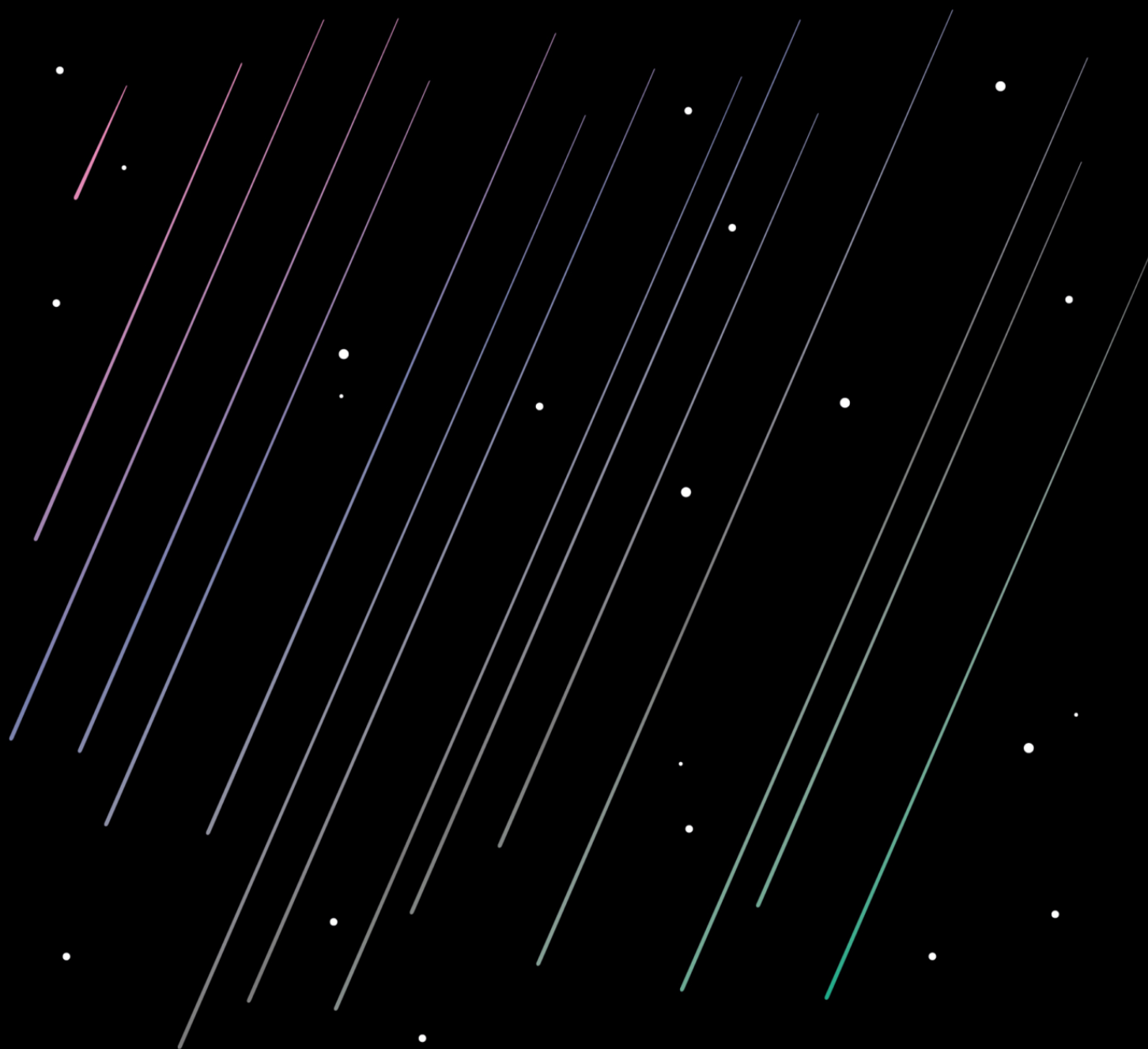


М Е Т Е О Р И Т Ы

КОСМИЧЕСКИЕ КАМНИ,
СОЗДАВШИЕ НАШ МИР



ТИМ ГРЕГОРИ



БОМБОРА

Космос на ладони. Лучшие книги про Вселенную

Тим Грегори

**Метеориты. Космические
камни, создавшие наш мир**

«ЭКСМО»

2020

УДК 523.6
ББК 22.655

Грегори Т.

Метеориты. Космические камни, создавшие наш мир /
Т. Грегори — «Эксмо», 2020 — (Космос на ладони. Лучшие
книги про Вселенную)

ISBN 978-5-04-185385-3

Геолог Тим Грегори показывает, что под обугленными корками этих небесных камней лежит ошеломляющее разнообразие типов горных пород. Их уникальные составляющие, яркие цвета и резкие запахи содержат захватывающие истории о межзвездных облаках, конденсирующейся звездной пыли и огненных столкновениях целых миров. Грегори исследует мир метеоритов, чтобы по-новому взглянуть на то, какой была наша Солнечная система до того, как наше Солнце стало звездой, на создание нашей планеты и появление на ней жизни. Человечество издавна искало в небе ответы на важные вопросы. Эта книга показывает, как наука, наконец, приходит к ответам на те самые вопросы. В формате PDF А4 сохранен издательский макет книги.

УДК 523.6
ББК 22.655

ISBN 978-5-04-185385-3

© Грегори Т., 2020
© Эксмо, 2020

Содержание

Пролог	7
1. Небесные камни	10
Конец ознакомительного фрагмента.	22

Тим Грегори

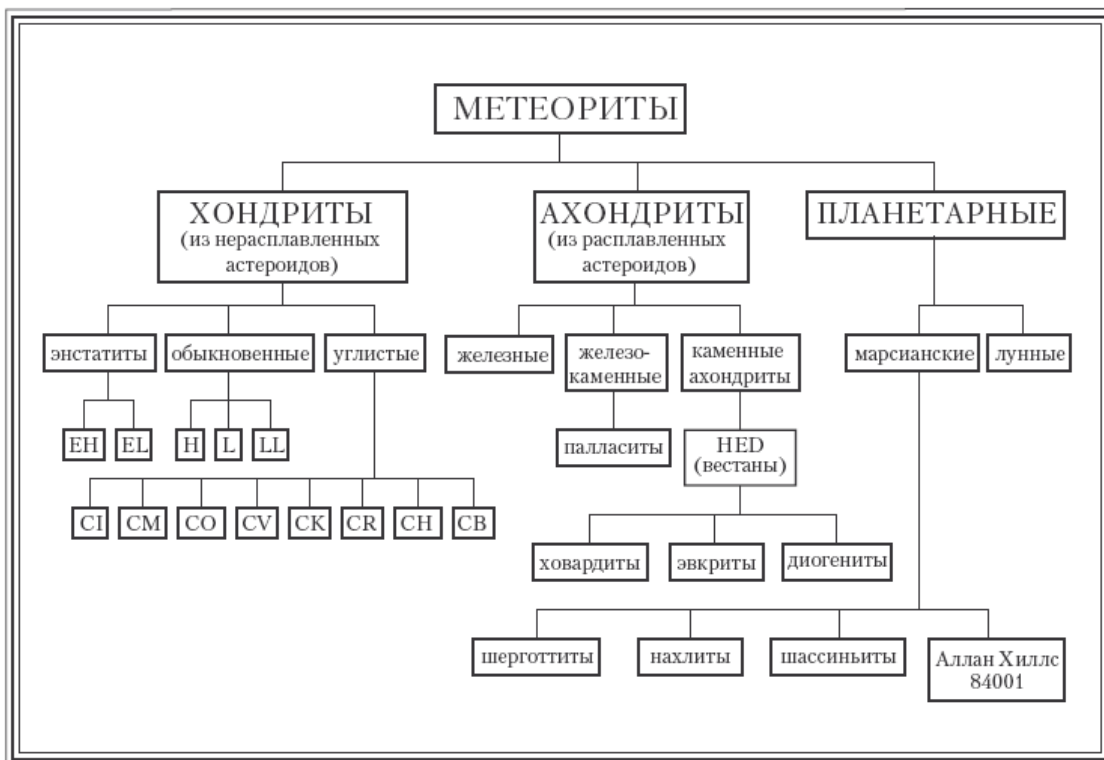
Метеориты. Космические камни, создавшие наш мир

Эта книга посвящается тебе.

