыс.	150 тыс.	470 тыс.	1,3 млн	8,7 млн
Яркость метеоров . . . 5	6	7	зв. велич.	
Число метеоров. . . 19 млн	37 млн	3,6 млн		

Числа для слабых метеоров получены из наблюдений в телескопы. Для еще более слабых метеоров число их в час составляет сотни миллионов. Таким образом, каждую секунду земную атмосферу прорезают огненные пути ста тысяч телескопических метеоров и нескольких тысяч более ярких, таких, которых можно видеть глазом. Каждые 10 секунд в среднем где-либо пролетает

болид, яркостью превышающий Венеру, и каждые 15 минут, как мы знаем, падает один метеорит.

Из всей этой массы космических подарков едва ли одна миллионная часть делается достоянием науки — настолько пока еще недостаточно развито наблюдение метеоров.

ЗВЕЗДНЫЕ ДОЖДИ

В течение часа число обычных метеоров, видимых в одном месте, составляет около десятка. Наблюдения показывают, что один человек не может взглядом охватить все небо, и поэтому часть метеоров теряется. Американские

и советские опыты показали, что коллективные наблюдения имеют большую ценность, так как один человек замечает лишь 15—20 % метеоров, да и то лишь наиболее ярких; а над горизонтом какого-либо пункта земного шара пролетает за час не менее десятка тысяч телескопических метеоров, и поэтому, если бы мы могли обладать зрением фантастических гигантов, описанных Вольтером в «Микромегасе», то видели бы небо, ежесекундно бороздящееся несколькими метеорами.

Однако иногда это явление можно наблюдать и нашими глазами. Дело в том, что порой Земля встречается с целыми роями метеорных тел, и тогда десятки и сотни метеоров в минуту пересекают небосвод. В это время на небе нельзя найти ни одной точки, через которую не пролетел бы метеор.словно небесный пожар загорается над го-

ловами изумленного наблюдателя; кажется, что небесный свод спадает на Землю. Величие этой картины, издавна потрясавшей воображение людей, подчеркивается полным безмолвием *звездного дождя*, «заливающего» небо (рис. 17).



Рис. 17. Звездный дождь потока драконид 9 октября 1933 г. над Пулковской обсерваторией близ Ленинграда

«СВЕТОПРЕСТАВЛЕНИЕ» 12 НОЯБРЯ 1833 г.

Еще в первой половине прошлого века в США негры были рабами. Один из рабовладельцев того времени, имевший сахарные плантации в Южной Каролине, эксплуатировал труд более чем 700 негров. Однажды, в ночь на 12 ноября 1833 г., он был разбужен какими-то необычайными криками страха, доносившимися к его дому со стороны негритянских хижин. Он выскочил на улицу и... застыл в изумлении: звезды тысячами падали с неба! Это было сверхъестественное, потрясающее зрелище. Бедные негры вообразили, что уже наступил «день страшного суда», предсказанный в библии: одни в отчаянии метались взад и вперед, другие, укрывшись чем попало, ничком легли на землю и с криками ожидали, что на них рухнет небо и они погибнут под его обломками. «Зрелище было поистине страшное», — писал этот рабовладелец.

«Звезды падали, и падали так густо, как снег во время метели», — рассказывала 60 лет спустя старая негритянка одному американскому профессору астрономии.

Это явление наблюдалось в ночь с 11 на 12 ноября 1833 г. повсеместно в Америке, Атлантическом и Великом океанах. Его не могли видеть только в Европе и в Азии, где в это время был день. В Нью-Йорке проф. Твайнинг писал: «не будет преувеличением сказать, что их (метеоров) было десять тысяч за один час».

«Уже в 9 часов вечера метеоры привлекли наше внимание. Их яркость и число увеличивалось до половины третьего ночи, когда, вероятно, одно из наиболее изумительных зрелищ, доступных глазу смертного, предстало перед нашими удивленными взорами. С этого момента и до рассвета небо казалось пылающим. Казалось, словно миры из бесконечности пространства обрушились вихрем на нашу Землю»... «Звезды, как снежные хлопья, падали с неба», — писала местная газетка маленького городка в штате Джоргия, США. «Явление было замечательным и величественным, никогда дотоле мною невиданным, — писал проф. Олмстэд из Йэльского колледжа, — ...метеоры были разной яркости и величины: одни казались только точками, другие были больше и ярче Юпитера и Венеры, а один был таков, как Луна. Вспышки света были настолько яркими, что спящие пробуждались».

«МНОГИЕ ЗВЕЗДЫ ПАДОША С НЕБЕСИ НА ЗЕМЛЮ»

Проф. Олмстэд, описавший звездный дождь 1833 г., открыл, что если мысленно все видимые пути метеоров продолжить

обратно тому, как они летели, то окажется, что они все сойдутся в одну точку. Олмстэд сразу догадался, что это перспективное явление: параллельные рельсы железной дороги нам тоже вдали кажутся сходящимися. Отсюда следует, что в действительности все метеоры двигались по параллельным путям в пространстве, а это значит, что они имели общее происхождение и образовывали один общий поток. Так как точка схождения или, как ее называют, «радиант»* находилась в созвездии Льва, по-латыни «Лео», то и метеорный поток стали называть «Леонидами». Оказалось, что Леониды наблюдались и раньше — в 1799 г., в 1766 и т. д., — появляясь периодически через $33\frac{1}{3}$ года. Когда сравнили старинные записи, то увидели, что первое наблюдение было сделано над метеорным потоком еще в глубочайшей древности, в 1768 г. до нашей эры, т. е. более $3\frac{1}{2}$ тысячелетий тому назад. Его видели китайцы и записали, что наблюдалось «бесчисленное множество метеоров». Потом в 902 г. его отметили арабы («в день Могаррема звезды летели, как пух, гонимый ветром, и смертный не мог их сосчитать»), а в 934 г. — японцы, китайцы и европейцы.

В старинных летописях описано, как при появлении потока Леонид в 1202 г. звезды летели «как рассеянная саранча всю ночь до рассвета», «народ скорбел» и т. д. Этот поток обращается вокруг Солнца за $33\frac{1}{3}$ года, и поэтому три раза в столетие происходит встреча его с Землей, сопровождаемая звездным дождем. Впрочем иногда поток под влиянием планет слегка отклоняется в сторону, и тогда мы его не видим. Так было, например, в 1899 и 1933 гг.

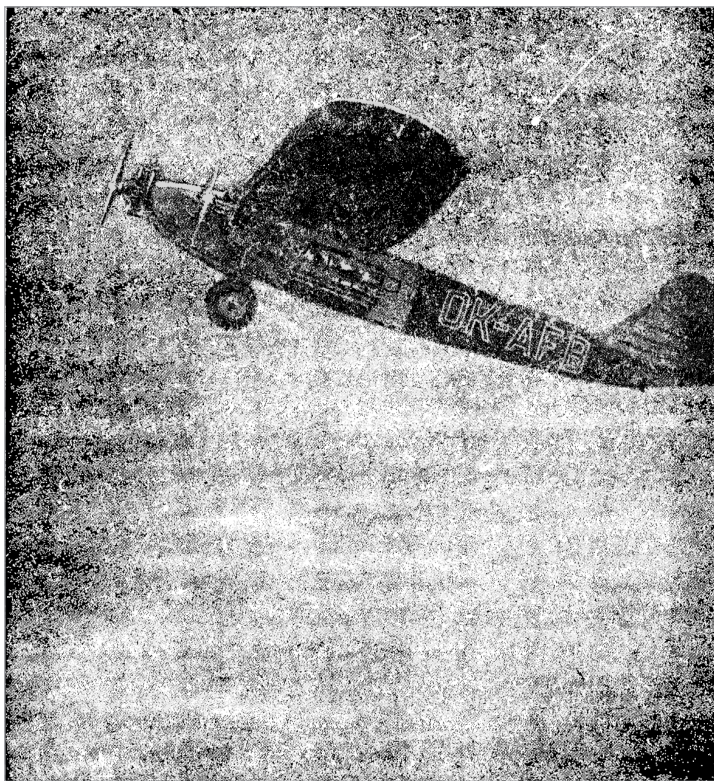
В одной древней русской летописи (Лаврентьевской) описан тоже дождь Леонид 1202 г.: «в пять час ночи потече небо все», «течение звездное бысть на небеси, отторгоргаху бо ся звезды на землю».

В 1366 г. в Португалии «было видно такое движение звезд, какое люди прежде никогда не видели», «небо и воздух казались в пламени, и даже земля как бы готова была вспыхнуть».

Потом в 1533 г. «многие звезды падоша с небеси на Землю», а в Москве было отмечено, как «видеша мнози людие: звезды по небеси протягаху яко же вервии (веревки), летааху с востока на зимний запад», и действительно, созвездие Льва восходит на востоке. В Новгороде же Великом в это время некий Тарасий, пономарь церкви святого Спаса, с перепугу вообразил, что он видел «множество ангел, стреляющих огненными стрелами, яко дождь сильный из тучи».

* По-английски это слово значит «испускающий», «излучающий», так как метеоры как бы расходятся из этой точки.

В 1766 г. в Южной Америке появление потока совпало с землетрясением, и местное население считало, что от сотрясения звезды распались в небе и попадали вниз. В 1799 г. в Мексике «явление было великим и устрашающим», а в 1833 г. «слова были недостаточны для описания».



*Рис. 18. Над облаками для наблюдений метеоров
16 ноября 1933 г.*

В России тогда с вечера 12 ноября обильное появление метеоров видел учитель Дмитриюков в Курске. Он описывает, как иногда сразу появлялась целая пачка стремительных метеоров перемежку с яркими болидами, из которых иные освещали даже внутренности зданий. В 1866 г. поток вновь повторился почти в таком же блеске, как и в 1833 г., число сосчитанных метеоров измерялось десятками тысяч.

НА ВОЗДУШНЫХ ШАРАХ И САМОЛЕТАХ ЗА МЕТЕОРАМИ

Появляясь каждые $33\frac{1}{3}$ года, поток Леонид должен был вернуться в 1899 г. и дать звездный дождь 12 или 13 ноября. Тогда еще не знали, что под влиянием планетных «возмущений» он пройдет в стороне, и звездного дождя вследствие этого не будет, а потому деятельно готовились к наблюдениям.

Американцы соорудили целые батареи из фотографических камер, чтобы заснять метеоры. Все обсерватории подготовились к наблюдениям, а Венская академия наук даже послала специальную экспедицию в Индию, где в ноябре месяце много ясных дней. В Европе в это время бывает пасмурно, и поэтому в Париже, Страсбурге и Петербурге было выпущено 5 аэростатов с наблюдателями, которые должны были подняться выше облаков. Полеты были совершены в общем удачно, но метеоров, к сожалению, было очень мало. В 1933 г. в Чехословакии с этой же целью был совершен удачный полет на самолете пассажирского типа (рис. 18), но метеоров было тоже мало. Этот опыт в 1935 г. успешно повторили в Америке.

22 октября того же года автор этой книги совместно с другим наблюдателем отметил яркий болид, пролетая на самолете над Люберцами (под Москвой). Этот же болид был отмечен в Москве на Центральном аэродроме знаменитым авиаштурманом Левченко, и из этих наблюдений удалось определить высоту и скорость движения этого болида в атмосфере.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

КОСМИЧЕСКИЕ СНАРЯДЫ

Некоторые философы думают, что падающие звезды суть небесные тела.

Плутарх о жизни Лизандра
Глава XXII

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ВЫСОТУ МЕТЕОРА

В предыдущем разделе было сказано, что для болида 22 октября 1935 г. была определена высота. Как же это сделать?

Прежде всего посмотрим, чем и как определяется положение метеора. Самым лучшим и наиболее точным является нанесение пути метеора на звездную карту* (рис. 19). Наблюдатель должен предварительно хорошо ознакомиться со звездным небом и расположением созвездий. Так как вследствие суточного вращения небесной сферы все звезды непрерывно меняют свои места, то при этом следует записать возможно точнее время наблюдения.

На звездных картах нанесена градусная сетка такая, как на географических картах. Положение какой-нибудь точки на земной поверхности определяется ее широтой и долготой. Широта считается от экватора к северу (с плюсом) и к югу (с минусом) и отсчитывается в градусах. От экватора до полюса 90° . Долготы отсчитываются от начального меридиана, проходящего через Гриничскую обсерваторию в Англии.

Совершенно так же определяется положение какой-нибудь точки, например, звезды, и на небесной сфере. Вместо «широта» при этом говорят «склонение», а вместо «долгота» — «прямое восхождение». Склонение отсчитывают от небесного экватора к югу со знаком минус и к северу — со знаком плюс. Прямые восхождения отсчитываются от точки весеннего равноденствия от 0 до 360 градусов.

Если же метеор пролетел в сумерки или вообще когда звезд не было видно, или если наблюдатель плохо еще разбирается в созвездиях, то положение метеора приходится определять так.

* Из которых состоят звездные атласы К. Д. Покровского, А. А. Михайлова, Я. Мессера и других.

Проведем мысленно от точки над нашей головой (зенит!) дугу, проходящую вертикально через метеор и пересекающую дальше

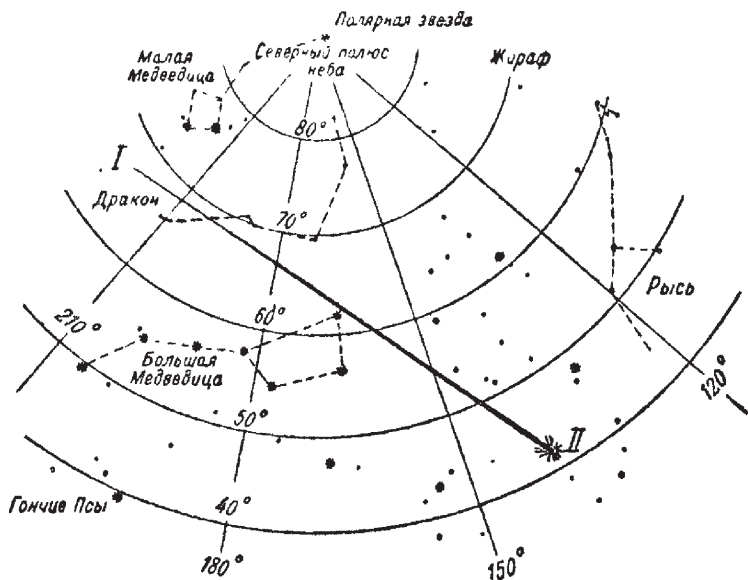


Рис. 19. Путь болида между звездами. Рисунок на звездной карте
Положение точки появления I: $\alpha = 225^\circ$, $\delta = +67^\circ$. Положение
точки исчезновения II: $\alpha = 139^\circ$, $\delta = +41\frac{1}{2}^\circ$

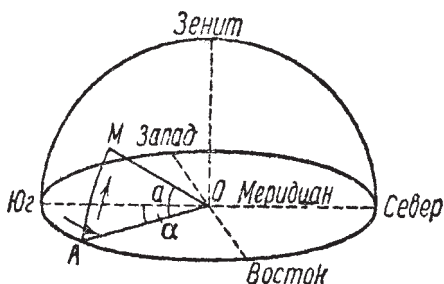


Рис. 20. Угол α есть азимут, угол a есть высота точки M для наблюдателя в точке O

горизонт в точке A (рис. 20). Мы знаем, что эта дуга будет составляет $\frac{1}{4}$ полной окружности, т. е. 90° . Градусы отсчитываются вверх от горизонта и указывают угловую высоту метеора в градусах над горизонтом. Кроме угловой высоты, надо еще знать, насколько точка A отстоит от точки юга. Угол между направлением на точку юга и на точку A, считаемый от юга к востоку

либо к западу от 0 до 180° , называется азимутом, восточным либо западным. Если мы знаем азимут и высоту, то мы сможем опре-

делить видимое положение точки на небе. И наоборот, если мы увидели метеор, то достаточно отметить азимут и высоту точки его появления и точки его исчезновения, и тогда положение метеора будет установлено совершенно определенно.

Посмотрим, как теперь найти истинную (а не видимую) высоту метеора. Для этого нужно иметь наблюдения, произведенные в двух достаточно удаленных (километров на 30—60) пунктах, например, A и B (рис. 21, а). Линия AB называется базисом. На карте проведем направление AA' и BB' в точку юга (меридиан) и отложим азимут α , под которым наблюдался метеор из точки A , получим направление AC ; построим так же азимут β из точки B , под которым из B наблюдался метеор. Точка I пересечения обоих направлений на карте обозначит то место, над которым находился наблюдаемый метеор.

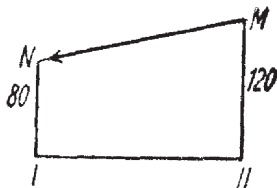
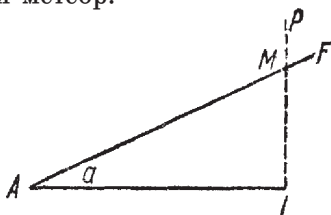
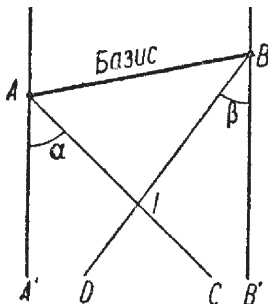


Рис. 21а, 21б и 21с. Как определяется высота метеора. Объяснение см. в тексте

А как определить его высоту? Очень просто: возьмем отрезок AI (рис. 21, б) и при точке A построим угол α , равный видимой высоте метеора над горизонтом. Проведем направление AK , в каком наблюдался метеор. С другой стороны, мы знаем, что он был над точкой I . Поэтому восставим перпендикуляр IP к AI в точке I . Таким образом истинное положение метеора будет в точке пересечения M , а отрезок MI и есть линейная высота, метеора над земной поверхностью. Если сделать построение в масштабе, то мы сразу получим высоту метеора в километрах. Для контроля такое же построение следует сделать и для второго отрезка BI , откладывая видимую высоту b метеора над горизонтом. Так как наблюдения не бывают абсолютно точными, то полученные в обоих случаях высоты могут слегка различаться между собой, и из них следует брать среднее.

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ СКОРОСТЬ МЕТЕОРА?

Мы знаем, что скорость метеорных тел составляет десятки километров в секунду. Как же это было установлено? Оказывается — в высшей степени просто (рис. 21, *b*).

Пусть мы нашли, что метеор появился в точке *M* на высоте, скажем, 120 км, а погас в точке *N* на высоте 80 км. Точка *M* находится над точкой *I*, лежащей на земной поверхности и положение которой мы уже определили. Точно так же известно нам положение другой точки *II*. Измерим по карте расстояние *I—II*. Пусть оно оказалось 60 км. Теперь построим схему движения метеора в атмосфере (рис. 21, *c*): отложим в масштабе отрезок, равный *I—II*, т. е. 60 км, из концов его восставим перпендикуляры и отложим на них в том же масштабе высоты 120 и 80 км. Тогда точка *M* покажет, где метеор появился, а *N* — где он исчез. Расстояние *MN* между ними есть длина пути метеора. Измерим ее; в нашем случае она оказывается около 67 км, а из наблюдений мы знаем, что полет метеора длился, скажем, $1\frac{1}{2}$ секунды. Таким образом оказывается, что средняя скорость движения метеора была $67 : 1\frac{1}{2} \approx 45$ км/с.

Более точно скорость метеора можно определить фотографическим путем. Для этого берут светосильный фотографический аппарат, заряжают его самыми чувствительными пластинками и часа на полтора направляют его на звездное небо. Заранее нельзя сказать, где пролетит метеор, и поэтому каждая фотография метеора очень ценна. Если на расстоянии 2—4 км установить другой такой же аппарат и направить в ту же область неба, то пролетевший метеор окажется заснятым обеими фотокамерами, и из сравнения фотографий можно будет очень точно вычислить высоту метеора.

Поставим теперь перед одной из камер вращающийся пропеллер, вроде вентилятора (рис. 22). При каждом своем обороте пропеллер своими крыльшками будет закрывать объектив камеры несколько раз в секунду. Если в это время пролетит метеор, то путь его на пластинке окажется прерывистым. Сосчитав число перерывов и зная число оборотов пропеллера в секунду, можно точно определить продолжительность полета метеора, а из двух фотографий, таким образом, очень точно получается высота метеора и длина его пути. Отсюда тем же способом находим более точно скорость метеора. Оказывается даже, что во время полета она уменьшается постепенно из-за сопротивления воздуха.

Для примера в следующей табличке приведено изменение скорости метеора 14 августа 1932, полученное этим путем по фотографиям

Высота	110	100	90	80	70	60	км
Средняя скорость .	57,5	57,0	55,0	50,1	45,0	36,3	км/с

КОСМИЧЕСКИЕ СНАРЯДЫ БОМБАРДИРУЮТ ЗЕМЛЮ

Мы видели, какая масса метеорных тел, мелких и крупных, ежесекундно падает на нашу Землю. Тем не менее мы сами не страдаем от этого совершенно: земная атмосфера, такая легкая и «воздушная», является надежнейшим панцирем, предохраняющим нас от опасности быть пронзенными метеорными телами. Можно рассчитать, что если бы вокруг Земли воздуха не существовало, то в течение часа на каждый квадратный километр земной поверхности с огромной скоростью врезалось бы не менее одного метеорита. Размеры их в большинстве ничтожны, но скорость огромна, и, вероятно, самая лучшая сталь не смогла бы устоять против пробивания. Ведь энергия движения растет, как говорят в механике, пропорционально «квадрату скорости»: это значит, что если метеорное тело летит в 100 раз быстрее пули (такой же по весу), то энергия его удара, или пробивная способность, будет больше в $100 \times 100 = 10\,000$ раз, чем у пули. Есть над чем поразмыслить! Не только мы сами, но и все наши сооружения подвергались бы действию непрерывной космической бомбардировки, от которой спастись можно было бы, пожалуй, только скрывшись под землей. А крупные метеориты? Ведь при ударе тела, летящего со скоростью всего 3 км/с, выделяется разом количество энергии, равное энергии взрыва такого же количества нитроглицерина. При скорости в 30 км/с энергия будет в 100 раз больше, и каждое падение метеорита сопровождалось бы мощным взрывом!

Опыт еще империалистической войны показал, что скоростные свинцовые пули при ударе о броню танков частично превращались в пар, который обжигал танкистов так, что они больше боялись этих пуль, чем тех, которые были заключены в хромо-никелевую оболочку и просто пробивали броню насквозь.

Мы с вами живем на дне воздушного океана. Теория и наблюдения показывают, что вся космическая скорость метеорных тел, постепенно уменьшаясь вследствие сопротивления воздуха,

теряется уже в верхних слоях атмосферы; и поэтому мы спокойно можем следить за полетом метеоров. Их огненная смерть есть гарантия нашей безопасности. Легкий воздух в иных случаях может защитить крепче твердой стали. Не будь его, мы вряд ли когда-нибудь смогли бы взять в свои руки метеориты, так как все они при ударе о почву обращались бы в пар, да и мы сами ежесекундно могли бы быть пробиты космическим снарядом. Что знали бы мы о метеорных телах, если бы не могли наблюдать за их огненными путями в атмосфере Земли?

ПОЧЕМУ МЕТЕОРЫ РАСКАЛЕННЫ, А МЕТЕОРИТЫ ПАДАЮТ ХОЛОДНЫМИ?

Вот в межпланетном пространстве несется по своей орбите вокруг Солнца маленькая космическая частичка — метеорное тело. Вдруг ей на пути попадает наша громадная Земля — столкновение неизбежно! Метеорное тело влетает в верхние слои атмосферы, где на него градом начинают сыпаться удары встречных молекул воздуха, — чем дальше, тем больше. Выхода нет, метеорное тело не может свернуть со своего пути; подчиняясь закону инерции, оно летит дальше. От ударов молекул воздуха его поверхность начинает нагреваться и потом светиться; тогда кто-нибудь из нас с Земли вдруг замечает появление метеора. Он может оказаться интересным. Будем следить за ним, не спуская глаз. Вот метеор летит дальше, цвет его из красного становится желтым, потом белым, значит, температура его повышается. Десять, двадцать, сорок километров пути в атмосфере... — на поверхности метеорного тела вещество быстро разрушается и уносится прочь. Если метеорная частичка была невелика, то через полсекунды или самое большее через секунду после начала свечения она разрушится нацело. Метеор погасает, величие звездного неба вновь делается нерушимым, и мы, слегка разочарованные, ожидаем вспышку другого метеора. Мы можем напрасно прождать несколько десятков лет и не увидеть ни одного метеора, по яркости сравнимого, например, с Луной. Зато кто-нибудь другой может его увидеть, а может быть и нам повезет.

Метеоры становятся видимыми на высоте 120—150 км, более быстрые «загораются» выше. Вот появился метеор — его скромное возгорание ничем еще не напоминает трагедию, готовую разыграться в небесах: в земной атмосфере кончает свою долгую жизнь одно из космических тел. Десятки миллионов лет оно мчалось в пространстве, проносясь по сто тысяч и более километров

в час для того, чтобы за долю секунды бесследно исчезнуть в атмосфере, осветив трепетной вспышкой последние мгновения своего космического пути...

Но вот в земную атмосферу проникает крупное метеорное тело; его масса — несколько килограммов. Под ударами молекул оно начинает светиться, его поверхность тоже разрушается, но все это пустяки — метеорное тело велико, и потеря для него несущественна. Маленький метеор уже давно «сгорел» бы весь, а наш летит все дальше и все глубже опускаясь в более плотные слои атмосферы. Вот он уже на высоте 100 км, за ним начинается легкая полоска — это метеорный след. Он состоит из молекул в особом, «ионизированном», состоянии. На высоте 80 км след прекращается — здесь плотность воздуха так велика, что впереди движущегося метеорного тела образуется подушка сильно сжатого, уплотненного воздуха. Это — *метеорная оболочка*.

Сжатый воздух стремится расшириться, вырваться в стороны, и мы видим, как метеор вспыхивает — трещащим блеском озаряет он небо. Он уже бело-голубого цвета; его яркость превышает блеск самых ярких звезд и все продолжает возрастать. Температура в метеорной оболочке достигла нескольких тысяч градусов, и под ее влиянием плавится поверхность метеорного тела — потоками встречного воздуха капельки или кусочки с его поверхности уносятся назад, и нам кажется, что метеор летит, разбрасывая искры. Он уже стал так ярко, что затмил собой свет звезд. Окрестности освещены на тысячи квадратных километров кругом, и кажется, что при этом необычном свете можно на земле найти даже иголку. От земных предметов появились черные тени — по мере движения болида по небу они медленно и зловеще ползут по земле. Раскаленная оболочка болида переходит постепенно в его хвост, а сам болид опускается все ниже и ниже к земле. Он находится от нас за сто или даже более километров, а кажется пролетающим совсем рядом, метрах в ста. Вот откуда возникли легенды об огненных змеях, о драконах, пышущих пламенем и разбрасывающих искры в полете!

Вот сейчас высота болида километров 30. Он, кажется, стал немного слабее — несколько мгновений назад на него даже было больно взглянуть. Да и скорость его движения заметно уменьшилась. Еще полсекунды... секунду — и цвет болида из голубого делается белым, потом желтым и красным. Его яркость уменьшается, сначала медленно, потом все быстрее и быстрее. Вот исчезли тени на земле, вот вспыхнули снова звезды на небе, и от величественного болида остался медленный догорающий, красноватый метеор. Несколько мгновений — и он бесшумно исчезает.

На месте его исчезновения видна белая полоса — это продукты распыления его в атмосфере, так называемый *пылевой след*. Мы можем насмотреться на него — он продержится там, высоко в стратосфере, еще часа два, пока не осядут мельчайшие пылинки, из которых он состоит.

А что же стало с метеорным телом? От сопротивления воздуха оно за свои 8—10 секунд полета потеряло всю свою скорость. Оно потеряло слой своего вещества толщиной в несколько сантиметров и сейчас кругом покрыто только что застывшей корой плавления. Земное притяжение неумолимо действует на него, и с высоты в 20—25 км метеорное тело начинает падать на землю. Сейчас оно делает всего несколько сот метров в секунду, и потребуются десятки, а то и сотня секунд, чтобы долететь до Земли. А лететь приходится в стратосфере, при температуре в минус 57°: при такой малой скорости уже не согреешься, и метеорит, падая, начинает остывать. Собственно говоря, весь он еще и не успел очень сильно нагреться — ведь за десяток секунд раскаленного полета разве успеет тепло заметно проникнуть вглубь метеорита? Нет, не успеет! У метеорного тела сильно нагрелся только самый наружный слой, а внутри осталась та температура, которую он имел в мировом пространстве. При падении этот наружный слой в течение нескольких десятков секунд успевает вполне охладиться, и поэтому только что упавшие каменные метеориты никогда не бывают раскаленными, а большею частью — лишь теплыми. Только железные метеориты, имея большую теплопроводность, успевают прогреться сильнее и потому обычно падают горячими.

КАК УЗНАТЬ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ?

Из физики нам известно, что свет всякого тела, испускающего свет, можно разложить в спектр. Для этого его нужно пропустить через стеклянную призму. Твердые и жидкие раскаленные тела дадут сплошную радужную полосу — непрерывный спектр, а раскаленные газы — спектр, состоящий из отдельных линий. Каждое вещество в газообразном состоянии имеет свой собственный спектр, и если изучить спектры разных веществ в лаборатории и потом сравнивать их со спектрами Солнца и звезд, то по совпадению линий можно установить, какие вещества находятся на этих далеких небесных светилах и каких веществ там нет. В этом и состоит спектральный анализ. Значит, если

вам удастся наблюдать спектр метеора, то мы можем видеть во-первых, *что* в нем светится — твердая поверхность или окружающая его газовая оболочка — и, во-вторых, — *какие* вещества там светятся. На нашу беду оказывается, что метеор пролетает так быстро, что спектр его не поймаешь, а если и поймаешь, то все равно не успеешь различить линии веществ, на нем находящихся. Как же быть?

Здесь на помощь нам приходит фотография. Мы знаем, что можно получать даже «моментальные» фотографии за $\frac{1}{100}$ секунды и даже менее. Не попробовали ли сфотографировать спектр метеора, а потом уже в спокойной обстановке изучать его в деталях? Сказано — сделано. Берем фотоаппарат*, подыскиваем хорошую трехгранную стеклянную призму, вполне перекрывающую объектив, устанавливаем ее особым образом перед объективом (рис. 22), заряжаем камеру и направляем ее на час, полтора на звездное небо. Запасемся и изрядным терпением и изрядным количеством пластинок и будем ждать, пока какой-нибудь яркий метеор не попадает в поле зрения. Слабый метеор на пластинке не выйдет. Ждать иногда приходится долго. Например, в Америке в 1933 г. после 788 часов экспозиции самый яркий метеор был заснят после года работы в последнюю ночь и на последней пластинке! А астроном Блажко в Москве в 1904 г. получил спектр метеора в первую же ночь камерой, только что им построенной!

В среднем на получение одной фотографии метеора надо затратить часов 7, а одного спектра — часов 70. Зато результат окупает все хлопоты; мы проявляем пластинку и видим: метеорный спектр состоит из отдельных ярких линий. Это значит, что основное количество света метеора излучается оболочкой.

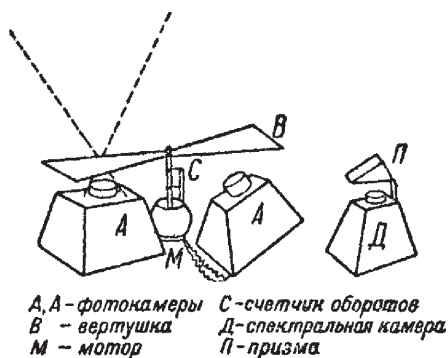


Рис. 22. Установка коллектива наблюдателей Московского астрономического общества для изучения спектров и скоростей метеоров фотографическим путем

* Например, советский аппарат «Турист», светосилой 3,5 или «Фото-кор», светосилой 4,5.

Линии каких же веществ находятся в спектре метеора? Оказывается, что линии тех же веществ, из которых состоят упавшие на землю метеориты. Таким образом общность состава метеорных тел доказана. Это произошло в 1933 г., сто тридцать девять лет спустя после того, как Хладни высказал мысль о том, что метеоры и метеориты вызываются одной и той же группой космических метеорных тел, различающихся только по величине.

ГЛАВА ДЕВЯТАЯ

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ПОЛЕТЕ МЕТЕОРОВ

Огненный шар пересек небо в середине ночи и, отделяя искры, осветил далеко вокруг (декабрь 584 г.)

*Григорий Турский
«Хроника Сен Дени»*

ТЕМПЕРАТУРА МЕТЕОРОВ

В 1933 г. американский астроном Миллман собрал, где только мог, спектры метеоров. Годных для изучения оказалось 23. На 1 января 1938 г. во всем мире имелось уже 45 спектров. П. Миллман установил, что можно по спектру не только определить состав газов в оболочке метеора, но даже и их температуру. Возьмем, например, пары железа. У них линии имеются во всех участках спектра, и в красной части, и в синей. По мере нагревания тела максимум яркости в спектре перемещается в сторону синих лучей. Поэтому если сравнить две линии паров железа по их яркости (интенсивности), то окажется, что относительная яркость их будет изменяться по мере повышения температуры паров. Это изменение можно изучать в лаборатории, а потом сравнить с тем, какое дает спектр метеора, и отсюда найти температуру. Она оказалась от 1800 до 2900°, считая от абсолютного нуля.

Оказалось далее, что более быстрые или более яркие метеоры имеют более высокую температуру. В момент вспышки температура метеора слегка понижается, так как внезапно расширяется сжатый газ в оболочке, а кроме того, условия движения метеора на высоте около 80 км, где происходит образование оболочки, резко меняется.

