

ФОРМЫ ЛУННОГО РЕЛЬЕФА

Лунные моря — самые крупные и заметные детали лунного рельефа. Очертания их границ («берегов») в большинстве случаев округлые, а поперечники некоторых лунных морей близки к 700—900 км. Среди «круговых», или, как их еще называют, кратерных, морей наибольшими размерами отличаются Море Дождей, Море Ясности, Море Влажности, Море Нектара и Море Кризисов. К числу кратерных морей принадлежит и Море Москвы на обратной стороне Луны. На границе видимого и невидимого полушария Луны земному наблюдателю частично видны кратерное Море Смита и некоторые еще меньшие кратерные моря.

Характерно, что каждое кратерное море полностью или частично окружено гористым берегом, напоминающим вал лунного кратера. Сходство здесь не только внешнее. Существует почти непрерывный переход от огромного Моря Дождей с поперечником, близким к 700 км, к таким кратерам с темным дном, как, например, О. Струве (диаметр 255 км) или Гримальди (диаметр 192 км). Ничто по существу не мешает назвать, скажем, Гримальди маленьким кратерным морем или, наоборот, Море Дождей — исполинским кратером. Несомненно, что и те и другие образования имеют общую природу и происхождение. У единственного лунного океана (Океан Бурь) очертания неправильны, как и у некоторых лунных морей (например, Море Спокойствия, Море Красное и др.). Как и кратерные моря, эти образования представляют собой те части лунной поверхности, где когда-то (для разных морей в разные эпохи) из недр Луны излилась лава. По существу каждое из лунных морей действительно в прошлом было расплавленным лавовым морем. Напомним, что магмой геологи называют глубинные массы минеральных и летучих веществ, находящиеся в состоянии расплава. Лавой называют магму, извергнутую на поверхность и потерявшую при этом большую часть летучих веществ. Застывшая лава имеет более темную окраску, чем остальная лунная поверхность. Этим и объясняется серовато-коричневатый оттенок лунных морей.

Заливы и озера на Луне — это части лунных морей, выделенные иногда весьма условно. Творчество в этой области отнюдь не завершено. Недавно, по предложению американских ученых, та часть Моря Облаков, где прилунилась меж-



Рис. 14. Карта высот и понижений на лунной поверхности (изображение обратное).

планетная автоматическая станция «Рейнджер-7», была названа Морем Познанным.

Для того чтобы охарактеризовать высоты и глубины отдельных точек лунной поверхности, в селенографии введена некоторая условная средняя лунная сфера, радиус которой равен 1738 км. Считается, что все точки поверхности этой сферы имеют высоту (и глубину), равную нулю. Поэтому в дальнейшем читатель должен иметь в виду, что все глубины и высоты вычисляются по отношению к воображаемой средней лунной сфере. На карте высот и глубин лунной поверхности (рис. 14) видно, что лунные моря в целом представля-

ют собой впадины, депрессии в отличие от остальной части поверхности Луны, условно именуемой сушей. Впрочем, и здесь немало условностей.

Самые большие глубины (около 4 км) находятся в Окее Бурь. Море Ясности и Море Дождей в среднем имеют глубину около 2 км, а Море Облаков — около 1 км. Примерно так же мелки, как и Море Облаков, крупные лунные моря, например, Море Спокойствия и Море Ясности. А залив Зноя в северной части Моря Облаков расположен на высоте 3 км.

Что касается суши, или, как еще иначе говорят, материковой части Луны, то наибольшие высоты (около 10 км) встречаются в районе южного полюса Луны. В целом южная половина видимого диска Луны материковая, в значительной доле имеющая высоту более 1 км, а в северной половине лунного диска сосредоточены лунные моря.

Та затвердевшая лавовая корка, которая образовала дно современных лунных морей, в разных местах имеет разную толщину. Иногда над уровнем лунного моря высывается полузатопленный лунный кратер. Толщина затвердевшей лавы здесь вряд ли превышает 1 км. В других местах лавовая корка так тонка, что сквозь нее явственно просвечивает вал затопленного кратера. Кстати сказать, такие не отбрасывающие теней затопленные глубоко лунные кратеры называются кратерами-фантомами или кратерами-призраками. В других местах застывшие лавовые потоки почти бесследно скрыли под собой затопленный и полуразрушенный древний лунный рельеф.