METEORITE: The Stones From Outer Space
That Made Our World by TIM GREGORY
Copyright © Tim Gregory 2020



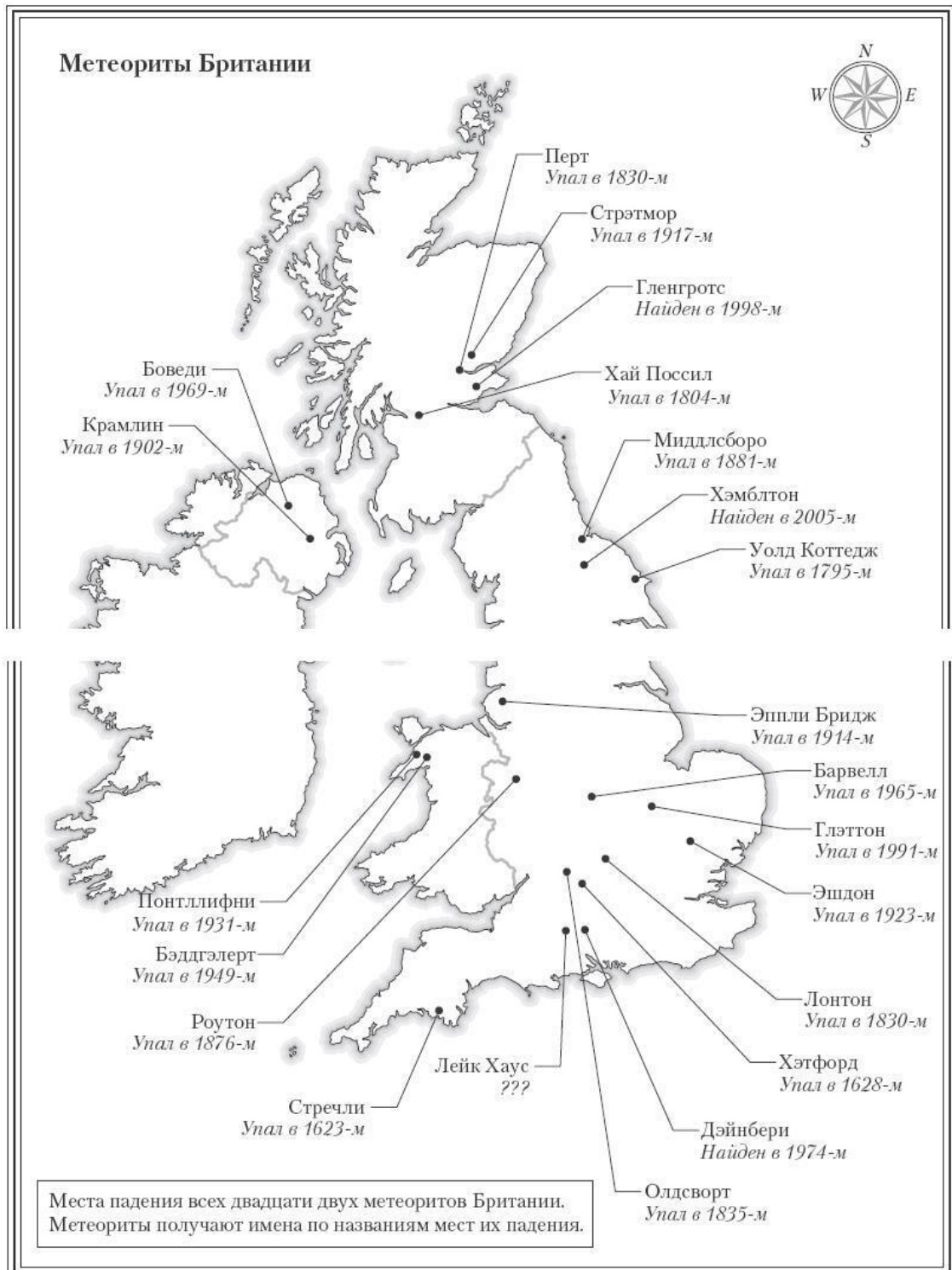
© Масленников К. Л., перевод на русский язык, 2021
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2023



Всяк, кто в печали над плитой стоит,

*Подумай, сколь мгновенно я убит.
Смерть не всегда предупреждает нас –
Будь в жизни начеку во всякий час.*

Эта элегия выбита на надгробном камне Джона Шипли (1779-1829). Его прах покоится на кладбище Уолд Ньютон, что в Ист Райдинге, в Йоркшире. Джон Шипли, крестьянин из расположенного по соседству поместья Уолд Коттедж, пожалуй, первый человек в истории, который едва не погиб от удара метеорита.



Пролог

Высечено в камне

Древнейшие мифы и легенды рассказывают о фантастических существах и необычайных событиях. Солнце путешествует по небу на колеснице; гигантские змеи пожирают миры; духи заклинаниями вызывают Вселенную из небытия; мир возникает из расчлененных тел богов. Эти истории создавались людьми, жившими задолго до появления научного метода. И хотя с современной точки зрения мифы, возможно, кажутся далекими от реальности, именно они задавали рамки, в которых наши далекие предки воспринимали окружающий мир.

На протяжении большей части истории человечества эти рассказы передавались из уст в уста. Единственным местом, где они могли храниться, была человеческая память. И если какие-то истории или идеи, зачатки понимания того, что происходит в мире, не были рассказаны, услышаны, а после переданы другим слушателям, они умирали вместе с памятью человека, в которой они хранились. Мифы, легенды и идеи могли пережить краткие сроки человеческого существования только посредством устных рассказов и запоминания этих рассказов слушателями.

Должно было пройти около 125 000 лет человеческой истории, чтобы мифы и идеи смогли получить свободу – выйти за рамки памяти и воплотиться в виде объектов реального мира. Древнейшее из известных на момент написания этой книги изображений, созданных человеком, обнаружено в пещере Бломбос в Южной Африке. Его возраст около 75 000 лет. Это невзрачный обломок камня поперечником в несколько сантиметров он легко уместится между большим и указательным пальцами), разукрашенный сетчатым узором, нанесенным красно-оранжевой глиной. Первобытным художникам камни заменяли и бумагу, и чернила: камень был первым материальным носителем, на котором люди сознательно отражали и фиксировали свои мысли.

Традиция запечатлевать этим способом рассказы и идеи просуществовала довольно долго. По мере того как человеческая история медленно продвигалась вперед, физическое представление сохраненных мыслей становилось все более изощренным. Рассказы сохранялись все подробнее. Спустя тридцать пять тысячелетий после того, как кто-то нанес решетчатый узор на камень в Бломбосе, в Маросе, что в Индонезии, наши предки научились изображать животных на известняковых стенах пещер. Люди рисовали самое важное в их жизни – животные были источником пищи, без которой все племя могло погибнуть. В этих рисунках сквозит поклонение. Животные могли представлять главными действующими лицами всей жизненной истории безымянных художников, основой их мира – таким образом, рисуя их на каменных стенах пещер, люди запечатлевали историю своей жизни.

Но на стенах остались и тени их обитателей. В пещерах Мароса можно увидеть с десятков отпечатков человеческих рук. Люди прижимали растопыренные ладони к холодной стене пещеры и обрызгивали их влажным красителем, вероятно, изо рта. Такой простой акт обозначил еще один гигантский прыжок вперед в сознании наших предков. Эти отпечатки – явные попытки оставить свой след в физическом мире, древнейшая версия надписи «ЗДЕСЬ БЫЛ Я». Вероятно, тогда у людей уже было представление об осязаемом будущем, о времени, когда их самих на Земле не будет и история мира будет продолжаться без них. И вот теперь, спустя 40 000 лет, мы читаем краткую историю их жизни на известняковой стене пещеры.