ЯРКОСТЬ В МИЛЛИАРД СВЕЧЕЙ

До сих пор мы для удобства сравнивали яркости метеоров с видимой яркостью звезд. А теперь попробуем определить, какова же абсолютная яркость метеоров, например, в свечах, для которых сила света известна. Оказалось, что если 1 свечу зажечь

на расстоянии 1 км, то она будет казаться звездочкой $8^{1/4}$ звездной величины. Отсюда можно рассчитать, какую истинную яркость I в свечах имеют метеоры на расстоянии в r километров, если их видимая яркость есть m звездных величин. Эта зависимость выражается так:

$$I = 2,62 \frac{r^2}{10^{0,4m}}.$$

Отсюда мы можем найти, что при расстоянии в 100 км все метеоры слабее 100 свечей уже не будут видны простым глазом — все они будут метеорами телескопическими. Оказалось что обычные метеоры 2—3-й звездной величины имеют силу света в несколько тысяч свечей, а болид, по яркости равный Венере, — в миллион свечей! Но ведь есть и еще более яркие болиды. Так, например, 1 марта 1929 г. в 5 ч 25 м утра в Западной Сибири над Тарским округом пролетел болид настолько яркий, что его сила света оказалась равной 10 миллиардам свечей. Его можно было бы видеть днем. Такие болиды действительно изредка наблюдаются и называются «дневными болидами». Их всего около 5 %, и, например, в России и в СССР с 1900 г. их наблюдалось всего 20.

В следующей табличке дана сила света метеоров в зависимости от их видимой яркости m и расстояния r .

Сила света метеоров (в свечах)

Видимая яркость в зв. величинах	Расстояние в км					
	80	100	120	140	160	180
10	1,4	2,1	3,0	4,2	5,4	6,9
6	54	84	121	165	216	273
2	2150	3360	4830	6580	8600	10900
—2	85500	134000	192000	262000	342000	432000
—6	3400000	5320000	7660000	10400000	13600000	17200000

ПОЧЕМУ ПРИ ПАДЕНИИ МЕТЕОРИТОВ СЛЫШЕН ГРОМ?

При полете в воздухе метеорное тело, как и всякое тело, летящее быстрее скорости звука, вызывает серию замечательных

воздушных волн (рис. 23), называемых баллистическим или волнами Маха, по имени ученого, открывшего их в 1887 г. Они расходятся во все стороны от пути метеора и являются почти цилиндрическими, так как скорость их распространения во много раз меньше скорости метеора. Сами эти волны распространяются со скоростью звука. Когда метеорное тело проникает в атмосферу глубже 50—55 км, то плотность воздуха становится здесь достаточной для того, чтобы передавать эти волны «вниз» без особенно большого поглощения. Вот почему звуки болидов становятся слышными только тогда, когда болиды опустятся ниже 50 км. А так как это бывает только с очень крупными болидами, то и звуки сопровождают не всякий болид, а только крупный. Такие болиды называются «детонирующими». Каждый раз, когда происходит выпадение метеорита, имеет место звуковое явление. До наблюдателя раньше всего доходит баллистическая волна от ближайшей к наблюдателю точки пути болида. При этом мы слышим резкий громовой удар. За ним доходят волны от более далеких точек пути, и наше ухо воспринимает их как последующие затем раскаты, постепенно замирающие. Если летело два и более метеорных тел, то ударов будет несколько, так как каждое из них порождает свои баллистические волны. Иногда, правда, повторные удары слышны из-за эхо и других причин.

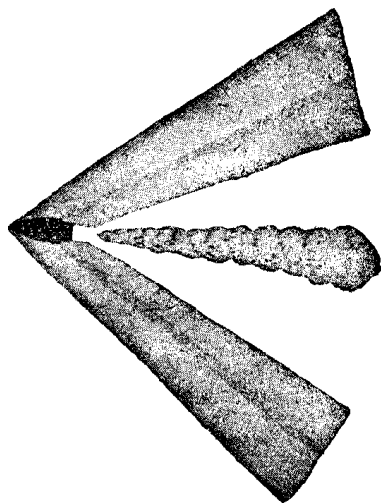


Рис. 23. Воздушные волны при полете пули, иначе называемые волнами Маха или баллистическими. Завихрения позади летящей пули создают свист

Раньше думали, что громовые удары происходят из-за вспышек, «взрывов» болидов при полете. Но это неправильно, так как теперь нам ясно, что за 100—200 км никакой взрыв не был бы слышен, если бы даже метеорное тело целиком состояло из динамита. Опыт мировой империалистической войны 1914—1918 гг. позволил детально изучить акустику снарядов и объяснить происхождение звуков болидов.

Когда метеорит падает на землю, то слышны звуки другого рода — во-первых, свист, происшедший от завихрения воздуха

в тыльной части метеорита (аналогично свисту пуль; см. рис. 23), во-вторых, иногда слышно жужжание или своеобразное стрекотание — оно происходит вследствие вибрации самого метеорита при падении, и, наконец, в момент удара метеорита в почву слышен часто резкий «клевок», это — отрывистый, как бы «чавкающий» звук. Вот какова «акустика метеоритов»!

ДРОБЛЕНИЕ МЕТЕОРИТОВ В ВОЗДУХЕ

Мы уже видели, что сила сопротивления воздуха очень велика. Благодаря ей обычные метеоры теряют около 5 % своей скорости, болиды в среднем 25 %, а в отдельных случаях даже 50—75 %, а метеориты теряют всю свою космическую скорость на высоте в 20—25 км («область задержки»), после чего падают на землю уже под влиянием земного притяжения (см. еще раз рис. 2, с. 10).

Сила сопротивления воздуха очень велика: при полете метеорное тело испытывает на переднюю поверхность давление в не-

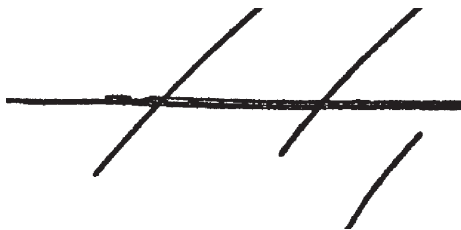


Рис. 24. Фотография метеора 11 августа 1936 года, полученная Апшеронской метеорной экспедицией близ Баку. Рядом с крупным метеором виден отделившийся от него маленький. Дуги — пути звезд при неподвижной камере

сколько десятков атмосфер, т. е. столько же килограммов на квадратный сантиметр. Ясно, что не всякий метеорит сможет такое давление вынести, и потому часто метеориты в воздухе дробятся (рис. 24). Упавшие на землю куски метеорита можно собрать и сложить вместе — они совпадут. Так, при падении 26 декабря 1933 г. в Ивановской промышленной области одного метеорита осколки, найденные на расстоянии 2 км, в точ-

ности подошли один к другому. Иногда после дробления в воздухе свежее место разлома начинает опять оплавляться, и получается так называемая вторичная кора. Особенно хорошо она видна у метеорита Саратов, выпавшего в сентябре 1918 г., с которым мы уже знакомы.

Каменные метеориты всегда дробятся при полете на множество отдельных мелких кусков, которые и выпадают целым ро-

в виде каменного дождя. На землю никогда не падал какой-нибудь большой цельный каменный метеорит. Наибольший из них весит менее полутонны. Железные же метеориты гораздо более прочны и поэтому могут падать более крупными массами, и, действительно, сейчас мы знаем на Земле около 20 железных метеоритов в виде цельных глыб массой от 1 до 60 тонн.

МЕТЕОРИТНЫЕ ДОЖДИ

В следующей табличке приведены главнейшие каменные дожди; старинные летописные упоминания сюда не включены.

Метеоритные дожди

№ п/п	Место падения	Дата	Число кусков	Площадь рассеяния в км
1	Пултуск, Польша	1868, января 30	100 000	17×6
2	Хольбрук, Аризона	1912, июля 19	14 000	15×6
3	Моч, Трансильвания	1882, февраля 3	3 000	25×7,5
4	Эгль, Франция	1803, апреля 26	3 000	12×4
5	Княгиня, Чехословакия	1866, июня 9	1 000	14×5
6	Гессле, Швеция	1869, января 1	500	16×5
7	Саратов, РСФСР	1918, сентября 20(?)	200	120×10
8	Хомотед, Айова, США	1875, февраля 12	100	—
9	Первомайский, РСФСР	1933, декабря 26	100	4×2
10	Каинзас, Тат. АССР	1937, сентября 13	15	40×7

Площадь рассеяния обычно имеет вид эллипса, большая ось которого вытянута в направлении движения метеорита, причем более крупные куски лежат ближе к передней части эллипса (рис. 25). Это происходит оттого, что на более крупных кусках сопротивление воздуха сказывается меньше, и они поэтому пролетают в воздухе дальше. Этим свойством пользуются артиллеристы в баллистике, стремясь увеличить отношение массы снаряда M к его поперечному сечению S . Отношение M/S называется поперечной нагрузкой, и чем она больше, тем дальше летит снаряд. То же правильно и для метеоритов. Если бы метеорит весил тонн двести и более, то, как показывают расчеты, потеря его скорости в воздухе была бы мала, и он смог бы достигнуть земной поверхности с остатками космической скорости в несколько километров в секунду.

Упоминания о метеоритных дождях встречаются в глубокой древности. Так, например, в книге Иисуса Навина упоминает-

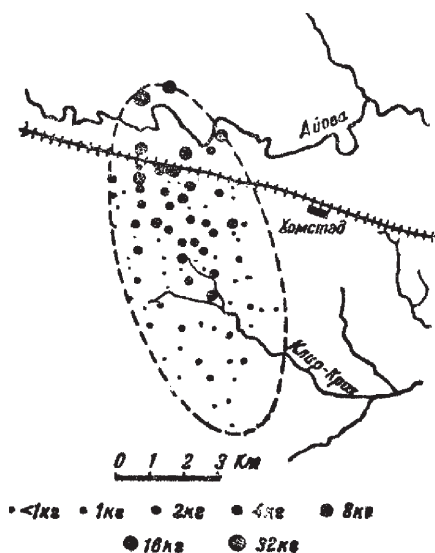


Рис. 25. Метеоритный дождь в штате Айова, США. Видно, как менее крупные метеориты отстали из-за сопротивления воздуха

ся, как «господь верже на ня камень великое града с небесе». О каменном дожде, выпавшем на Альбанскую гору близ Рима во времена Тулла Гостилия, мы уже упоминали. В китайских летописях упоминается еще об одном дожде метеоритов в 610 г. Позднее в Бранденбургском маркграфстве, во Фридланде, в 1304 г. «падали камни подобно граду, так что бедные тамошние жители много потерпели вреда». 26 июня 1290 г. близ Устюга Великого, как мы уже знаем, был тоже настоящий каменный дождь, истребивший много деревьев. В 1510 г. в Италии в окрестностях Абдуа выпало 1200 камней, наибольшие из которых весили 120—60 фунтов. Они имели «железный цвет, отменную крепость

и серной запах»; их передали французским полководцам, находившимся тогда в Италии.

В 1654 г. на острове Фионии выпало сразу так много метеоритов, что перепугавшиеся жители забились в церкви и в страхе начали звонить в колокола.

Не раз находили дожди метеоритов, выпавшие на Землю в давние времена, причем самого падения никто не видел. Так, например, мексиканские метеориты Коагуила, все одного типа, выпали когда-то большим роем на протяжении нескольких сот километров. То же самое можно сказать и о южноафриканских метеоритах Бетани в Грет-Намаквалэнде, выпавших числом свыше 50 и общей массой в 15 тонн на берегах рек Льва и Большой Рыбы. На территории Танну-Тувинской республики в Урянхае в 1913 г. было найдено около 30 кусков никелистого железа. Другая группа не менее чем из трех десятков железо-каменных метеоритов (так называемых «палласитов») уже с 1810 г. известна

в районе Брагина на р. Припяти. Метеориты были очень массивны, и местное население использовало их в домашнем хозяйстве в качестве грузов на жернова, при солении огурцов и т. д. Два из них были найдены в 1937 г.

Еще одна мексиканская группа метеоритов, упавших очень давно, может быть еще в третичный период, объединяет гигантские метеориты Чигуагуа, Чупадерос, Бакубирито, Дуранго, Си-ерра Бланка, Казас Грандес и др. Казас Грандес — это тот самый метеорит, который был найден как предмет религиозного культа при археологических раскопках. Многие из этих метеоритов весят более десятка тонн, и можно себе представить все величие зрелища их падения! К сожалению, тогда человеческого рода на Земле еще не существовало и люди наблюдать этого не могли!

ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

КОСМИЧЕСКИЕ ПУТИ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ

Маленький метеор имеет такую же интересную историю, как и большой болид.

Виллиам Фредерик Деннинг, 1915 г.

ЧТО ТАКОЕ РАДИАНТ?

Та точка на небе, откуда кажутся исходящими видимые пути метеоров, называется *радиантом* (рис. 26). Это значит, что радиант определяет то направление,



Рис. 26. Пути метеоров кажутся исходящими из одной точки на небе, называющейся радиантом. На рисунке изображены метеоры потока Персеид в 1928 г.

по которому к нам пришли метеорные тела. Радиант имеют как группы метеоров, так и отдельные метеоры. Особенно важно знать, откуда к нам пришли те метеориты, которые мы можем изучать на Земле. Поэтому особенно тщательно следует собирать сведения об их направлении и о скорости их движения.

Найти положение радианта метеорного потока нетрудно. Проще всего достать звездный глобус и нанести на него видимые пути метеоров. Продолжив их назад, мы найдем общую точку их пересечения. Это и будет радиант. Если же имеются наблюдения из разных мест над одним и тем же метеором, то следует на глобус нанести все видимые пути этого метеора или болида. Продолжив их пути обратно до пересечения, точно таким же

путем найдем радиант. Как говорят математики, он «определяет направление бесконечно удаленной точки траектории».

Если нет звездного глобуса, то пути метеоров следует наносить на звездную карту, построенную в так называемой *гномонической*

ческой проекции, где все пути метеоров будут изображаться прямыми линиями*.

Если же положение видимого пути дается азимутом и высотой, то возьмем полусферу, отметим точку зенита и точку юга, построим по азимуту и высоте положения видимой траектории из каждого пункта наблюдения, а продолжив их обратно, снова найдем радиант, для которого следует определить высоту и азимут.

КАК ОПРЕДЕЛИТЬ ДВИЖЕНИЕ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ ДО ВСТРЕЧИ С ЗЕМЛЕЙ?

Положение радианта показывает, откуда пришло к нам метеорное тело. Это положение было бы правильным, если бы Земля не двигалась сама вокруг Солнца. Поэтому мы должны исключить это явление, которое носит название аберрации. Как это сделать? Тоже очень просто: отметим ту точку, куда двигалась Земля в этот момент. Точка эта называется *апексом* (см. рис. 27). Пусть в точке *S* находится Солнце и пусть Земля *T* обращается вокруг него по орбите, которую мы будем считать круговой. Скорость Земли *TK* каждый данный момент направлена по касательной к орбите в точке *T*; тогда апекс будет находиться в точке *A*. Если истинная скорость метеорного тела в солнечной системе есть *MT*, то при встрече с Землей будет происходить сложение скоростей по правилу параллелограмма, и результирующей скоростью будет *M'T*.

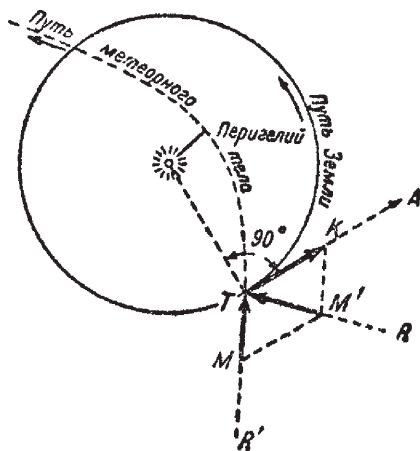


Рис. 27. При встрече метеорного тела *M* с Землей *T* их скорости *MT* и *TK* складываются по правилу параллелограмма и получается скорость *MT*. *A* — апекс Земли, *R* — видимый радиант и *R'* — истинный радиант

* Сетки в гномонической проекции имеются в атласе К. Д. Покровского. По имени составившего их астронома называются сетками Лоренцони.

Эту-то скорость мы и наблюдаем. Поэтому *истинный* радиант находится в направлении R' , а *видимый* в R . Видимый радиант всегда ближе к апексу, чем истинный. Зная скорость $M'T$ из наблюдений и положения апекса A и радианта E , можно решить треугольник и найти истинную скорость MT и положение истинного радианта R' . Если скорость оказывается равной скорости Земли, умноженной на $\sqrt{2}$, т. е. 42 км/с , то говорят, что в солнечной системе метеорное тело движется в параболе. Это значит, что орбита его является параболической. Если скорость меньше 42 км/с , то орбита будет эллиптической, и метеорное тело будет являться членом солнечной системы, совершая периодические обращения вокруг Солнца.

Время T одного обращения определяется по третьему закону Кеплера по формуле

$$T = \sqrt{a^3},$$

в которой a — так называемая большая полуось орбиты, т. е. половина наибольшего диаметра эллипса. Ее определяют из соотношения, выводимого в теоретической астрономии:

$$a = \frac{1}{2 - MK^2 / TK^2}.$$

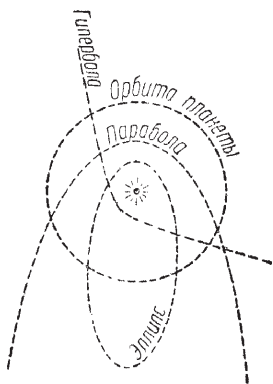


Рис. 28. Три рода орбит небесных тел — эллипс, парабола и гипербола

Если же скорость MT метеорных тел превысит 42 км/с , то орбита их будет гиперболой (рис. 28). Небесное тело, движущееся по такой орбите, приходит в Солнечную систему из бесконечности, подходит к Солнцу (ближайшая к Солнцу точка орбиты называется «перигелий») и потом снова навсегда уходит в пространство, уже более к нам не возвращаясь.

ПОТОКИ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ В СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЕ

Поток Леонид, с которым мы уже знакомы, движется в Солнечной системе с периодом $33\frac{1}{3}$ года. Найдём величину полуоси его орбиты по известной нам формуле, получаем:

$$a = \sqrt[3]{T^2} = \sqrt[3]{33\frac{1}{2}^2} = 10\frac{1}{2}.$$

Полуось орбиты Земли принимается за единицу. Она равна 149,5 млн км. Значит, полуось орбиты потока Леонид составляет $149\,500\,000 \times 10^{1/2}$, т. е. более полутора миллиарда километров.

Кроме Леонид в Солнечной системе хорошо известно несколько десятков других потоков метеорных тел. Перечислим главнейшие из них.

Квадрантиды наблюдались в 1839 г. путешественником Бреве в экспедиции к Северному полюсу, а радиант их открыл американский фермер-самоучка Стиллмен Мастермен. Лириды были отмечены еще в 687 г. до н. э. в Китае («в середине ночи звезды падали дождем») и в 15 г. до н. э. («после полуночи звезды падали как дождь; они погасали, не достигая Земли»). Позднее их наблюдали в 542, 582, 590, 769, 1093 годах. В 1906 г. в одной европейской хронике оказано, что «звезды летали, как пух, уносимый ветром, и это продолжалось от первых петухов до утренней зари». 21 апреля 1803 г. в США «все небо казалось в огне от обилия ярких метеоров»:

Потоки метеорных тел в Солнечной системе

Название	Дата	Созвездие, в котором находится радиант	Когда и где впервые наблюдались	Скорость относительно Земли в км/с	Период обращения в годах
Квадрантиды	1—4 января	Геркулес	1835 в Швейцарии	46	14,6
Лириды	18—24 апреля	Лириды	687 до н. э. в Китае	48	29,7
Гамма-аквариды	1—6 мая	Водолей	1848 в Германии	69	76
Боотиды	28—30 июня	Волопас	1916 в Англии	19	6,0
Дельта-аквариды	28—31 июля	Водолей	714 (?) в Китае	30	?
Персеиды	8—14 августа	Персей	830 в Китае	61	108 (?)
Дракониды	8—10 октября	Дракон	1885 в Англии	23	6,5
Тауриды	10—20 ноября	Телец	— в Европе	—	—
Ориониды	18—23 октября	Орион	1899 в США	66	76
Леониды	14—17 ноября	Лев	1763 до н. э. в Китае	73	33,3
Андромедиды	16—17 ноября	Андромеда	524 в Китае	20	6,7
Геминиды	10—14 декабря	Близнецы	— в Европе	47	29,1 (?)

звездный дождь был описан в нескольких десятках газет. Он повторился 21 апреля 1922 г. на Украине, где звезды «хлестали небо».

Ежегодно в течение нескольких дней, пока Земля проходит сквозь этот поток, в земную атмосферу попадает не менее 100 000 000 ярких метеоров этого потока. Гамма-аквариды и Ориониды представляют собой один и тот же поток, который дважды пересекает земную орбиту — в мае и в октябре. Боотиды открыл в 1916 г. английский любитель астрономии Деннинг, получивший золотую медаль английского астрономического общества за изучение метеоров. Советский астроном Шайн вычислил движение потока и предсказал его появление в 1921—1922 гг. Этот поток действительно и наблюдался точно в предсказанный день. Персеиды в старину назывались «огненными слезами святого Лаврентия», якобы сожженного живым в Риме в IV веке.

Радант Персеид открыл американский профессор Локе в 1834 г. в городе Цинциннати и в местной газетке описал, как он был удивлен тем, что метеоры «имеют такое видимое движение, как если бы оно принадлежало телам, движущимся по прямым линиям параллельно друг другу; при нанесении путей на глобус радирующая точка... была найдена близ звезды Алголя в созвездии Персея». Уже сто лет без перерыва ежегодно наблюдается этот поток-гигант. Его ширина измеряется десятками миллионов километров. Он дает и телескопические метеоры 8—10-й звездной величин и болиды, яркостью равные Луне. Таким образом, метеорные частицы в этом потоке могут различаться между собой по величине в сотни миллионов раз! Специальные наблюдения астронома Эпика в Ташкенте в 1921—1922 гг. показали, что характер этой распыленности из года в год не меняется. Спектры их показывают, что весь поток составлен из каменных метеорных частиц.

Дракониды 9 октября 1933 г. дали обильный звездный дождь, наблюдавшийся в СССР и в Западной Европе. Число метеоров в 1 минуту доходило до 1000; иногда летело одновременно 20—30 метеоров. В Потсдаме, Гамбурге, близ Парижа и в Уккле (Бельгия) удалось получить фотографии. Было заснято на 4 пластинках более 110 метеоров. Во французской колонии в Судане (Африка) жители организовали коллективный барабанный бой, чтобы «устрашить злого духа, срывающего звезды с неба», а в Португалии народ забился в церкви, полагая, что рушится небо. Сообщение о звездном дожде из Европы передали по радио в Америку, где еще не кончился день; там подготовились к наблюдениям,

но с наступлением темноты оказалось, что звездный дождь, продолжавшийся всего 2 часа, уже прошел.

Андромедиды изучались впервые петербургским академиком Крафтом 25 ноября старого стиля 1741 г.; он считал их причиной суровой зимы этого года, когда на Неве был построен «ледяной дом», описанный в историческом романе Лажечникова. В это же время в Германии другой ученый Мушенбрек считал, что обилие метеоров в августе происходит от летней жары. Геминиды по своему богатству ныне стоят на четвертом месте после Персеид, Гамма-акварид и Орионид. По советским наблюдениям 11 декабря 1937 г. за 1 час падало 120 метеоров.

КОМЕТЫ И МЕТЕОРНЫЕ ПОТОКИ

В середине прошлого века, в 1866 г., итальянский ученый Джиованни Вирджинио Скиапарелли открыл, что Леониды имеют ту же орбиту, что и первая комета 1866 г., открытая Темпелем. Вскоре было найдено, что совпадают орбиты третьей кометы 1862 г. и потока Персеид первой кометы 1861 г. и потока Лирид. Через 6 лет, в 1872 г., Земля встретила с остатками распавшейся кометы, открытой австрийцем Биэлой и французом Гамбаром. Комета пропала в 1852 г., а 27 ноября 1872 г., когда Земля проходила через то место, где должна была бы находиться комета, произошел грандиозный звездный дождь. Таким образом, оказывается, что некоторые метеорные потоки образовались как бы из продуктов разрушения или распада комет. Ныне таких случаев известно девять.

Кроме того, заподозрена связь с десятками других комет.

Кометные метеорные потоки

№ п/п	Метеорный поток	Комета и ее обозначение
1	Лириды	1861 I Темпеля
2	Гамма-аквариды	1910 II Галлея
3	Ориониды	1910 II Галлея
4	Персеиды	1862 III Тэчера
5	Боотиды	1927 VII Понса и Виннеке
6	Авригиды	1930 IV Киса
7	Дракониды	1900 III Джакобини и Циннера
8	Леониды	1866 I Темпеля
9	Андромедиды	1852 II Биэлы

КОСМИЧЕСКИЕ ПОТОКИ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ

Кроме потоков, связанных с кометами и обращающихся по эллиптическим орбитам, в настоящее время известны потоки гиперболические. Из них наиболее знамениты два — один из созвездия Скорпиона, наблюдающийся с мая по август, а другой из созвездия Тельца, наблюдающийся в ноябре. Поток из Скорпиона имеет большую скорость — в 72 км/с , а поток из Тельца — около 60 км/с . Оба они богаты яркими метеорами; из потока Тельца в 1889 г. даже выпал каменный метеорит Чачак, который был исследован в лаборатории.

В настоящее время изучено движение около 2000 метеорных тел в Солнечной системе. Оказывается, что большинство из них (около трех четвертей) движется по гиперболам; теперь эти метеорные тела называются «звездными», так как они приходят к нам извне Солнечной системы, из звездной Вселенной. Остальную четверть составляют «солнечные» метеорные тела, так как они постоянно находятся в Солнечной системе. Треть солнечных составляют кометные метеорные тела, а происхождение прочих еще не выяснено. Некоторые звездные потоки проникают к нам с большой скоростью; так, например, выявлены крупные группы метеорных тел со скоростями в 80 и 145 км/с . К ним принадлежит чуть ли не половина телескопических метеоров.

В 1937 г. в Москве было закончено изучение орбит 66 метеоритов, упавших на поверхность Земли. Оказалось, что большинство из них проникло к нам также из звездной Вселенной, притом из самых разных областей пространства. Распределение этих 66 орбит в Солнечной системе самое беспорядочное, что показывает, что метеориты проникли в нее случайно.

ГЛАВА ОДИННАДЦАТАЯ

КОСМИЧЕСКАЯ ПЫЛЬ

Одно зернышко метеорной пыли имеет все характеристики и привилегии величайшей кометы.

*Харлоу Шапли,
«Полет сквозь хаос». 1929 г.*

ЧТО ТАКОЕ КОСМИЧЕСКАЯ ПЫЛЬ?

Во Вселенной метеорное вещество находится в самых различных стадиях раздробленности. Причину этого мы еще как следует не знаем. Можно сказать только, что метеориты представляют собой обломки каких-то гораздо больших космических тел. Среди крупных метеорных тел во множестве попадают и мелкие, как, например, те, которые образуют телескопические метеоры. Они представляют собой просто крохотные кусочки, вероятно, не более макового зернышка или того меньше (рис. 29). Но существуют и еще более мелкие частички: скопления их удалось обнаружить по поглощению ими света далеких звезд. Часто они присутствуют в хвостах комет, причем размеры их удалось вычислить по форме хвоста, которая зависит от давления на частички солнечных лучей. «Величиной они около микрона и более. Совокупность таких мельчайших метеорных тел и образует космическую пыль.



Рас. 29. Железный шарик микроскопических размеров из глубоководного океанического ила

РОЗОВЫЙ СНЕГ

Возможно ли обнаружить присутствие космической пыли на Земле?

Оказывается, возможно! Когда происходит внезапное выпадение большого количества космической пыли на земную

поверхность, ее можно обнаружить на снегу. Особенно удобно это сделать вдаль от городов — на снегу полярных стран и высоких гор. Такая пыль обнаруживает присутствие в ней железа, никеля, хрома и других веществ, находящихся в метеоритах. Норвежский ученый Норденшельд исследовал несколько случаев выпадения такой пыли. В одном случае на площади во много квадратных километров выпало несколько тысяч тонн космической пыли, так что снег приобрел розовую окраску.

В 1934 г. в Америке ученый Липман совершил несколько десятков полетов на самолете, залетая на высоту до 6000 м с особым прибором для улавливания пыли из воздуха. Ему удалось действительно обнаружить следы пыли, по-видимому, космического происхождения. Часть ее получается при разрушении метеоров, непрерывно пролетающих, и поэтому космическая пыль медленно, но беспрестанно осаждается на поверхность Земли. Проф. Чирвинский доказал в 1930 г., что обычно ее так мало, что даже химически обнаружить ее нельзя. То же путем специального расчета подтвердил проф. Баев (Москва). В течение миллионов лет благодаря оседанию космической пыли масса Земли должна слегка увеличиться, и поэтому, по законам механики длина суток должна возрасти. Однако за миллион лет это изменение составит всего... 0,001 секунды!

СЕРЕБРИСТЫЕ ОБЛАКА

На высоте 82 км в стратосфере в летнее время года в северных широтах иногда наблюдается удивительное явление: огромное пространство, часто в десятки тысяч квадратных километров покрыто нежнейшей пеленой каких-то светящихся облаков. Облака так тонки, что свет звезд свободно проходит сквозь них. Расчет показывает, что они светятся под действием прямых лучей Солнца, которое не заходит на этой высоте. Яркость облаков часто такова, что небо кажется пылающим; цвет их — серебристо-жемчужный. Под действием быстрых воздушных течений на этих высотах, составляющих 50—200 км/с (у поверхности земли наиболее разрушительные ураганы имеют скорости только в 30—40 м/с), облака смещаются обычно с северо-востока к юго-западу. Они иногда видны с полчасу, иногда — всю короткую летнюю ночь. Можно получить фотографию этих облаков с выдержкой $\frac{1}{2}$ —1 минута и из изучения таких фотографий, снятых за 20—30 км друг от друга, найти высоту и скорость их движения.

Природа серебристых облаков пока недостаточно выяснена. Они специально изучаются в СССР в течение ряда последних лет. Некоторые ученые предполагают, что серебристые облака суть массы космической пыли, встретившиеся с Землей и задержавшиеся в верхних слоях атмосферы как раз на нижней границе слоя Хивисайда, отражающего радиоволны, где плотность воздуха меняется скачком.

ЗОДИАКАЛЬНЫЙ СВЕТ

Осенью после захода Солнца, с появлением звезд, а весной — по утрам, перед его восходом, можно наблюдать близ Солнца нежно светящееся серебристо-молочное сияние в виде конуса, наклоненного к горизонту. Это бледное сияние носит название *зодиакального света*; оно было замечено еще полторы тысяч лет назад, потом о нем забыли и вновь открыли в 1683 г. во Франции. Оказалось, что зодиакальный свет светит отраженным солнечным светом; в 1901 г. сняли его первую фотографию, а в 1909 г. — его спектр.

Этот свет отражают от Солнца твердые пылевидные частички, которые образуют вокруг Солнца скопление, имеющее вид огромной чечевицы, край которой удален от Солнца почти на 100 миллионов километров. На 1000 кубических метров пространства приходится менее 1 кубического миллиметра вещества этих пылинок. Пылинки эти, вероятно, тоже метеоритного происхождения.

СОЛНЕЧНАЯ КОРОНА

Вещество зодиакального света простирается до самого Солнца. Во время полных солнечных затмений, когда Луна заслоняет на несколько минут диск Солнца, среди внезапно наступившей темноты на небе появляются яркие звезды, и из-за края Луны видно изумительной красоты жемчужное сияние, называемое солнечной короной (рис. 30).

Солнечная корона окружает Солнце и в обычное время, но вне затмений теряется в его ослепительно ярких лучах. Ее нижние части состоят, по-видимому, из массы электронов, а верхние — из метеорных пылинок, рассеивающих и отражающих солнечный свет.

КОЛЬЦА САТУРНА

В марте 1658 г. голландский физик и астроном Христиан Гюйгенс открыл в только что им самим построенный новый телескоп, что планета Сатурн (последняя из известных тогда в Солнечной системе, отстоящая в 10 раз дальше от Солнца, чем Земля, и в 720 раз большая Земли) окружена «кольцом тонким, плоским,

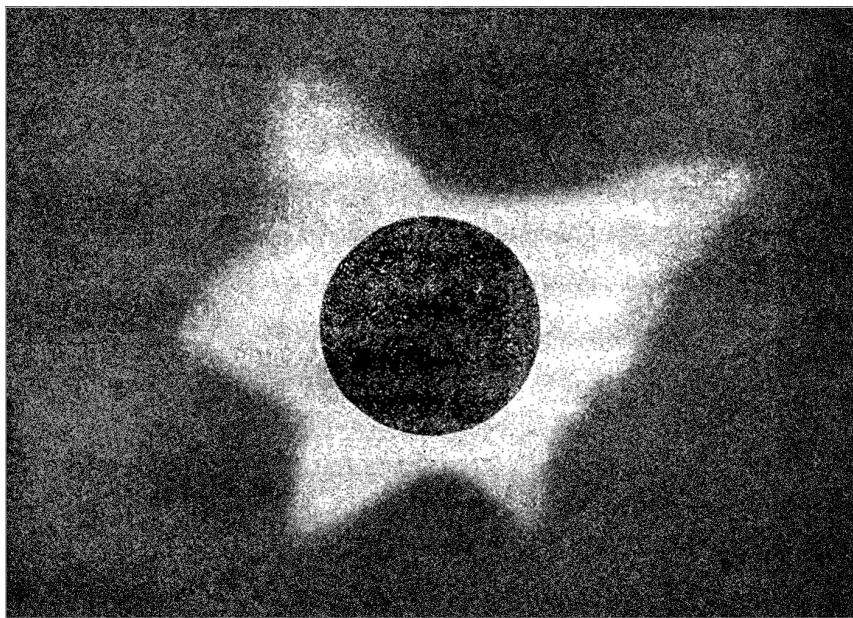


Рис. 30. Солнечная корона по фотографии проф. А. А. Михайлова во время полного солнечного затмения 19 июня 1938 г. Внешние части короны состоят из метеорной пыли

нигде к нему не прикасающимся» (рис. 31). Чтобы сохранить за собой первенство открытия, он зашифровал это выражение и напечатал его, а когда окончательно убедился в справедливости своего открытия, то опубликовал расшифровку. Размеры кольца очень внушительны — его диаметр составляет 280 000 км, т. е. $\frac{2}{3}$ расстояния Луны от Земли, однако толщина колец ничтожна, всего километров 20. В 1848 г. математически было доказано, что кольцо не может быть сплошным твердым: оно должно было бы «треснуть» под действием притяжения спутников Сатурна (которых у него девять, тогда как у нашей Земли лишь одна Луна).