На поверхности лунных морей при удачных условиях освещения легко заметить извилистые возвышения, именуемые валами. Высота этих пологих возвышенностей над уровнем моря не превосходит 100—300 м, но протяженность их иногда значительна (сотни километров). По внешнему виду валы несколько напоминают веревки. Вероятно, они образовались при сжатии густеющего лавового моря (известно, что лава при затвердевании сжимается примерно на 10%)

Во многих местах в ходе эволюции Луны ее твердая поверхность растрескивалась, образуя многочисленные тектонические разломы в виде так называемых лунных трещин (рис. 15). Эти образования встречаются и на морях и на суше. В среднем длина крупных трещин близка к 100—120 км при ширине и глубине в сотни метров.

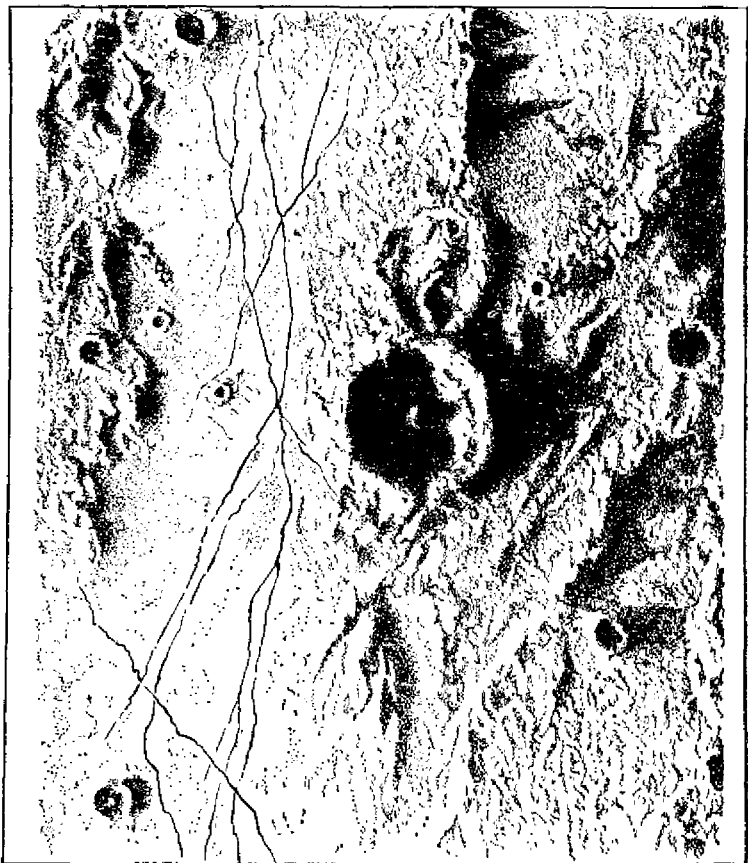


Рис. 15. Лунные трещины в окрестности кратера Триснеккер.

Самая заметная линия разлома на Луне — знаменитая Долина Альп, прорезающая лунный альпийский хребет. При длине более 120 км и ширине 10—15 км она имеет сравнительно гладкое дно и крутые, обрывистые берега.

Одна из трещин, расположенных вблизи кратера Триснеккер, в длину достигает 350 км, а в разрезе похожа на глубокий клинообразный земной каньон. Любопытно по своей форме, напоминающей букву W, трещина Геродот, выходящая из одноименного кратера.

В отличие от трещин лунные борозды внешне несколько напоминают русла бывших рек. Они сравнительно неглубоки, плавильсты, их дно плоское, а не клиновидное, как у большинства трещин, берега сглажены. Большое количество борозд зафиксировано на снимках Луны, полученных с ее искусственных спутников. Иногда борозды начинаются в кратерах, но часто их начало проследить не удается. Борозды тянутся в длину на сотни километров, а их изгибы напоминают речные меандры. В прошлом некие ряд астрономов считали борозды руслами бывших лунных рек. В последние годы эта, казалось бы, явно несостоятельная гипотеза нашла себе многих сторонников. По их мнению, Луна когда-то обладала гидросферой и по лунным бороздам текли настоящие лунные реки. Вероятно, эти споры решит какой-нибудь прямой эксперимент. Если в лунных бороздах обнаружат осадочные породы, гипотеза о лунных реках подтвердится. В противном случае загадка лунных борозд потребует каких-то иных объяснений.

Судя по последним данным, лунные борозды, возможно, представляют собой частично разрушенные лавовые «трубки» — полустертые временем следы лавовых потоков.