Настоящая письменность появилась всего лишь около 5 000 лет назад, когда прошло более 97 процентов времени существования человеческого вида на Земле. Написанные слова вначале создавались так: символы вдавливали в глиняные таблички или вырезали на них. Позже появились чернила и пергамент. Цель всего этого была проста и изящна: мысли и исто-

рии теперь могли навсегда остаться в физическом мире, сохраниться дословно и точно, чтобы позже их прочитал кто-то другой. Кроме слова произнесенного появилось еще одно средство, при помощи которого мысли одного человека могли попасть в голову другого, но теперь это могло происходить и за пределами жизненного срока того, в чей голове эти мысли возникли. Человечество, таким образом, вплотную подошло к способности читать чужие мысли и общаться с мертвыми (хотя, надо признать, это общение одностороннее). И все это стало возможным благодаря странного вида крючкам и палочкам, вырезанным на каменных табличках, нацарапанном чернилами на кусках пергамента или, как в случае с этим текстом, напечатанным на бумаге (а может, светящимся на экране электронной книги).

Письменность меняет способ сохранения мыслей и во многом устраняет двусмысленности и искажения, возникающие при их передаче от говорящего к слушающему. Она, кроме того, облегчает восприятие и понимание сделанных кем-то открытий: теперь новым поколениям не нужно заново постигать мир с самого начала, самостоятельно добывая уже полученные кем-то знания, и приходиться к идеям, которые уже у кого-то родились. Это высвобождает время и экономит энергию мысли, которые теперь можно направить на новые открытия, на проникновение в новые глубины понимания.

Выходит, что наша способность познания и понимания мира все ускоряется благодаря многовековой традиции записывать истории. И началось все это с надписей на камне.

Параллельные истории

Камни хранят и другую историю, хотя она записана не нами. Ее записала Природа, а началась эта история задолго до начала истории человечества – очень, очень задолго. И разворачивается она на шкале времени настолько огромной, что человеческому уму не под силу ее представить.

Эта история началась примерно четыре с половиной миллиарда лет назад. В таком масштабе времени исчезающе малыми выглядят 200 000 лет, на протяжении которых на этой планете живут люди. И называется этот масштаб соответственно: «геологическое время». На этой временной шкале разворачивается история Земли как планеты: движутся континенты, океанское дно поднимается и образует зубчатые горные хребты, миллионы видов живых существ появляются, эволюционируют и исчезают бесследно.

Чтобы хоть немного ощутить всю грандиозность геологического времени, нам придется прибегнуть к аналогиям и метафорам. Представьте себе, что все четыре с половиной миллиарда лет геологической истории спрессовались в один день – в двадцать четыре часа. В этом масштабе вся история человечества займет каких-то четыре секунды. Решетчатый узор из Бломбосской пещеры был нанесен на камень полторы секунды назад. А письменность существует всего одну десятую долю секунды – в буквальном смысле одно мгновение. Динозавры, которых часто считают древнейшими обитателями Земли, жившими в невообразимых глубинах прошлого, начали разгуливать здесь примерно час с четвертью назад, и время, которое им суждено было провести на нашей планете, подошло к концу минут через пятьдесят пять. Деревья существуют всего часа два. Голая каменистая пустыня, какой была до этого земная поверхность, лишь два с половиной часа назад покрылась растительностью, а еще за полчаса до этого ничего живого не встречалось и в глубинах океана. История Земли – ее геологическая история – рассказывает нам о ее жизни как планеты с момента образования и до сегодняшнего дня. И оказывается, что за это время с Землей произошли невообразимые перемены. Большая часть этой истории утеряна – так же как и большая часть истории человечества – но многие сведения остаются доступными, если вы знаете, где их найти и как прочесть. Подобно ранним страницам человеческой истории, они тоже записаны в камне и могут быть прочитаны на языке геологии.

Словно страницы книги

Накопление ила в темных океанских безднах; кристаллизация расплавленных пород глубоко под земной поверхностью; блуждания песчаных дюн в древних пустынях: процессы, ведущие к рождению камня, чаще всего можно отследить по их геологическим характеристикам. Каждая отдельная порода имеет свою индивидуальную историю, но когда они выстраиваются в последовательность, перед нами разворачивается их общая история, намного более длинная. Разыскивая обрывки страниц этой геологической книги по всему земному шару, восстанавливая их и переворачивая одну страницу за другой, мы многое узнаем о нашей планете.

Но история Земли, в которую включена и наша собственная, только один из частных сюжетов гораздо более грандиозной повести. Ее начало скрыто в невообразимо далеком прошлом, и на этот раз масштабы намного превосходят шкалу планетарного времени: здесь вступают в силу астрономическое время и межзвездные расстояния. Речь идет об истории всей Солнечной системы.

В нашем уголке космоса с Землей соседствует множество планет. Среди них два газовых гиганта, два ледяных, четыре каменных планеты, сотни лун, миллиарды комет и астероидов. Все они обращаются по своим орбитам вокруг центрального светила – Солнца, нашей материнской звезды. И хотя каждая планета, как большая, так и малая, имеет свою уникальную историю, у всех у них одинаковое наследство: они принадлежат к одной Солнечной системе. Если мы сумеем проследить их индивидуальные истории достаточно глубоко в прошлое, мы увидим, что они восходят к общему началу. Первые несколько страниц во всех этих историях одинаковые.

Земные камни мало могут рассказать о происхождении и образовании Солнечной системы, потому что глубина их прошлого ограничена. Когда формировалась Солнечная система, Земли еще не было. Да и на протяжении всей истории Земли геологические силы непрерывно преобразовывали, разрушали и снова создавали земные камни: они подвергались мощным тектоническим воздействиям в ходе перемещения плит и влиянию климатических факторов вроде выветривания. Первые страницы геологической истории Земли стерты или утрачены, а многие более поздние главы многократно перепечатывались.

Но, к счастью для нас, все же существуют камни, на которых запечатлелись следы событий, происходивших в пору образования Солнечной системы. Некоторые из них сохранились до сегодняшнего дня – они-то и являются древнейшими объектами нашего участка космоса. И хотя на многие вопросы ответов пока получить не удастся, все-таки, используя язык геологии и научные методы, мы сумели прочесть рассказ древних камней о ранней эпохе существования Солнечной системы и узнали множество ярких подробностей этого времени. Теперь мы знаем, как зарождалась Солнечная система, как образовались все планеты и в конечном счете как появились мы сами.

Камни эти не родились на Земле. Они упали на Землю с неба. Мы зовем их метеоритами.

1. Небесные камни

Когда любопытный взор наших далеких предков обращался к звездам, они замечали летящие огни, которые прочерчивали яркий след через все небо. В любую безоблачную ночь в любой части света, если запастись терпением, можно было наблюдать это прекрасное зрелище. Падающие огни, названные метеорами от греческого слова цетесород (*метеорос*) — «парящий в воздухе», были привычны для населяющих Землю людей еще на заре существования нашего биологического вида. Мы никогда не видели неба без метеоров.

Во всем мире это явление по-прежнему поражает человеческое воображение. Когда очередная «падающая звезда» прочерчивает огненный след на небе, мы и сейчас суеверно загадываем желание.

Но метеоры и их более крупные и яркие сородичи, болиды, это, конечно, не звезды. Их происхождение оказалось столь неожиданным, столь необыкновенным, что только около двухсот лет назад наука смогла его установить и оценить значение этого открытия. Метеоры и болиды имеют отношение не столько к астрономии, сколько к геологии. «Падающие звезды» оказались летящими из космического пространства камнями.