Кольцо не могло быть жидким — иначе оно должно было бы само превратиться в спутника. Оно не могло быть и газовым, так как молекулы его улетучились бы в пространство. Так каким же могло быть это таинственное кольцо Сатурна? Еще в 1705 г. французский астроном Кассини писал, что это кольцо «может состоять из целой тучи маленьких спутников». И это оказалось правильным!

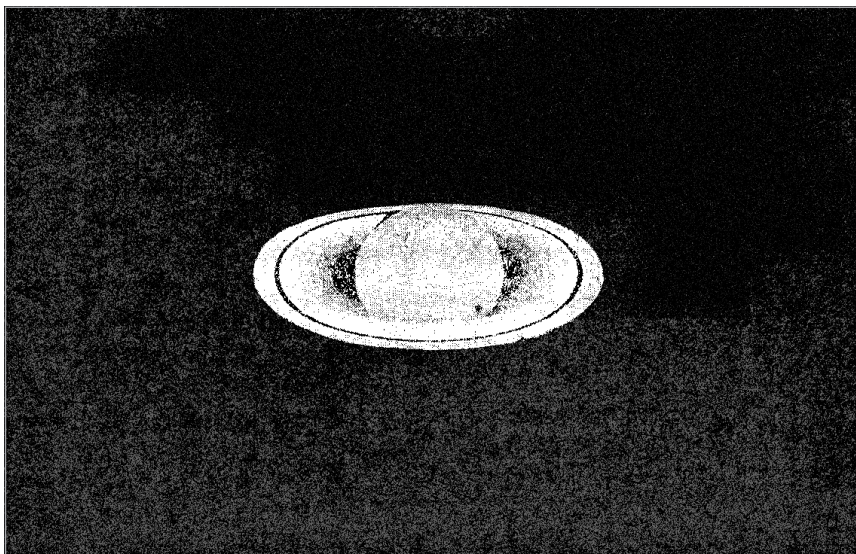


Рис. 31. Планета Сатурн с кольцами, состоящими из мелких метеоритных частиц

В 1857 г. англичанин Максвелл доказал с полной строгостью, что кольцо может быть устойчивым, т. е. сохраняться неопределенно долгое время, лишь в том случае, если оно состоит из метеорных частиц. Математическим изучением колец Сатурна занималась русская женщина-математик Софья Васильевна Ковалевская. В эпоху царизма женщины не имели равноправия, и Ковалевская, не имея возможности вести в России научную работу, должна была уехать в Швецию, где и сделалась профессором математики в Стокгольме.

Спектральные наблюдения показывают, как доказал и академик Белопольский в 1900 г. в Пулкове, и другие, что наружные части кольца вращаются медленнее внутренних. Когда Сатурн проходит на фоне звезды, то звезда просвечивает сквозь кольцо;

это доказывает метеоритную природу кольца. Кроме того, яркость кольца в определенные моменты, когда оно видно «с ребра», меняется так, как если бы отдельные составляющие его частички



Рис. 32. Метеорное вещество со Вселенной. Темные метеорные туманности в созвездии Тельца на фоне звезд Млечного Пути

закрывали друг друга. Когда Сатурн становится прямо против Солнца, то яркость колец сразу возрастает на 35 %, так как каждая частичка заслоняет свою собственную тень, падающую

на другие частички, отчего и увеличивается общая яркость кольца. Изучение характера рассеяния солнечного света кольцами, произведенное профессором Шайном в Симеизе в 1934 г., показало, что основную массу колец составляют космические метеоритные пылинки.

ТЕМНЫЕ ТУМАННОСТИ

Выйдем летом или осенью в ясную безлунную ночь на открытое место и взглянем на звездное небо. Кроме массы звезд, мы сразу же заметим Млечный Путь, туманной полосой тянущийся через все небо. Почти над головой у нас находится созвездие Лебедя. Млечный Путь здесь достигает огромной ширины. Строение его кажется страшно сложным; особенно заметным это становится при рассмотрении его даже в полевой бинокль. Мы замечаем местами как бы клокотья тумана, скрывающие серебристое сияние мельчайших звезд; далее от созвездия Лебедя, к югу, Млечный Путь кажется раздвоенным, так как темная полоса проходит вдоль него. На самом деле не Млечный Путь раздвоен, а темная полоса поглощает свет — она, как и другие темные массы, находится между нами и далеким звездным фоном Млечного Пути и скрывает свет далеких слабых звезд. Эти несветящиеся массы — темные туманности, покрывающие сотни квадратных градусов неба (рис. 32). Исследуя свет просвечивающих через них звезд, можно узнать, из чего они состоят. Современные исследования показали, что это — скопления мельчайших пылинок, размер которых 0,1 микрона и меньше. Иногда эти «пылевые» туманности оказываются вблизи звезд, которые их освещают. Тогда эти туманности делаются светящимися. Некоторые ученые доказывают, что и наша солнечная система находится недалеко от края одной из таких темных туманностей. От нас она находится в направлении к созвездию Змееносца. Астроном Гофмейстер в 1936 г. высказал предположение, что из этой туманности проникает к нам метеорный поток Скорпиона и множество слабых телескопических метеоров.

ГЛАВА ДВЕНАДЦАТАЯ

МЕТЕОРЫ И ОСВОЕНИЕ СТРАТОСФЕРЫ

Кто летает выше, тот летает лучше.

Известия ЦИК СССР, 1934 г.

КАК МЕТЕОРЫ ПОМОГАЮТ ОСВАИВАТЬ СТРАТОСФЕРУ?

Метеоры пролетают на высотах от 150 до 70 км, а более крупные и ниже. На эти высоты еще никогда не поднимался человек. Попадая в земную атмосферу, метеорные тела начинают взаимодействовать с молекулами воздуха, и оказывается, что, изучая условия движения метеорных тел в атмосфере, т. е. изучая метеоры, можно составить себе представление о физических свойствах самой атмосферы на больших высотах. Это очень важно, потому что высоты эти недоступны для изучения большинством других методов.

Для изучения стратосферы применяется много разных методов — изучение озона, распространения волн взрывов на далекие расстояния, исследование атмосферных газов, температуры и давления при помощи шаров — зондов с самопишущими приборами, подъемы на стратостатах и т. п. Эти способы дают возможность определить строение атмосферы (т. е. указать, как изменяется ее состав и температура с высотой) в пределах от земной поверхности до 30—40 км. Для изучения более высоких слоев применяются наблюдения сумеречных явлений, лунных затмений, полярных сияний, данные распространения радиоволн и изучение земного магнетизма. Некоторые методы характеризуют свойства атмосферы косвенно, другие мало точны, и для полного знания строения стратосферы необходимо учитывать данные всех методов.

Изучая процесс начала свечения метеора, можно определить плотность воздуха на той высоте, где это свечение начинается. По высоте погасания метеоров можно узнать также плотность воздуха и отдельно — его температуру. Еще 15 лет назад, когда стратосферу знали очень плохо, английский физик Линдемэн и метеоролог Добсон изучили высоты нескольких сот метеоров и вывели поразившее всех заключение о том, что в верхних слоях атмосферы, начиная с 50 км, должна быть очень высокая темпе-

ратура, не менее 300° абсолютного нуля, тогда как гораздо ниже (на 10—30 км) температура около -57° по Цельсию (т. е. 215° абсолютной шкалы). Сначала этому не хотели верить, а потом другими геофизическими методами были подтверждены данные метеорных наблюдений.

Из наблюдений детонирующих болидов можно определить температуры в стратосфере, так как скорость звука зависит от температуры воздуха. Распределение высот погасания метеоров показывает двойной максимум, происходящий в силу того, что на высоте около 40 км температура стратосферы резко изменяется. Изучая абсолютную яркость метеоров (силу света их в свечах), сложно также получить данные о температуре и о молекулярном весе воздуха. Наблюдая метеорные следы, можно заметить, как они постепенно расширяются вследствие диффузии. Скорость диффузии зависит от плотности и температуры, и последние можно определить из наблюдения следов. Изучая спектры этих следов, мы получим указания на род газов, которые в них светятся.

КАК МЕТЕОРЫ ПОМОГЛИ ОБСТРЕЛЯТЬ ПАРИЖ?

В 1918 г. в последние месяцы войны немцы построили гигантскую пушку; выпущенный из нее снаряд весом более центнера мог пролететь 110—120 км, причем полет его длился около 2 минут. Наиболее дальнобойные пушки, существовавшие до того, могли стрелять не далее 30 км. Чем же объяснить такой резкий скачок в дальнобойности?

Мы знаем, какое огромное сопротивление даже «космическим снарядам» оказывает земная атмосфера. Это сопротивление очень велико и для артиллерийских снарядов. Обыкновенная винтовочная пуля в пустоте пролетела бы в 30 раз дальше, чем она пролетает в воздухе. Сопротивление воздуха зависит от его плотности; чем выше, тем воздух разреженнее и тем меньшее сопротивление испытает снаряд. Немецкая пушка так и была рассчитана, чтобы вылетающий снаряд большую часть своего пути пролетел не в низших слоях атмосферы, а в возможно более высоких. При полете снаряды немецкой пушки, называвшейся тогда пушкой «Колоссаль» или «Парижской», выпускались под углом около $55-60^{\circ}$ и быстро проходили плотные слои воздуха, большую часть пути двигаясь в стратосфере, т. е. выше 11 км. Но для того чтобы попасть в цель, надо знать, как полетит снаряд, иначе стрельба будет просто бесцельным, но очень дорого стоящим занятием (один выстрел из этой пушки стоил около 100 тысяч рублей).

В одном английском астрономическом журнале уже после заключения мира появилась заметка под заглавием «Тайна Парижской пушки». В этой заметке рассказывалось, что для того, чтобы вычислять пути снаряда, немцы использовали данные *метеорных* наблюдений, произведенных главным образом в... Англии! Расчет оправдался, и 80 % снарядов попало в Париж, что сопровождалось разрушениями жилых домов и жертвами среди мирного населения столицы Франции.

Мы уже видели, что при падении роя метеоритов они располагаются на эллиптической площади, причем большая ось этого «эллипса рассеяния» лежит в направлении *полета*. Это интересно сопоставить с данными артиллерийских стрельб. Если стрелять из орудия в одну и ту же мишень, то в силу неболь-

ших случайных ошибок в наводке, форме снаряда, количестве заряда и т. д. снаряды не будут ложиться все в одну и ту же точку, а распределятся также по площади некоторого «эллипса рассеяния». При обстреле Парижа в 1918 г. снаряды ложились также на некоторой эллиптической площади, большая ось которой располагалась в направлении стрельбы. Именно это обстоятельство и было использовано французами для того, чтобы обнаружить местонахождение немецкой пушки «Колоссаль».

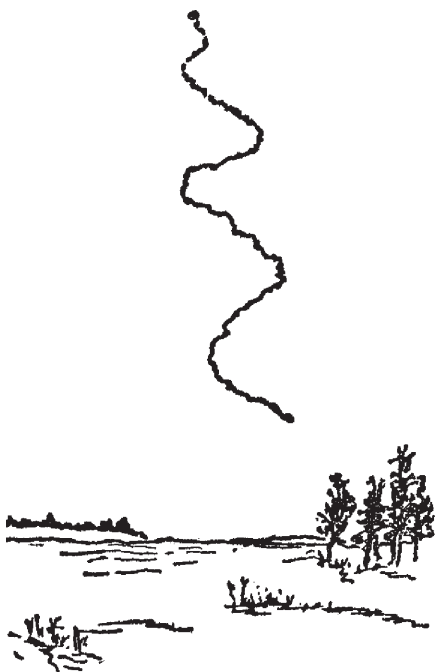


Рис. 33. Пылевой след болида 1867 г. в стратосфере. По рисунку художника А. М. Васнецова

ЧТО ДАЮТ МЕТЕОРНЫЕ СЛЕДЫ

Мы знаем, что когда метеор летит выше 90 км, то иногда после него остается туманный след (см. рис. 33). Для того чтобы образовать

след, метеор должен обладать большой энергией, т. е. большой скоростью, не менее 45—50 км/с, как показывают наблюдения.

От крупных метеоров следы остаются дольше, когда они видны даже в течение 5—10 минут. Почти всегда они собираются в конце в клубочек, который несется на высоте около 85—90 км. Наблюдая за ним, мы можем точно определить величину и направление скорости воздушных течений в верхних слоях атмосферы, чего нельзя сделать сейчас никаким из иных методов, исключая наблюдения серебристых облаков.

Ниже 80 км и вплоть до «точки задержки» крупные метеоры оставляют пылевые следы. Уже через несколько секунд после полета метеора видно, как этот след начинает искривляться, потому что воздушные течения на разных высотах неодинаковы по величине и направлению. Когда эти следы освещаются светом Луны или Солнца, то за ними можно следить несколько часов, пока они не рассеются. Один такой след сразу дает как бы вертикальный разрез стратосферы на протяжении десятков километров.

ВЛИЯЮТ ЛИ МЕТЕОРЫ НА ПОГОДУ?

Лет сто назад некоторые метеорологи считали метеоры «правдивыми флюгерами», предсказывавшими погоду. Дело в том, что метеоры можно было видеть лишь в ясную погоду, а когда было пасмурно, не было и метеоров. Кроме того, все явления погоды происходят лишь в тропосфере, т. е. в самом нижнем слое атмосферы, где происходят постоянно перемещения масс воздуха вверх и вниз и по горизонтали. Пределы тропосферы — от земной поверхности до высоты около 8 км на полюсе и до высоты 16 км — на экваторе. В наших широтах тропосфера простирается до 11 км, а выше начинается стратосфера. Метеоры же в подавляющем большинстве случаев пролетают в высших слоях атмосферы и никакого заметного влияния на процессы погодообразования оказывать не могут. Нагревание от теплоты метеоров также ничтожно. Еще лет 50 назад американский профессор Юнг нашел, что за целый год Земля получает от метеоров столько же тепла, сколько от Солнца за $\frac{1}{10}$ секунды.

Лет десять назад в Риге был метеорологический съезд, и там вновь поднимался этот вопрос. В настоящее время нужно считать, что обычные метеоры никаким заметным образом в отношении погоды себя не проявляют. Однако грандиозные звездные дожди, описанные выше, дают заметные количества продуктов распыления метеорных тел, а пылинки, как оказывается, могут являться центрами конденсации водяного пара. Может быть, этим можно объяснить то обстоятельство, что 16 ноября

1866 г., через 3 дня после знаменитого звездного дождя Леонид, в Англии выпало наибольшее количество дождя за последние 90 лет.

Несколько раз падения метеоритов сопровождались дождем, а также градом. В июле 1824 г. близ Стерлитамака (около Оренбурга) выпал град; внутри многих градин находились плоские кристаллы какого-то вещества, неизвестного среди земных пород. Крестьянские ребяташки сотнями набирали их в картузы и подолы. Сейчас сохранилось немного более сотни этих загадочных камешков: большая часть из них и поныне хранится в коллекции метеоритов Академии наук СССР.

В 1880 г. одесский профессор Шведов высказал предположение, что сам град имеет метеоритное происхождение. Он доказывал это тем, что иногда падали градины в килограмм и более весом, далее, тем, что град выпадает узкой полосой, и т. д. Однако сейчас «метеоритная теория града» оставлена, и теперь уже хорошо изучены процессы его образования в атмосфере Земли.

МЕТЕОРЫ И РАДИО

Радиоволны распространяются вокруг Земли благодаря тому, что они испытывают отражения от электропроводящего слоя в земной атмосфере — слоя Хивисайда, нижняя граница которого находится на высоте 80 км. Другой такой слой находится на высоте около 220 км.

Когда метеор пролетает в этом слое, то он может слегка нарушить его электрическое состояние, вроде того как маленькая царапинка может испортить большое зеркало. Особенно заметные возмущения вызывают яркие болиды. Лет 15 назад профессор Пикар заметил, что при появлении некоторых из них в радиоприемнике слышен особый шорох и треск. Это подтвердилось, например, и при падении метеорита 26 декабря 1933 г. в Ивановской промышленной области; в 200 км от Москвы одним радиолюбителем был также отмечен резкий свист одновременно со вспышкой болида.

Поток метеоров в своей массе также нарушает правильность радиопередачи. Н. А. Иванов в Москве в 1930 г. объяснил ухудшение слышимости во время Персеид увеличением числа метеоров, наблюдавшихся к утру. Заметное влияние на радиопередачу оказывают Леониды, как это выяснилось из японских наблюдений с 1928 г.; в 1933 г. это было подтверждено наблюдениями в Сталинабаде.

Особенно замечательно «метеорная ионизация» выявилась 9 октября 1933 г. во время дождя Драконид. В это время в Слуцке под Ленинградом производилась автоматическая запись силы приема радиостанции в Кенигсвустерхаузене. Звездный дождь вызвал многочисленные фэдинги, т. е. замирания радиослышимости в силу нарушения хода радиоволны. Эти фэдинги были также автоматически зарегистрированы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ СТРАТОСФЕРЫ ПРИ ПОМОЩИ МЕТЕОРОВ

Метеоры впервые указали на то, что плотность воздуха на больших высотах раз в сто больше, чем думали до того. Это можно было объяснить только предположением о том, что температура там высока. Это повышение температуры в стратосфере получило название «верхней инверсии». По метеорным данным на высоте 50 км температура около $+27^{\circ}\text{Ц}$ и по мере поднятия вверх она растет. По яркостям метеоров получается, что на 150 км она близка к $+280^{\circ}\text{Ц}$, а выше еще больше.

Правда, это еще не значит, что термометр, помещенный туда, покажет $+280^{\circ}\text{Ц}$, потому что температура газа определяется скоростью его молекул, а если газ очень разрежен, то молекулы могут не ударяться о шарик термометра, и его показания не будут соответствовать тепловой скорости молекул.

Однако в течение ночи температура в стратосфере немного падает в силу охлаждения. Это хорошо видно из того, что средние высоты метеоров к утру понижаются, в среднем за час на 300 м, как это получилось из наблюдений 2800 высот метеоров, проведенных специальной метеорной экспедицией в Аризонакой пустыне. Эта экспедиция, организованная Гарвардской астрономической обсерваторией в США, работала с 1931 по 1933 г.

Кроме того, была обнаружена годичная вариация высот метеоров: ниже всего высота в марте (84,1 км) и выше всего в октябре (87,5 км), что происходит также из-за годового колебания температурного режима в стратосфере, которая может составлять всего половину амплитуды температуры на поверхности Земли. Далее метеоры показывают, что давление в атмосфере падает в 10 раз при подъеме на 24,6 км.

Если на высоте в 90 км температура $+100^{\circ}\text{Ц}$, то из этого следует, что состав воздуха здесь несколько не отличается от того, каков он есть вблизи земной поверхности. Еще недавно думали, что в верхних слоях атмосферы есть особый газ — геокороний,

а также водород. Наблюдения метеоров непреложно доказали, что этих газов в действительности там нет. Единственным посторонним газом, кроме воздуха, в самых верхних частях стратосферы может быть только гелий. У самого воздуха выше 80 км молекулы, вероятно, диссоциированы (расщеплены) на атомы. Вот что дали метеоры для изучения стратосферы.

Любопытны данные о распределении ветров в стратосфере по наблюдениям метеорных следов. В пределах от 80 до 120 км в Западной Европе преобладают воздушные течения на юго-восток, в Центральной Европе — на северо-восток; в восточной части США стратосферные ветры дуют к северу, в Центральных штатах — к северо-востоку; в общем же в стратосфере над Европой и Северной Америкой преобладают ветры западные, т. е. дующие с запада на восток.

Замечательно, что все пылевые следы, находящиеся в пределах высот 30—80 км, движутся в обратном направлении, так же как и серебристые облака. Значит, стратосфера на высоте 80 км разделяется на два слоя, заметно отличающихся один от другого. Таким образом, поднимаясь в стратосферу, мы сначала будем увлекаться ветрами на запад, а пройдя эту удивительную высоту 80 км, начнем отклоняться к востоку.

Высота 80 км действительно замечательная — сумеречные наблюдения показывают, что здесь кончается сегмент зари; тут яркие метеоры окутываются воздушной оболочкой, и спектры их резко меняются, а телескопические метеоры совершенно перестают светиться. Метеорные следы перестают здесь образовываться, зато появляются пылевые следы и серебристые облака. Здесь же находится граница слоя Хивисайда, нижняя граница полярных сияний, вторичный минимум температуры и т. д.

ГЛАВА ТРИНАДЦАТАЯ

МЕТЕОРИТЫ

Величайшие из неразгаданных тайн
физического мира лежат, вероятно,
в этой области.

*Шелли, «От атомов
до млечных путей», 1929 г.*

СКОЛЬКО ВЕСИТ ПАДАЮЩАЯ ЗВЕЗДА?

Этот вопрос поставлен неправильно. Падающая звезда есть явление, и спросить, сколько она весит, все равно, что спросить, сколько весит радуга или молния. Если же нас интересует масса метеорного тела, которое произвело явление метеора, то рассмотрим этот вопрос подробнее.

В самом деле, можно ли определить массу метеорного тела? Оказывается, что можно. Лет 60 назад астроном Харкнесс предположил, что метеор светит так, как вольтова дуга, и, учтя расстояние, он нашел, что метеорное тело с массой в 0,3 миллиграмма будет при полете светиться, как звезда 3-й величины. В 1921 г. Эпик предположил, что метеор светит так, как звезда Альфа Персея, имеющая тот же цвет, а стало быть, и ту же температуру, и для метеора 3-й величины нашел массу 0,5 миллиграмма. Линдемэн и Добсон в 1922 г. нашли среднее 0,4 миллиграмма.

Эти расчеты и им подобные производились, когда еще не были известны спектры метеоров. При подсчете предполагали, что спектр метеоров непрерывный — такой, как испускают накалинные твердые тела. Мы же знаем, что эти спектры линейчатые; общая яркость линий раз в 30 меньше, чем яркость непрерывного спектра. Поэтому, чтобы получить настоящее значение массы, например, того же метеора 3-й величины, надо вышеприведенную оценку (в среднем 0,4 миллиграмма) помножить на 30. Это дает 12 миллиграммов — сущий пустяк, вес маленькой дробинки, способный вызвать наше разочарование! В самом деле, грандиознейший звездный дождь (80 000 метеоров в час) можно сделать из 1 килограмма вещества, которое свободно уместится в чайном блюдечке...

Однако «маленькая падающая звезда имеет такую же интересную историю, как и большой огненный шар», и в малом часто встречается великое.

Рассчитаем размеры других метеорных тел. Изменение яркости на 1 звездную величину означает изменение ее в 2,512 раза. Так как для шарообразных тел количество света пропорционально поверхности, а поверхность — квадрату радиуса, то, стало быть, из двух метеорных тел то, диаметр которого в 10 раз больше, будет ярче в 100 раз, или как раз на 5 звездных величин. Масса такого метеора будет больше в $10^3 = 1000$ раз. Поэтому можем составить такую табличку:

Массы метеорных тел

Видимая						
яркость. . . .	—7	—2	+3	+8	+13	+18 зв. вел.
Масса	12 кг	12 г	12 мг	$12 \cdot 10^{-3}$ мг	$12 \cdot 10^{-6}$ мг	$12 \cdot 10^{-9}$ мг
Диаметр . .	20 см	2 см	2 мм	0,2 мм	20 микрон	2 микрона

При вычислении диаметра по массе мы приняли плотность метеорного тела равной 2,86 (плотность воды принимается за 1). Так как при полете разрушается 1—2 и более сантиметров поверхности этого тела, то ясно, что метеорное тело в 12 г даст болид, целиком распыляющийся в атмосфере, когда как полет болида минус 7-й зв. величины может закончиться падением метеорита.

РАЗМЕРЫ МЕТЕОРОВ

При полете метеорного тела в атмосфере молекулы воздуха после соударения с большой скоростью отбрасываются в стороны. Это соударение оказывается очень упругим; если бы этого не было, то метеорное тело мгновенно обращалось бы в пар, так как для этого достаточно лишь ничтожной доли той огромной энергии движения, которую оно несет. В действительности же эта энергия тратится постепенно, так как она передается молекулам воздуха. Их скорости повышаются, а это, как известно из физики, влечет за собой увеличение температуры. Вот почему метеор светится.

Молекулы воздуха и самого метеорита отлетают с большими скоростями от летящего метеора во все стороны. Однако они испытывают столкновения с другими молекулами, отдают им часть своей скорости, и в результате этого воздух кругом метеора начинает светиться. Наблюдения над метеорами, сделанные в СССР в телескопы (а они требуют исключительного терпения, так как яркий метеор может случайно пролететь в поле зрения телескопа один раз за много часов), показывают, что

как у маленьких, так у больших метеоров поперечник светящейся массы газов составляет около 40 м. После пролета метеора на этом месте остается метеорный след, как раз такой же ширины.

При наблюдениях же простым глазом поперечники метеоров кажутся гораздо больше. Это есть явление иррадиации, когда яркий предмет кажется глазу большим по размеру, чем он есть на самом деле. Посмотрим на молодой серп Луны — он кажется гораздо больше, чем остальная, тускло освещенная* часть Луны. Американец Лоуренс Смит, завещавший большой капитал специально на метеорные исследования, проделал серию опытов, рассматривая с расстояния в несколько сот метров различные источники света — светильный газ, друммондов свет и вольтову дугу. Он измерял их видимые диаметры и сравнивал их с истинными. Оказалось, что из-за иррадиации видимые диаметры во много раз превышают истинные.

Поэтому очень яркие болиды кажутся крупными шарами или каплями, диаметр которых был бы 500—1000 и даже более 2000 метров из-за иррадиации.

КАК НИКОГДА НЕ ПАДАЮТ МЕТЕОРИТЫ?

Благодаря иррадиации падающий болид кажется пролетающим очень близко. Сколько раз людям казалось, что он упал от них за 100—200 метров, и они шли его искать! Если при этом попадался какой-нибудь кузнечный шлак или просто особенный камень, то его принимали за метеорит и при этом уверяли, что он, объятый пламенем, летел так до самой земли (рис. 34). Так никогда не бывает. На самом же деле метеорит

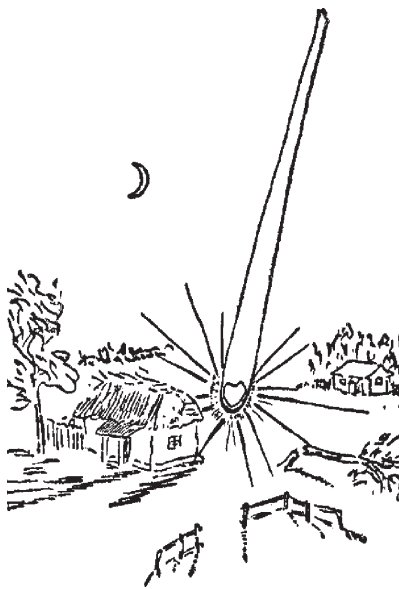


Рис. 34. Как никогда не падают метеориты

* Освещается она солнечным светом, отраженным от Земли, которая в это время для Луны находится в фазе «полноземлия».

пролетел где-либо за сотню километров (рис. 35), перестал светиться на высоте 20—25 км и потом уже в виде темного несветящегося тела упал на землю. При этом метеорит слегка уходит в почву (рис. 36). Глубина D углубления железных метеоритов выражается такой формулой:

$$D = 18,3 \sqrt[3]{M},$$

где M — масса в килограммах, а D — глубина в сантиметрах.

МОЖЕТ ЛИ МЕТЕОРИТ ВЫЗВАТЬ ПОЖАР?

Из предыдущего явствует, что метеорит, падая на Землю уже остывшим, пожара вызвать не может. Известно много достоверных случаев, когда метеорит падал на солому, на траву, но никаких следов ожогов при этом обнаружено не было.



Рис. 35. Фотография яркого метеора 11 августа 1937 г. в Симеизе, Крым. Получена фотокамерой «Турист», светосила 1:3,5

Однако в прежние времена этого не знали и часто приписывали метеоритам пожары.

САМЫЙ МАЛЕНЬКИЙ И САМЫЙ БОЛЬШОЙ МЕТЕОРИТЫ

При падении роя метеоритов случается, что помимо больших кусков попадают очень маленькие. Одни из них попросту представляют осколки, другие же являются миниатюрными, но вполне самостоятельными метеоритами, так как равномерно покрыты корой со всех сторон. Например, при падении 14 000 метеоритов в штате Аризона при городке Хольбруке 19 июня 1912 г. многие из них были размером с зерно и весили менее грамма. При падении в Гессле в Швеции 1 января 1868 г. наименьший из поднятых метеоритов весил 0,06 грамма.

Каков же наименьший метеорит среди одиночных падений? Таким был маленький метеорит, упавший в 1927 г. по свидетельству проф. Якамото (университет в Киото, Япония) на маленькую девочку и не причинивший ей никакого вреда. Этот метеорит должен был весить всего несколько граммов. Я говорю «был», потому что его потом потеряли.

Наибольший же из известных в настоящее время метеоритов — это огромный железный метеорит, который находится около фермы Гоба-Вест, в 19 км от города Грутфонтейна и в 4 км от линии железной дороги Грутфонтейн — Отави, в Юго-западной Африке (рис. 37). О нем впервые в 1921 г. сообщил некий Теннесси, который указал его громадные размеры (2,5 м × 2,5 м × 2,0 м) и массу 87 тонн*, а также состав: 81,3 % железа, 17,5 % никеля. Таким образом, чистого никеля в метеорите было 10 тонн, и его хотели даже коммерческим образом использовать, но из этого



Рис. 36. Яма, пробитая в земле метеоритом Сен-Михель, Финляндия

* 12 февраля 1947 года в Приморском крае упал Сихотэ-Алинский метеорит. Четырьмя экспедициями Комитета по метеоритам при АН СССР на площади 15 км² в тайге было найдено 106 воронок диаметром 0,6—28 м и сотни индивидуальных падений от 0,18 г до 300 кг (по книге И. С. Астаповича «Метеорные явления в атмосфере Земли»). — *Прим. ред. издания 2015 года.*

ничего не вышло, так как в Южной Африке метеориты, так же как и в СССР, составляют государственную собственность. По некоторым данным этот метеорит был известен уже в 1920 г., но привлек он всеобщее внимание уже после 1929 г., когда его посетили астроном Лейтен, исколесивший почти весь свет, и знаменитый английский минеролог Спенсер, уже глубокий старик.

На поверхности метеорита, находящейся вровень с почвой, могут уместиться 10—12 человек. Сверху его поверхность покрыта



Рис. 37. Наибольший в мире метеорит Гоба, Юго-Западная Африка. Первоначальный вес 90 тонн

широкими впадинами. Когда его окопали с боков, то оказалось, что около 30 см метеорита в нижней части (в земле) окислилось, так что теперь чистый вес метеорита составляет 60 тонн. Метеорит магнитен, и его южная сторона притягивает северный конец стрелки компаса.

В 1930 г. от него хотели для анализа отделить кусок: двое туземных рабочих трудились целых два дня, израсходовав множество ножовок, и отделили только $2\frac{1}{2}$ килограмма. Этот кусок был прислан в Британский музей в Лондоне, обладающий

одной из лучших коллекций метеоритов. Там он был исследован. Оказалось, что этот метеорит-гигант принадлежит в редкому типу атакситов. Химический состав этого замечательного метеорита такой: железа 82,6 %, никеля 16,5 %, кобальта 0,8 %, меди 0,02 %, серы 0,02 %, углерода тоже 0,02 %, фосфора — следы. В нем также присутствует редкий элемент германий. Удельный вес метеорита 7,97.

Метеорит до сих пор лежит в земле на месте находки.

НАИБОЛЬШИЕ МЕТЕОРИТЫ СССР

Наибольшим известным метеоритом СССР является метеорит Медведева, — то самое «Палласово железо», история которого была рассказана в гл. V. В середине прошлого столетия в Петергофской гранильной фабрике его распилили на 2 части, так что сейчас хорошо виден внутренний вид метеорита. Этот метеорит принадлежит к типу палласитов, где в основной массе никелистого железа включены как бы отдельными зернами кристаллы минерала оливина. Оливин свое название получил за сходство (по цвету) с оливковым («прованским») маслом. Другое его название — хризолит.

Зерна оливина распределены в Палласовом железе совершенно равномерно, хотя и густо. Эта замечательная особенность возникла еще тогда, когда весь метеорит был расплавлен и капли оливина плавали в жидком железе. Если бы мы попробовали у нас, на Земле, расплавить такой палласит, то оливин, как более легкий, подобно шлаку, тотчас же всплыл бы вверх, а железо, более тяжелое, отделилось бы вниз. А в палласитах этого нет, значит, они образовались и застыли там, где не было заметного влияния силы тяжести. А это могло быть только на очень маленьких небесных телах или же в центральных частях таких планет, как Земля, где огромное давление и пониженное притяжение* не дали возможности разделиться железной и каменной частям метеорита. В науке это разделение называется очень страшно: «дифференциация фаз», но теперь мы уже знаем, что это такое.