В нескольких местах Луны видны типичные сбросовые образования, когда при разломе лунной поверхности одна ее часть смещается по вертикали относительно другой. Классический пример — Прямая Стена в лунном Море Облаков (рис. 16). Ее высота близка к 400 м, а тянется она в длину более чем на 100 км, так что космонавту, оказавшемуся вблизи Прямой Стены, она покажется образованием величественным и необычным.

Загадочными деталями лунного рельефа являются так называемые купола. Они замечены только на поверхности морей в виде небольших, гладких пупырышек. Диаметр куполов в среднем близок к 15 км, а высота их не превосходит нескольких сотен метров. Эти холмы из затвердевшей лавы покрыты многочисленными трещинами и неровностями. У некоторых из них на вершине видно отверстие, и это заставило ряд ученых предположить, что купола образовались в тех местах лунной поверхности, где из лунных недр извергалась лава. Другие исследователи Луны указывают на сходство лунных куполов с некоторыми образованиями, встречающимися на Земле в районах вечной мерзлоты. Если внутри куполов на самом деле находится вспучивший их лед, то для будущих лунных экспедиций это име-

до бы огромное значение — вода на Луне очень нужна для систем жизнеобеспечения и других целей.

Лунные горы представлены в двух формах: протяженные горные хребты, окаймляющие берега большинства морей, и многочисленные кольцевые горы, именуемые кратерами. Можно думать, что такое разделение условно. Горные хребты представляют собой, по-видимому, вал, окаймляющий море, и в этом отношении (а также и морфологически) вполне сходны с валами обычных кратеров (рис. 17). Поэтому вряд ли чересчур смелым будет утверждение, что на Луне (в отличие от Земли) главной формой рельефа явля-

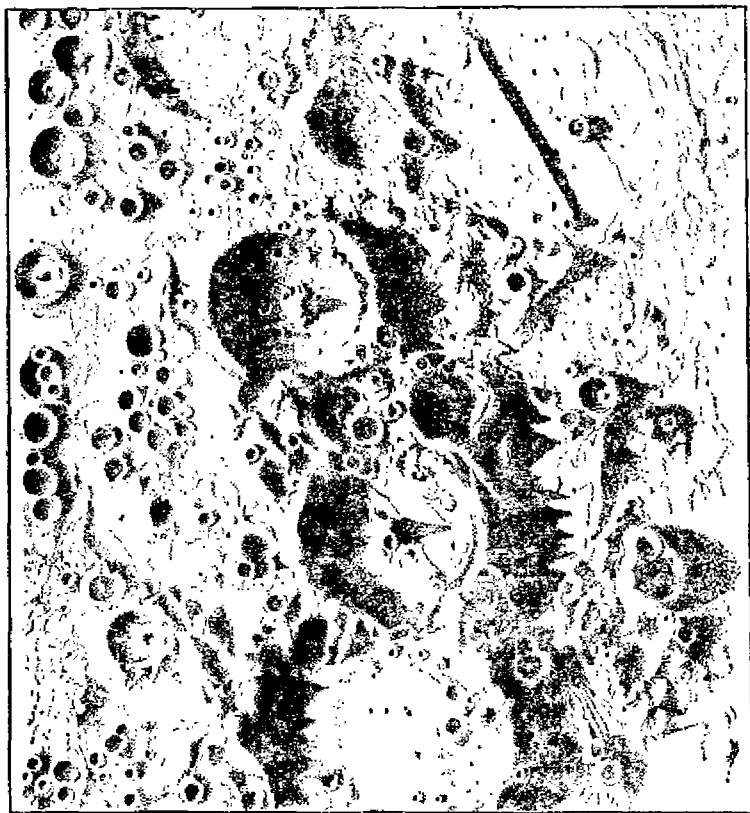


Рис. 16. Прямая Стена в лунном Море Облаков.