Типичный метеор, мчащийся со скоростью от двадцати до семидесяти километров в секунду, пролетает над всей территорией Британии за каких-то полминуты. Подобно разрезающему воду носу корабля, падающие камни на лету разрезают воздух земной атмосферы, сжимая при этом газ с огромной силой. В результате быстрого и сильного сжатия температура воздуха мгновенно возрастает до нескольких тысяч градусов, и раскаленный газ начинает светиться.

Лобовая поверхность падающего камня нагревается до температуры гораздо более высокой, чем у лавы, извергающейся из жерла вулкана. Внешние слои камня постепенно испаряются и полностью выгорают.

Большинство камней за время падения сгорает без остатка, но некоторые – очень немногие – все же выживают в этом огненном аду и долетают до земной поверхности. Они и называются метеоритами.

Небесное поле

Около 4 000 лет назад в регионе Чако, на территории сегодняшней Аргентины, в предутренних сумерках люди ждали жаркого возвращения бога Солнца из-за горизонта. Вдруг, как гласит предание, он низвергнулся с неба и обрушился на Землю. Ослепительный свет внезапно залил сумеречное небо, и оглушительный грохот наполнил все вокруг. Бог явился людям в виде огромной глыбы железа, смоляно-черной на поверхности и серебристой изнутри. Огонь окружал его со всех сторон. Его прибытие на Землю сохранялось в коллективной памяти и мифологии народа Чако на протяжении примерно 3500 лет, вплоть до прихода испанских конкистадоров. В XVI веке европейские колонизаторы, вожделеющие золота, серебра и власти, объявили огромные территории Южной Америки своими владениями. И они обнаружили (несомненно, к большому своему недоумению), что инструменты и оружие аборигенов региона Чако сделаны из железа необычайно высокого качества. Местные легенды рассказывали о том, как в далеком прошлом бог Солнца упал на Землю в виде огромной глыбы железа. Но самоуверенные колонизаторы истолковали эти легенды по-своему – они надеялись, что за разговорами о гряде железа на деле скрываются указания на находящееся где-то поблизости богатое месторождение серебра.

В 1576 году испанцы заставили аборигенов провести их к упавшей с неба железной глыбе. Сетью протоптанных тропок они шли через плоскую пустынную равнину, полную водоемов и усыпанную камнями; время от времени им встречались круглые впадины поперечником в несколько метров. Местность называлась Пигуэм Нонральта (Piguem Nonralta), что испанцы перевели как *Campo del Cielo* (Небесное Поле). Здесь они достигли своей цели: большая глыба металла с гладкой поверхностью выступала наружу из гладкой почвы. Она достигала почти двух метров в поперечнике и весила на глазок тонн четырнадцать. Не обращая внимания на то, что для местного населения этот предмет был священным, испанцы откололи от глыбы несколько кусков для исследования.

Кузнец подтвердил, что металл был не серебром, а высококачественным железом. Колонизаторы сделали ошибочный вывод о том, что нашли месторождение железа и что большая глыба, которую они назвали *Meson de Fierro* (Железная Плита), это просто выход руды на поверхность. В окрестностях глыбы было найдено еще множество разбросанных кусков железа, но письменные свидетельства открытия пролежали незамеченными еще три столетия. В 1783 году Месон де Фьерро посетила последняя испанская экспедиция, после чего сведения о местонахождении глыбы были утеряны. Вряд ли экспедиция 1783 года имела техническую возможность куда-то увезти такую огромную массу железа – вероятно, глыба просто сползла в яму, а потом была занесена илом во время паводков и скрылась из виду.

Железо с Небесного Поля не похоже на земную руду – это метеоритное железо, и мы достаточно точно знаем, когда именно эти громадные глыбы космического металла свалились с неба. Определить это помогают следы лесных пожаров, вызванных падением. Раскаленные массы выжгли дотла кустарники и другую растительность на всей площади Небесного Поля. Тщательные измерения изотопного состава углерода в древесном угле позволили вычислить дату гибели растений – дату пожара, а это, в свою очередь, привело к дате падения метеорита. Он упал примерно 4000 лет назад, что вполне соответствует древним легендам и глубине родовой памяти местных жителей.

Кампо дель Сьело – необычно большой метеорит. Когда он врезался в атмосферу, он, вероятно, был единым огромным телом. Но, пока он летел к земной поверхности, большая его часть расплавилась и испарилась. В уменьшении массы тела сыграли свою роль и громадные силы давления: глыба развалилась на много фрагментов меньшего размера (но все еще огромных). Из-под земли на Небесном Поле было извлечено более дюжины крупных кусков метеорита, и, вероятно, еще больше так и остается под землей.

Один такой кусок, называемый «Оптумпа», поперечником в один метр и весом более полутонны, и сейчас находится в экспозиции Музея естественной истории в Лондоне. Я видел его на школьной экскурсии, когда мне было девятнадцать, – тогда я пришел в этот музей впервые. Помню, как я сказал тогда мистеру Карри, моему учителю геологии по программе A-level: «Хотел бы я когда-нибудь здесь работать». А потом вышло так, что я писал здесь некоторые части моей докторской диссертации. С тех пор у меня к Оптумпе особо нежное чувство.

Небесный металл

Среди пустынь Центрального Ирана лежит древний город Тепе Сиалк. Археологические раскопки в этом месте начались в первом десятилетии прошлого века. С тех пор здесь обнаружены сотни артефактов: образцы древней архитектуры, изысканная керамика, богатые захоронения. Среди найденных предметов – три маленьких железных шарика или бусины, возраст которых оценивается примерно в 6 300 лет. Их назначение неизвестно. Однако они привлекли внимание археологов не своей формой, а тем, из чего они сделаны. Эти шарики появились примерно за 3 000 лет до наступления железного века. Когда они были изготовлены, люди еще не умели ни выплавлять железо, ни обрабатывать.

Современный анализ бусин доказал их небесное происхождение. Это кусочки ковкого метеоритного железа, превращенные умелыми мастерами в шарики при помощи молота. В каменном веке такой металл – плотный, блестящий, мягкий и прохладный на ощупь – должен был казаться жителям Тепе Сиалк волшебным. Неизвестно, видели ли они, как эти кусочки железа падали с неба, или просто нашли их в пустыне, раскинувшейся вокруг города. Так или иначе, эти маленькие шарики остаются одним из самых древних примеров железных изделий на Земле.

Есть что-то волнующее в том, что в первом контакте человечества с железом – металлом, который так много значит для нашей современной цивилизации, – участвовало железо небесного происхождения. Здесь сошлись вместе две истории, которые поначалу кажутся такими разными и независимыми друг от друга, но которые, как мы увидим, тесно переплетены: история космоса и история человечества.

Достойно царя

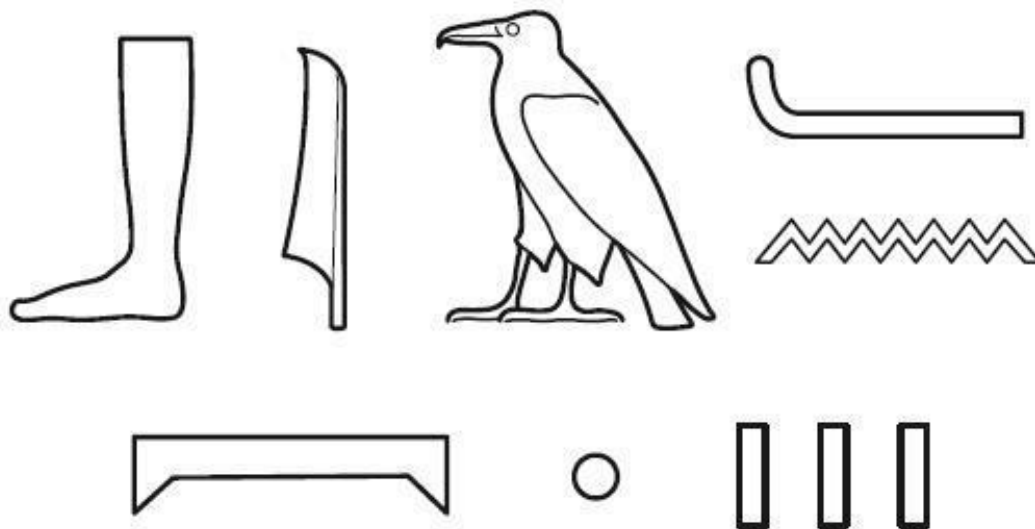
Когда в 1922 году археологи открыли гробницу фараона Тутанхамона, среди множества сокровищ они обнаружили прекрасный железный кинжал с золотой рукояткой и богато украшенными ножнами; он находился между льняных покрывал, в которые было укутано мумифицированное тело усопшего фараона, прежде чем его навеки скрыли в саркофаге.