Нынешний вес «Палласова железа» 514 кг, а вначале он был не менее 700. Очень много кусков его было из тогдашнего Петербурга разослано в качестве образцов в другие музеи мира.

* К центру Земли стремится «все тяжелое»; однако в самом центре силы тяжести нет, как мы знаем из физики.

Следующим по величине метеоритом СССР является метеорит Августиновка, найденный в 1890 г.; вначале вес его был около 400 кг, а теперь 328 кг. Находится он тоже в коллекции метеоритов Академии наук, принадлежит к типу железных («октаэдрит»). Затем идет один из найденных в 1937 г. Брагинских метеоритов.

Четвертым по величине, из числа железных, но редкого класса «гексаэдритов», является огромный метеорит Богуславка, упавший на Дальнем Востоке в Приморской области в 11 ч 47 м утра 18 октября 1916 г. При полете в атмосфере сопротивление воздуха было так велико, что он раскололся на две части в 199 и 58 кг и, кроме того, с поверхности весь покрылся впадинами — регмаглиптами. Еще немного — и больший кусок мог бы расколоться на части, так как на нем уже начинали образовываться глубокие трещины. Метеорит Богуславка вместе с тем есть наибольший в мире из железных метеоритов, падение которых наблюдалось. Он тоже находится в Академии наук СССР и украшает собой коллекцию метеоритов.

Дальше идет очень интересный метеорит, тоже палласит, Брагин. Он принадлежит к целому семейству метеоритов одного типа, которые, начиная с 1810 г., находились около Брагина в тогдашней Гомельской губернии, в бывшем Рокицком уезде, а по имени Рокицкого (владельца той местности, где их находили), назывались Рокицкими. Первым была найдена в 1810 г. крестьянами селения Капоренка в песчаных холмах урочища Куцовка глыба в 79,2 кг и другая там же в 200 м от нее — в 17,3 кг. Третью нашел крестьянин Романенко у селения Круки, в том же районе в 1892 или 1893 г.; она весит 182 кг. Лет 35 назад крестьянин М. Коваленко, из той же деревни Капоренки копал в селении Куцовке колодец и нашел на глубине около метра метеорит, вес которого оказался 66,5 кг. Незадолго перед тем в 400—500 м от этого места был найден другой такой же метеорит, меньшего веса (25—30 кг), но его потеряли. Кроме того, в разное время там же нашли штук 15 разных метеоритов, но все они были потеряны. Только теперь Брагинские метеориты начинают обследоваться более детально, и уже упоминавшийся метеорит, весом около двухсот килограммов, поступил в Киевский университет. Для розысков метеоритов Академия наук намечает систематическую съемку при помощи магнитометра — магнитная стрелка этого прибора отклоняется при наличии в земле железистых масс. Этот прибор вообще успешно применяется в СССР при поисках железных руд.

В следующей табличке перечислены наибольшие каменные советские метеориты.

Наибольшие каменные метеориты СССР

№ п/п	Название метеорита	Главная масса в кг	Общая масса в кг	Дата падения
1	Саратов	130	221	1918, сентябрь
2	Кашин	122	122	1918 февраля 27
3	Квинсав	101	ок. 200	1937 сентября 14
4	Оханск	100	146	1887 августа 30
5	Севрюково	100	101	1874 мая 11

ДЕСЯТЬ НАИБОЛЬШИХ МЕТЕОРИТОВ, НАЙДЕННЫХ НА ЗЕМЛЕ

Мы знаем, что каменные метеориты гораздо менее прочны, чем железные, и поэтому среди них больших не бывает. Все самые большие метеориты мира — железные. Кроме того, все они — находки, т. е. их падение не наблюдалось. Падения железных метеоритов очень редки (их 40 на 1204 известных ныне метеоритов).

Десять наибольших метеоритов на Земле

№ п/п	Место находки	Год находки	Вес в тоннах	Местонахождение
1	Гоба, Юго-Западная Африка	1920	60	на месте находки
2	Кэп-Йорк, Гренландия	1895	33,1	в Нью-Йорке
3	Бакуберито, Мексика	1863	24,5	на месте находки
4	Вилламетте, Орегон	1902	14,2	в Нью-Йорке
5	Чупадерос I, Мексика	1581	14,1	в г. Мексико, Мексика
6	Мбози, Танганьика	1930	12	на месте находки
7	Эль Морито, Мексика	1600	10,1	в г. Мексико, Мексика
8	Чупадерос II, Мексика	1581	6,77	в г. Мексико, Мексика
9	Бендего, Бразилия	1784	5,36	в Рио-де-Жанейро
10	Крэнбурн, Виктория	1854	3,50	в Британском музее, Лондон

Следующей по величине идет другая часть метеорита Кэп-Йорк, найденного в Гренландии в 1913 г. Она весит 3,40 тонны и носит имя «Савик». Этот Савик, как мы знаем, наделал много неприятностей капитану корабля, на котором его в 1925 г. везли в Копенгаген, потому что он отклонял магнитную стрелку корабельного компаса и тем самым сбивал корабль с курса.

Два других гренландских метеорита весят 1,36 и 0,45 тонны, они носят имена «Уомен» (Женщина) и «Дог» (Пес). Наибольший из гренландских метеоритов (№ 2 в этом списке) назывался «Тент» (Палатка). Кроме того, он носил еще эскимосское женское имя: «Анигито». Все три метеорита перевез в 1895 и 1897 гг. лейтенант Пири из Гренландии в Нью-Йорк (рис. 38).

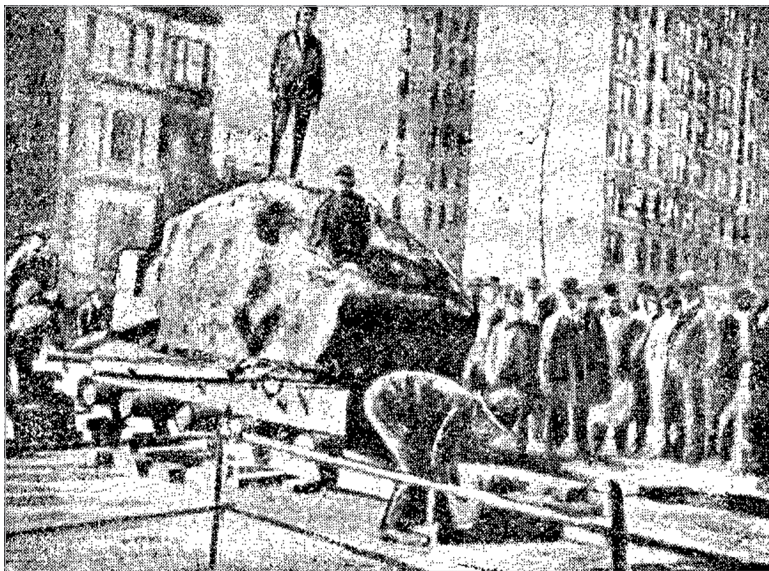


Рис. 38. Перевозка гренландского метеорита Кэп-Йорк, весом в 33 тонны по улицам Нью-Йорка

Ныне известно, кроме того, еще около десятка железных метеоритов с массой более тонны. Почти все из этих гигантов найдены в Северной Америке. Из европейских метеоритов наибольший — Магура, весом более тонны, найден в Венгрии.

Из каменных метеоритов наибольший — Парагульд. Он упал 17 февраля 1930 г. в штате Арканзас, США, и ныне находится в Чикагском национальном музее. Вес его 338 кг. После него идет чехословацкий метеорит Княгиня, упавший 9 июня 1866 г. (наибольший кусок 293 кг); сейчас он хранится в Венском музее. Если бы другой метеорит Лонг-Айлэнд, из Канзаса, не разбился при ударе о землю в момент падения, то он был бы наибольшим каменным метеоритом, так как его вес 564 кг; та же история произошла с финляндским Бьерболе (330 кг).

ВИД И ФОРМА МЕТЕОРИТОВ

Метеориты обычно обладают неправильной формой, в виде кусков, случайно обломившихся. В результате движения в атмосфере некоторые из них принимают конические очертания. У каменных метеоритов продольные размеры мало отличаются от поперечных и от их толщины, так как недавно математически доказано, что при других пропорциях метеорит все равно раскололся бы в воздухе. Когда метеорит летит, то под влиянием сопротивления воздуха стремится уменьшить площадь своего поперечного сечения; если он при этом «кувыркается» (на это указывают вспышки яркости при его полете), то в результате получит округлую форму, напоминающую форму зернышка гречихи, так сказать, «скатанную» треугольную пирамиду.

Если пулей выстрелить в дерево, то окажется, что в конце пробитого ею канала она будет лежать как попало — боком, стоя и т. д. То же самое происходит и с упавшими метеоритами; даже ориентированные метеориты на дне ямы лежат как придется. Математическое изучение этого вопроса показывает, что так оно и должно быть.

«Малые» Гренландские метеориты, хотя и находились на расстоянии 7 км от большого «Тента», несомненно, представляют одно и то же падение. Метеориты, вероятно, упали на ледник, который после стаял, и метеориты свободно легли на землю. Железные метеориты, как мы знаем, более крепки, чем каменные, и могут иметь длину, сильно превышающую толщину или ширину: например, у гиганта Бакубирито, впервые научно описанного профессорами Барсена в 1876 г. и Уордом, длина 3,9 м, ширина 1,8 м и толщина 1,6 м.

Оба мексиканских Чупадероса до перевозки их в 1880 г. находились друг от друга на расстоянии немного более ста метров, и форма их показывает, что они должны были до падения на Землю составить одну массу, размером $3,6 \text{ м} \times 2,1 \text{ м}$, «Доатмосферную» форму можно восстановить для некоторых метеоритов; это удалось, например, сделать для индийского метеорита Бутсура, разбившегося на 5 кусков, которые разлетелись на несколько километров один от другого.

Громадный метеорит Вилламетте имеет ориентированную форму; при падении он слегка углубился конической стороной в почву, а тыльная часть, площадью $2,0 \text{ м} \times 1,2 \text{ м}$, осталась снаружи. Упал он в густом девственном лесу штата Орегон и за сотни лет в сыром климате подвергся окислению (покрылся ржавчиной), так что у него образовались углубления, одно из которых

размером $90\text{ см} \times 30\text{ см}$ и глубиной 25 см ; в углублениях этих свободно помещаются ребятишки. В 1906 г. метеорит перевезли в Нью-Йорк, и теперь он не будет так скоро разрушаться, хотя даже в наилучших условиях хранения все же следы влажности в воздухе, да и сам воздух, постепенно разрушают метеориты. В течение миллионов лет метеориты сохранялись неизменными только в космическом безвоздушном пространстве.

В климате Мексики метеориты сохранились довольно хорошо. Эль-Морито, иначе называвшийся Сан-Грегорио (размеры $2,0\text{ м} \times 1,7\text{ м} \times 1,2\text{ м}$), с 1600 г., когда его впервые увидели европейцы, и до 1880 г., когда его перевезли в г. Мексико, почти не изменился. В 1821 г. кто-то вырезал на нем надпись «Так как никто в мире не мог его сделать, то только Бог своим могуществом может его разрушить». В том же 1600 г. стал известен трехтонный Адаргас или Концепцион, который сейчас находится тоже в г. Мексико. Двухтонный Казас-Грандес имеет размеры $95\text{ см} \times 75\text{ см} \times 45\text{ см}$, полутонный Квинн-Каньон из штата Невада, найденный в 1908 г., — $11,7\text{ см} \times 72\text{ см} \times 50\text{ см}$. Новый железный метеорит свыше тонны весом демонстрировался на всемирной выставке в Нью-Йорке в 1939 г.

Кроме ориентированных метеоритов («коноиды»), встречаются щитообразные, гире- и грушевидные, даже кольцообразные. Замечательно, что у ориентированных метеоритов острая сторона — коричневая с толстой корой. Это происходит от того, что передняя сторона при полете встречает больше кислорода, окисляется сильнее, и расплавленная кора сгоняется на заднюю часть метеорита. На многих метеоритах видны следы этих струек или потока воздуха*.

По мнению американского исследователя метеоритов Оливера Фаррингтона формы метеоритов переходят одна в другую. Например, при движении ориентированного метеорита в конце концов его форма делается щитообразной; щитообразная форма постепенно переходит в чашеобразную. Так, когда сложили вместе осколки индийского Бутсура, то получилась чаша, которая, очевидно, от напора воздуха и разлетелась в куски. Когда у ориентированного метеорита сильно выплавляются бока, то он становится колоколовидным или гиреобразным, а затем постепенно переходит в грушевидную и каплевидную форму. Очевидно, в какой-то

* Примерно такой вид круглого запеченного хлеба имел метеорит Одесса, найденный столяром Плодоовощного комбината Бараненко во время велосипедной поездки примерно в 1968 году. — *Прим. редактора издания 2015 г.*

момент полета метеориты опрокидываются и начинают двигаться вперед своей тяжелой, расширенной стороной.

Аризонский метеорит «Тэксон» имеет форму огромного железного кольца, диаметром 120—150 см (внутренний диаметр около 60 см). Оно образовалось, вероятно, в результате разрушения имевшегося в нем каменного включения. Несколько метеоритов, например Кокстад, потом Гекс-Ривер, а также громадный Бакубито и маленькие куски метеорита Толука напоминают отдельные куски такого же кольца, но могут быть и иного происхождения.

Замечательны изогнутые, иногда как бы перевитые и изорванные, куски метеоритов из Хэнбери в Австралии. Эти формы являлись, по-видимому, результатом взрывного действия, причину которого мы узнаем в главе пятнадцатой.

СПИСОК МЕТЕОРИТОВ СССР

На 1 января 1939 г. насчитывается всего 93 метеорита, подобранных в пределах нынешней территории СССР. Сюда не входят ни финляндские метеориты, ни польские (Пултуск, 30 января 1868 г., Долгая Воля, 26 июня 1864 г и Белосток, 5 октября 1897 г.; все каменные), выпавшие на территории прежней России.

В следующей табличке дан в алфавитном порядке список найденных метеоритов и год находки. Затем указано место нахождения метеорита, причем АН означает Ломоносовский институт Академии наук в Москве, ЛГИ — Ленинградский горный институт, ЛГУ — Ленинградский государственный университет, МГУ, ОГУ, ХГУ, КГУ — соответственно государственные университеты Московский, Одесский, Харьковский и Казанский. В последнем разделе отмечен тип метеорита (октаэдриты, гексаэдриты и атакситы — железные, палласиты — железо-каменные; хондриты, гвардиты и ахондриты — каменные).

Таким образом, из 33 находок 18 метеоритов железных, 5 железо-каменных и 10 каменных. Около четверти всех находок поступило после Великой Октябрьской социалистической революции. Из таблицы видно, что несколько метеоритов находятся за границей — это есть результат хищнического отношения к метеоритам в царской России, когда ловкие дельцы добывали метеориты и сбывали их в иностранные музеи.

В таблице на с. 105—106 перечислены падения метеоритов, отмеченные на нынешней территории СССР. Первое из них по времени произошла 12 октября 1787 г., у Жигайловки (Украина). Метеориты более ранних падений, к сожалению, не сохранились.

Список метеоритов, найденных на территории СССР на 1 января 1938 г.

№ п/п	Название метеорита	Год находки	Место хранения	Тип
1	Абакан	1891	АН	октаэдрит
2	Августиновка	1890	АН	октаэдрит
3	Андрюшки	1898	АН	хондрит
4	Бердянск	1878	ЛГУ	палласит
5	Биш-Тюбе	1888	АН	октаэдрит
6	Бодайбо	1909	АН	октаэдрит
7	Боровая	1885	АН	октаэдрит
8	Брагин	1810	АН	палласит
9	Дорофеевка	1910	АН	гексаэдрит
10	Кавказ	XX век	АН	каменный
11	Карагай	XX век	АН	каменный
12	Лебединый	1925	АН	железный
13	Липовский Хутор	1904	ХГУ	каменный
14	Малый Алтай	XX век	АН	палласит
15	Медведева	1749	АН	палласит
16	Муромная	1885	АН	октаэдрит
17	Нечаево	1846	АН	каменный
18	Ниро	1854	АН	железный
19	Норин-Шибир	XX век	АН	железный
20	Нохтуйск	1876	Лондон	октаэдрит
21	Орловка	1928	АН	хондрит
22	Очеретная	1871	Лондон	хоидрит
23	Петропавловка	1916	АН	ахондрит
24	Петропавловск	1841	ЛГИ	железный
25	Сарепта	1854	АН	октаэдрит
26	Сыромолотово	1873	АН	октаэдрит
27	Тарбагатай	XX век	АН	каменный
28	Тубил	1891	АН	октаэдрит
29	Удереи	1885	АН	октаэдрит
30	Хорма	ок. 1902	АН	железный
31	Чинга	1913	АН	атаксит
32	Чувашские Кисы	1899	КГУ	каменный
33	Ямышева	1885	АН	палласит

Мы видим, что падений метеоритов было отмечено почти вдвое больше, чем находок.

Из 60 метеоритов, отмеченных в таблице, мы видим, только два железных; и действительно они вообще составляют только $\frac{1}{20}$ часть всех падений.

За 21 год после Великой Октябрьской социалистической революции выпал 21 метеорит, кроме того, были добыты упавшие

Список метеоритов, упавших на территории СССР на 1 января 1938 г.

№	Название метеорита	Дата	Место хранения	Тип
1	Александровский Хутор	1900, VII 7	ЛГУ	хондрит
2	Бахмут	1814, II 15, 12 ч	АН	хондрит
3	Белая Церковь	1796, I 15	АН	хондрит
4	Белокриничье	1887, I 1	АН	хондрит
5	Богуславка	1916, X 18, 11 ч 47 м	АН	гексаэдрит
6	Борискино	1930, IV 20	АН	хондрит
7	Бородино	1812, IX 5, 1 ч	ЛГИ	хондрит
8	Бочечки	1823, конец года	АН	хондрит
9	Бриент	1933, IV 19	АН	хондрит
10	Вавилонка	1876, VI 19, 14 ч	ОГУ	ахондрит
11	Верхне-Чирская	1843, XI 12, 12 ч	АН	хондрит
12	Грозная	1861, VI 28, 19 ч	АН	хондрит
13	Грослибенталь	1881, XI 19, 6 ч 30 м	ОГУ	хондрит
14	Демина	1911, IX 6, 15 ч 30 м	АН	хондрит
15	Доронинск	1805, IV 6, 17 ч	АН	хондрит
16	Ерофеевка	1925, II 8/9	АН	каменный
17	Жигайловка	1787, X 12, 15 ч	АН	хондрит
18	Жмени	1858, VIII	Вена	говардит
19	Заборица	1818, IV 11	АН	хондрит
20	Индарх	1891, IV 7, 20 ч 10 м	АН	хондрит
21	Ичкала	1936, V 29, 19 ч 34 м	АН	хондрит
22	Кагарлык	1908, VI (30?)	АН	хондрит
23	Каинсаз	1937, IX 14	АН	хондрит
24	Каптал Арык	1937, V 12	АН	каменный
25	Каракол	1840, V 9, 12 ч	АН	хондрит
26	Кашин	1918, II 27, 12 ч 45 м	АН	хондрит
27	Кикино	1809	Буда-пешт	хондрит
28	Красный Угол	1829, IX 9	АН	хондрит
29	Кулешовка	1811, III 12, 11 ч	АН	хондрит
30	Кузнецово	1932, V 26, 17—18 ч	АН	хондрит
31	Кульп	1906, III 29	АН	хондрит
32	Леоновка	1900, VIII 23	АН	хондрит
33	Любимовка	1936, IV 2	АН	ахондрит
34	Мамра	1927, V 15	АН	хондрит
35	Мигеи	1889, VI 18, 8 ч 30 м	ОГУ	каменный
36	Николаевка	1935, VIII 4, 16 ч	АН	хондрит
37	Новый Урей	1886, IX	ЛГИ	каменный
38	Оханск	1887, VIII 30, 13 ч	АН	хондрит
39	Павловка	1882, VIII 2, 17 ч	Буда-пешт	говардит

№	Название метеорита	Дата	Место хранения	Тип
40	Павлоград	1826, V 19	Тарту (Дерпт)	хондрит
41	Первомайский	1933, XII 26, 18 ч	АН	хондрит
42	Раковка	1878, XI 20, 15 ч	МГУ	хондрит
43	Репеев Хутор	1933, VIII 8, 20 ч	АН	октаэдрит
44	Речки	1914, IV 9, 13 ч 30 м	АН	хондрит
45	Савченское	1894, VII 27	ОГУ	хондрит
46	Саратов	1918, IX 6(?), 15 ч	АН	хондрит
47	Севрюково	1874, V 11, 23 ч 45 м	АН	хондрит
48	Слободка	1818, VIII 10	АН	хондрит
49	Ставрополь	1857, III 24, 17 ч	АН	хондрит
50	Старое Песьяное	1933, X 2, 6 ч	АН	ахондрит
51	Сунгач	1935, IV 10	АН	хондрит
52	Телеутское озеро	1904, V 20	АН	ахондрит
53	Тимохина	1807, III 25, 15 ч	АН	хондрит
54	Томаковка	1905, I 17, 21 ч 30 м	АН	хондрит
55	Тунка	1824, III 1, 7 ч	Вена	каменный
56	Хмелевка	1929, III 1, 5 ч 24 м	АН	хондрит

раньше, так что общее число новых метеоритов за эти двадцать лет лишь немногим меньше числа поступивших в музеи за все дореволюционные годы*.

* Во время составления этой книги 11 января 1938 года в 2 ч 30 м дня около селения Лаврентьевки, Андреевского района, Оренбургской области упал новый каменный метеорит, весом 1033 грамма. Его поднял местный охотник, от которого он упал в нескольких метрах. Метеорит был еще теплым. Другой метеорит упал двумя кусками в г. Павлодаре (Казахстан). Один кусок, около 350 г упал на улице Ленина около кино, чуть не задев одного гражданина, а другой — на площади у горсовета, в одном метре от Н. Д. Покидова, шедшего в избирательный участок, куда он отнес подобранный им еще теплый метеорит весом около 120 г. Третий метеорит 1938 г., 11 июня, подобрали колхозные пастухи селения Кукшин близ Нежина.

ГЛАВА ЧЕТЫРНАДЦАТАЯ

ПАДЕНИЯ МЕТЕОРИТОВ

Я сочту себя счастливым, если мне удастся поставить вне сомнения один из наиболее удивительных феноменов, которые люди когда-либо наблюдали.

Э. Био, О падении метеорита Эгель в 1803 г.

ПАДЕНИЕ ОДНОГО МЕТЕОРИТА В ПОВОЛЖЬЕ

Посмотрим, как происходит падение метеоритов. Приведем рядовое описание падения метеорита Старое Борискино, как оно напечатано в «Докладах Академии наук СССР» за 1931 год.

В этот день, 20 апреля 1930 г., была ясная безоблачная и почти безветренная погода. Многие из жителей селения Старое Борискино (Поволжье) были на улице. «Вдруг около 1 часа дня по местному времени случайно они заметили летевший по небу круглообразный, немного меньше Луны «огонек», летевший на высоте градусов 20 над горизонтом. За огоньком тянулась как бы «огненная веревочка». Полет болида продолжался секунд 5, и после его исчезновения на том месте, где он исчез, образовалось облачко дыма, постепенно сгущавшееся и видимое в продолжение минут пяти.

Вскоре после исчезновения облачка, в западной стороне раздался сильный удар, наподобие орудийного выстрела. Следом за ним послышался гул, а секунды через три после удара раздался второй, затем третий и всего было слышно около 10 ударов, следовавших один после другого секунды через три. Удары сначала усиливались, а потом стали постепенно слабее; они как бы перемещались с западной стороны на восток; последний удар был явственно слышен из того места, где исчез «огонек» и облачко дыма. Гул последнего удара продолжался секунд пять и утих постепенно. Очевидцы подумали, что летит самолет и перешли через дорогу на пустырь, чтобы лучше его видеть.

Секунд через 25—30 после того как утих гул, они снова услышали звук, сначала очень тихий, похожий на ветер, а потом становившийся все громче и громче; при этом он был как бы с дребезжанием (неровный) и напоминал звук от падения шrapнели.

Этот звук продолжался в течение 20—25 секунд, и, наконец, словно что-то «ухнуло» — упало, раздался звук, который можно было изобразить как «у-у-ух». Сотрясения или дрожания земли очевидцы при этом не заметили, но явственно почувствовали,

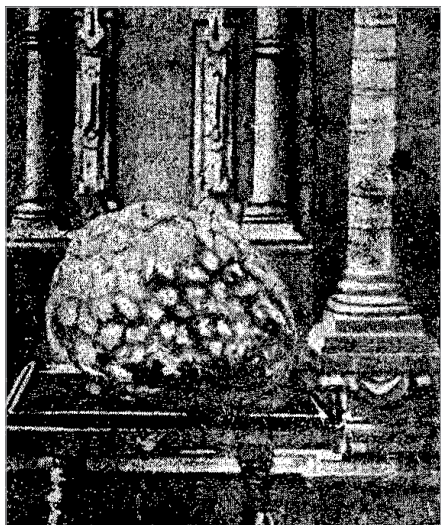


Рис. 39. Самый старый из сохранившихся метеоритов. Упал в 1492 г. близ города Энзисхайма в Эльзасе. Ныне хранится в городской ратуше

что недалеко от них на огород что-то упало; они подумали, что это упала бомба.

Вместе с подбежавшими к ним взрослыми и детьми, всего человек 50, они цепью пошли на огород, ища упавшую «бомбу». В 12 метрах от двора, они заметили темное, с полметра толщиной, округленное пятно. Так как перед этим дождей уже давно не было, то паханная на огороде черноземная почва сверху подсохла, и посеребра, и на этом сером фоне темное пятно невзрыхленной влажной земли выделялось очень отчетливо. Углубления на месте пятна не было; оно было вровень с общей поверхностью. Один из очевидцев подошел вместе со всеми остальными к этому

месту и стал рукой разрывать землю, земля была рыхлая. На глубине сантиметров 10—12 он почувствовал какой-то твердый предмет. Он попробовал было вынуть (выковырнуть пальцем) этот твердый предмет, но земля была плотная, и предмет не подался.

Только после того как очевидцы дали кол, он, воткнув его в землю, вытащил этот предмет. Все бывшие здесь заметили, что это был камень, а не бомба и не осколок от снаряда; это был метеорит. Он был величиной, как определяют очевидцы, «с овечью голову» и напоминал последнюю еще своей продолговатой формой. Метеорит из земли был вынут «теплым», его можно было свободно держать в руках; с момента же падения прошло не больше 20 минут. Никто из бывших при раскопке метеорита и опрошенных очевидцев падения не заметил ничего опаленного или обожженного возле метеорита. Метеорит со всех сторон был оплавлен и покрыт черной корой. Трещин на метеорите никто не

заметил; когда он был вынут из земли, он был чистый, и земля к нему нисколько не пристала. От метеорита слышался дымный запах.

Один из очевидцев завернул метеорит в газету и вместе с присутствовавшими понес его в колхоз, откуда вместе с председателем колхоза они вернулись на место падения метеорита. В том месте, откуда был извлечен метеорит, они попробовали еще копать, но ничего не нашли. После этого они взвесили найденный метеорит; вес его оказался около $4\frac{1}{2}$ фунтов. Затем они пошли в сельсовет и там обо всем случившемся составили акт, который вместе с метеоритом передали председателю колхоза: акт для отсылки в редакцию газеты, а метеорит — для хранения.

ПОТЕРЯННЫЕ МЕТЕОРИТЫ

Колхозник села Елани, Аткарского района, Саратовской области П. С. Беспехотный сообщает о наблюдаемом им 25 августа 1874 г. падении метеорита. Возвращаясь на волах с поля приблизительно за час до восхода Солнца, он вдруг заметил появление звезды; звезда постепенно разгоралась и, падая, лопнула с ослепительной вспышкой, озарив окрестности ярким белым светом. На мгновение сделалось светло, как днем. Вола, на которых ехал наблюдатель, остановились и даже подняли головы вверх, утки на реке Елани закричали пронзительными голосами.

После взрыва, который произошел в восточной части неба в 15—20 градусах от горизонта, метеор продолжал двигаться на юго-запад; он сделался вишнево-красного цвета, казался по диаметру равным Луне и на высоте градусов 30 над горизонтом еще значительно ослабел по яркости и погас, рассыпавшись дождем искр.

Через некоторое время послышался как бы подземный гул, затем все стихло, и только в точке взрыва виднелось серое кольцеобразное облачко. Оно было видимо еще несколько часов спустя, и когда Солнце взошло, еще казалось, что облачко освещается лучами Солнца. Облачко медленно смещалось к западу. На земле же было ясно и тихо.

В 1889 г. П. Беспехотный встретил другого очевидца этого падения из села Августиновки, Днепропетровской области (Украина). Он был ближе к месту падения, и ему казалось, что огненный дождь искр рассыпался над Днепром. Здесь было сильное землетрясение, народ выбегал из домов, люди кричали, плакали, прощались друг с другом, предполагая «конец света». Когда

рассвело, то на левой стороне Днепра, в двухстах саженях от его плеса, где потом стоял двор колхозника Коваленко*, была найдена яма и в ней твердый и тяжелый камень. Только после Октябрьской социалистической революции, в 1925 г., П. Беспяхотный, уже глубокий старик, сам приехал в Августиновку и стал разыскивать этот метеорит. Он нашел очевидцев падения — Ф. Н. Стрельцова, 73 лет, К. Г. Петренко, 82 лет, К. О. Борисенко, 83 лет и А. Л. Юрченко, 93 лет, которые рассказали, что кроме большого камня, много небольших кусков извлекали из днепровского плеса, но о судьбе их ничего неизвестно. Путь этого метеорита в атмосфере составлял не менее 1000 км, он летел почти горизонтально с востока на запад. В 1890 г. крестьяне с. Августиновки в глине нашли железный метеорит, но оказалось, что это другой, выпавший на тысячи лет раньше. Метеоритов, потерянных из-за небрежности населения, не меньше двадцати. Они навсегда погибли для науки.

«ЧТО-ТО ЧЕРНОЕ, КАК ПТИЦА»

30 августа 1887 г. около половины первого часа дня в г. Перми на Урале при ясной погоде и полном солнечном сиянии на безоблачном небе появился яркий метеор (болид). Он казался огненного цвета и двигался почти горизонтально, разбрасывая искры и оставляя после себя светлый, клубящийся, как бы дымовой след. Этот дневной болид был виден всего 2 или 3 секунды, после чего он исчез, и только пылевой свет медленно изменял свои очертания. Вдруг через 2 или 3 минуты раздались громовые удары, напоминавшие артиллерийскую стрельбу. Жители соседнего городка Оханска высыпали на улицы, и вдруг один мальчик закричал: «Что-то черное, как птица, упало в сад». Бросились туда и по смятой зелени обнаружили место падения; там оказался небольшой черный камень, который еще был слегка теплым. В соседних селениях — Таборах и Очере — выпали также метеориты, весом от 2 до 20 фунтов, которые ныне находятся в коллекции Академии наук СССР.

А вот какой случай произошел 140 лет назад в Индии. 19 декабря 1798 г. в окрестностях Бенареса около 8 часов вечера наблюдался яркий болид, превосходивший размерами полную Луну. В деревне Кракхут, области Гоомти (в 20 км от Бенареса) жители

* После постройки плотины Днепровской гидроэлектрической станции (Днепрогэса) это место находится под водой.

индийцы «приметили в своих домах мгновенный свет, сильный громовой удар, а вскоре потом шорох, подобно тому как будто поблизости их упали тяжелые тела. Они не осмелились до самого утра выйти из домов своих, опасаясь, нет ли в сем случае кого-нибудь из их богов». С наступлением дня они увидели, что почва в некоторых местах взрыта — на глубине двух-трех дюймов



*Рис. 40. Гигантский метеорит Бакубирито, весом в 27 тонн.
Железный*

находились камни, которые они вытащили и частью раздали, а частью разбили на крошки. Как далее сказано в описании, «судя того округа, в котором упали камни, коль скоро сие стало известно, послал на самое место знающего мужа, дабы учинить исследование о сем деле». Тот нашел четыре метеорита и передал их в Лондонское научное общество и, кроме того, видел восемь целых метеоритов и много обломков у местных жителей, которые не хотели их отдавать, вероятно, считая амулетами.

МЕТЕОРИТ, РАЗБИВШИЙСЯ О ЛЕД

1 января 1869 г. в полдень у Гессле, в Швеции, на льду замерзшего озера Мэллар около проруби сидел рыбак и удил рыбу. Вдруг раздался сильный громовой удар, за которым последовал грохочущий раскат, как от катящихся на полном ходу вагонов.

Все закончилось высоким свистящим звуком, сопровождавшимся падением приблизительно 500 метеоритов, как потом оказалось, весом от 0,06 до 1800 г каждый, на площади 16 км × 5 км. Один из них ударился о лед недалеко от удившего рыбака и... сам разбился при этом! Подбежавший рыбак схватил кусочки метеорита — они еще были теплыми.

Полета болида при этом падении замечено не было, так как, вероятно, небо было в облаках. То же произошло и при падении метеорита Уорентон в штате Миссури, утром 3 января 1877 г. Прежде всего был услышан высокий свистящий звук, по сообщению некоторых очевидцев похожий на звук при полете снаряда. Он делался все более и более глухим. И совершенно неожиданно для наблюдавших это явление в дерево, около которого находились четыре человека, ударился какой-то тяжелый предмет. Он обломал ветки и с треском врезался в почву, покрытую снегом. Когда к нему бросились, то оказалось, что упал камень — он был теплым, и снег вокруг него сначала слегка растаял. При падении камень раскололся на части, а все куски вместе весили около 50 кг.