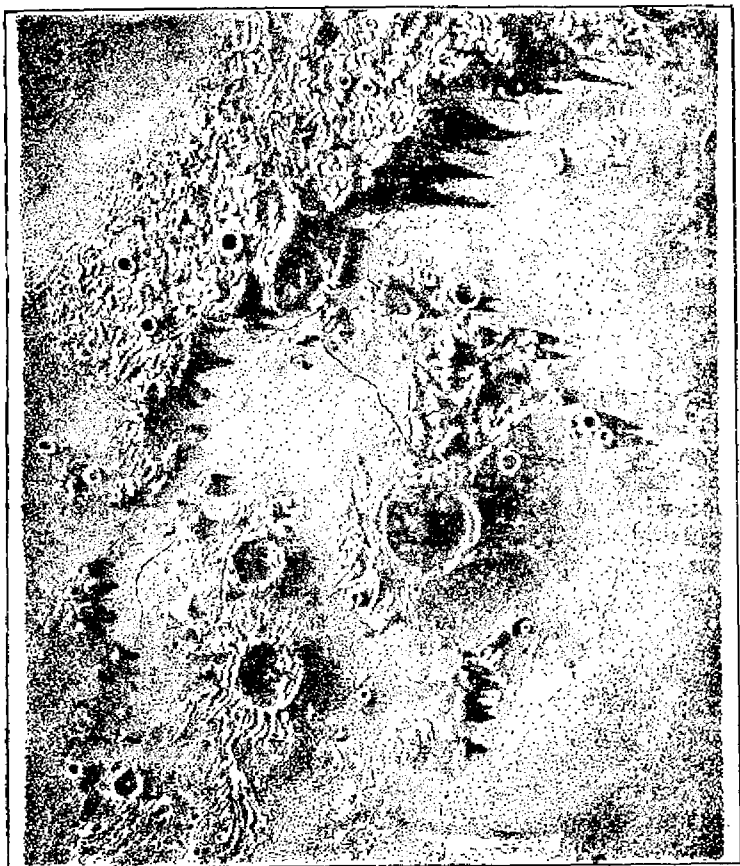


Рис. 17. Апеннины, окаймляющие Море Дождей, и кратеры Архимед, Аристилл, Автолик.

ются кольцевые горы. Что касается отдельных пиков и не больших горных хребтов, возвышающихся над поверхностью некоторых лунных морей, то некоторые из них, вероятно, представляют собой полуразрушенные борта затопленных кратеров, а не подтверждающие под это объяснение редкие исключения лишь подтверждают общее правило.

Разделение лунных кольцевых гор на кратеры и цирки — не более, как дань устаревшей традиции. Некоторые исследователи Луны называют цирками все крупные кольцевые

горы, другие ученые склонны именовать цирками лишь те из кольцевых лунных гор, которые имеют плоское дно, лишенное центральной горки. Эта сбивчивая терминология способна лишь внести путаницу, и ныне принято все лунные кольцевые горы называть кратерами.

Как уже говорилось, между кратерными морями и крупными кратерами с темным дном разница лишь в масштабах. Лунные моря — это макроформы лунного рельефа, результат процессов глобального характера. Лунные кратеры — аналогичные образования, возникшие при менее энергичных процессах. С этой точки зрения (не являющейся, правда, пока общепринятой) крупнейшим лунным кратером следует считать Море Дождей. Его вал составляют три горные цепи — Карпаты, Апеннины, Альпы. В западной части Моря Дождей бывший вал затоплен лавой, а в восточной части этого моря-кратера Апеннины смыкаются с Балканами и Карпатами, образующими вал Моря Ясности, еще больше чем Море Дождей напоминающего пепелинский кратер. Этими пятью хребтами исчерпываются все главные горные хребты на видимой стороне Луны. Собственно, не видно причин, почему бы не посчитать отдельными горными хребтами гористые части берегов Моря Кризисов, Моря Влажности или Моря Нектара, не говоря уже о берегах Моря Москвы или Моря Восточного на обратной стороне Луны. Снова и снова мы встречаемся с условностями селенографической терминологии, подчас не отражающей физической природы объекта.

Замечательно, однако, что на Луне нет (или почти нет) линейных горных цепей, так распространенных на Земле (Кавказ, Гималаи, Анды и Кордильеры). Это характерное отличие Луны от Земли — еще один аргумент против их совместного происхождения и односторонней эволюции.

Самые крупные из «признанных» лунных кратеров находятся на обратной стороне Луны, кстати сказать, поразившей человечество необычайным обилием самых разнообразных кратеров и кратерных цепочек. Таковы кратеры Королев, Менделеев, Герцшпрунг и многие другие.

В сравнении с ними кратер Коперник (диаметр 90 км), украшающий видимое полушарие Луны, кажется карликом. Правда, на границе с невидимой частью Луны, вблизи ее лимба сильно искаженные проекцией с Земли видны такие гигантские кратеры, как О. Струве (255 км) и Дарвин (200 км).