Сомнения в том, что метеоритному железу приписывалось сакральное значение, рассеялись, когда в Египетском музее Каира был проанализирован химический состав кинжала. После облучения сфокусированным пучком электронов объект начал флюоресцировать в рентгеновских лучах. Спектральный анализ «цветов» (длин волн) этих лучей и позволил выяснить химический состав металла.

Оказалось, что кинжал сделан из почти чистого железа с большой добавкой никеля: это железо, без сомнения, имеет небесное происхождение.¹ Металлы, состоящие из такой смеси элементов, на Земле не образуются. Кинжал Тутанхамона сделан из метеоритного железа. Для помещения в гробницу фараона отбирались лишь самые драгоценные предметы, поэтому очень вероятно, что этому металлу придавался священный смысл. Как и в случае с шариками из Тепе Сиалк, мы, возможно, никогда не узнаем достоверно, видел ли создатель этого изделия падающий с неба метеорит или просто нашел его в песках северо-восточных африканских пустынь. Но есть все же свидетельства, что у древних египтян было некоторое представление о небесном происхождении этого металла.

Примерно в ту же эпоху, когда Египтом правил Тутанхамон, в употребление вошло новое сочетание иероглифических символов, которое можно перевести как «железо с неба».

Использовалось это сочетание для обозначения всех видов железа, небесных или явно земных. Таким образом, хоть и немного двусмысленное, оно все же предполагает наличие сведений о том, откуда это железо взялось.



Некоторые древние культуры находили связь между метеорами, болидами и странными объектами, которые иногда сопровождали эти явления. Древние, вероятно, знали, что куски железа время от времени валяются с неба, и поклонялись им. Они чувствовали важность этих объектов. Однако эти знания, как и многие другие, были утеряны в эпоху Темных веков и оставались забытыми более 2 000 лет. В Новое время наука заново пришла к мысли, что камни могут падать с неба: в XVIII веке, в эпоху Просвещения, целый ряд случайных событий такого рода и интуитивные прозрения привели к установлению этой точки зрения в Европе.

* * *

В 1751 году на севере Хорватии спокойствие мирного летнего вечера было нарушено редким космическим событием. Мягкое вечернее освещение вдруг сменилось ослепительной вспышкой, охватившей все небо над деревней Храшчина. Почти сразу же после вспышки над окрестными полями раздался оглушительный гром, который был слышен на площади почти в 2 000 квадратных километров; рокочущее эхо взрыва звучало как грохот множества тяжелых повозок по каменной мостовой. Семеро очевидцев, прогуливавшихся этим вечером на открытом воздухе, вспоминали, что видели, как с неба падали два огненных шара, соединенных сверкающей огненной цепью. Некоторые даже рассказывали, что на свежевспаханное поле упали два больших камня и там, где они обрушились на землю, в почве образовались огромные трещины. Упавшие обломки впоследствии были извлечены из мягкой почвы – один из них находился на глубине почти в полтора метра. Камни были покрыты странной черной коркой, как будто обожжены в сильном пожаре – эта корка скрывала их металлическую природу. Длинные дымные шлейфы, тянувшиеся за падающими огненными шарами, висели в вечернем воздухе еще несколько часов, пока не рассеялись в ночной темноте. Рассказ о событии был записан местным священником: «В невежестве своем простые люди думали, что небеса разверзлись».

В этом нет ничего удивительного. В середине XVIII века взрывы в небе происходили не каждый день! И здравый смысл подсказывал, что твердые объекты не падают с неба ни с того ни с сего. Да это просто смешно: в конце концов, как всем известно, небеса –местилище всего идеального, в них не может быть никакого изъяна. Исаак Ньютон, один из величайших и наиболее влиятельных ученых предшествовавшего тысячелетия, в своем труде «Оптика», опубликованном в 1704 году, утверждал, что если его закон тяготения верен, то космическое пространство с необходимостью должно быть свободно от всех малых объектов, включая камни

и куски металла. Согласно общему мнению, метеоры представляли собой чисто атмосферное явление и не могли иметь ни малейшего отношения к Небесам.

А если в космосе нет каменных тел, кроме планет, лун, да еще временами комет, то камни, конечно же, падать с неба на землю никак не могут. И тем не менее семеро очевидцев из Северной Хорватии под присягой поклялись, что они действительно видели: камни падали с неба, причем, по всей видимости, ниоткуда.

Принимая очевидное

Эрнст Флоренс Фридрих Хладни родился на востоке Германии в 1756 году. С детства он увлекался физикой и другими естественными науками. Но его отец этих увлечений не одобрял, и Хладни стал изучать право и философию; в возрасте двадцати шести лет он получил докторскую степень в области права. После смерти отца, однако, Хладни быстро вернулся к своей прежней страсти. В 1787 году он опубликовал фундаментальный труд по физике звука, *Entdeckungen über die Theorie des Klanges (Открытия в теории звука)* и вошел в историю физики как «отец акустики». В меньшей степени известен значительный вклад, который Хладни внес в другую, совершенно новую область науки: космохимию.

Хладни вдохновила беседа с Георгом Кристофом Лихтенбергом, выдающимся натурфилософом, которому в 1791 году случилось наблюдать великолепный болид над Геттингеном, на севере Германии. Хладни спросил, что его собеседник думает об увеличивающемся списке сообщений о болидах и о звучащих то там, то здесь рассказах о странных камнях и кусках металла, падающих с неба. Лихтенберг отвечал, что, по его мнению, болиды не атмосферное, но космическое явление, рождающееся в глубинах пространства. Он предположил, что свидетельства о камнях и кусках железа, падающих с неба, могут оказаться и правдой, хоть сам-то он в это не очень-то верит.

Этот разговор воспламенил воображение Хладни. Последовавшие несколько недель он провел в Геттингене, составляя список из двадцати четырех хорошо задокументированных болидов, наблюдавшихся между 1676 и 1783 годами. В восемнадцати случаях явления якобы сопровождалось падением с неба кусков камня, хотя большинство ученых сомневались в правдивости этих заявлений. Упавшие тела, по всей видимости, отличались друг от друга по своей природе: некоторые были каменистые, некоторые металлические, а некоторые казались смесью тех и других. Хладни записал свидетельства об их скорости, видимых размерах, траекториях полета и о других мелких подробностях, таких как количество и сила видимых взрывов или громоподобные звуки во время падения. Все описания выглядели удивительно похожими. Несмотря на то что отчеты были разбросаны внутри временного интервала более чем в столетие, а события, описанные в них, происходили на разных континентах, они обладали поразительным сходством друг с другом. Благодаря своей юридической практике Хладни был мастером добиваться правды от свидетелей в судебных делах. Он видел, что собранные им свидетельства правдивы – слишком они были похожи друг на друга, чтобы это могло оказаться совпадением. И чего ради очевидцы стали бы лгать? А если бы они не говорили правду, как могли бы их показания оказаться настолько похожими?

В 1794 году Хладни поделился этими мыслями с научным миром в своем сочинении *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen* – это длинное название обычно сокращают до «Железных масс». Он доказывал, что «небесные камни» – и собственно камни, и металлические тела – действительно падают с неба и настолько же реальны, как земля, на которой мы стоим. Он утверждал, что и болиды, и падающие огни меньшего масштаба, которые испещряют ночное небо и называются *метеорами*, есть твердые объекты, летящие сквозь атмосферу с необычайно большой скоростью.