Падение еще одного метеорита, железного, в штате Арканзас («Кэбин Крик»), 27 марта 1836 г. в 3 часа дня было замечено одной женщиной, которая сначала услышала какой-то звук. Он был громче того звука, который можно слышать, когда «жарят в духовке, но тише грома». Она пошла к дому, находившемуся метров за 70, и увидела, что с вершины ели, высотой в 32 м, падают ветки. Три часа спустя около этой ели была обнаружена яма, на дне которой, на глубине 90 см, лежал большой железный метеорит, еще горячий.

До падения Богуславки у нас в Приморье этот метеорит был самым большим железным метеоритом с наблюдавшимся падением; сильные звуки, сопутствовавшие его падению, были отмечены за несколько десятков километров от этого места. Таким образом мы видим, что падения метеоритов бывают то почти незаметные, то подавляюще действующие на людей и животных.

КАК МЕТЕОРИТЫ ПРОБИВАЮТ ДОМА?

В летописном перечне различных событий и «воздушных страхов города Тобольска в старину» омский профессор Драверт*,

* Автор этой книги приносит ему глубокую благодарность за ряд сообщенных им интересных сведений.

Метеориты, упавшие на здания

№ п/п	Метеорит	Дата	Число камней	Описание падения
1	Вюрцбург	XIII век	1	Упал на башню монастыря, построенного Макарием
2	Эйленбург	1562	1	Упал на ветряную мельницу
3	Дортрехт	1650	1	Проник в комнату и, проломив пол, вошел в землю
4	Тобольск	1684	1	Пробил купол и упал на паперти
5	Табор	1753	несколько	Некоторые скагивались с крыш, не пробив их
6	Барботан	1790	много	Один из камней пробил крышу коттеджа
7	Бенарес	1798	много	Один из камней проник через крышу хижины
8	Месинг	1803	1	Пробил крышу
9	Апт	1803	1	Упал на здание
10	Ажан	1814	много	Некоторые упали на дома
11	Сомерсет	1816	1	Разбил окно и влетел в сени
12	Макао	1836	много	Упал на здание
13	Браунау	1847	2	Один весом 17 кг пробил крышу и сам разбился вдребезги
14	Оссон	1858	2 или больше	Один весом 8—10 кг пробил соломенную крышу
15	Бетлехем	1859	1	Один с голубиное яйцо ударился о здание и отскочил
16	Нью-Конкорд	1860	около 30	Один ударился об амбар
17	Пульсора	1863	3	Наибольший из них ударился в крышу дома
18	Пиллистфер	1863	4	Один весом 6,9 кг пробил черепицу и пол
19	Моч	1882	3000	Довольно большие камни упали на дом одной вдовы
20	Забродье	1893	1	Метеорит весом в 3 кг попал в дом через крышу
21	Телеутское озеро	1904	1	Один влетел в дверь барака, несколько упали на крышу
22	Констанция	1906	1	Метеорит в 0,9 кг пробил железную крышу
23	Кильбурн	1911	1	Метеорит в 0,77 кг пробил крышу амбара и слой цикуты и вошел в землю
24	Стрэгмор	1917	4	Один весом 1,1 кг пробил планки и обшивку крыши
25	Бейрут	1921	1	Метеорит весом в 1 кг проломил черепицу и доски
26	Нетли	1921	1	Упал в курятник

крупный советский специалист, разыскал следующее сообщение, относящееся к 1684 году: «...Бысть гром велий, и в том грому из тучи паде камень, иже просторечием зовется Громова стрела; удари камнем в церковь Николая чудотворца, иже на Прямском извозе и прошибло у церкви северную сторону верх на шее у большой главы, и оттоле паде на паперть Димитрия Солунского и прошибло верх, и бысть тот камень внутри церкви в приделе, и побило немного».

А вот что произошло в селе Сент-Николас, близ местечка Месинг, Эггенфельдского округа, в Баварии, 13 декабря 1803 г. «Между 10 и 11 часами до полудни слышно было около 9 или 10 ударов, подобных пушечному выстрелу. Житель села, который во время сего звука вышел из своего двора, усмотрел нечто в довольной (значительной) высоте находящееся, сопровождаемое чрезвычайным шумом в воздухе, которое, наконец, опустилось на кровлю его сарая, где оно выбило несколько гонтин и опустилось внутрь. Он пошел к тому строению и нашел камень, который имел запах пороха, черный цвет и такую теплоту, какую заметил он в камнях, находившихся на его печи. Камень весил $3\frac{1}{2}$ фунта».

В таблице на с. 113 перечислены метеориты, упавшие на здания.

Пробивная сила метеоритов зависит от их скорости, а скорость от массы. Поэтому мелкие метеориты весом в несколько десятков граммов производят не больше вреда, чем большие градины, а более крупные, порядка килограмма и выше, лишь немногим уступают пробивной силе артиллерийских снарядов того же веса или авиационных бомб, с той только разницей, что при падении они не взрываются.

МОЖЕТ ЛИ МЕТЕОРИТ УБИТЬ ЧЕЛОВЕКА?

Мы видим, что пробивающая способность метеоритов очень велика, и если бы произошел почти невероятный случай падения крупного метеорита на человека, то метеорит мог бы его убить. Небольшой метеорит может причинить более или менее легкие ушибы.

Упоминалось ли о таких случаях когда-нибудь? Если мы переберем старинные записи, то оказывается, что такие случаи бывали, хотя этим сведениям нельзя особенно доверять. Естественный философ Плиний, живший в I веке н. э., приводит несколько случаев убийства метеоритами. Мы уже видели, как в книге

Иисуса Навина описывалось уничтожение небесными камнями азакеян. Об убийстве людей камнями рассказывается в Коране — священной книге магометан. В китайских записях есть указание, что в 610 г. было уничтожено чуть ли не 10 деревень, а в одной саксонской летописи говорится, что в 823 г. было разрушено целых 35 селений. В августе 1020 г. каменный дождь в Африке убил будто бы множество людей. В 1660 г. якобы один метеорит, даже не очень большой, убил в монастыре Санта-Мария делла Паче в Италии какого-то францисканского монаха. Этот метеорит долго хранился, а потом его затеряли. Есть упоминание, что около 1650 г., т. е. в то же время, на одном из кораблей, находившемся в плавании в Южном океане, круглым метеоритом было убито 2 матроса. Другое падение на корабль вблизи Орнадских островов было описано в 1675 г. В музее г. Бордо, во Франции, хранится один из метеоритов, упавших в Гасконии 14 июля 1790 г. (тот самый, что пробил в Ланде близ Рокфора коттедж), № 6 в таблице на с. 113, при нем имелось описание, что этот метеорит, длиной до 35 см, при падении «убил управителя коттеджа» и сделал в земле углубление в 5 футов.

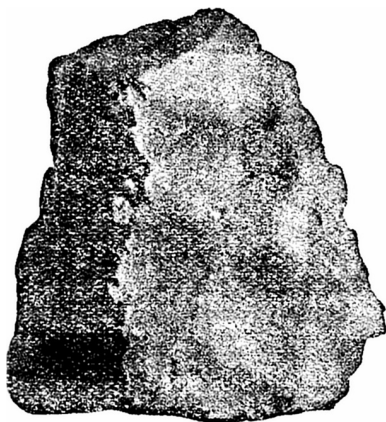


Рис. 41. Метеорит Мамра, из Мамрдын Кырк. Чулак Кудыги, Казахстан. Упал 15 мая 1927 г. Каменный. Видна кора плавления

Все эти сведения, вероятно, преувеличены и основаны на непроверенных слухах. В XIX и XX веках, когда падения метеоритов стали изучаться, ни одно из них не сопровождалось убийством человека, хотя за это время отмечено 600 падений. В самом деле, на Земле сейчас живет около 2 миллиардов людей, а крупных метеоритов (в 1 кг и более) в год падает, вероятно, около 3—4 тысяч. Площадь, занимаемая взрослым человеком в лежащем положении, около 0,7 кв. м, а площадь, занимаемая всеми людьми — менее 1400 кв. км, так как сюда входят и дети. Поверхность Земли включает в себе 510 миллионов кв. км, значит, один метеорит в год падает в среднем на площадь в 150 тысяч кв. км, в 100 с лишним раз превышающую площадь, занимаемую людьми. Это значит, что падение крупного метеорита на человека

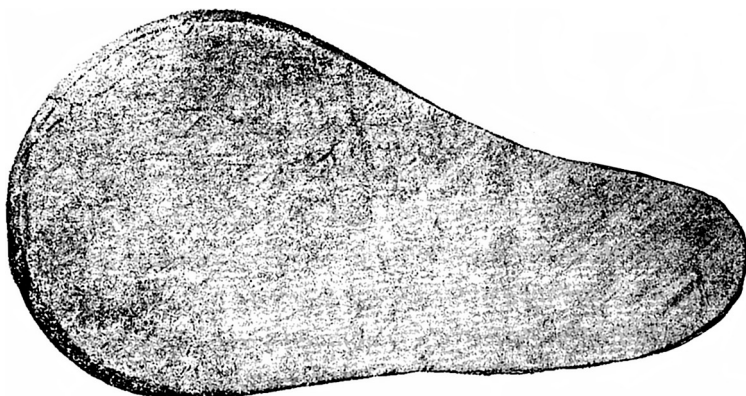


Рис. 42. Железный метеорит Бугальди из Нового Южного Уэльса, в разрезе. Видно внутреннее кристаллическое строение. Грушеобразную форму приобрел при полете в атмосфере

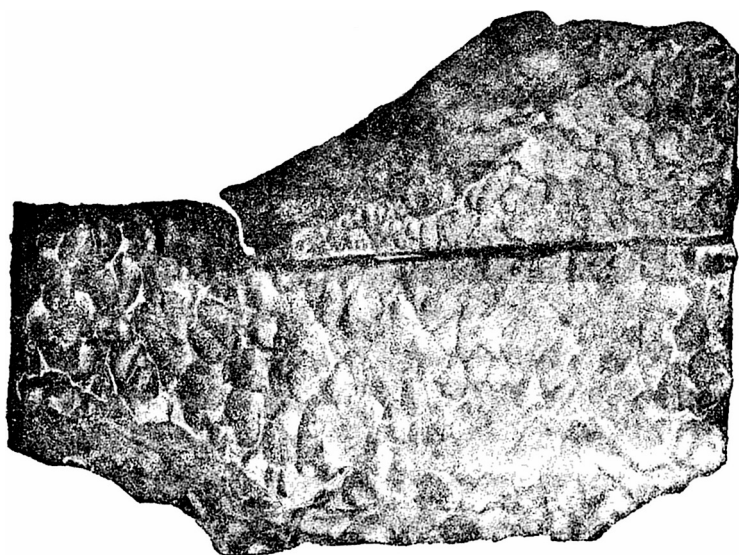


Рис. 43. Железный метеорит Богуславка, Дальневосточный край. Наибольший в мире железный метеорит с наблюдавшимся падением. Большой кусок весит 199 кг, меньший 57 кг. В Академии наук СССР в Москве. На его поверхности видны ямки — регмаглипты. Левый край не виден

может произойти реже, чем раз в столетие. Однако этот расчет правилен только на сегодня, так как население Земного шара непрерывно возрастает*.

Можно наш расчет проверить и иначе. За последние 180 лет на здания упало 22 метеорита. Это значит — что в среднем одно «попадание» происходит раз в 8 лет.

Площадь, занимаемая человеком, в десятки раз меньше площади здания, следовательно, расчет, сделанный выше, верен.

КАК МЕТЕОРИТ УПАЛ НА ДЕВОЧКУ

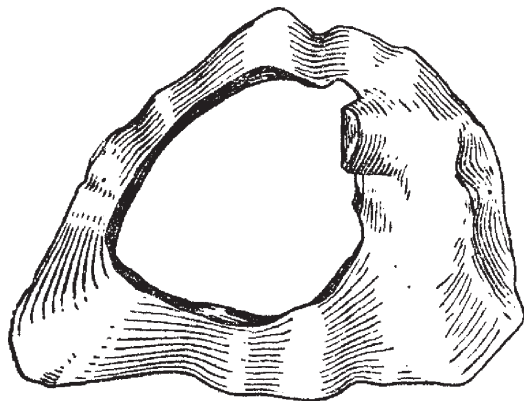
Единственным случаем падения метеорита на человека в наше время является следующий: в 1927 г., в Японии, как сообщает профессор астрономии Иссей Ямамото, маленькая трехлетняя девочка была испугана упавшим на нее с неба предметом, запутавшимся и складках ее платица. При рассмотрении этого предмета оказалось, что это крошечный метеорит. Он был так мал, что скорость падения его в воздухе была незначительна и он не причинил девочке никакого вреда.

СОБАКА И ОВЦЫ, УБИТЫЕ МЕТЕОРИТАМИ

В китайских летописях есть упоминания о том, что метеориты убивали домашний скот и птиц. В средневековых хрониках имеется описание, как в Брандебургском маркграфстве во Фридланде в 1304 г. «падали камни подобно граду так, что бедные тамошние жители много потерпели вреда». В 1511 г., 4 сентября в Италии близ Крема выпало более 1000 метеоритов, некоторые

* Одним из последних выдающихся метеоритных явлений было падение метеорита «Челябинск» 15 февраля 2013 года вблизи черты города Челябинска. Падение сопровождалось взрывом и падением основной массы каменного метеорита в озеро Чебаркуль общей массой 654 кг. В Челябинске случайные наблюдатели испытали ожог на лице, ударной волной людей сваливало с ног, множество окон в домах лишились стекол, даже развалилась стена одного предприятия. Расчеты показали размер астероида 198 м при массе 18 000 тонн. В окрестностях Челябинска было найдено не менее 100 осколков и множество мелких оплавленных частиц. Считается, что астероид принадлежал к группе Аполлонов. Метеорит оставил после пролета след, напоминающий след от реактивного самолета. — *Прим. редактора издания 2015 г.*

из них имели центнер веса. При падении они будто бы побили птиц, овец и даже рыб.



*Рис. 44. Кольцеобразный метеорит Тэксон
из Аризоны*

Все эти сведения не проверены. Зато научно описаны и твердо установлены следующие факты:

- 1) В 1836 г. в Бразилии близ Макао выпали метеориты, причем некоторые из них побили овец.
- 2) В 1911 г. в Египте метеорит Нахла убил собаку.
- 3) В 1908 г. на Подкаменной Тунгуске в Сибири при падении метеорита погибло несколько сот оленей.
- 4) В 1922 г. в одной из деревень Тарского округа в Западной Сибири упавший метеорит убил свинью.

ГЛАВА ПЯТНАДЦАТАЯ

БОЛЬШОЙ ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ

Об этом камне многие знают многое, все — что-нибудь, но никто — достаточно.

*Надпись на метеорите
Энисейск 1492 г.*

30 ИЮНЯ 1908 г.

Ранним утром 30 июня 1908 г. при ясной и тихой погоде над Центральной Сибирью произошло необыкновенное явление. Казалось, что «оторвался от Солнца кусок» и с невообразимой скоростью пронесся между Леной и Енисеем куда-то далеко на север; его заметили в Канске, он был виден на Енисейских приисках, в Киренске и т. д., т. е. в пунктах, удаленных друг от друга на 2000 км. Затем среди ясного неба раздались страшные удары; казалось, что сотни пушек стреляли одновременно, и от раскатов их дрожала земля, люди в панике выбегали из жилищ. Замечательным было то, что эти раскаты слышали на громадном протяжении — от Байкала до Туруханска и от Бодайбо на Витиме до Усинского края, — на площади: свыше 1 миллиона квадратных километров, т. е. на площади, превышающей площадь Франции и Германии, взятых вместе. Какая-то невиданная воздушная волна, валившая с ног людей на Подкаменной Тунгуске, правом притоке Енисея, докатившись до Киренска, была отмечена барографом; ту же запись сделал прибор в Нижне-Илимске. В это же время чувствительные приборы для регистрации землетрясений — сейсмографы на Иркутской обсерватории, построенные Репсольдом, — отметили какое-то своеобразное искривление записей, совершенно непохожее на обычную запись землетрясения. Обработка их, произведенная директором обсерватории А. Вознесенским, показала, что причиной тому послужило сотрясение земли где-то далеко на севере.

Богатейший материал, собранный через 15—20 лет после этого события, позволяет схематически набросать общую картину случившегося явления.

Чуждое нам космическое тело, о размерах которого мы можем только гадать, но превосходящее собой все известные нам

метеориты, с громадной скоростью порядка 70 км/с влетело в нашу атмосферу. Впереди него образовалась воздушная оболочка и, благодаря огромной скорости метеорита, достигла изумительной яркости; несмотря на солнечный свет, после исчезновения этого тела в селении Вановара на Подкаменной Тунгуске показалось, что сразу стемнело. Если бы оно летело даже на расстоянии Солнца (на расстоянии 149 500 000 км), то с Земли оно было бы заметно невооруженным глазом в виде слабой звездочки, а если бы оно пролетало на расстоянии Луны, то само освещало бы Землю так, как освещает Луна в первой четверти. Метеорит воспламенился где-то над областью между Байкальским озером и Минусинским краем. Продолжая нестись с той же космической скоростью на северо-северо-восток, он в немногие секунды пролетел тогдашний Канский уезд и пересек реки Уду и Ангару. С ослепительным блеском, привлекавшим внимание наблюдателей и на расстоянии 450 км от Земли, превосходящим блеск Солнца, пронесся над областью северной части течения р. Ангара, издавая звук (баллистические волны), от которого люди и лошади падали на землю, стекла вылетали из окон, мебель сдвигалась с места, сами распахивались двери и т. д. Оставляя позади себя смятение и панику, небесный пришелец неся дальше; он пересек Подкаменную Тунгуску и врезался в землю приблизительно на середине между этой рекой и притоками реки Чуни на севере.

При этом падении он произвел то землетрясение, о котором мы упоминали, а сопутствовавший взрыв, далеко превосходивший по мощности баллистические волны, гулко раскатился по огромной площади Центральной Сибири. Метеорит упал в такое место, где густая тайга тянулась на сотни километров (рис. 45) и куда тунгусы заходили лишь изредка; там плотность населения не достигала даже 1 человека на 1 кв. км. И вот под страшным напором волны воздуха 40-метровый лес по реке Чамбе, площадью около 50 км × 100 км оказался поваленным на землю. Самые сильные ураганы не в состоянии в один момент совершить такое разрушение. Многие склоны гор оказались мгновенно оголенными и лишь вывороченные стволы деревьев на фотографиях красноречиво напоминают о событии, происшедшем 30 лет назад.

Вблизи места падения стоял чум (шалаш) тунгуса Лючеткана. Вихрем повалило чум, покрышку унесло далеко, а самого невольного наблюдателя оглушило так, что он долго хворал; многих оленей он уже не мог собрать. Так же пострадали и другие тунгусы.

Из фактории Вановары крестьянин Семенов сообщает: «на северо-западе образовалось в момент огненное воспламенение, от которого получился такой жар, что невозможно было сидеть, чуть

не загорелась на мне рубашка. После сего сделалось темно, и в то же время получился взрыв, которым меня бросило с крыльца... на сажень или больше... я остался без сознания...» Оказалось, что «все дома тряслись и как будто бы двигались с места. Ломало стекла и рамы, у амбара на двери переломило железную спицу, а замок уцелел». Крестьянин Косолапов собирался на сенокос,

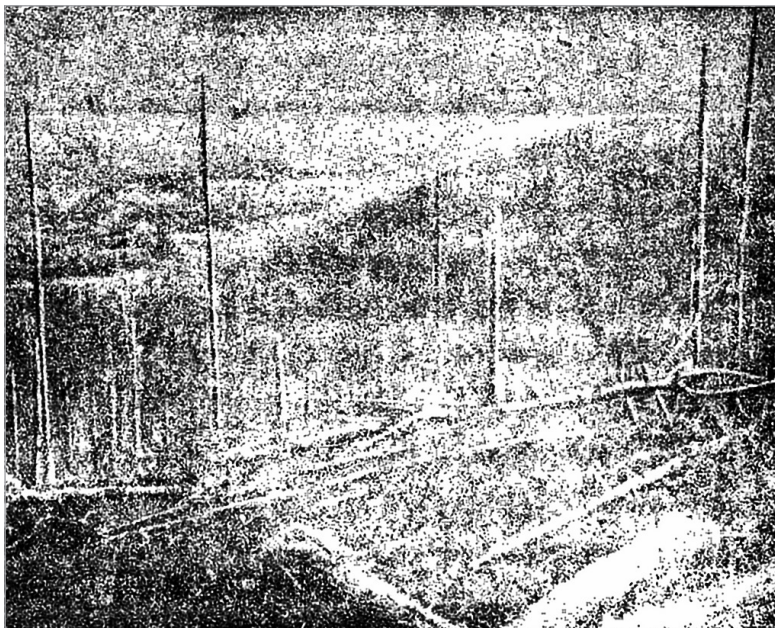


Рис. 45. Вид на долину предполагаемого места падения Тунгусского метеорита. Видны остатки обгорелого леса. Вдали болото, образовавшееся уже после падения метеорита

вдруг ему как бы сильно обожгло уши; едва он вошел в избу, как из печи вылетела заслонка, с потолка посыпалась земля, и было вышиблено окно. Это было за 65 км от места падения. А дальше?

А дальше оказалось, что в Нижне-Илимске одна девушка упала с лавки, в Кежме от толчка в одном доме остановились часы с маятником, в Енисейские качались лампы перед иконами, на одном из приисков Южноенисейской тайги в комнате раскрылись двери, в Бойките, как и в ряде других селений по рекам Ангаре, Подкаменной Тунгуске, Кане, Илимму и даже Лене и Енисею, тряслась земля, не говоря, конечно, о мощных звуковых

явлениях. В прииске «Золотой Бугорок» с полок падала посуда, трещали и скрипели постройки, царил паника и наблюдалось бегство с работ. В Кежме «сияние... так сильно, что отражалось в комнатах, окна которых обращены к северу». Как писал другой очевидец, в Канском уезде некоторые лошади на полевых работах падали на землю; вверх по рекам Илим и Кану идет волна, озеро у деревни Шиткиной у Канска «всколыхнулось». Конечно, здесь нет места приводить огромный ряд (свыше сотни) наблюдений. Раскаленные газы обожгли лес далеко вокруг, и многие деревья, устоявшие на корню, потеряли свою крону, и ряд таких равномерно опаленных стволов окружает область падения. Рассказывают, что тунгусы долгое время спустя находили здесь испорченные предметы домашнего обихода. Тунгусы, забитые и невежественные при царизме, считали, что бог грома и молнии — Огды — спустился на их землю. Они тщательно скрывали от ученых место падения; суеверие, чрезвычайно слабая населенность, отсутствие путей сообщения и огромные сибирские пространства — вот причины, почему это замечательное падение не было исследовано своевременно. Затем в годы войны и разрухи об этом нельзя было и думать.

ЗА ГИГАНТСКИМ МЕТЕОРИТОМ

В 1921 г. Леонид Алексеевич Кулик, руководитель Метеоритной экспедиции Академии наук СССР, исследуя падения многих метеоритов в пределах СССР, происшедшие за последние годы, получил некоторые указания и на это падение. Но тогда эти данные казались весьма смутными и неправдоподобными. В 1925 г. директор Иркутской обсерватории впервые опубликовал обработку «землетрясения № 1536», произведенного падением метеорита. Он же указал место, где надо искать метеорит. Геолог С. Обручев и этнограф И. Суслов получают новые данные, подтверждающие это грандиозное падение. В 1927 г. Л. А. Кулик с 3000 руб., отпущенными Академией наук, с одним спутником выехал из Ленинграда, покинул последнюю железнодорожную станцию Тайшет (за Канском) и отправился за 1000 км в тайгу. При обстоятельствах, напоминающих обстановку романов Майн-Рида и Купера, Л. А. Кулик, становясь попеременно то бурлаком, чтобы тащить лодку, то грузчиком, чтобы носить снаряжение, в то же время делал съемку, чертил карты маршрута этих неизвестных областей, где тогда имелся один опорный астрономический пункт (фактория Таимбо), собирал коллекции,

вел дневники и т. д. Первая попытка пройти с тунгусом к «Великому болоту» из фактории (торгового пункта с тунгусами) Вановары на р. Подкаменной Тунгуске окончилась неудачно — где проходили олени, там лошади вязли, — и вскоре пришлось вернуться обратно.



Рис. 46. Обожженный и поваленный лес в 70 километрах от места падения Тунгусского метеорита. Громадные стволы сосен лежат параллельными рядами, поваленные взрывной волной воздуха

Уже надвигались признаки весны, когда нанятый тунгус-проводник (а нанимать надо было тунгуса с семьей, собаками, чумом и т. д.) — повел Кулика к месту падения. Но, подойдя ближе, он... наотрез отказался идти дальше к проклятому месту! Исследуя самостоятельно окрестности, Л. А. Кулик увидел вдруг на горизонте голые вершины гор — тайга была словно выбрита на них. Вот где надо было искать метеорит? В третий раз, но уже с русскими рабочими, отправился неутомимый исследователь туда, где текут Дилюшма и Хушмо. «Там землю он ворочал, там лес кругом ломал», — заявил местный шаман. Шестнадцать дней шли люди, и, наконец, с вершины одной горы представился вид на опустошенную долину: стволы поваленных деревьев веером расходились в разные стороны (рис. 46). Где-то здесь упал небесный камень. Цель достигнута, но продуктов уже нет...

Проходит год. По знакомому пути — Ленинград, Омск, Канск, Тайшет, 500 км на северо-восток до села Кежмы на лошадях, 300 км до последнего жилого пункта Вановары в тайге — идет новая экспедиция. Ее приключения запечатлевают киноглаз*. Строятся лодки — нельзя разобрать, где начальник, где рабочий. Приходит весна, и по р. Чамбе вверх пробирается экспедиция. Вот в одной из стремнин чуть не тонет Л. А. Кулик, лишь счастливая случайность спасает его (а кино запечатлевает и это в фильме); вот экспедиция пробирается по Хушмо; вот ставятся склады-лабазы; вот начинается область бурелома — не остается ни одного дерева с неопаленной вершиной, — а дальше вековая тайга лежит сплошными рядами, как скошенная косой. Последние 7 километров пути приходилось прорубать 2 дня.

Наконец достигнуто то место, от которого веер стволов глядит в разные стороны. В центре его, в долине, — как бы лунный пейзаж: круглые воронки пробиты в земле и наполнены водой. Начинаются исследования. Проводятся топографические работы, делается съемка окружающей местности, определяется направление поваленных стволов, вырубается просека через окружающее кольцо бурелома, исследующая борта воронок, наконец, строится избушка для жилья. Общая картина следующая: метеорит в виде нескольких десятков отдельных кусков упал на площади около 4 кв. километров, внутри плоскогорья, окруженного цепью гор. Быть может, еще другие его обломки лежат где-нибудь поблизости, но непроходимый бурелом закрывает их. Несколько десятков «воронок», совершенно круглых, размерами от нескольких метров до нескольких десятков метров разбросаны здесь. Молодая поросль, выросшая за 20 лет, кое-где начинает покрывать облысевшие горы, но то тут, то там торчат в небо одиночные стволы; на многих из них даже уцелевшие сучья свернуты в одну сторону.

В разгар работ, едва только была начата магнитная съемка, имевшая целью определить присутствие железных масс под землей, перед экспедицией встал грозный призрак цинги. Из-за засухи посохли несозревшие ягоды, не пошли грибы, ушла рыба из обмелевших речек, и скудных запасов овощей с необходимыми витаминами стало не хватать. Появились признаки цинги; кинооператор и трое рабочих уехали обратно; вскоре еще 2 человека свалились. Л. А. Кулик решил не покидать своей работы во что бы то ни стало. В. Сытин, помощник Л. Кулика, согласно общему решению, отвез заболевших обратно и, вернувшись в Ленинград, сообщил Академии наук о создавшемся положении. Общественные

* Кинофильм Совкино «В тайгу за метеором».

организации и Академии уделили много внимания экспедиции, была выдана дополнительная сумма для помощи ученому. В начале декабря 1928 г. Л. А. Кулик, закончивший все измерения, возвратился в Ленинград (нужно помнить, что требуется длинных 5 недель на то, чтобы от места падения добраться до Ленинграда). Недолгое время пробыл Л. Кулик в Ленинграде, стремясь мыслями все время туда, на далекое плоскогорье, за 4000 км на восток по 60-й параллели.

В начале 1929 г. новая экспедиция, в составе шести человек в конце февраля выехала из Ленинграда. Взято снаряжение на полтора года, весом свыше 1600 кг; экспедиция везет с собой буры для сверления на 45-метровую глубину и многое другое. В состав экспедиции входят специалист по болотоведению, астроном-геодезист и другие работники. Для членов экспедиции были выстроены избушка и баня. Кулик пробыл на месте падения полтора года. За это время было определено три астрономических пункта, снята карта местности, произведено геологическое изучение местности. В борту одной воронки был проделан разрез, где были найдены беспорядочно перемешанные илы и торфы, обугленные кусочки коры и один раз даже кедровая шишка на глубине около метра с незрелыми еще зернами, как это бывает в середине лета. Таким образом, следы какого-то перемешивания были налицо; и действительно, на большом протяжении торф оказался собранным в гигантские складки, высотой больше роста человека, а местами перевернутым. Если смотреть с соседней горы на эти складки, то казалось, что видишь застывшие волны. Удивительные вещи были сделаны тем напором воздуха, который валил вековые деревья на площади в тысячи квадратных километров.

Было найдено, что сильный равномерный ожог покрывает стволы всех деревьев на 1—2 см; он был немножко сильнее с той стороны которая была обращена к центру взрыва. Почва тоже носит следы ожога. В своем отчете, напечатанном в Трудах Минералогического института Академии наук, Кулик так описывает район падения: «местность в центре бурелома представляет собой гористую территорию, сложенную главным образом сибирскими траппами (горная порода)... В северной части этой территории преобладают, среди холмов, бугристые торфяники, в южном участке — болото... Работы 1929—1930 гг. показали, что здесь имеются несомненные следы переноса и смыва торфяных масс, сдвиг их, собирание торфа и глины в складки и местами перемешивание его с верхними слоями подстилающих его глин... Была взята проба глины, показавшая мельчайший дробленный остро-

угольный невыветрившийся материал — результат взрывного измельчения местных пород». До глубины в $31\frac{1}{2}$ м была пробурена скважина: она обнаружила торф, перемешанные с илами; далее шла глина до глубины 25 м, потом пески.

По расспросным данным вскоре после падения местные тунгусы находили на земле кусочки металла «более светлого, чем лезвие ножа, и похожего цветом на серебряную монету».

КАТАСТРОФА В ТАЙГЕ

История изучения падения сибирского метеорита началась с... листка отрывного календаря! Действительно, после падения метеорита еще в 1908 г. в сибирских газетах «Голос Томска», «Сибирь», «Красноярец» и других в течение нескольких недель печатались наблюдения необыкновенных явлений. О том, что эти явления были связаны с полетом метеорита, никто из наблюдавших не догадывался. Настолько обстоятельства, сопровождавшие падение этого метеорита, были непохожи на то, что происходило при падении обычных метеоритов. Что это: «гром, молния или землетрясение?» — опрашивала одна газета. В другой было напечатано, как один машинист остановил близ Канска поезд, так как принял грохот за какой-то взрыв в своем составе. Эти заметки попали в отрывной календарь Кирхнера и были найдены Д. О. Святским при его работах по истории русской астрономии. Он передал листок Кулику. «Как ярко помню я этот момент, — вспоминает Кулик. — Ко мне подходит Д. О. Святский и, протягивая листок отрывного календаря за 15 июля старого стиля 1910 года, говорит: посмотрите, ведь нет дыма без огня». Для проверки этого и ряда других метеоритных падений акад. В. И. Вернадский и акад. С. Ф. Ольденбург решили организовать небольшую экспедицию. Советское правительство, едва только закончилась гражданская война, нашло возможным и нужным поддержать это научное начинание, и при поддержке А. В. Луначарского была снаряжена экспедиция, собравшая за полтора года множество разных ценных метеоритов и ряд сведений о падении метеорита в 1908 г. Оказалось, что искать его следует далеко на севере от линии железной дороги. В 1924 г. А. В. Вознесенский и геолог С. В. Обручев, а в 1926 г. председатель Комитета народов севера И. М. Суслов опубликовали свои материалы по этому метеориту, после чего Л. А. Кулик провел вышеописанные экспедиции 1927, 1928 и 1929/30 гг. Для того чтобы разобраться в сложной картине бурелома, следовало произвести аэрофотосъемку, и вот

в 1937 г. было сделано несколько полетов. Эта работа с успехом была продолжена в 1938 г. при поддержке Главного управления Северного морского пути.

Международные астрономические конгрессы 1932 и 1935 гг. подчеркивали колоссальный интерес этого падения и необходимость его дальнейшего всестороннего изучения.

КТО ПОСТРАДАЛ ОТ ПАДЕНИЯ МЕТЕОРИТА?

Геолог С. Обручев пишет, что брат тунгуса Ильи Потаповича (фамилии у него не было) «...стоял как раз во время падения метеорита в этом районе; его чум взлетел на воздух, как птица, олени частью были убиты падающими деревьями, частью разбежались, а сам он лишился языка на несколько лет». Сильным испугом отделалась его жена, Акулина Мачакугырь и их семья, а также тунгусы других стойбищ: Василий Охчен и сыновья тунгуса Лодыги — Чекарен, Чучанча и Налег. Тунгус Лючеткан заявлял, что налетел огонь, «лес валил и все палил». От места падения метеорита это было километрах в 30. Лючеткан рассказывал о своем свате: «это был богатый тунгус — он насчитывал до полутора тысяч оленей, имел в этом районе много лабазов (складов), в которых хранил одежду, посуду, оленье снаряжение и прочее. За исключением нескольких десятков ручных оленей, остальные ходили на воле в горах, в районе реки Хушмо. Но налетел огонь и повалил лес; олени и лабазы погибли. Потом тунгусы ходили на поиски. От иных оленей нашли обгорелые туши, остальных не нашли вовсе. От лабазов не осталось ничего, все сгорело или расплавилось — одежда, утварь, оленье снаряжение, посуда и самовары». Если бы метеорит упал немного раньше, то он почти точно попал бы в тогдашний Петербург, от которого в случае точного попадания, без сомнения, осталась бы только груда дымящихся развалин.