Некоторые из кратеров имеют валы, вздымающиеся над дном на высоту до 9 км (кратер Ньютон). Чаще вал крупных кратеров возвышается над их дном на один—два километра.

Внешний склон вала всегда пологий, внутренний наоборот, как правило, более крутой.

Хотя слово «кратер» заимствовано из греческого языка, где этим словом обозначают «чашу», лунные кратеры мало напоминают сосуды для питья. Наблюдателю Луны ее кратеры кажутся глубокими, чашеобразными. Но это не более, чем иллюзия.

На самом деле диаметры крупных лунных кратеров несравнимо больше их глубины (рис. 18). Дно кратеров, как правило, ниже окружающей кратер лунной поверхности. Для некоторых (но далеко не всех) кратеров выполняется так называемый закон Шретера: объем вала кратера равен объему его углубления (по сравнению с лунной поверхностью). Этот эмпирический закон, по-видимому, свидетельствует о том, что вал лунных кратеров в некоторых случаях образовался за счет вещества, когда-то заполнявшего его выемку, углубление.

У многих кратеров очертания вала не круглые, а полигональные, как бы сложенные из отдельных прямолинейных отрезков. Немало кратеров имеют два, а то и более концентрических вала. Дно некоторых кратеров (например, кратера Гримальди) гораздо темнее окружающей поверхности и по окраске напоминает поверхность лунного моря. У большинства кратеров дно по цвету и яркости неотличимо от типичных материковых участков Луны.

Редко можно встретить кратер с идеально гладким ровным дном. При небольших увеличениях огромный кратер Платон, находящийся на северном побережье Моря Дождей, кажется таким исключением из общего правила. При наблюдении в более мощные инструменты иллюзия исчезает и дно Платона оказывается испещренным трещинами, небольшими холмами и другими неровностями.



Рис. 18. Лунные кратеры в разрезе.

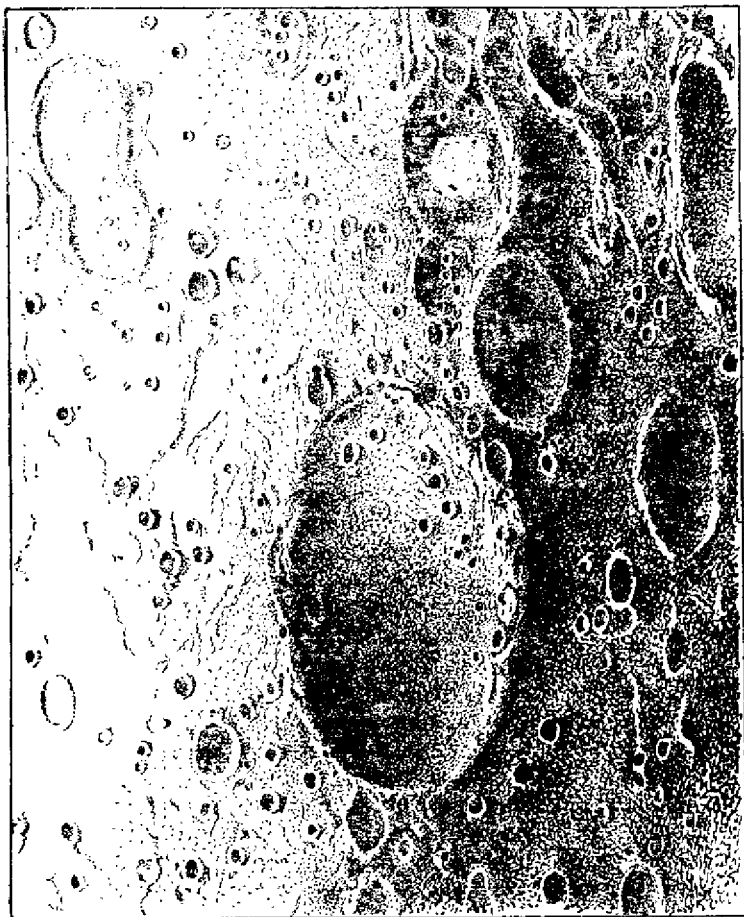


Рис. 19. Столовая гора Воргентин.

У большинства других кратеров в центре их дна видны остроконечные горки иногда с заметными «жерлами» на вершине. Их называют центральными горками, хотя некоторые из них и не находятся точно в центре кратера. Бывает и так, что на дне кратера расположено несколько горок (например, кратеры Альфонс, Гассенди, Гершель и др.), а иногда внутри кратера виден пересекающий его по диаметру небольшой горный хребет. В исключитель-

ных случаях (кратер Варгента и другие) кратер до краев заполнен затвердевшей лавой и тем самым превращен в своеобразную столовую гору (рис. 19).