Впервые кто-то осмелился явно и недвусмысленно заявить, что болиды и метеоры («падающие звезды») есть твердые объекты. Это противоречило всем общепринятым представлениям того времени. Но Хладни пошел еще дальше – он заключил, что невероятная скорость, с которой болиды и метеоры несутся по небу, исключает возможность их атмосферного происхождения: чтобы двигаться с такой скоростью, метеорные тела, или метеориты, должны рождаться в космических сферах, далеко за пределами атмосферы. Они не с этой планеты. И еще Хладни утверждал, что странные камни с обугленными и почерневшими поверхностями, имеющие сходство с наблюдавшимися метеоритами, но не найденные непосредственно на месте падения болидов, тоже имеют космическое происхождение.

Радикальное расхождение с установившейся картиной мира не встретило в научном сообществе теплого приема. Даже Лихтенберг вначале не мог с ним согласиться. Но в следующем году очевидцы снова узрели летящий по небу камень – и на этот раз он упал как раз в подходящем месте, в подходящее время и во владениях идеально подходящего человека.

Необыкновенный камень

Ист Райдинг в Йоркшире. Зеленые холмистые уголья, привольно раскинувшиеся вокруг, перемежаются живописными селениями. Но однажды в декабре 1795 года мирная тишина этих мест была нарушена взрывами, прогремевшими с неба. Их грохот был слышен даже в поселках на морском побережье, за пятнадцать километров отсюда. Под раскаты этого грохота трое крестьян, раскрыв рты от изумления, смотрели, как с неба на поле с глухим стуком обрушился большой камень. Один из крестьян, Джон Шипли, стоял всего метрах в восьми от места его падения. В воздух взлетели влажные комья земли. Двадцатипятикилограммовый камень размером с каравай хлеба летел с такой скоростью, что врезался в почву на полметра вглубь и остановился, наткнувшись на каменистый слой, скрытый под дерном.

Эдвард Топхэм, владелец соседнего поместья Уолд Коттедж, в день падения метеорита был в отъезде по делам. Драматург, основатель скандальной газеты «*The World*», Топхэм был яркой фигурой позднегеоргианского Лондона. Его знаменитые бакенбарды фасона «каре барашка», необычное чувство стиля и харизма создали ему репутацию весьма эксцентричной личности; он частенько становился мишенью для карикатуристов. При этом все считали его человеком честным и справедливым. За несколько лет до описываемого события он удалился на покой в свой Уолд Коттедж, где жил с тремя дочерьми (считавшимися «лучшими наездницами в Йоркшире»). Ходили слухи, что он собирается провести остаток жизни, занимаясь фермерством, разведением борзых и написанием истории своей жизни. Его псарня давно уже считалась лучшей во всей Англии, а борзая по кличке Снежок – «одной из самых быстрых борзых, каких только видел свет». Но метеорит разрушил все его планы. Мемуары так и не были написаны.

Вернувшись домой, Топхэм обнаружил, что упавший с неба камень, который крестьяне притащили в усадьбу, произвел невиданный ажиотаж: на протяжении трех недель каждый день по тридцать-сорок человек приходили посмотреть на эту диковину, а самого хозяина дожидается груда писем, авторы которых требуют подробностей. Топхэм записал показания каждого из крестьян-очевидцев и опубликовал их вместе с собственными соображениями об этом странном событии в журнале *Gentleman's Magazine*.² Решающую роль сыграло то, что Топхэм поверил свидетелям происшествия – а все остальные поверили Топхэму. Но тайна самого явления оставалась нераскрытой – как мог камень свалиться с неба, было непонятно. Сумасшедшая идея Хладни, что такие тела образуются в космическом пространстве, еще не успела овладеть умами.

Из Йоркшира в Лондон

Метеорит Уолд Коттедж уверенно становился общенациональной достопримечательностью. В томе «Йоркшир» иллюстрированной энциклопедической серии «Красоты Англии и Уэльса», издававшейся между 1801 и 1815 годами, событию в Уолд Коттедж было уделено большое внимание. Используя свои связи в столице, Топхэм добился отправки метеорита в Лондон, где он был выставлен на всеобщее обозрение в центре города. Выставку широко освещали газеты, включая «Таймс».

За скромную плату в один шиллинг (по нынешним ценам почти 4 фунта) посетитель мог увидеть странный объект своими глазами. За те же деньги он получал брошюру с рассказами троих поселян и маленьким изображением метеорита. Когда сэр Джозеф Бэнкс, президент Королевского общества, заплатил свой шиллинг, чтобы самолично увидеть знаменитый камень, он заметил, что экспонат выставки выглядит удивительно похожим на камень, по рассказам, упавший с неба во время пролета болида в Италии больше года назад. Оба камня выглядели почти одинаково, хотя упали в разных странах с интервалом между событиями больше восемнадцати месяцев.

Бэнкс, однако, твердо придерживался мнения, что эти камни образовались в атмосфере *посредством* метеоров, а не были *причиной* их появления. Остро заинтересованный, он привлек к исследованию молодого талантливый британского химика Эдварда Ховарда, попросив его сделать химический анализ обоих камней.

Член Королевского общества, Ховард был известен своими работами по синтезу новых взрывчатых веществ для огнестрельного оружия (причем в ходе своих опытов он получил множество травм). Ховард сумел раздобыть обломки еще шести метеоритов – таким образом, в его распоряжении оказалось целых восемь образцов. Они отличались своими геологическими характеристиками: четыре были действительно каменными, два – чисто металлическими и еще два состояли из смеси камня и металла.

Один из железных метеоритов предоставил Музей естественной истории в Лондоне: это был метеорит из Кампо дель Сьело. Объект, упавший с неба около 4 000 лет назад в Южной Америке, теперь исследовался в химической лаборатории викторианского Лондона: в этот момент духовное и научное значение метеоритов необратимо слилось.

Ховард опубликовал результаты своих изысканий в 1802 году, и его статья до сих пор остается одной из самых важных в истории метеоритики.³ Она была первым систематическим описанием химического и геологического строения метеоритов. Прежде некоторые химики уже пытались раскрыть химическую природу этих камней, но работа Ховарда была выполнена на гораздо более высоком уровне. Особое внимание он уделил каменным метеоритам. Он понял, что они состоят из бесчисленных отдельных зерен, которые он методично разделил на четыре различных вида: странные округлые глобулы, желтые пириты, маленькие металлические пузырьки и «сэндвичи» из комковатой породы, скрепленные тонким слоем земистой субстанции. Это была, вероятно, кропотливая работа: зерна каменных метеоритов крохотные. Все равно что вручную выбрать все маковые зернышки из мешка со смешанным птичьим кормом.

Ховард обнаружил, что маленькие металлические пузырьки в каменных метеоритах содержат никель. Прежде никель в изобилии находили в железных метеоритах французские химики; Ховард воспроизвел и подтвердил их выводы на своей выборке железных и железно-каменных образцов. Для камней земного происхождения высокое содержание никеля крайне необычно – таким образом, Ховард впервые показал химическую связь каменных метеоритов с железными и железоканненными. Эти камни были непохожи ни на какие из описанных ранее.

«Неземное» обилие никеля в химическом составе небесных камней, огромные расстояния во времени и пространстве между их падениями при удивительном сходстве характеристик – все это подтверждало идею, над которой прежде смеялись: их небесное происхождение. Ховард не только нашел первое физическое свидетельство, подтверждающее гипотезу Хладни, но и создал новую отрасль науки – космохимию, химический анализ вещества космических тел.

И хотя это все еще выглядело невероятным, но, как прекрасно выразился сам Ховард, «не верить просто по причине непонимания значило бы ставить под сомнение большую часть творений природы».