ГИГАНТСКИЙ ВЗРЫВ

Какою же рисуется та физическая картина, которая имела место при падении этого необыкновенного метеорита? Уже при полете яркость метеорита была исключительной: очевидцы уверяли, что он был «светлее Солнца», «с ослепительной головкой», на него «нельзя было смотреть». В истории метеорной астрономии такие яркие болиды впрочем упоминались: в 91 г. н. э. наблю-

дался метеор «ярче Солнца», а в 307 г. в Китае — «как Солнце»; знаменитый английский астроном Эдмунд Галлей изучил болид 19 марта 1718 г., при вспышке которого исчезли не только звезды, но и полная Луна. В момент полета тунгусского метеорита через опасный Мурский порог на Ангаре переправлялась лодка, но пролетающий болид так напугал гребцов, что они бросили управление лодкой и едва не погибли в стремнине.

Цвет болида был голубоватый по согласной оценке всех его видевших; это указывает на высокую температуру и на большую скорость, не менее 60 км/с. На расстоянии в 200 км он казался размером с Солнце, что дает для диаметра его газовой оболочки около 2 км. Пролетая над Вановарой, метеорит был уже низко над Землей; «получился такой жар, что невозможно было сидеть, чуть не загорелась на мне рубашка», — рассказывал крестьянин Семенов, сидевший на завалянке, а другой, Косолапов, почувствовал, что ему «что-то как бы сильно обожгло уши».

Скорость полета метеорита была очень велика: «стремительно пронеслось огромное тело», «быстро летящее», писали очевидцы. В воздухе потерять свою скорость этот метеорит не мог, так как он был очень велик. Действительно, мы и раньше видели, что все большие метеориты даже Гоба, весам в 90 тонн, не зарывались глубоко в землю, а просто падали на ее поверхность, так как космической скорости они уже не имели. Тунгусский метеорит достиг земли без большой потери скорости, а это одно уже показывает, что масса его была велика, не менее тысячи тонн.

Мы уже знаем, что энергия движения всякого тела при ударе переходит в тепло, которое мгновенно нагревает и само тело и ту среду, в которую оно попало. Получается взрыв и, как оказывается, большая часть вещества ударившегося тела обращается в газ. Этот газ, как и всякий газ, занимает объем, во много раз больший объема твердого тела: он стремится быстро расширяться, а это и есть взрыв. Значит, при ударе Тунгусского метеорита был взрыв? Посмотрим, что говорят счастливицы, видевшие до конца это редчайшее явление в истории науки. «По рассказам большого круга местных жителей», писал начальник почты в Нижне-Илимске (за 450 км от места падения), метеорит, приблизившись к земле, «превратился в огненный столб и моментально исчез». В Киренске, за 400 км тоже видели «огненный столб» в «виде копья».

Спрашивается, почему огненный фонтан взрыва был вертикальным, ведь метеорит летел очень наклонно к горизонту? Оказывается, что именно так и происходят всякие взрывы: например при стрельбе артиллерийскими снарядами столб взрыва, будь это

на море или на суше, всегда вертикален, как бы снаряд ни падал, а воронка взрыва всегда кругла. Происходит это от того, что длительность взрыва так мала, что за это время снаряд не успевает пройти большие расстояния и его скорость роли не играет.

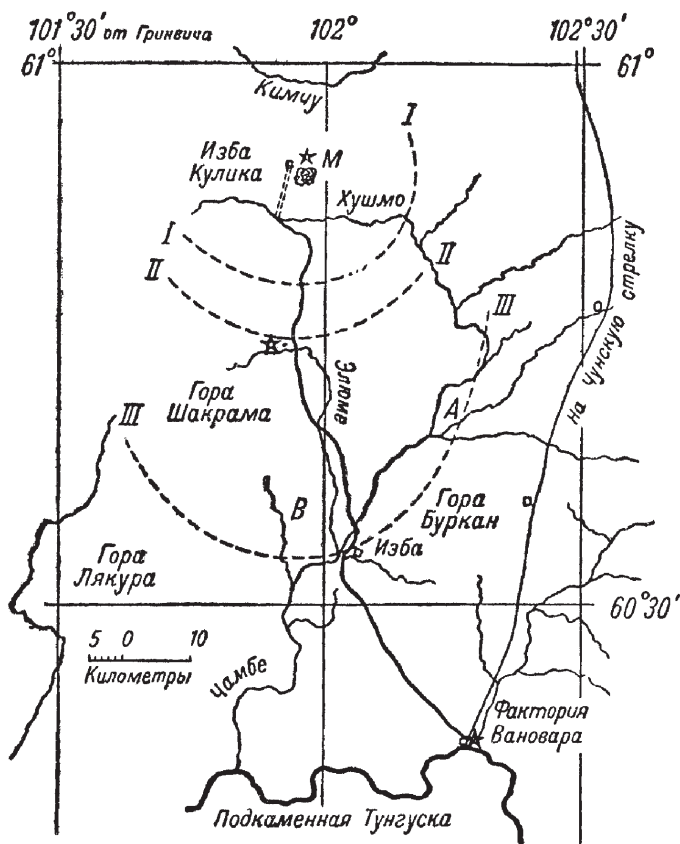


Рис. 47. Карта окрестностей падения Тунгусского метеорита: I—I — граница сплошного обожженного бурелома; II—II — граница сплошного бурелома; III—III — граница частичного бурелома; А и В — места стойбищ кочевавших тунгусов; М — место падения метеорита; звездочки — астрономические опорные пункты 1929 года

То же произошло и с Тунгусским метеоритом. Невиданный огненный фонтан, вероятно, поднялся на много километров вверх,

раз его увидели за 400—450 км. В Вановаре за 60 км казалось, что сразу огромное пространство неба вспыхнуло огнем. В пяти-шести отдаленных селениях было видно, как потом на месте взрыва «образовался громадный клуб черного дыма». Это были продукты взрыва, выброшенные вверх, как при мощном вулканическом извержении.

Неудивительно, что горячая волна взрыва обожгла и повалила тайгу. Взрыв был очень краток; сильный и равномерный ожог

охватил площадь радиусом 10—15 км (рис. 47); дальше взрывная волна произвела сплошной бурелом, который постепенно, только на вершинах гор, сменился частичным буреломом. Соответствующий расчет показывает, что на расстоянии в 20—30 км от места падения скорость взрывной волны составляла десятки метров в секунду, т. е. равнялась скорости сильнейших ураганов. Отсюда можно даже вычислить энергию взрыва. Независимым путем эту энергию взрыва можно вычислить по радиусу слышимости звуков, по сравнению с взрывом вулкана Кракатау в Зондском архипелаге в 1883 г., хорошо изученным, и по сравнению с энергией землетрясений в Сакурашима (Япония) в 1914 г. и Искии (Италия) в 1881 г., далее — по количеству световой энергии, наблюдавшейся при взрыве, и даже по количеству бурелома. Кроме того, воздушная волна взрыва дока-

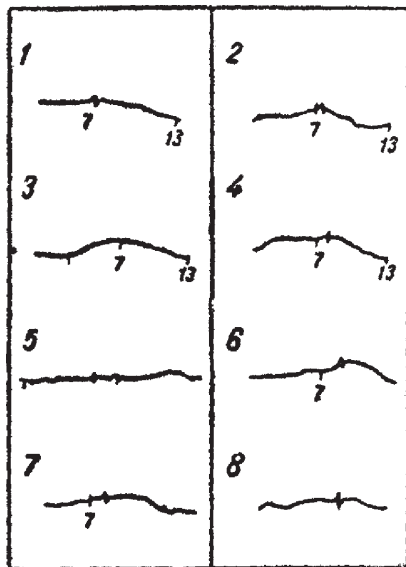


Рис. 48. Воздушные волны, вызванные взрывом при падении Тунгусского метеорита и зарегистрированные барографами на метеорологических станциях Сибири: 1 — Иркутск, 2 — Сретенск, 3 — Чита, 4 — Тунка, 5 — Туруханск, 6 — Тулун, 7 — Ольхон и 8 — Хатанга

тилась до сибирских метеорологических станций и ее записали все барографы (приборы, записывающие изменения давления воздуха) (рис. 48). Эта волна была такой мощной, что дошла через $3\frac{1}{4}$ часа до Павловска (ныне Слуцк близ Ленинграда) и до Москвы и оставила свою отметку на чувствительных микроба-

рографах* и здесь; она пошла дальше, расходясь концентрически, и была обнаружена через 25 лет на записях в Копенгагене, Загребе (Югославия), Лондоне, Вашингтоне и даже в Батавии. В Потсдаме же были зарегистрированы две волны: первая пришла из Сибири по кратчайшему направлению через $4\frac{1}{2}$ часа, а вторая, обогнувшая кругом Земной шар, — через $30\frac{1}{2}$ часа. Таким образом гигантский взрыв падения метеорита всколыхнул всю воздушную оболочку Земли. По размаху колебания, зарегистрированному микробарографами, можно было также оценить энергию взрыва. Все оценки в общем довольно согласно указывают на то, что при падении метеорита энергия взрыва произвела работу в 10^{13} килограммометров, способную десять миллионов тонн выбросить на высоту километра. Это вес 4 тысяч груженных поездов! Так как в воздух ушло только несколько процентов общей энергии взрыва, то следует думать, что механическая работа при падении метеорита составляла около 10^{15} килограммометров. А мы знаем из механики, что энергия движения определяется формулой

$$E = \frac{1}{2} Mv^2.$$

Здесь v — скорость, а M — масса. У нас $E = 10^{15}$ кгм; примем $v = 30\,000$ м/с. Отсюда найдем массу метеорита

$$M = \frac{2E}{v^2} = \frac{2 \cdot 10^{15}}{30000^2} = 2,2 \cdot 10^6 \text{ кг} = 2200 \text{ тонн}.$$

ВОЗДУШНЫЕ ВОЛНЫ

Воздушная волна Тунгусского метеорита была весьма замечательна. Она состояла из целой серии волн различных частот. Часть их была слышна как звуки; эти волны затухли довольно скоро, приблизительно в течение 40 минут, распространившись от Вановары до Мухтуи (р. Лена), Бодайбо, Верхне-Инбатского (р. Енисей), Туруханской тайги, Енисейска, Усинского района и Минусинской тайги. Площадь, охваченная этими звуками, имеет вид круга диаметром 1350—1400 км. Только при взрыве вулкана Кракатау в 1883 г., когда целый остров взлетел на воздух, были

* Так называются чрезвычайно чувствительные ртутные приборы, записывающие самые малые изменения атмосферного давления, они в 20 раз чувствительнее обычных «барографов».

слышны звуки за 3300 км (на Цейлоне) и даже 4900 км (порт Родригез). Потом волны звуковой частоты затухли, и продолжали распространяться так называемые «инфразвуковые волны». Замечательное явление произошло, когда они достигли Иркутска (на расстоянии в 970 км): на геофизической обсерватории там находились сейсмографы, отметившие толчок при падении метеорита, а через 43 минуты на сейсмограмме появилась запись из трех волн, каждая из которых имела период в 2,2 минуты (рис. 49). Это как раз совпало

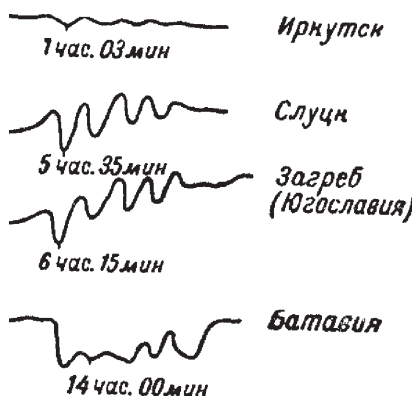


Рис. 49. Взрывные волны Тунгусского метеорита, обошедшие кругом Земной шар. Записи из Иркутска (на сейсмограмме), Слуцка (близ Ленинграда), Загреба (Югославия) и с острова Батавия

с моментом прохождения через Иркутск инфразвуковых волн. Подобные случаи имели место в Бомбее, где сейсмографы регистрируют прохождение воздушных волн при артиллерийской стрельбе. Обычные звуковые волны перестают быть слышными, если их длина превышает 20 м, а эти волны были длиной 42 000 м!

Эти замечательные волны через 3 час. 15,2 мин достигли Слуцка (3740 км), не нарушив своего хода, и послушный ртутный микробарограф вычертил их все одну за другой. После этого они продолжали двигаться дальше и через 5 часов достигли берегов Англии. В Кембридже, Петерс-

фильде, Кенсингтоне и Вестминстере (Лондон) и Ридинге, отстоявших от места взрыва на 5670; 5825; 5743; 5743; 5778 км, все приборы согласно отметили их прохождение. Замечательно, что четверть часа спустя сюда дошли баллистические волны, вызванные полетом метеорита в атмосфере. Эти волны очень напоминают те, которые регистрируются военными звукометрическими приборами, служащими для распознавания калибра орудий противника. Каждому орудью соответствует свой тип волн — чем оно больше, тем больше амплитуда и число волн при выстреле. Все эти волны называются «дульными», и они регистрируются даже тогда, когда звук выстрела уже не слышен. Полет снаряда вызывает баллистические волны, которые регистрируются как резкий скачок давления. То же имело место и при полете

Тунгусского метеорита. В следующей табличке дана сводка барограмм.

Воздушные волны, произведенные взрывом Тунгусского метеорита

№ п/п	Пункт	Расстоя- ние в км	Момент по гриничскому времени	Скорость волн в м/сек
1	Иркутск, Сибирь	970	1 час. 03 мин	323
2	Слуцк, Ленинград. обл.	3 749	3 33	317
3	Копенгаген, Дания	4 810	4 30	318
4	Берлин, Германия	5 050	4 41	318
5	Потсдам, Германия	5 080	4 44	316
6	Шнеекоппе, Германия	5 090	4 44 (?)	—
7	Загреб, Югославия	5 490	5 08	313
8	Гринич, Англия	5 740	5 17	318
9	Батавия, Полинезия	7 470	6 43	322
10	Вашингтон, США	8 910	8 05	317
11	Потсдам, через антиподов	34 920	30 28	321

Амплитуда волны была от 1,6 мм (Иркутск) до 0,15 мм (Вашингтон). Замечательно, что при проходе через экваториальные страны скорость волн увеличивалась (№ 9 и № 11) благодаря более высокой температуре. Средняя скорость распространения волн — около 318 м/с, и как раз та же скорость была определена при взрыве вулкана Кракатау, когда волны обошли Земной шар кругом 5 раз.

Момент падения Тунгусского метеорита по многим данным приходится на 0 час. 16 мин по гриничскому (утром 30 июня 1908 г.) или около 7—8 час. утра по местному времени в Сибири.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ ОТ ПАДЕНИЯ МЕТЕОРИТА

Падение и взрыв тунгусского метеорита вызвали и землетрясение, впервые обнаруженное под № 1536 в списке землетрясений за 1908 г. Иркутской геофизической обсерваторией (рис. 50). В примечании к этому землетрясению проф. А. В. Вознесенский говорит, что оно должно быть отнесено «по всей вероятности к местным землетрясениям ввиду очень небольшого промежутка времени между его началом и максимумом (1,3 минуты)». Землетрясение шло к Иркутску почти прямо с севера.

Ввиду того, что предшествовавшее землетрясение № 1535 было довольно сильным, Иркутская обсерватория разослала опросные листы на места, а в ответ на них были получены сообщения не о землетрясении, а о каком-то необычайном грохоте и гуле, со-



Рис. 50. Начало записи землетрясения, вызванного падением Тунгусского метеорита на расстоянии 970 км (в Иркутске)

провождавшем полет яркого метеорита около 7—8 час. утра при безоблачном небе. Иркутский геофизик А. Тресков и директор метеорологической обсерватории в Кью (Англия) Уиппл независимо друг от друга открыли, что это же землетрясение отметили приборы в Ташкенте (за 3050 км) и в Тбилиси (за 4390 км). Кроме того, по сводному каталогу землетрясений международного бюро в Страсбурге оказалось, что очень точный прибор

Вихерта, установленный в Иене (Германия, за 5230 км), также отметил это землетрясение! Эти волны принадлежат к особым поверхностным волнам, так называемым волнам типа Рэлея: они распространяются в верхних слоях земной коры, не проникая вглубь. В следующей табличке приведены данные об этих волнах.

Сейсмические волны, вызванные падением и взрывом Тунгусского метеорита 30 июня 1908 г.

№ п/п	Пункт	Расстояние в км	Прибор	Скорость волн в км/с
1	Иркутск, Сибирь	970	Сейсмографы Репсольда и Милна	3,1
2	Ташкент, Средняя Азия	3 050	Сейсмографы Репсольда и Милна	3,0
3	Тбилиси, Кавказ	4 390	Сейсмографы Милна	2,7
4	Иена, Германия	5 230	Сейсмографы Вихерта	2,8

Имея записи воздушных и сейсмических волн, можно было точно определить момент падения метеорита. В следующей таблице дана сводка определений, показывающая, как различные методы могут давать хорошо сходящиеся результаты.

Трудно думать, чтобы мы, современники этого грандиозного явления, увидели за свою жизнь падение другого такого же изумительного метеорита.

*Определение момента падения Тунгусского метеорита
(по гриничскому времени)*

№ п/п	Способ определения	Момент
1	Обработка барограмм 9 сибирских станций	0 час. 16,9 мин
2	Отметка по часам моментов звуков, в 5 пунктах	16,0
3	» » » » в других 5 пунктах	15,4
4	Сейсмограмма в Иркутске, сейсмические волны	15,1
5	» » » » воздушные »	16,2
6	Барограммы в Слуцке и в Ленинграде	16,3
Среднее		0 час. 15 мин 59 с

КОСМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ

Метеорит двигался с юго-юго-запада на северо-северо-восток под очень малым углом к горизонту. Его пологая траектория имела не менее 500 км в длину. Оказывается, что радиант метеорита лежал в созвездии Кита, в южном полушарии звездного неба, причем метеорит двигался почти навстречу Земле, чем и объясняется его громадная скорость. Всего за несколько дней до падения на Землю метеорит прошел ближайшую к Солнцу точку своей орбиты — перигелий — на расстоянии около 145 миллионов км от Солнца. Его орбита могла быть гиперболой, и плоскость орбиты была наклонена к плоскости орбиты Земли градусов на 15. Движение метеорита по сравнению с движением планет было обратным. Метеорит, вероятно, представлял собой подобие миниатюрной кометки с небольшим хвостом; состоявшим из пыли и газов*. Эти хвосты комет под влиянием давления солнечных лучей отклоняются от Солнца, и когда метеорит утром 30 июня 1908 г. пролетал над Сибирью, то его хвост должен был простирались также от Солнца, т. е. с востока на запад. Поразительно, что в этот день в Сибири и в Средней Азии, в Европейской России от Архангельска до Черного моря, в Западной Европе вплоть до Англии и Шотландии наблюдались загадочные серебристые облака (рис. 51), носившиеся со скоростью десятков метров в секунду на высоте 82 км. Их было так много, что в средней и в южной

* Последние слова автора проф. И. С. Астаповича подтверждают, что приоритет открытия того, что Тунгусский метеорит — небольшая комета, принадлежит именно ему. — *Прим. редактора издания 2015 г.*

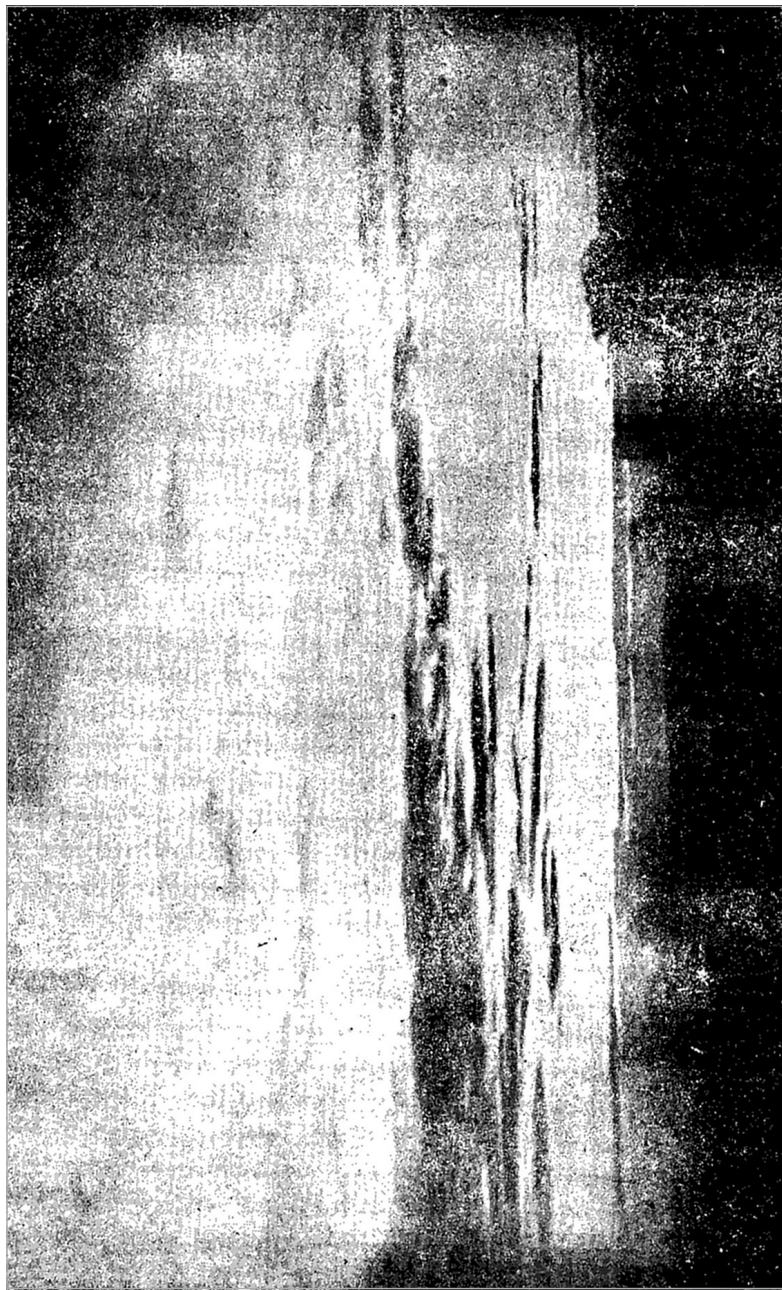


Рис. 51. Серебристые облака и свечение неба в ночь с 30 июня на 1 июля, сфотографированные близ г. Орла.
Они были вызваны падением Тунгусского метеорита

России в эту ночь темноты и не было — в полночь можно было читать. В одном местечке в Англии этим воспользовались игроки в гольф и проиграли всю ночь.

Необычайное свечение неба* наблюдалось в течение нескольких последующих дней. Затем оно постепенно ослабело и исчезло; после него остались лишь яркие воспоминания и фотографии.

Так закончилось падение гигантского метеорита в сибирской тайге.

* Еще одно подтверждение открытия И. С. Астаповича, что Тунгусский метеорит был небольшой кометой, взорвавшейся в атмосфере Земли. — *Прим. редактора издания 2015 г.*

ГЛАВА ШЕСТНАДЦАТАЯ

МЕТЕОРИТНЫЕ КРАТЕРЫ

«Чинду чинна вару чинги и а бу»
(Солнце пожаром прошло через
скалы дьявола).

Австралия

АРИЗОНСКИЙ МЕТЕОРИТНЫЙ КРАТЕР

В Северной Америке, в штате Аризона, в местности Коконино около замечательного каньона Дьявола в районе Кун-Батт нахо-

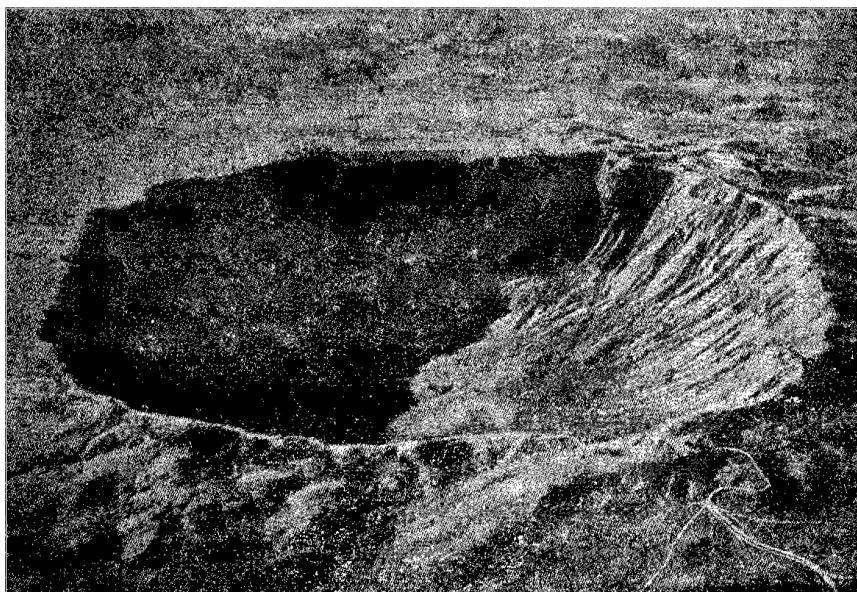


Рис. 52. Аризонский метеоритный кратер у Каньона Дьявола (фотография с самолета). Диаметр кратера $1\frac{1}{4}$ км, глубина 170 м. Черные точки на валу — деревья, белая полоска справа — шоссе, бугорки — холмы вещества, выброшенного взрывом при падении метеорита

дится замечательное природное образование — огромное углубление в земле, глубиной 175 м и диаметром 1200 м. Оно напоминает (рис. 52) большой кратер, причем края его поднимаются

над уровнем почвы на несколько десятков метров (35—50). Если их сравнить с кратером, то окажется, что все же много вещества не хватит для заполнения кратера до краев. Вещество это — песчаник и известняк, слои которых на краях кратера приподняты или даже стоят «торчком», а на большей глубине залегают горизонтально. Вал кратера состоит из обломков величиной от сотен тонн до мельчайшей горной муки, а обломки скал, весом до 4000 т, раскиданы вокруг кратера на расстоянии до 10 км (рис. 53). Это показывает, что кратер образовался в результате какого-то грандиозного взрыва. При этом взрыве, очевидно, развилась высокая температура, так как на глыбах песчаника видны следы оплавления и метаморфизма (изменение в горной породе под влиянием температуры). В чем же дело? Что явилось причиной возникновения кратера, привлечшего внимание ученых еще в 1891 г.?



Рис. 53. Скала, выброшенная взрывом при падении Аризонского метеорита

Ответ на это дают многочисленные обломки метеоритного железа (весом от нескольких граммов до 460 кг), тысячи которых были разбросаны кругом и общий вес которых превышает 20 тонн*. Они перемешаны в беспорядке с обломками скал и вместе с ними же отброшены на многие километры от кратера, внутри же самого кратера их было найдено всего несколько штук. Неужели этот громадный кратер был образован падением метеорита? Приходится с этим согласиться, да и древняя легенда местного индейского племени Наваха передает, как в незапамятные времена одно из индейских божеств спустилось на Землю с неба в огненной колеснице. Легенда, подобная возникшей у тунгусов (на другом конце Земного шара) при падении Тунгусского метеорита 1908 г.!

Когда же произошло это падение? Может быть для него тоже удастся окольным путем установить момент падения?

Присмотримся внимательно к метеоритному кратеру. На дне его лежат озерные отложения; геологи говорят, что им около

* В музеях мира хранится их 4 тонны.

6000 лет. А вот на борту вала растут сосны. Некоторые из них очень велики. Выберем самую старую из них — очевидно она выросла на обломках уже после падения метеорита. Сосне 700 лет. Кроме того, метеориты заметно окислились. Значит, в среднем падение имело место 2—3 тысячи лет назад.

Каким же должен был быть метеорит, чтобы сделать такой кратер? Современные подсчеты американских ученых, основанные на данных механики, физики и астрономии, дают его массу в 100 тысяч тонн. Есть над чем призадуматься. Крупнейший специалист по изучению комет, советский профессор С. В. Орлов, считает, что это было большое железное ядро маленькой кометки, столкнувшейся с Землей.

Сначала думали, что этот метеорит при ударе о землю частично обратился в газ и произвел грандиозный взрыв, образовавший кратер и раскидавший целые скалы на километры кругом; остальную часть метеорита пробовали искать в земле и с этой целью бурили кратер несколько раз в разных местах. Было основано даже акционерное общество, так как предполагалось, что имеет коммерческий смысл утилизировать десятки тысяч тонн никеля. Последний раз в 1927 г. бур сломался, пройдя 420 м и встретив раздробленные зерна кварца и оплавленные стекловидные массы песчаника; подземные воды заставили прекратить работы, стоившие около 300 000 долларов. А между тем алчные предприниматели напрасно точили зубы на эксплуатацию метеоритного железа. Мы уже знаем, что при скорости всего в 3—4 км/с при ударе вещество обращается в газ. Наименьшая скорость, с которой метеориты встречают Землю, это 11 км/с. Такой гигант, как Аризонский метеорит, прошел атмосферу без всякой потери скорости (вспомним про «поперечную нагрузку»!) и при ударе о землю его основная масса вместе с ныне недостающим количеством вещества кратера в результате взрыва была выброшена фонтаном вверх. Когда взорвался вулкан Кракатау, то 18 кубических километров пыли и пара весом в 36 миллионов тонн взлетели на высоту более 20 километров в один миг. Три года подряд земная атмосфера была засорена этой пылью, вызывавшей оптические ореолы и кольца вокруг Солнца и Луны. Приблизительно таков же был масштаб явлений и при падении Аризонского метеорита, который вырвал из земли 20 миллионов тонн пород. От большей части острова Кракатау не осталось никаких следов. Точно так же и от громадного Аризонского метеорита уцелели лишь случайные мелкие осколки.

Подобные случаи, как оказывается, уже бывали не раз в истории Земли. Рассмотрим и их заодно.

АВСТРАЛИЙСКИЕ И АРАВИЙСКИЕ КРАТЕРЫ

В мае 1931 г. преподаватель университета в Аделаиде Альдермэн в местности Хэнбери (Центральная Австралия) обнаружил 13 кратерообразных углублений, расположенных на площади в $1\frac{1}{2}$ кв. км. Множество обломков железных метеоритов от 170 кг до нескольких граммов было разбросано вокруг. Сначала было собрано 800 отдельных кусков, а потом еще 542, которые и были пересланы в Британский музей. Изучение кратеров показало удивительные подробности: их внутренние склоны состояли из мелко раздробленной горной породы, обломков песчаника, кварца и сланца.

Вокруг кратеров были найдены большие куски застывшего расплавленного стекла, некоторые с включением окиси железа, далее — мелкие стеклянные капли, нити и т. п. Они были выброшены при взрыве на расстояние до 1500 м. Удивительны также поднятые куски метеоритов — разорванные, искривленные, перевитые (рис. 54); микроскопический анализ показал, что они были нагреты выше 850°C , достигали красного каления и были даже размягчены. Многие куски земного сланца сделались «железистыми».

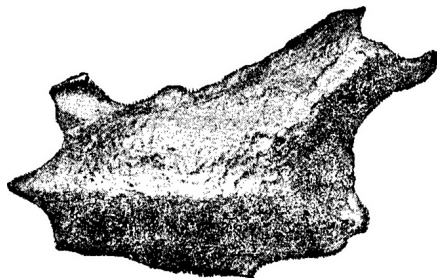


Рис. 54. Разорванный кусок железного метеорита из австралийского метеоритного кратера Хэнбери

Наибольший из австралийских кратеров (рис. 55, слева), вероятно, двойной, имеет размеры $110\text{ м} \times 200\text{ м}$; глубина его 15—16 м. Диаметры других от 75 до 10 м. Их расположение показывает, что метеорит летел с юго-запада и его радиант находился в южном полушарии звездного неба. В кратерах, как во впадинах, собирается вода и поэтому они своей зеленью выделяются на фоне пустыни — в них растут акации, мульговые деревья и жесткая трава. От некоторых кратеров расходятся 5—6 гребней из песчаника; они, вероятно, возникли в почве при образовании кратеров. В одном месте на площади $1,2\text{ м} \times 1,8\text{ м}$ было поднято свыше сотни осколков. Как и в Аризоне, внутри самих кратеров почти не было осколков — их поднимали только два. Маленький кратер был до 2,4 м глубины, но кроме разломанных на куски горных пород ничего другого найдено не было.

Когда образовались эти кратеры? Оказалось, что кочевники чернокожие стараются обходить это место; они называют его «чинду чинна вару чинга и а бу», что значит: «Солнце прошло пожаром через скалы дьявола». Сам Альдермэн считает, что метеорит упал много веков назад.