Медленно и поначалу неохотно научный мир начал привыкать к идее, что метеоры и болиды и в самом деле вызваны тем, что на Землю из космического пространства падают камни и что иногда эти камни достигают земной поверхности. Можно считать счастливой случайностью, что метеорит Уолд Коттедж упал на земли Топхэма – ведь случись это на земле, принадлежащей кому-то другому, не наделенному таким даром создавать шумиху, и этот камень вполне могли бы приспособить для подпираания дверей. (Именно это произошло с метеоритом Лейк Хаус: он почти сто лет попросту валялся на крыльце одноименного елизаветинского поместья в Уилтшире, на юго-западе Англии, пока его небесное происхождение не было подтверждено учеными из Музея естественной истории в Лондоне.) А сегодня точное место падения метеорита Уолд Коттедж отмечено высоким обелиском из красновато-коричневого кирпича, воздвигнутым по указанию самого Топхэма. У его подножия лежит фигурная каменная плита, на которой вырезана следующая надпись:

Здесь,
На этом месте,
13 декабря 1795 года
Упал из Атмосферы
НЕОБЫКНОВЕННЫЙ КАМЕНЬ
Шириной 28 дюймов,
Длиной 30 дюймов,
и Весом 56 фунтов
КОЛОННА
В Память
об этом воздвигнута
ЭДВАРДОМ ТОПХЭМОМ
1799.

К середине XIX века разве только самые непробиваемые упрямы все еще не приняли гипотезу Хладни. Но одна серьезная проблема оставалась нерешенной: откуда именно брались в космическом пространстве метеориты?

Многие другие места

Хладни предполагал, что метеориты образовывались не просто за пределами земной атмосферы, но и вообще вне Солнечной системы. На межзвездное («между звезд») происхождение метеоритов, по его мнению, указывала огромная скорость, с которой они врываются в земную атмосферу. Другая теория Хладни состояла в том, что метеориты могут быть остатками разрушенной планеты – правда, наблюдения ночного неба в телескоп не давали никаких свидетельств существования крупных обломков планет. Очень скоро, однако, была предложена еще одна гипотеза происхождения метеоритов.

В 1802 году, тогда же, когда Ховард опубликовал свою работу о химической природе метеоритов, Пьер-Симон Лаплас, французский математик и астроном, выдвинул свою гипотезу о том, что метеориты все же рождаются поближе к нашему дому. Он предположил, что они прилетают с Луны. О своих наблюдениях извержений лунных вулканов в 1787 году уже сообщал немецко-британский астроном Уильям Гершель (впоследствии оказалось, что эти визуальные наблюдения были ошибкой). Лаплас предположил, что если на Луне действуют столь же могучие вулканические силы, какие мы видим на Земле, то продукты извержений могут выбрасываться из лунных вулканов в космическое пространство и долетать до Земли. Это выглядело вполне обоснованно. Гипотеза была так популярна, что в посвященном Йоркширу томе справочника «Красоты Англии и Уэльса» метеорит Уолд Коттедж и описывался как кусочек Луны.

Тем временем перечень известных метеоритов пополнялся. К середине XIX века в музейных коллекциях и кунсткамерах богатых собирателей хранилось более 150 небесных камней. Примерно как раз в это время гипотезе лунного происхождения был нанесен смертельный удар. В 1859 году американский астроном Бенджамин Апторп Гулд опубликовал свои расчеты вероятности того, что камень, выброшенный из жерла лунного вулкана, долетит до Земли: шансов оказалось меньше, чем один из миллиона. Вычисления Гулда показали, что на каждый кусок лунной лавы, попавший на Землю, должно приходиться более полутора миллионов кусков, выброшенных в глубокий космос. Так что, если бы 150 или близкое к этому число метеоритов, упавших на Землю за последние несколько столетий, действительно прилетели с лунной поверхности, размеры Луны должны были бы видимым образом уменьшаться из-за потери огромного количества вещества, извергаемого лунными вулканами. Однако на Луне не было заметно никакой потери вещества. Оказалось, что ответ на загадку происхождения метеоритов скрывался внутри другой проблемы, стоявшей перед астрономами того времени: проблемы «недостающей планеты».

В астрономии расстояния измеряют в «астрономических единицах», сокращенно – а.е. Эта величина примерно равна расстоянию между Солнцем и Землей, которое составляет около 150 миллионов километров. Астрономическая единица – большое расстояние. Свет, быстрее которого во Вселенной ничто не может двигаться, проходит 1 а.е. за восемь минут и девятнадцать секунд: для сравнения, чтобы проехать это расстояние на автомобиле, вам понадобилось бы более 150 лет. Меркурий, самая близкая к Солнцу планета, находится от него на расстоянии в 0,4 а.е. Следующая по удалению от Солнца планета, Венера, отстоит от нашего светила на 0,7 а.е.; Земля – на 1 а.е.; Красная планета, Марс – более чем на 1,5 а.е. Затем идет полоса пустого пространства, и только на расстоянии 5,2 а.е. от Солнца проходит орбита Юпитера. Провал между Марсом и Юпитером беспокоил астрономов на протяжении столетий. Многие считали, что в нем притаилась неоткрытая планета.

В новогоднюю ночь 1801 года итальянский астроном Джузеппе Пьяцци, работая у своего телескопа на Сицилии над составлением каталога звездных положений, заметил на небе нечто странное. Это была яркая точка необычного цвета, непохожая на звезду. (Надо сказать, что Пьяцци был опытным астрономом – он уже девять лет работал над своим звездным каталогом.) Заинтригованный, на следующую ночь он снова навел телескоп на нетипично выглядящую звезду и заметил, что ее положение немного изменилось. Это уж было совсем странно. Звезды не могут менять свое положение от ночи к ночи.¹ Пьяцци повторил наблюдения и в третью ночь – объект снова сдвинулся! Тут Пьяцци понял, что это ни в коем случае не звезда. Перед нами прекрасный пример того, как крупнейшие научные открытия начинаются с фразы «хм, как-то это странно выглядит».

¹ Это не совсем так. Все звезды на небе непрерывно движутся относительно друг друга, но так медленно, что от ночи к ночи это почти не заметно.

Сначала Пьяцци принял новый объект за комету. Для планеты он был слишком мал – выглядел в телескоп крохотной светлой точкой даже при самом большом увеличении. Но последующие наблюдения, выполненные как самим Пьяцци, так и его коллегами-астрономами, не выявили характерного туманного пятнышка, облачка, которое обычно окружает ядро кометы. Орбита, по которой это тело обращалось вокруг Солнца, тоже была совсем не похожа на кометную. Орбиты комет имеют форму очень вытянутого эллипса: они обращаются вокруг Солнца по траекториям, напоминающим вытянутую или сплюснутую окружность, а орбита нового объекта была почти круговой, что характерно для планет. Более того, тело обращалось вокруг Солнца как раз в «провале» между Марсом и Юпитером. Таким образом, Пьяцци случайно открыл «недостающую планету». Следуя давней традиции называть небесные тела именами богов – практика, в которой отразилась архаическая вера в сверхъестественную природу ночного неба, – он назвал новооткрытую планету Церерой в честь древнеримской богини плодородия.

Спустя всего год немецкий астроном Генрих Вильгельм Маттиас Ольберс нашел на небе еще один объект с похожими характеристиками. Он тоже перемещался по небу от ночи к ночи, и его орбита тоже была слишком близка к круговой, чтобы это могла быть комета. Туманный ореол, окружающий все кометы, у этого тела тоже отсутствовал, и орбита его лежала в той же области Солнечной системы, что и орбита Цереры – как раз между Марсом и Юпитером. Ольберс назвал новую планету Палладой в честь греческой богини мудрости. Как и Церера, Паллада была крохотной – выглядела просто искоркой света на черном фоне космического пространства. Было, однако, странно, что Церера и Паллада обращались вокруг Солнца примерно на одном и том же расстоянии. Астрономы предсказывали существование только одной «недостающей планеты», и никто из них не предвидел, что планет окажется две. Все остальные известные планеты на участках своих орбит доминировали – Церера и Паллада, казалось, были исключением из этого правила. Ольберс предположил, что это уцелевшие фрагменты большой планеты, развалившейся на куски, – возможно, из-за катастрофического столкновения с кометой или внутреннего взрыва. Он предсказал, что вскоре будут найдены и другие фрагменты.

Гершель подытожил результаты этих открытий и привел характеристики двух новых «планет» в своей публикации, выпущенной Королевским обществом.⁴ Итак, эти тела в телескоп были видны, как звезды; по размерам они напоминали кометы, но не имели характерной для комет туманной оболочки и обращались вокруг Солнца по орбитам, типичным для планет. Так как эти объекты имели что-то общее и со звездами, и с кометами, и с планетами, но одновременно и отличались от них всех, Гершель предположил, что они могут относиться к новому классу астрономических объектов. Он придумал для них новое название: «астероиды», образовав его из греческих корней ἀστῆρ- (*астер*) и -ἴδος (*эйдос*), что вместе значило «похожие на звезды». Это слово, впрочем, прижилось не сразу, и многие астрономы еще долго называли новые тела «планетами» или «фрагментами планет».

Третий астероид, названный Юноной, открыл в 1805 году немецкий астроном Карл Людвиг Хардинг. А в 1807 году Ольберс обнаружил и четвертый (для него самого он был уже вторым) – Весту. То, что в промежутке между орбитами Марса и Юпитера оказалось уже четыре малых «планеты», говорило в пользу гипотезы Ольберса о развалившейся на куски планете. Становилось ясно, что между орбитами Марса и Юпитера происходило что-то странное.

Хладни ликовал. Ведь в своем труде «Железные массы» (*Ironmasses*) он давно уже высказал тогда еще ни на чем не основанную догадку, что метеориты могут быть малыми фрагментами разрушившейся планеты. Астероиды были физическим свидетельством того, что эта гипотеза вполне может оказаться верной. Возможно, метеориты были чем-то вроде шрапнели, образовавшейся в ходе планетарного катаклизма и долетевшей до Земли. Впридачу некоторые астрономы, оказывается, уже сообщали об изменениях в яркости астероидов: эти изменения могли свидетельствовать о том, что у малых планет неправильная форма. Если они и

вправду были кусками разрушенной планеты, то вполне естественно, что они представляли собой обломки, которые, беспорядочно вертясь в процессе орбитального движения, неравномерно отражают падающий на них солнечный свет.

Новых астероидов не открывали почти сорок лет. Но между 1845 и 1855 годами произошел настоящий бум: в каталоги было внесено еще *тридцать три* астероида. Теперь их общее число составляло тридцать семь. Еще через десять лет их стало уже восемьдесят пять. Теперь большинство людей понимают, что такого количества обычных планет существовать не может. Термин «астероид» стал общепринятым и проник в разговорную речь. Пространство между орбитами Марса и Юпитера стали называть «поясом астероидов»: оказалось, что астероиды образуют обширную зону каменных обломков, обращающихся вокруг Солнца. Пояс астероидов расположен на расстоянии примерно от 2 до 4 а.е. от Солнца, а его ширина – почти 300 миллионов километров – вдвое больше расстояния между Солнцем и Землей. Так орбита «недостающей планеты» превратилась в обширное межпланетное поле, населенное астероидами.

Примечательные разрывы

По мере того как открывались все новые и новые астероиды и вычислялись их орбиты, появилась возможность исследовать структурные детали пояса астероидов. Американский астроном Дэниэл Кирквуд в 1866 году описал «примечательные разрывы» – замеченные им концентрические зоны, в которых астероиды не появлялись. Эти промежутки были в его честь названы «люками Кирквуда». Таким образом, пояс астероидов был не просто хаотическим кольцом обломков, обращающихся вокруг Солнца: он состоял из ряда концентрических колец. Кирквуд правильно объяснил природу этих промежутков гравитационными взаимодействиями астероидов с крупнейшей планетой Солнечной системы – Юпитером. В процессе сложного «танца» астероидов вокруг Солнца в сочетании с «танцами» планет, определенные области пояса оказываются в «орбитальном резонансе» с Юпитером. Согласно открытому Ньютоном закону всемирного тяготения, скорость, с которой движется по своей орбите вокруг Солнца планета, астероид или комета, зависит от расстояния между этим небесным телом и Солнцем. Чем дальше от Солнца находится орбита, тем медленнее движется по ней тело. Орбитальные резонансы в поясе астероидов возникают, когда отношение периодов обращения астероида и Юпитера может быть выражено целым числом.

Представьте себе Солнечную систему в виде циферблата, в центре которого находится Солнце, а планеты и астероиды обращаются вокруг него на разных расстояниях. И пусть орбита Юпитера очерчивает внешний край нашего циферблата. Теперь представьте астероид, орбита которого пролегает ближе к центру циферблата (то есть ближе к Солнцу): этот астероид будет совершать один оборот быстрее, чем Юпитер, расположенный дальше. Допустим, мы установили, что этот астероид совершает оборот вокруг центра часов (то есть один оборот по орбите вокруг Солнца) вдвое быстрее Юпитера. За один оборот Юпитера происходит два оборота астероида. Эта ситуация называется орбитальным резонансом 2:1. Тогда на каждом втором орбитальном обороте астероида и Юпитер, и астероид будут на циферблате одновременно на двенадцати часах. В этом положении мощное гравитационное поле Юпитера будет слегка подтаскивать астероид к планете, из-за чего его орбита будет становиться более эллиптической. За сотни тысяч оборотов влияние этих малых гравитационных толчков на двенадцати часах будет накапливаться, и резонанс выбросит астероид на хаотическую орбиту. Подобные резонансы (и, следовательно, разрывы в положениях орбит) образуются при отношениях периодов обращения 3:1, 5:2, 7:2 и 7:3.

Хаотические орбиты могут привести астероид в безопасное положение в более гравитационно устойчивой части пояса. А некоторые астероиды могут быть вообще выброшены из пояса – либо в сторону Солнца, во внутреннюю часть Солнечной системы, либо вовне,

в ее ледяные периферийные области. В результате изменения орбит между астероидами могут происходить и катастрофические столкновения с образованием роев мелких обломков – «шрапнели». Но какова бы ни была их дальнейшая судьба, все астероиды, обнаруживаемые внутри областей орбитального резонанса, обречены на то, чтобы быстро эту область покинуть. Поэтому в поясе и образуются разрывы, пустоты, в которых астероидов почти не встречается.

Орбитальные резонансы, создающие пустоты в астероидном поясе, обеспечивают условия, при которых астероиды и их мелкие обломки могут сталкиваться и уходить в другие области Солнечной системы. И если в результате этих возмущений орбита астероида или обломка пересекает орбиту Земли, появляется потенциальная возможность захвата этого тела Землей при ее движении вокруг Солнца. Ученые XIX века не сбрасывали со счетов заманчивое предположение, что метеориты могут оказаться именно такими фрагментами пояса астероидов.

Астероидная шрапнель

Пока астрономы глядели вверх в свои телескопы, геологи смотрели вниз: в окуляры микроскопов. В середине XIX века французский геолог Адольф Буасс думал, что он нашел доказательство происхождения метеоритов из обломков планеты, что соответствовало астероидной гипотезе. Он расположил данные об упавших метеоритах в порядке убывания их плотности, так, что получившаяся последовательность напоминала внутреннее строение планеты, похожей на Землю: железные метеориты в центре, представляющем собой металлическое ядро, выше – гибридные железокремниевые, а затем кремниевые метеориты, соответствующие внешней каменной мантии и коре. Сходство состава метеоритов с составом слоев большой планеты было веским физическим доказательством того, что астероиды действительно являются частями фрагментированной планеты и что метеориты происходят из них.

Однако очень важный вопрос по-прежнему оставался нерешенным. Хладни когда-то уже указывал в своих *«Железных массах»*,

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.