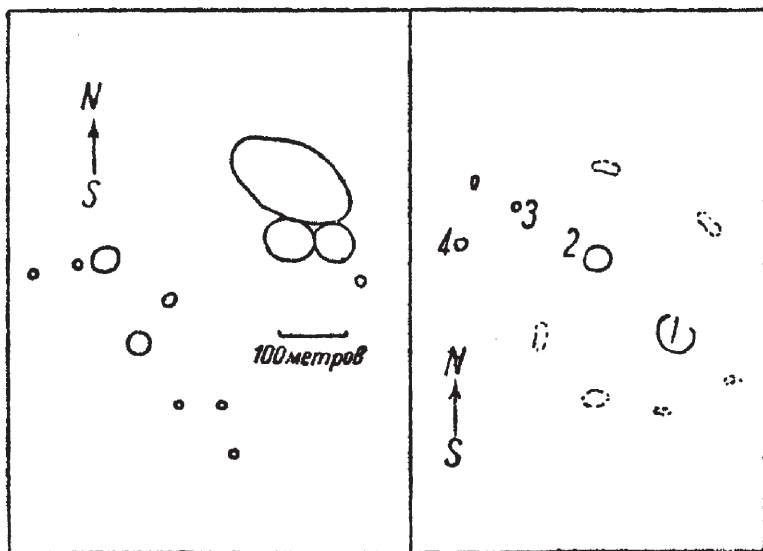


Рис. 55. Планы метеоритных кратеров: слева в Хэнбери (Австралия), справа — Вабар, в Аравии. Некоторые кратеры частично засыпаны песком

В феврале 1932 г. в Аравийской пустыне Вабар в песчаной местности Руб-Аль-Хали географ Пильби разыскивал легендарный город Вабар, по древнему преданию уничтоженный «небесным огнем». Пильби потратил много трудов на поиски и вдруг... он нашел «стены» этого города, оказавшиеся валами метеоритных кратеров. Наибольший кратер имел диаметр в 100 м и глубину $10\frac{1}{2}$ м (рис. 55, справа). Кругом валялись метеориты. Самый большой осколок весил 11 кг. Три другие кратера были меньше, самый маленький был поперечником в 40 м. Вероятно, есть еще и другие кратеры, ныне засыпанные песком пустыни (рис. 56). Поразительно, что и здесь обнаружены те же стекловидные массы оплавленного песка, какие были подняты в Аризоне и в Хэнбери. Они, словно брызги или капли, усеивают окрестности кратеров. Местами это «силикатное стекло» содержит примеси никелистого

железа метеоритов в виде мельчайших шариков: очевидно, часть расплавленного метеорита в «пульверизированном» состоянии смешалась с жидким песком в результате взрыва при падении метеорита. Получились «черные перлы», никогда не встречавшиеся ни в земных, ни в космических горных породах.

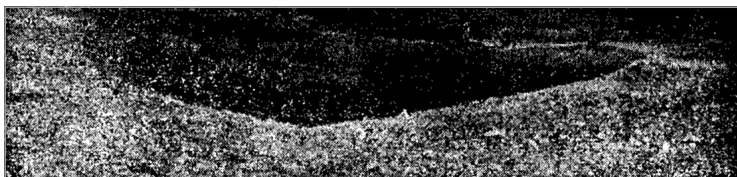


Рис. 56. Аравийский метеоритный кратер Вабар

...Здесь некогда группа громадных железных метеоритов с космической скоростью врезалась в чистый песок пустыни...

«ЗВЕЗДНОЕ ПОЛЕ» В АРГЕНТИНЕ

В Южной Америке, на границе аргентинских провинций Сантьяго дель Эстеро и Чако Насиональ, в местности Гран-Чако, около железнодорожной станции Ганседо имеется группа круглых впадин. Наибольшая из них (диаметром в 65—78 м) заполнена водой и называется Лагуна Негра (Черное озеро). По берегу озера виден вал в 1,2 м высоты. Еще с 1576 г. в этом районе было известно самородное железо, а специально посланный в долину Тукуман вицецарский посол Рубин де Целис в 1783 г. обнаружил здесь одну железную массу. Рубин де Целис имел наказ «что если в самом деле отыщет такое месторождение железа, то завести поселение». Он отпилил кусок в 25—30 фунтов весом, испортив 70 пил, глыбу же велел перекачать рычагами — оказалось, что она лежала на земле свободно. Вес ее оценили в 300 центнеров. Из сообщений индейцев узнали и о других массах в этом районе. Эти железные массы были найдены, и одну из них в 0,55 тонны в 1826 г. отправили в Британский музей.

Вблизи Лагуны Негра рассеяно много других впадин и озер; целая группа их вереницей простирается по провинции Санта-Фе на 160 км. В 1926 г. главный геолог аргентинской геологической разведки И. И. Нагера произвел обследование одной из этих впадин, имевшей диаметр 56 м и глубину 5 м, и пробурил одну скважину в борту вала, а другую в центре. Он нашел мелко

раздробленный песок (песчаный лесс), смешанный, как он говорит, с белым «вулканическим» пеплом (хотя ближайшие вулканы в Андах лежат за 800 км), и в нем угловатые и искривленные полосчатые куски того же силикатного стекла. В скважине на борту были найдены кусочки метеоритного железа. Когда в 1927 г. в Британский музей попал кусок железистого сланца отсюда, то он оказался очень сходным с образцами из австралийского Хэнбери.

Окружающий район называется Кампо де Сьело, что значит, «Поле звезд», и в этом поэтическом названии можно видеть отдаленный отголосок падения метеоритов с неба.

Еще в 1921 г. в 14 км к западо-юго-западу от американского поселка Одессы в Эктор Каунти, США, была обнаружена какая-то округлая впадина. Ее вал поднимается всего на 60—90 см над уровнем почвы. Под почвой находятся горизонтальные слои известняка, которые внутри впадины вдруг наклоняются на 20—30°. В 1922 г. здесь был найден среди обломков заржавленный кусок метеоритного железа весом 1120 г. Потом нашли еще несколько меньших кусков и большое количество железистого сланца. Когда сделалось известным о нахождении других кратеров, то вновь обратили внимание на эту впадину и признали в ней небольшой метеоритный кратер. Американский исследователь метеоритов проф. Нининджер разрыхлил почву и стал катать по ней с помощью сынишки Боба сильный электромагнит, установленный на тележке. За 7 часов он извлек 1½ тысячи кусков метеоритного железа! Специальная магнитная съемка 1934 г. показала, что в почве находится еще более крупная масса железа.

Таким образом к числу метеоритных кратеров прибавился еще один. Но он не последний. В 20 км к северо-востоку от г. Аренсбурга, на острове Эзеле в Балтийском море, у фермы Сааль давным-давно, еще с 1827 г., были известны какие-то кратеры. Для объяснения их происхождения строили множество гипотез и в 1922 г. заподозрили его метеоритное происхождение. В 1927 и 1928 гг. горный инженер Рейнвальдт обследовал главный кратер, прорывая шурфы и производя бурение, и заключил, что кратеры образованы роем метеоритов. Наибольший из кратеров, диаметром 90—110 м, заполнен водой; высота его вала 6 метров. Пласты горной породы (доломита) наклонены в стенках кратера на 30—40°, а обломки и сильно размельченная горная порода находятся и внутри его, и на дне. Четыре других кратера имеют диаметры в 10—30 м, пятый, вероятно, двойной (35—50 м), и все они находятся на площади $\frac{3}{4}$ кв. км. Больших метеоритов здесь не найдено: земля здесь возделывается очень давно, и их, вероятно, выбрали. В 1937 г. Рейнвальдом был извлечен ряд обломков

никелистого железа. Потом был найден еще кусок весом более килограмма и таким образом метеоритное происхождение кратера было доказано. Падение произошло уже в послеледниковую эпоху, так как ледниковые отложения покрывают и сами кратеры.

Профессор Драверт (Омск) описывает еще один возможный кратер у нас, в пределах СССР. «Он лежит в долине реки Мургаб, на левом ее берегу, в 37 км от поста Памирского и представляет круглую выбоину в почве около 130 м в диаметре, глубиной от 15 до 18 м, — пишет проф. Драверт. — По местному преданию около 250 лет назад здесь упала огненная звезда, причем часть ее вылетела обратно из образовавшейся воронки. В первое время будто бы в течение нескольких лет к краям ямы нельзя было приблизиться, так как из нее шел пар и выделялись горячие газы».

А вот еще один пример. В Белуджистане один местный житель Иду показал англичанину Дайеру другой кратер, лежавший в районе Сархада, близ Гваркуха. Его стены совершенно отвесны, а глубина $10\frac{1}{2}$ м. По преданию он был вдвое глубже и произошел, по рассказу деда Иду, в результате того, что однажды в дни его молодости небо взорвалось и «его кусок пробил отверстие в земле».

Изучение метеоритных кратеров, этих «шрамов» на поверхности Земли, еще только начинается. Несомненно, в будущем будут открыты новые замечательные кратеры. Уже сейчас подозревается метеоритное происхождение громадной впадины Нгоро-Нгоро в Центральной Африке, диаметром в 19 300 м и глубиной в 610 м, затем большого круглого кратера Ашанти на Золотом Берегу в Западной Африке, занятого озером Босумпти (диаметром 10 400 м, высота вала над озером 275—365 м, глубина озера 73 м), а геолог Мейденбауэр подозревает то же для впадин у Требница, близ Бреславля, и у Изерлона на горе Брокен.

МЕТЕОРИТНЫЕ КРАТЕРЫ НА ЛУНЕ

Процессы выветривания на Земле стремятся с течением времени уничтожить целые горные хребты, и потому на Земле нельзя обнаружить метеоритных кратеров геологического прошлого. Приходится искать их там, где нет погоды, где ничто не нарушает рельефа почвы. Куда же нам обратиться?

Ответ на это дает Луна. Метеориты, падая на Землю, также могут падать и на Луну. На Луне нет воды и воздуха, и, следовательно, следы этих падений могут сохраняться миллионы лет.

Будем искать их там. Вооружимся телескопом и посмотрим на Луну в полнолуние. Что же мы увидим?

Астрономы давно обнаружили на поверхности Луны несколько десятков тысяч круглых кольцевых гор, называемых лунными кратерами. Происхождение их как следует неизвестно. Но среди них около 50 бросаются в глаза своим замечательным строением: от каждого из них радиально во все стороны исходит система светлых лучей. В 1934 г., при помощи величайшего в мире 100-дюймового телескопа, на горе Вильсона в Калифорнии астроном Пиз обнаружил, что эти лучи представляют собой легкие насыпи в несколько метров высотой. Порой они тянутся на сотни и тысячи километров по одному направлению, ложась без разбора на долины и горы Луны. Иногда видна «мертвая зона», защищенная высокой скалой, куда не попал луч. Это показывает, что лучи были выброшены из кратеров, а изучение отражения света от них, сделанное в Америке в 1935 г., показывает, что это вещество лучей порошкообразное. Когда на Земле производится большой взрыв, то вблизи самого кратера остается очень узкий пояс, остающийся нетронутым, так как направление взрыва в первые мгновения идет вверх, как это показывают фотографии. Как раз такой же пояс из уцелевших деревьев наблюдался при падении Тунгусского метеорита, да и вокруг многих лунных кратеров с лучами наблюдаются такие же темные «колечки», свободные от светлого материала лучей и долго остававшиеся загадочными. На Луне нет воздуха, сила притяжения вшестеро меньше земной, и потому неудивительно, что лучи взрывов простираются там на огромные расстояния — ведь на Луне для этого нужна скорость не более 2 км/с.

Таким образом оказывается, что эти 50 лунных кратеров могли образоваться в результате последовательного падения на Луну больших метеоритов в течение миллионов лет. Расчет показывает, что для этого они должны были и в прошлом падать не чаще, чем падают метеориты на Землю теперь. Некоторые астрономы считали даже, что и все прочие кратеры Луны образовались так же, но это пока нельзя считать ни вероятным, ни доказанным.

ГЛАВА СЕМНАДЦАТАЯ

ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ МЕТЕОРИТЫ

Никакое познание природы не может быть полным без изучения метеоритов.

Оливер Кеммитс Фариттон. 1915

СОСТАВ МЕТЕОРИТОВ

Каков же состав метеоритов, этих драгоценнейших вестников далеких глубин Вселенной, единственных из космических тел, до которых мы можем дотронуться, взять их в руки и подвергнуть их лабораторному исследованию? Что они заключают в себе? Есть ли в них вещества или соединения, неизвестные на нашей Земле? Есть ли на них следы органической жизни? Что говорит нам их сложение, состав и строение?

Эти вопросы волновали умы людей с давних времен. Над этими вопросами задумывались и ученые, и невежественные свидетели падения метеоритов, разбивавшие их в куски, чтобы посмотреть, «что у них внутри». Научное изучение метеоритов длится почти полтора столетия, хотя наиболее ценные результаты были получены только в XX веке, когда аналитическая и физическая химия, минералогия и петрология достигли высокой степени развития.

В итоге оказалось, что метеориты сейчас изучены лучше, чем многие породы нашей собственной планеты — Земли. Одно время даже возникло опасение, что все упавшие на землю метеориты будут истрачены на анализы.

Мы уже видели, что в первом приближении метеориты делятся на каменные и железные с промежуточной группой железо-каменных метеоритов. Особняком стоит загадочная группа стекляных метеоритов — тектитов.

От чисто железных метеоритов существует непрерывный переход к чисто каменным, так что некоторые ученые думали, что все метеориты произошли от взрыва только одного небесного тела.

В результате точнейших химических анализов установлено, что, во-первых, в метеоритах нет ни одного химического элемента, которого не было бы известно у нас на Земле. Во-вторых, оказалось, что средний химический состав метеоритов удивительным образом близок к среднему химическому составу Земного шара.

Оба эти факта свидетельствуют о том единстве материи, из которой состоят космические тела вообще.

Каменные метеориты по весу в среднем содержат 36 % кислорода, 25 % железа, 18 % кремния и 14 % магния. Эти 4 элемента составляют основную массу вещества метеоритов (93 %). Остальные вещества найдены в них в количестве, в 10 раз меньшем: серы 1,8 %, алюминия 1,5 %, никеля и кобальта 1,3 % и столько же кальция, а например, марганец, хром, калий и фосфор составляют 0,1—0,7 % каждый. Прочие элементы встречаются в виде ничтожных примесей.

Железные метеориты в среднем содержат по весу 91 % железа, 8 % никеля, 0,7 % кобальта, 0,2 % фосфора, серы, углерода, меди и хрома, 0,1 % приходится на все прочие элементы. Если учесть, что железные метеориты падают раз в 20 реже каменных, и подсчитать средний состав метеоритного вещества, то окажется, что 4 элемента — железо, кислород, кремний и магний — составят 92,4 %; следующие 4 элемента — никель, сера, алюминий и кальций — еще 6,3 %, а все остальные 84 элемента периодической системы Менделеева — всего 1,3 %.

АЛМАЗЫ И ЗОЛОТО В МЕТЕОРИТАХ

Иногда думают, что метеориты ценны тем, что в них имеются золото и другие вещества. Это верно, золото в метеоритах есть, но... в количестве 0,0004 %. Это значит, что в килограммовом метеорите может иметься в виде ничтожных вкраплений 4 миллиграмма золота, стоимостью в 0,44 коп. Для того чтобы извлечь его оттуда, потребовались бы десятки рублей. Поэтому Академия наук СССР выдает денежные премии за метеориты всякому, приславшему их, только потому, что метеориты представляют громадный *научный* интерес.

В метеоритах содержится вещество в 100 000 раз более ценное, чем золото. Это — радий. Но радий содержится в метеоритах в количестве 1 часть на 100 миллиардов частей метеорита, т. е. в 20 раз меньше, чем в земной коре.

В метеоритном железе из Аризонского кратере были обнаружены алмазы, правда очень маленькие. Изучение условий их образования (чрезвычайно высокая температура и давление при падении метеорита) навело французского химика Муассана на мысль об их искусственном получении, и первые искусственные алмазы, микроскопических размеров, действительно, были им получены. Впервые алмазы открыли русские ученые Ерофеев

и Лачинов в метеорите «Новый Урей»; их было целых 85,4 карата (17,62 г) в виде мелких серых крупинок, также не имевших коммерческой ценности.

Платина встречается в виде примеси в сплаве никелистого железа в количестве до одной десятитысячной. Также в виде следов попадает редкий тяжелый металл иридий.

МИНЕРАЛЫ МЕТЕОРИТОВ

Соединения элементов между собой образуют минералы метеоритов, а закономерные сочетания этих минералов — горные породы. Оказывается, что большую часть минералов метеоритов составляют такие, какие известны уже у нас на Земле. Из них основные — никелистое железо, оливин, пироксен, плагиоклаз, полевой шпат и маскелинит. Поразительно, что множества важнейших на Земле минералов нет в метеоритах: например, слюды, ортоклаза, и даже воды. Даже кварц, самый обыкновенный кварц, из которого состоит песок, встречается в метеоритах как великая редкость.

В метеоритах в большом количестве заключены газы, которые выделяются при нагревании метеоритов. Объем этих газов при обычном атмосферном давлении в несколько раз больше объема самого метеорита. Газы эти — азот, углекислый газ, окись углерода, метан (болотный газ), гелий и водород. Это имеет большое значение в астрономии, так как хвосты комет образуются под действием солнечной теплоты и представляют собой газы, выделяющиеся из ядер комет, которые по теперешним представлениям ничем не отличаются от крупных метеоритов (наибольшие кометы по мнению С. В. Орлова, высказанному им в 1938 г., имеют массу порядка десятка миллиардов тонн).

Из известных на Земле минералов, в метеоритах в виде примесей встречаются апатит, хромистый железняк — хромит, графит и алмаз, магнитный железняк и магнитный колчедан, тридимит. Все минералы метеоритов удивительно «свежи» — они никогда не подвергались действию выветривания воды и воздуха.

ЧТО ЕСТЬ В МЕТЕОРИТАХ ТАКОГО, ЧЕГО НЕТ НА ЗЕМЛЕ?

Это — прежде всего минералы, найденные только в метеоритах и названные по именам ученых, занимавшихся исследованием

их состава: добреелит — соединение хромистого железа с серой (Добре — французский химик), мерриллит (Джордж Меррилл — американский знаток метеоритов, недавно умерший), муассанит (Муассан — французский химик), ольдгамит (Ольдгам — английский химик), шрейберзит (Шрейберс — немецкий исследователь метеоритов XIX века), троилит (Троили — итальянский ученый, живший в XVIII веке), далее, вейнбергерит (в честь немецкого исследователя Вейнберга), лавренсит (Лоуренс — американский химик) и, наконец, брезинерит (А. Брезина — венский «метеоритовед», умерший 20 лет назад) и когенит (А. Коген — крупнейший исследователь метеоритов XIX—XX веков). Оба последние минерала ныне известны и на Земле. Первый представляет собой соединение углерода, магния и железа, а второй соответствует цементу в искусственных сталях.

Кроме того, в метеоритах имеются совершенно чуждые Земле образования, о которых мы расскажем в следующих разделах: это — хондры, видманштеттеновы фигуры и линии Неймана.

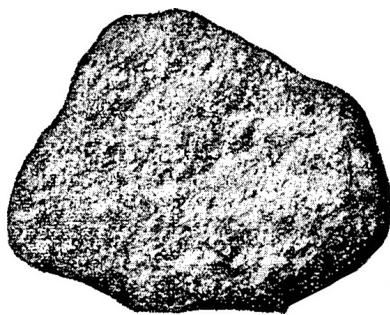


Рис. 57. Хондры в каменном метеорите (хондрите). Видны в виде круглых шариков

ЧТО ТАКОЕ ХОНДРЫ?

Большинство кометных метеоритов содержит круглые шарики (рис. 57), размером от вишни или горошины до микроскопически малых, почти пылинок, количество которых в 1 куб. сантиметре исчисляется миллионами. Они часто легко выкрашиваются из основной породы метеорита, от которой

по составу не отличаются. Эти шарики называются «хондрами»*. Хондры на Земле не встречаются, вследствие чего каменные метеориты легко отличить от земных горных пород. Такие каменные метеориты с хондрами называются *хондритами*. Немногие из каменных метеоритов (10 %), не имеющие хондр, называются *ахондриты* («а» — это греческое отрицание, например, «азот» — безжизненный, «атом» — неделимый и т. д.).

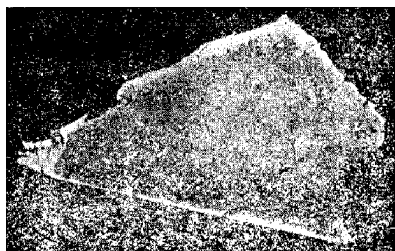
Если расколоть хондру, то окажется, что она радиально-лучистого строения: у нее где-нибудь в стороне, не в центре, имеется

* По-гречески «хондрос» значит зерно.

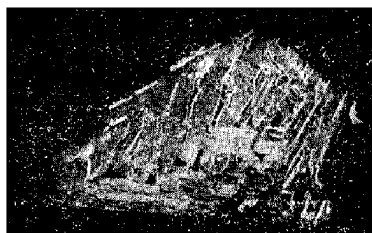
точка, от которой при кристаллизации вещества начала расти хондра. При разбрызгивании расплавленных капель оливина и гиперстена удавалось искусственно получить похожие на хондры шарики с таким же строением. Как в действительности образовались хондры в метеоритах — пока никому достоверно неизвестно.

ОКТАЭДРИТЫ, ГЕКСАЭДРИТЫ И АТАКСИТЫ

Мы знаем, что железные метеориты в основном состоят из сплава никелистого железа. Оно кристаллизуется замечательным образом, и его кристаллическое строение лучше всего видно, если распилить метеорит, гладко отполировать его поверхность и потом слегка протравить ее разведенной соляной или азотной кислотой (рис. 58). Тогда выступит кристаллическое строение в виде так называемых видманштеттеновых фигур (рис. 59), по имени Алоиза фон Видманштеттена (Вена), который впервые открыл их в 1808 г., когда ему пришла мысль нагреть кусок железного метеорита Аграм с полированной стороной. В зависимости от содержания никеля меняется размер кристаллов никелистого железа. Они тем меньше, чем никеля больше.



a



б

Рис. 58. Отшлифованная поверхность железного метеорита до травления (а) и после (б) — видно появление видманштеттеновых фигур

Железные метеориты с видманштеттеновой структурой носят название октаэдритов, потому что кристаллизация у них происходит по граням геометрического тела — октаэдра (восьмигранника). В зависимости от величины кристаллов различают октаэдриты тонкие, средние и грубые.

Когда в метеорите никеля меньше 6 %, то видманштеттеновых фигур не образуется, так как тогда метеоритное железо кристалли-

зуются по другой системе — по гексаэдру (шестигранник — куб). Если протравить поверхность такого метеорита, то мы увидим блестящие и тонкие «неймановы линии», пересекающие друг друга. Их впервые детально изучил и описал лет сто назад Нейман.

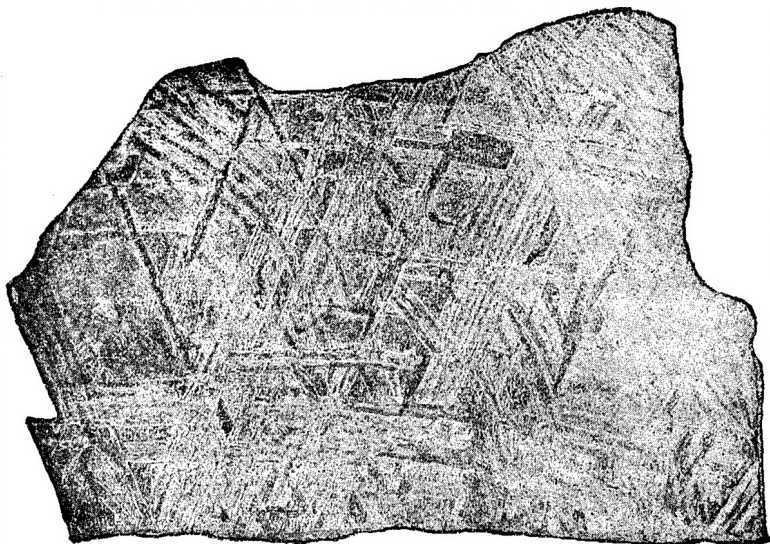


Рис. 59. Видманштеттеновы фигуры в метеоритном железе

Когда процентное содержание никеля достигает 13—15, то кристаллы никелистого железа становятся совсем мелкими, располагаются беспорядочно и, наконец, могут совсем пропасть. Такие метеориты называются «атакситами», т. е. «беспорядочными».

Атакситы и гексаэдриты встречаются редко. Больше всего среди железных метеоритов октаэдритов. Познакомимся поближе с их структурой. Мы прежде всего замечаем как бы длинные «балки», образующие основной рисунок видманштеттеновых фигур. Они называются *камацитом*. Когда из расплавленной магмы при ее охлаждении выделяются первые кристаллы, то это и будет камацит. В нем на 14 атомов железа приходится только 1 атом никеля. Камацит выделяется потому, что его точка плавления наиболее высока. Содержащееся в расплавленной магме железо плавится при 1535° , а никель — при 1452° Ц, значит, сначала будет выделяться более богатая железом часть, т. е. камацит.

По мере охлаждения камацита его обволакивают блестящие тонкие пленки *никелистого железа* другого состава, называемого

тэнитом. Тэнит состоит уже из равного числа атомов железа и никеля (потому-то он и имеет белый блеск), а так как смеси металлов плавятся при более низкой температуре, чем каждый из них порознь, то поэтому тэнит застывает позже. Наконец, позже всего застывает оставшаяся масса никелистого железа — плессит. В плессите никель и железо оказываются содержащимися в такой пропорции, что их смесь имеет самую низкую точку плавления из всех возможных пропорций. Поэтому-то плессит и застывает последним. Он сам уже не может образовать кристаллических фигур, и ему приходится довольствоваться тем местом, которое осталось после образования «балок» камацита — и неразлучного с ним тэнита.

Такие замечательные сплавы, как плессит, с единственно возможной наименьшей температурой плавления при всех возможных пропорциях смеси носят название эвтектик. Значит, плессит есть тоже *эвтектика*.

Камацит же составляет значительную часть массы гексаэдритов, а также и атакситов.

КАК РАСПОЗНАТЬ УПАВШИЙ МЕТЕОРИТ?

Упавший метеорит обычно не уходит далеко в почву, а у очень небольших даже верхушка часто высовывается наружу. Совсем мелкие метеориты просто лежат на поверхности земли. Только что упавший метеорит покрыт снаружи черной корой плавления. Он как бы «закопчен»; иногда эта кора блестящая. На поверхности метеорита видны ложбинки, впадинки — это регмаглипты, т. е. места, откуда во время полета выплавились более легкоплавкие части. Они похожи на следы пальцев в мягкой глине и раньше так и назывались: «пиезоглипты». Все края метеорита закруглены и сглажены при полете в атмосфере (*«воздушная эрозия»*). Часто видно, какой стороной метеорит летел вперед. Железные метеориты за время полета покрываются также темной окалиной.

Если метеорит раскололся, то чаще всего в изломе он бывает серым и похож на обычный камень. Иногда простым глазом можно увидеть в нем мелкие шарики — хондры. Если метеорит упал уже давно, то со временем он мало-помалу выветривается, разрушается. Кора его буреет, и его впоследствии трудно отличить от земных камней. Легче найти железный метеорит — хотя он и покрывается ржавчиной, но зато обращает на себя внимание своим весом, неправильной формой и т. д. Поэтому много

железных метеоритов было найдено при обработке земли (пахоте и т. п.).

Приведем для примера случай, который в 1937 г. описал проф. Драверт. Молодой лесной техник Тимофей Роспasiенко, уроженец села Ерофеевка, Калининского района Североказахстанской области, внимательно перечитал несколько статей об упавших метеоритах, напечатанных в 1935—1936 гг. в газете «Карагандинская коммуна», издающейся в г. Петропавловске в Западной Сибири. После этого он стал внимательно приглядываться к каждому камню, попадавшемуся ему на пути, и сравнивал его внешний вид с прочитанным описанием.

«Восьмого мая 1937 г., совершая прогулку в степных окрестностях Ерофеевки, он увидел на берегу высыхающего озера погруженный нижней частью на 4—5 см в почву камень, который показался ему схожим с метеоритом», пишет проф. Драверт, которому Роспasiенко прислал камень с вопросом — не метеорит ли это?»

Находка, действительно, оказалась метеоритом из группы темных хондритов. Размеры его $8,5\text{ см} \times 10,3\text{ см} \times 14,3\text{ см}$, вес 1770 граммов. Это — кусок неправильной формы, бурый с поверхности от долгого выветривания. Кора покрывает его лишь частично. Когда проф. Драверт приехал в Ерофеевку, то ему удалось установить, что в ночь февральского полнолуния 1925 г. через село пронесся яркий болид. По астрономическому календарю было установлено, что это случилось с 8 на 9 февраля. Сейчас метеорит красуется в коллекции Академии наук СССР, в Москве.

ГЛАВА ВОСЕМНАДЦАТАЯ

ПРИРОДА МЕТЕОРИТОВ

Для изучения этого мало жизни одного человека.

Римский философ Сенека

ЧТО ДАЛО ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТЕОРИТОВ?

Советские академики Ф. Ю. Левинсон-Лессинг и А. Е. Ферсман составили очень важную сводку наших знаний в отношении того, что дало изучение пород метеоритов, т. е. их петрология. При этом открылось множество любопытного, без чего нельзя себе составить представления о природе и происхождении метеоритов. Вот эти данные.

1) В метеоритах нет ничего, что напоминало бы земные осадочные породы, отлагавшиеся на дне морей и океанов.

2) В метеоритах нет никаких образований биохимического происхождения (т. е. связанных с проявлением органической жизни, как, например, мел, известняк, гуано и т. п.).

3) В метеоритах нет окисленных пород типа земных гранитов, что свидетельствует об их образовании в отсутствии достаточных количеств кислорода.

4) В метеоритах наблюдается лишь очень слабое разделение каменных и железных частей (фаз) друг от друга. Оно имеет место как в расплавленном (магматическом) состоянии метеоритов, так и при их кристаллизации и затвердевании (рис. 60).

5) Каменные метеориты являются породами, быстро остывшими в среде, отнимающей кислород метеоритов (такая среда в химии называется «восстановительной») и не способствующей образованию ряда минералов.

6) Каменные породы закристаллизовались внезапно при быстром падении температуры. При этом могло происходить позднейшее смешение разных сплавов.

7) Железные метеориты после охлаждения подверглись вторичной перекристаллизации, которая происходила или при быстром охлаждении первичной расплавленной массы или при каком-то повторном нагревании.

8) Железные метеориты в итоге приобрели такое кристаллическое строение, которое соответствует наибольшей устойчивости при низких температурах космического пространства.

9) Каменные метеориты не могут быть отнесены ни к одному типу земных пород, хотя по содержанию кислорода они и занимают промежуточное положение между базальтом и перидотитом.

10) При увеличении содержания кислорода в метеорите составляющее его железо химически соединяется с ним и с кремнием, увеличивается число хондр, а остаток металлического железа обогащается никелем.



Рис. 60. Разрез железного метеорита. Темные массы — вкрапления сернистого железа-троилита

11) В метеоритах мало по сравнению с земной корой благородных газов (неон, аргон, криптон, ксенон), галоидов (хлор, бром, йод), летучих элементов (тантал, галлий, индий), радиоактивных элементов (ряда урана и тория) и элементов, входящих в богатые кислородом породы (алюминий, натрий, калий, литий, бериллий, бор). Они как бы улетучились с метеоритов или же никогда на них и не были.

12) Железные и каменные метеориты составляют одну последовательность и могут происходить из одной и той же первичной магмы.

Вот 12 пунктов — надо их обсудить повнимательнее: как же все-таки и где могли иметь место те процессы, в результате которых метеориты приобрели вышеописанные особенности?

МОЖНО ЛИ ОПРЕДЕЛИТЬ ВОЗРАСТ МЕТЕОРИТОВ?

Оказывается можно! Делается это так же, как и при определении возраста земных пород. Нужно только, чтобы в них в момент затвердевания находился какой-либо радиоактивный элемент — радий или уран. Эти вещества с течением времени самопроизвольно распадаются, переходя в другие элементы, например, уран, путем преобразования переходит в радий, а радий в конце концов — в свинец. На это требуется очень много миллионов лет. Переходы эти связаны с выделением газа гелия и разных излучений. Из лабораторных данных физики знают, сколько гелия, например, выделится в год 1 граммом урана и всеми продуктами его распада. Если теперь взять такую породу, из которой этот гелий не смог бы сам просочиться, и выделить его оттуда, то, зная содержание радиоактивных веществ, можно определить, сколько времени потребовалось для его накопления. Определение возраста земных пород, сделанное этим «гелиевым методом», оказывается точным до 10 % и хорошо согласуется с прочими данными.

Отчего же не приложить этот метод к метеоритам? Впервые это сделал немецкий ученый Панет в 1927 г. (когда фашисты пришли к власти, Панет, в знак протеста против гонений на неарийских ученых, покинул Германию и сейчас работает в Лондоне). Он в 1930 г. получил следующие результаты.

Возраст метеоритов

№ п/п	Метеорит	Тип	Возраст в миллионах лет
1	Мукероп (Гоамус)	Октаэдрит тонкий	100
2	Толука	Октаэдрит средний	16
3	Зеелесген	Октаэдрит грубый	120
4	Сан-Мартин	—	420
5	Эль-Инка	Октаэдрит средний	550
6	Ариспе	Октаэдрит грубый	1550
7	Маунт Джой	Октаэдрит грубый	570
8	Н'Горейма	—	1250
9	Кок Каунти	Октаэдрит грубый	930

№ п/п	Метеорит	Тип	Возраст в миллионах лет
10	Градшина	Октаэдрит средний	1450
11	Сокраменто Маунте	Октаэдрит средний	1555
12	Стаунтон Каунти	Октаэдрит средний	2150
13	Стаунтон Каунти	Октаэдрит средний	2000
14	Индепенденс Каунти	Октаэдрит средний	1200
15	Берлингтон Каунти	Октаэдрит средний	1400
16	Нельсон Каунти	Октаэдрит грубый	2600
17	Тхунда	Октаэдрит средний	2800
18	Маунт Айлифф	Октаэдрит грубый	2900
19	Маунт Айлифф	Октаэдрит грубый	2600
20	Ваконда	Хондрит	73

Возраст солнечной системы около 3000 миллионов лет. Значит, метеориты в общем не старше нашей Земли! Впрочем Панет свою работу продолжает и недавно определил возраст одного метеорита в 3 100 000 000 лет.

Получается, во-первых, что исследованные метеориты образовались уже давным-давно и среди «их нет ни одного «молодого». Во-вторых, оказывается, что все они образовались в разное время и какой-нибудь Толука есть трехмесячный младенец по сравнению с пятидесятилетним стариком Тхунда.

СТЕКЛЯННЫЕ МЕТЕОРИТЫ

Среди удивительных произведений природы одно из первых мест занимают на первый взгляд невзрачные кусочки зеленоватых прозрачных камешков, встречающиеся в верхних слоях почвы почти во всех частях света (рис. 61). Эти странные камешки были найдены в древней неолитической стоянке человека каменного века на Дунае; значит, еще тогда, много тысяч лет назад, они привлекли внимание людей. Уже в 1787 г. были известны находимые в Молдавии «хризолиты», из которых получались такие красивые серьги и бусы. Сначала думали, что это продукты вулканической деятельности, но оказалось, что молдавские камешки или «молдавиты», как их стали называть, в изобилии встречаются там, где нет никаких вулканов. Потом предполагали, что это какие-то шлаки из старинных горнов, но... кристальная чистота и прозрач-

ность зеленых камешков заставили отбросить и эту мысль, тем более, что их находили в совсем необитаемых местах. Они не могли быть искусственными стеклами еще по своей тугоплавкости, значительно превышавшей температуру плавления обычных стекол.

Зеленое «бутылочное стекло» из Молдавии и Богемии сделалось полудрагоценным камнем. Его покупали и продавали, но природа его от этого не выяснялась. Удар молнии, высокие органические вещества, земные минералы — ничто не могло объяснить полностью все особенности химического состава молдавитов, внешнего вида их и условий находок. А ведь эти таинственные камешки были уже открыты на островах Тасмании и Биллитоне, в Австралии, в Южной Америке (в Перу) в Индо-Китае, а в Европе попадались от Тбилиси до Лиссабона и от Норвегии до Средиземного моря, хотя все же больше всего их было в Молдавии и в Богемии. К тому же молдавиты попадались в таких геологических пластах, возраст которых определяли в миллион лет.

Так откуда же взялись эти странные камни? Они не были ни искусственными, ни земными естественными произведениями. Так, может быть, они тогда упали с неба?

Об этом лет сорок назад догадался геолог Вербек, и его догадку подтвердил знаменитый ученый Зюсс. Они назвали стеклянные камешки тектитами («тектин» по-гречески — расплавлять). Поверхность тектитов вся изрезана, покрыта ложбинками и ямками, словно они подвергались действию горячих потоков воздуха. Потом было обнаружено, что каждый камешек по форме представляет собой большую застывшую каплю или часть ее. Еще лет десять назад считали, что тектиты были расплавленными каплями, стекавшими с пролетавших над землей метеоритов. Но почему же в настоящее время не наблюдается явлений, подтверждающих это предположение? Никто не мог дать объяснения.

Прошло еще несколько лет. На Земле были найдены метеоритные кратеры. В метеоритных кратерах открыли оплавленные

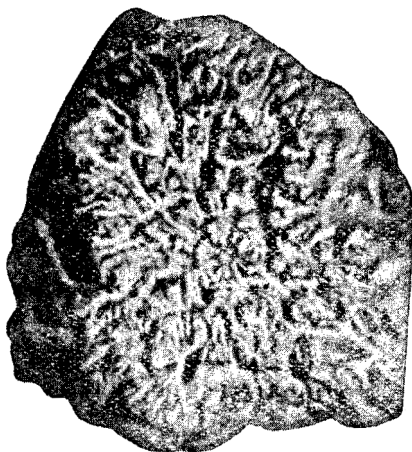


Рис. 61. Стеклянный метеорит (тектит) из Богемии

стеклообразные шлаки. Их исследовали и... сравнили с тектитами. Сходство оказалось поразительным! Ни одна горная порода не была так похожа по виду и по составу на тектиты, как силикатное стекло из метеоритных кратеров. Ведь и на лунной поверхности имеются области, по цвету и по отражению света больше всего похожие на тектиты. Так неужели тектиты — остатки давно исчезнувших метеоритных кратеров на поверхности Земли?

Еще и по сей час этот вопрос окончательно не разрешен, но пути к его разрешению намечены. Стеклянные метеориты — тектиты, — миллионы лет лежавшие в земле, не посетуют на то, что их природу не удалось сразу раскрыть за несколько кратких десятилетий их научного изучения.

Приблизительный состав тектитов такой: окись кремния (кварц) 80 %, окись алюминия (глинозем) 10 %, окислы железа 3 %, окись калия 3 %, окись магния (магнезия) $1\frac{1}{2}$ %, окисей кальция и натрия по $\frac{3}{4}$ %, прочие примеси 1 %. Как видим, в тектитах нет никеля, постоянного спутника метеоритов. Быть может, миллион лет назад на Землю падали не такие метеориты, как теперь?

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТЕОРИТОВ

Уже химик Клапрот в 1807 г. отличал каменные метеориты от железных. В 1863 г. другой химик Маскелайн выделил железно-каменные метеориты. В то время каменные метеориты назывались «аэролиты», железо-каменные «литосидериты» или «сидеролиты» (смотря по тому, чего было больше — камня или металла), а чисто железные «сидериты». Годом раньше минералог Густав Розе подразделил метеориты на классы в зависимости от минералогического состава. Он стал различать хондриты и ахондриты. Ахондриты, состоящие только из минералов авгита и анортита, он назвал «эвкриты», т. е. «хорошо определенные», другим группам дал название в честь физика Хладни («хладниты») и химика Говарда («говардиты»). Хондриты же Розе разделил по цвету на белые, серые и черные, а по структуре — на жилковатые (пронизанные сетью черных жилок), брекчиевидные (составленные как бы из сцементированных обломков) и т. д. Это разделение метеоритов было разработано трудами «метеоритоведов» Чермака и Брезины. В настоящее время классификация Розе-Чермак-Брезины является общепринятой и по ней, например, расклассифицированы и все советские метеориты в Академии наук СССР.

По этой классификации ахондриты делятся на 11 классов, хондриты — на 30 и 1 дополнительный (особый вид анстатитово-анортитовых хондритов). Сидеролиты делятся на 3 класса, литосидериты — на 5, в том числе 4 разного вида палласитов; октаэдриты разделяются на 15 классов (тончайшие, тонкие, средние, грубые и очень грубые по структуре, потом брекчиевидные и прочие), далее, гексаэдриты (рис. 62) делятся на 3 класса, а атакситы — на 8, из них 4 — очень богаты никелем и 4 — очень бедны им, так что они напоминают земное самородное железо.

Таким образом, ныне метеориты разделяются на 76 классов. Следовательно, сортов метеоритов гораздо меньше, чем горных пород на Земле, так как одних минералов известно более 3000 и ежегодно открывается свыше десятка новых.

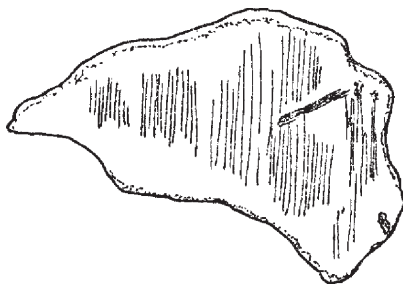


Рис. 62. Нейманновы линии на полированной поверхности железного метеорита типа гексаэдрита

ГЛАВА ДЕВЯТНАДЦАТАЯ

О ПРОИСХОЖДЕНИИ МЕТЕОРИТОВ

А много еще работы осталось здесь.

Легранж, 1765 г.

ГДЕ ОБРАЗУЮТСЯ МЕТЕОРИТЫ?

Вопрос о происхождении метеоритов всегда стоял остро. Было и есть два пути поиска ответа на этот вопрос: первый — истолковывать наблюдаемые особенности строения метеоритов, второй — проследить астрономическим путем их движение до встречи с Землей. Только в самые последние годы стали объединять данные, полученные обоими способами исследования.

Прежде всего является установленным, что метеориты возникли из расплавленных и потом затвердевших пород. Мы знаем уже, что охлаждение метеоритов, особенно каменных, происходило внезапно, катастрофически быстро.

Далее, все метеориты суть обломки более крупных небесных тел, но какого размера были эти тела — неизвестно; во всяком случае многие из метеоритов отделились от небольших небесных тел. Причина этого отделения также неизвестна. Ясно, что причиной была какая-то космическая катастрофа, скрытая от наших глаз: может быть, взрыв, происшедший из-за радиоактивного распада атомов, может быть, столкновение двух небесных тел или просто их разрушение от слишком сильного сближения друг с другом. Если внутри такого тела, как, например, внутри Земли, имелась магма, то в результате катастрофы она могла быть выброшена в космическое пространство, где и должна была бы затвердеть так скоро, как это показывают метеориты.

Центральные части Земли состоят из тяжелого железного ядра, вероятно, богатого никелем, как у железных метеоритов. О том, что это ядро существует, свидетельствуют землетрясения, движение Луны, перемещение земных полюсов и средняя плотность Земли. Напротив, наружная оболочка Земли богата легкими элементами, входящими в состав каменных метеоритов. Поэтому некоторые ученые считали, что все метеориты могли произойти от разрушения только одного небесного тела — вроде планеты. Но исследование показало, что пути почти всех метеоритов до их встречи с Землей были в мировом пространстве различны. Метео-

риты частью проникли к нам из самых разных уголков Вселенной, частью попали возможно и из Солнечной системы, где, как мы уже знаем, есть потоки «солнечных» метеорных тел.

Долгое время искали место образования метеоритов на известных нам небесных телах: лет 100 назад с небольшим думали, что метеориты выбрасываются лунными вулканами, и многие математики даже производили специальные расчеты траекторий полета Луна—Земля. Ученые, склонявшиеся к «лунному» происхождению метеоритов, назывались «лунаристами». Из 14 000 метеоритов, выброшенных Луной, на Землю смог бы попасть только один. К тому же лунные вулканы потухли давным давно, а изучение орбит метеоритов показывает, что ни один из исследованных метеоритов даже близко от Луны не проходил.

Затем пробовали искать место образования метеоритов на Солнце, думая, что метеориты могут получаться из тех огромных газовых выбросов — протуберанцев, — которые теперь так хорошо научились наблюдать и фотографировать во всякое время; эти протуберанцы состоят из паров металлов и из водорода. Сторонники этой гипотезы думали, что в результате охлаждения таких протуберанцев может возникнуть сгущение и в конце концов из сгущений — метеориты. Когда же сделали соответствующий математический подсчет, то оказалось, как нашел английский ученый Джефриз в 1918 г., что всякий выброшенный в пространство газ должен рассеяться, а не конденсироваться. Только исключительно огромные газовые шары имеют силу притяжения, препятствующую разлету молекул газа; по охлаждении такой газовый шар должен дать небесное тело не менее 3000 км диаметром. Где уж тут образоваться маленьким метеоритам! Кроме того, некоторые из метеоритов, так называемые углистые, содержат легко сгораемые углеводородные соединения (битуминозного типа). Эти соединения можно легко удалить эфиром или спиртом, так что получается впечатление что рыхлый, пористый метеорит сколько-то времени находился в атмосфере паровых углеводородов и пропитался ими. Замечательно, что кометы тоже содержат в себе очень много углеводородов в газообразном состоянии, притом почти всегда. Кометы быстро теряют свои газовые оболочки, особенно по мере приближения к Солнцу (уже начиная с расстояния 330 млн км и ближе), и через несколько десятков оборотов от кометы должно остаться только одно твердое метеоритное ядро. Значит, «жизнь» средней кометы должна составить несколько сот или несколько тысяч лет. За последние сто лет на глазах астрономов многие периодические кометы ослабели и некоторые из них — например,

комета Биэлы и комета Брорзена — совершенно перестали быть видимыми.

Таким образом, остается посмотреть, не связаны ли метеориты с кометами. Мы уже знаем, что некоторые потоки метеорных тел произошли от комет. А метеориты? Во время звездного дождя Андромедид 27 ноября 1885 г. (они связаны с кометой Биэлы) в мексиканском поселке Мазапиле около г. Закатекаса выпал железный метеорит. Однако траекторию его установить не удалось, и его падение могло быть просто совпадением — ведь на Землю каждые четверть часа где-либо падает метеорит. В 1921 г. 4 июля в Ланкашире, в Англии, в селении Нэтли упал в курятник другой железный метеорит, который мог принадлежать комете Понса-Виннеке, путь которой как раз в это время пересекала Земля. Несколько других метеоритов, но каменных, падали в эпоху деятельности метеорных потоков; например, метеорит Старое Борискино 20 апреля 1932 года имел даже направление полета из радианта метеорного потока Лирид. Но так как скорость метеорита должна быть малой (иначе он целиком распылится в атмосфере), то поэтому не из всякого потока может выпасть метеорит. Наименьшие скорости имеют потоки: Боотиды (связанные с кометой Понса-Виннеке) в конце июня, 18 км/с, Андромедиды (связанные с кометой Биэлы), ныне действующие в середине ноября, 20 км/с, и Дракониды (связанные с кометой Джакобини—Циннера) 9 октября. В эти дни, действительно, падало много метеоритов, но пути их остались неизвестными, так как никто не собирал наблюдений о направлении их полета. Исследованные в Москве 66 путей метеоритов показывают, что в общем большая часть из них с кометами не связана. Метеориты, связанные с кометами, имеют почти один и тот же состав — это серые хондриты. Зато насколько разнообразнее космические метеориты: тут и эвириты, и все железные, и все прочие.

КОСМИЧЕСКИЕ КАТАСТРОФЫ

Ни Луна, ни Солнце, ни кометы не являются очагом происхождения метеоритов! Из тел Солнечной системы остались только планеты. Многие ученые совсем недавно считали, что метеориты сродни планетам, что их возраст не старше возраста планетной системы и что их состав мало отличен от среднего состава планеты Земли и т. д. В Солнечной системе существует масса маленьких планет — астероидов (на 1 января 1938 г. их было известно 1417 и в год открывается по полусотне новых), наибольший

из которых имеет в поперечнике 700 км, а наименьший, приблизившийся 30 октября 1937 г. к Земле всего на 900 000 км (в $2\frac{1}{2}$ раза дальше Луны), имел только 400 м. Число неоткрытых астероидов должно составлять не менее 50 000. Судя по неправильным изменениям их яркости, по характеру и свойствам отражения от них солнечного света и по другим признакам, удалось установить, что форма небольших астероидов неправильная и что поверхность их, вероятно, такая же, как у каменных метеоритов. Значит, многие астероиды, как бы являются большими метеоритами. Верно ли обратное утверждение — не являются ли метеориты просто очень маленькими астероидами? А такой метеорит, как Аризонский, мог бы быть просто небольшим астероидом. Вопрос этот очень важен, и сейчас можно думать, что некоторые каменные метеориты и астероиды составляют одну непрерывную цепь. Однако другая часть метеоритов, как показывают исследования их орбит, приходит к нам извне Солнечной системы.

В настоящее время можно даже думать, что кометы возникают при столкновении астероида с метеоритом. Так как всякий метеорит содержит много газов, значительно превышающих его объем в земных условиях (водород, азот, окись углерода, углекислый газ, болотный газ — метан, сероводород и гелий), то выделение этих газов и производит кометные оболочки и хвосты.

Советский астроном С. К. Всехсвятский для объяснения недавнего происхождения комет выдвинул предположение, что они образуются в результате мощных вулканических взрывов на Юпитере и Сатурне. Еще лет 70 назад венский минералог Чермак и другие ученые создали «теорию извержения» метеоритов планетами. Астроном К. Фламмарин даже думал, что метеориты были некогда выброшены земным вулканом на очень далекие расстояния и потом постепенно падали обратно. Минералог Гольдшмидт считал, что метеориты — это обломки, возникшие при отделении Луны от Земли, что могло иметь место около 3 миллиардов лет назад.

Многие метеориты обнаруживают удивительные особенности строения. Как показывает микроскопическое изучение строения метеоритов Княгини и Мезе-Мадараш, уже после своего образования они подверглись действию высокой температуры в атмосфере из водорода, где — неизвестно. Метеориты Орвиньо, Шантонне, Жювина и Вестон где-то вторично прогрелись, и части их потом соединились вместе, причем связывавшим их веществом оказалась расплавленная масса того же метеорита. Некоторые метеориты где-то ухитрились проплавиться насквозь и обратились в стекловидную массу. Это явление носит название «метамор-

физма». Таким метаморфизмом обладают, например, эвкриты — их сейчас известно немногим более десятка, т. е. около 1 %. Похоже на то, что они словно где-нибудь проходили перигелий и потом медленно охлаждались в течение, может быть, нескольких месяцев, постепенно удаляясь от расплавившего их источника тепла.

Замечательно то, что это произошло не в Солнечной системе, как показывает изучение их орбит. Значит, здесь может быть повинна какая-нибудь звезда, а ведь надо помнить, что требуется почти 10 млн лет, чтобы метеориту пролететь от ближайшей звезды до Солнца. Знаменитый итальянский исследователь метеоритов Джиованни Вирджинио Скиапарелли даже считал, что наши метеориты берутся из комет других солнечных систем.

Если считать, в согласии с современными данными, что три четверти метеорных тел движется по эллипсам, то получится, что через Солнечную систему проходит огромное количество метеоритного вещества — только внутри орбиты Юпитера проходит не менее десяти миллиардов тонн в год.

Мы уже видели раньше, что основную массу метеоритов составляют всего 8 химических элементов — кислород, железо, кремний, магний и др. Оказывается, что атомы этих элементов являются более устойчивыми, чем других, и, вероятно, поэтому они более распространены во Вселенной. Изучая вещество метеоритов, приходится изумляться, до чего равномерно распределены химические элементы в Космосе: метеориты, пришедшие к нам из самых разных областей пространства, оказываются часто совсем одинаковыми, а все метеориты в целом могут составить один непрерывный ряд, словно они все возникли при разрушении только одного тела. Объяснение этому явлению можно найти в том, что все исследованные метеориты проникли к нам из пределов одного нашего Млечного Пути, состоящего из нескольких миллиардов звезд, возникших из одной и той же туманности несколько миллиардов лет назад.

То обстоятельство, что возраст метеоритов неодинаков и что направления, откуда они к нам прилетели, различны, указывает на то, что метеориты возникли одновременно и в разных областях Млечного Пути, а строение их указывает на то, что это возникновение происходило вследствие какой-то катастрофы с теми телами, частями которых метеориты являлись. Что это за катастрофы — мы пока не знаем. Раскрытие этой загадки будет способствовать дальнейшему изучению окружающего нас мира.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ЧТО ДЕЛАТЬ ПРИ ПАДЕНИИ МЕТЕОРИТА?

Метеориты могут падать на любую точку земного шара. Недостаточно просто поднять такой метеорит и затем переслать его в научное учреждение для исследования; надо еще самым тщательным образом обследовать условия и обстоятельства этого падения. Поэтому лучше всего составить описание падения метеорита; в котором нужно дать ответы на следующие вопросы:

ПОЛЕТ БОЛИДА

1. Год, месяц и число, а также момент наблюдения (указать по какому времени и по каким часам; часы лучше всего проверить по радио).

2. Местонахождение наблюдателя (в поле, во дворе и т. д.), его состояние (бодрое, утомленное и т. п.), условия наблюдений (мешал ли посторонний свет, деревья или здания), подробный адрес наблюдателя.

3. Погода и состояние неба (ночь, заря, сумерки, Луна; ясное небо, туман, ветер и т. д.).

4. Направление полета болида. Для этого взять лист бумаги: выйти на то место, откуда наблюдалось явление, положить бумагу горизонтально и в середине листа отметить точку O — это положение наблюдателя. Из точки O провести направление на Солнце (отметив время), на соседние селения, приблизительно также указать направление: на север, юг, восток и запад, если можно, то по компасу. Не поворачивая листок бумаги, здесь же провести то направление, в котором было замечено появление метеора, и потом — направление его исчезновения. Затем перевернуть лист на другую сторону, согнуть его пополам, одну половину оставить лежать горизонтально, а другую поставить вертикально, повернув

лист бумаги так, чтобы вертикальный лист проходил через точку появления болида. Теперь надо поместить глаз у места сгиба листа и на вертикальном листе отметить направление на точку появления болида — это даст угол высоты ее над горизонтом. Затем повернем лист так, чтобы вертикальный лист проходил через точку погасания болида, и таким путем отметить на нем направление на эту точку — это дает угол точки погасания. При обозначении направлений следует сделать надписи о том, что означает каждое из указанных направлений. Таким образом, на одной стороне листа даны горизонтальные направления, на другой — вертикальные (по ним потом можно определить азимуты и высоты; кто умеет обращаться с угломерными инструментами — эклиметром, теодолитом и т. д. — тот сможет сам найти азимут и высоту). Если наблюдатель знаком со звездным небом, то лучше всего путь болида нанести на звездную карту (для дневных болидов этого сделать нельзя).

5. Сколько времени летел болид? Возьмите карманные часы с секундной стрелкой, заметьте время и проделайте все те действия, которые вы сделали, пока болид летел. Проделайте это раза 3—4 и запишите число секунд каждого определения.

6. Какова была яркость болида: а) по сравнению с небесными светилами (Юпитер — 2 звездной величины, Венера — 4 зв. вел., Луна в возрасте 3—4 дней — 6 зв. вел., в первой четверти — 9 зв. вел., в полнолунии — 12 зв. вел.) и б) по сравнению с земными источниками света (электрические фонари, указать приблизительно силу света в свечах и расстояние). Как изменялась яркость при полете и где она была всего больше?

7. Какого цвета был болид и его части — ядро, оболочка, хвост, искры; изменялся ли цвет при полете?

8. Какая была форма болида (круглая, овальная, каплевидная или грушевидная), был ли хвост. Каков был видимый поперечник болида по сравнению с Луной, когда она бывает на той же высоте? Сделайте рисунок.

9. Дробился ли болид на части, если да, то когда и где. Были ли искры, где, сколько и какие?

10. Оставлял ли болид после полета след? Сколько времени был он виден? Изменял ли он форму (сделайте рисунки с обозначением момента каждого из них). Попробуйте, если можете, сфотографировать след — фотоснимок болида или его следа имеет исключительное значение. Не было ли видно облачка в месте окончания следа? Если да, опишите его форму, цвет, размеры и положение.

11. Имя, отчество, фамилия и возраст наблюдателя и род его занятий или профессия (колхозник, красноармеец, учащийся средней школы, студент, учитель и т. д.).

ЗВУКОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

Если через несколько минут после полета болида были слышны звуки, то следует ответить еще на следующие вопросы:

12. С какой стороны был слышен звук?

13. Как скоро после полета болида эти звуки появились? (Определить по часам, проделав все те действия, которые наблюдатель совершил во время наблюдения, как указано в вопросе 5).

14. Как долго звуки продолжались? Были ли они сплошными или с перерывами; указать, как велики были перерывы.

15. На что походили звуки (гром, удар, шум ветра, грохот телег или бочек, канонада, взрыв, работа автомотора, свист и т. п.).

16. Были ли слышны отдельные резкие удары, когда и сколько? Слышали ли их в домах? Как далеко по соседству были слышны звуки? (Укажите селения, где их слышали и где нет).

17. Не происходило ли при этом колебания почвы, сотрясения построек, дребезжания окон и посуды, качания ламп?

18. Не наблюдалось ли после полета болида порывов ветра, обрушивания труб, обламывания веток деревьев вихрем?

19. Какое впечатление произвел болид на животных и на людей, что они делали при этом? Что подумал сам наблюдатель в первый момент?

20. Если падение случилось зимой, то не выпадало ли на снег темной пыли вроде сажки? Если да, то когда и где? Ее следует тщательно собрать в чистый пузырек, в возможно большем количестве.

ПАДЕНИЕ МЕТЕОРИТА

21. Не заметил ли наблюдатель после полета болида падения на землю одного или нескольких камней — метеоритов? Был ли слышен отрывистый звук «клевок» при падении метеорита на землю, а также свист или жужжание при его полете?

22. Куда упал метеорит? Как глубоко он ушел в землю? Какую форму и размер имела яма? (Сделайте рисунок или еще лучше — фотографию). Под каким углом ушел метеорит в землю?

23. Не обжег ли метеорит траву или другие предметы? Разбросал ли он землю кругом ямы; если да, то сколько, в каком направлении и как далеко? Не было ли кругом бурой пыли?

24. Как скоро наблюдатель увидел метеорит после падения? Был ли метеорит холодным, теплым или горячим? Как лежал метеорит в яме? Как его оттуда вынули? Не имел ли он особенного запаха.

25. Какой вид имел метеорит? (Опишите его форму, поверхность, вес). Были ли по соседству другие осколки метеорита и сколько? Куда девали метеорит?

26. Со всех рисунков и записей следует снять копии, которые хранить у себя, а сами рисунки и записи отправить по адресу: Москва 155, улица Павлика Морозова 5, Государственный астрономический институт им. Штернберга, Комиссия по метеорам, кометам и астероидам при Академии наук СССР*.

За находку, сохранение и присылку метеорита Академия наук выдает значительные денежные премии. Все метеориты составляют государственную собственность СССР, и не могут находиться в частном пользовании.

НАХОДКИ МЕТЕОРИТОВ

При обработке земли и других работах иногда удается находить метеориты, упавшие в давнее время. Большею частью — это железные метеориты. Поэтому следует внимательно присматриваться к кускам железных или полужелезных масс, встречающихся при пахоте и т. д. Недавно упавший каменный метеорит снаружи как бы закопчен, покрыт черной матовой (иногда блестящей) корой, серый в изломе иногда с металлическими блестками. Давно упавший, каменный метеорит — бурый, потрескавшийся, часто легко крошится. Железные метеориты, недавно упавшие, покрыты черной окалиной, а долго лежавшие в земле — буровато-ржавые. Всякий культурный советский человек обязан принять все меры к сохранению метеорита и передаче его в научное учреждение. Если кто-либо сам не сможет ответить на все вопросы и принять меры к розыску метеорита, то пусть передаст его лицу, которое может это выполнить и этими вопросами инте-

* Экспертиза образцов, подозреваемых метеоритами, ныне проводится по адресу: Комитет по метеоритам РАН, ул. Косыгина, 19, ГЕОХИ РАН, г. Москва, ГСП-1, 119991; Тел.: 7 (495) 939-70-70; e-mail: meteoritika@gmail.com; Сайт лаборатории метеоритики ГЕОХИ РАН: www.meteorites.ru.

Адрес в Украине: Институт геохимии окружающей среды НАН Украины, Комитет по метеоритам, проспект Академика Палладина, 34а, Киев-142, 03680. — *Прим. редактора издания 2015 г.*

ресуется. Только правдивое и аккуратное описание будет важно для науки.

Конечно, часто может оказаться, что кусок, принятый за метеорит, окажется не метеоритом: например, такими псевдометеоритами, присланными в Академию наук, являлись кузнечные шлаки, чугунные ядра, но лучше 99 раз ошибиться, чем 1 раз пропустить настоящий метеорит.

Таким образом все трудящиеся СССР могут принять посильное участие в научной работе по сбору метеоритов и этим способствовать дальнейшему росту и расцвету науки в СССР.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Терентьева А. К.</i> Предисловие	3
<i>Смирнов В. А.</i> Еще несколько слов о неизданной книге профессора И. С. Астаповича	5

* * *

<i>Предисловие</i>	7
------------------------------	---

Глава первая

ЧТО ТАКОЕ НАУКА О МЕТЕОРАХ

Что такое метеоритика?	8
В чем разница между метеором и метеоритом? . . .	10
Болиды и огненные шары	11
Почему иногда ошибочно думают, что астрономы предсказывают погоду?	13

Глава вторая

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ О МЕТЕОРИТАХ

Как люди каменного века прятали метеориты	14
Метеорное железо в быту первобытного человека . .	15
Древнейшие упоминания о метеоритах	16
Китайские метеориты и зверство Тши Гоанг-Ти . . .	17
Древний щит Нумы Помпилия	18

Глава третья

ОБОЖЕСТВЛЕНИЕ И РЕЛИГИОЗНЫЙ КУЛЬТ МЕТЕОРИТОВ

Как в древности обоготворяли метеориты	19
Венера Кипрская и Диана Эфесская.	20

Геджар-эль-Асвад, Кааба и архангел Гавриил	21
Церковь и метеориты	22

Глава четвертая

МЕТЕОРИТЫ СРЕДНЕВЕКОВЬЯ

Падение метеоритов в Средние века	25
Каменный дождь в XIII веке на Руси	26
«Знамение страшно зело»	27
Царь Иван Грозный и метеорит	28

Глава пятая

ИСТОРИЯ МЕТЕОРИТОВ НОВОГО ВРЕМЕНИ

Клинки и сабли из метеоритного железа	29
Как «камение падали с великою яростию»	30
Вердикт Парижской академии	31
Как было найдено Палласово железо	32
«Сумасшедшие американские профессора»	35
Это было 6 флореаля 11 года Республики	35

Глава шестая

МЕТЕОРЫ В ЭПОСЕ

«Знамение змиево»	36
Махабгарата, Одиссея и «Тысяча и одна ночь»	37
Болид Христофора Колумба и ужасные копыя	38
Что такое «пустые беги»?	39
О метеорах в старину	40
Поэты о метеорах	40
Писатели о метеорах	42

Глава седьмая

ЧИСЛО МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ

Сколько метеоритов падает на Землю?	44
Можно ли сосчитать число падающих звезд	44
Часовщик и метеоры	45
Почему утром метеоров вспыхивает больше?	46
Сто тысяч метеоров в одну секунду	47
Звездные дожди	48
«Светопреставление» 12 ноября 1833 г.	49
«Многие звезды падоша с небеси на землю».	49
На воздушных шарах и самолетах за метеорами.	52

Глава восьмая
КОСМИЧЕСКИЕ СНАРЯДЫ

Как определить высоту метеора	53
Как определить скорость метеора?	56
Космические снаряды бомбардируют Землю	57
Почему метеоры раскалены, а метеориты падают хо- лодными?	58
Как узнать химический состав метеорных тел? . . .	60

Глава девятая
**ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ
ПРИ ПОЛЕТЕ МЕТЕОРОВ**

Температура метеоров	63
Яркость в миллиард свечей	63
Почему при падении метеоритов слышен гром? . . .	64
Дробление метеоритов в воздухе.	66
Метеоритные дожди	67

Глава десятая
КОСМИЧЕСКИЕ ПУТИ МЕТЕОРНЫХ ТЕЛ

Что такое радиант?	70
Как определить движение метеорных тел до встречи с Землей?	71
Потоки метеорных тел в Солнечной системе.	72
Кометы и метеорные потоки.	75
Космические потоки метеорных тел	76

Глава одиннадцатая
КОСМИЧЕСКАЯ ПЫЛЬ

Что такое космическая пыль?	77
Розовый снег	77
Серебристые облака	78
Зодиакальный свет	79
Солнечная корона	79
Кольца Сатурна	80
Темные туманности	83

Глава двенадцатая

МЕТЕОРЫ И ОСВОЕНИЕ СТРАТОСФЕРЫ

Как метеоры помогают осваивать стратосферу? . . .	84
Как метеоры помогли обстрелять Париж?	85
Что дают метеорные следы	86
Влияют ли метеоры на погоду?	87
Метеоры и радио	88
Результаты изучения стратосферы при помощи метеоров	89

Глава тринадцатая

МЕТЕОРИТЫ

Сколько весит падающая звезда?	91
Размеры метеоров	92
Как никогда не падают метеориты?	93
Может ли метеорит вызвать пожар?	94
Самый маленький и самый большой метеориты . . .	95
Наибольшие метеориты СССР	97
Десять наибольших метеоритов, найденных на Земле	99
Вид и форма метеоритов	101
Список метеоритов СССР	103

Глава четырнадцатая

ПАДЕНИЯ МЕТЕОРИТОВ

Падение одного метеорита в Поволжье	107
Потерянные метеориты	109
«Что-то черное, как птица»	110
Метеорит, разбившийся о лед	111
Как метеориты пробивают дома?	112
Может ли метеорит убить человека?	114
Как метеорит упал на девочку.	117
Собака и овцы, убитые метеоритами.	117

Глава пятнадцатая

БОЛЬШОЙ ТУНГУССКИЙ МЕТЕОРИТ

30 июня 1908 г.	119
За гигантским метеоритом.	122
Катастрофа в тайге	126
Кто пострадал от падения метеорита?	127
Гигантский взрыв	127
Воздушные волны.	131

Землетрясение от падения метеорита	133
Космические условия движения	135

Глава шестнадцатая

МЕТЕОРИТНЫЕ КРАТЕРЫ

Аризонский метеоритный кратер	138
Австралийские и аравийские кратеры	141
«Звездное поле» в Аргентине	143
Метеоритные кратеры на Луне	145

Глава семнадцатая

ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ МЕТЕОРИТЫ

Состав метеоритов	147
Алмазы и золото в метеоритах	148
Минералы метеоритов	149
Что есть в метеоритах такого, чего нет на Земле? .	149
Что такое хондры?	150
Октаэдриты, гексаэдриты и атакситы	151
Как распознать упавший метеорит?	153

Глава восемнадцатая

ПРИРОДА МЕТЕОРИТОВ

Что дало изучение структуры метеоритов?	155
Можно ли определить возраст метеоритов?	157
Стеклянные метеориты	158
Классификация метеоритов	160

Глава девятнадцатая

О ПРОИСХОЖДЕНИИ МЕТЕОРИТОВ

Где образуются метеориты?	162
Космические катастрофы	164

Приложение

ЧТО ДЕЛАТЬ ПРИ ПАДЕНИИ МЕТЕОРИТА?

Полет болида	167
Звуковые явления	169
Падение метеорита	169
Находки метеоритов	170