Мелкие кратеры с поперечником в километры и метры имеют невысокий вал и глубину, сравнимую с их диаметром. Внутри них нет центральных горок, и по форме и размерам они вполне схожи с земными кратерами, образовавшимися при ударе метеоритов о земную поверхность. К этой категории следует отнести и микрократеры диаметром в сантиметры и миллиметры, не различимые, разумеется, ни в один телескоп, но обнаруженные лунными космонавтами и автоматами.

Кратерность — самая характерная особенность лунного рельефа. Многообразие этих образований настолько велико, что было бы излишним искать единственный источник происхождения всех лунных кратеров. Любопытно, что на морях кратеров примерно в 10—15 раз меньше, чем на материках, — факт, как и многие другие, требующий объяснения. И еще одна важная деталь: на обоих полушариях Луны, особенно на невидимом с Земли, встречаются цепочки кратеров, как будто павизанных на какую-то невидимую нить. Некоторые из цепочек состоят более чем из десятка кратеров, причем некоторые из мелких кратерных цепочек располагаются на лунных трещинах, как бы служащих их стержнем.

Некоторые лунные кратеры (Коперник, Кеплер, Аристарх и другие) окружены светлыми ореолами и системой длинных светлых лучей, расходящихся радиально от кратера. В этом отношении уникален кратер Тихо, расположенный в южной части видимого лунного диска. Некоторые из расходящихся во все стороны от него светлых лучей тянутся в длину до 4000 км. Эта система светлых лучей кратера Тихо хорошо заметна даже в бинокль. В небольшой телескоп легко различимы лучи, расходящиеся от кратера Коперник и других кратеров. Наиболее удачная фаза для наблюдения светлых лучей и ореолов лунных кратеров — полнолуние, когда Солнце освещает Луну «влоб».

Природа светлых лучей и ореолов пока не вполне ясна. Скорее всего эти образования состоят из лунных пород, раздробленных выброшенными из кратеров при извержениях вулканическими «бомбами». Во всяком случае, установлено, что некоторые из светлых лучей состоят из множества мелких кратерочков ударного происхождения. В

отличие от валов лучи не отбрасывают заметных теней, значит, раздробленное вещество не образует здесь высоких насыпей. Яркость лучей вызвана рассеянием солнечного света на множестве осколков и мелких кратерах. То, что лучи тянутся на сотни и даже тысячи километров, свидетельствует о мощности вулканических процессов, когда-то происходивших на Луне.

Мы перечислили лишь главнейшие, самые заметные формы лунного рельефа, вполне осознавая, что приведенная классификация не является исчерпывающей. Однако будущие открытия на Луне могут выявить лишь, по-видимому, второстепенные детали, между тем как сегодня уже настоятельно требуют объяснения главные, генеральные особенности лица Луны.

ВУЛКАНИЗМ ИЛИ МЕТЕОРИТЫ?

При столкновениях с Землей метеориты могут образовывать или ударные, или взрывные кратеры. Первый вариант осуществляется тогда, когда почти полностью заторможенный атмосферой на высоте 22—25 км метеорит падает затем на земную поверхность, как свободно брошенное тело. При ударе о грунт образуется небольшая и неглубокая яма, на дне которой обычно находят упавшее космическое тело. Эти небольшие ударные кратеры имеют диаметр, близкий к поперечнику породившего их метеорита, а глубина их превосходит нескольких метров.

Совсем иначе образуются взрывные метеоритные кратеры. Подсчитано, что при скорости соударения 4 км/сек кристаллическая решетка метеорита разрушается и метеорит физически становится похожим на очень сильно сжатый газ. Такой газ стремится мгновенно расшириться. Происходит взрыв, по мощности равный тому, который получился бы при взрыве равного метеориту по массе заряда трипнитротолуола — сильнейшего из химических взрывчатых веществ. При больших скоростях соударения взрыв получается в сотни и тысячи раз более мощным. Таким образом, и по форме и по механизму образования взрывные метеоритные кратеры похожи на воронки, возникшие от взрыва артиллерийских снарядов или авиационных бомб.

Луна лишена защитной воздушной оболочки, и поэтому метеориты могут образовывать на ее поверхности практически лишь взрывные метеоритные кратеры. То, что это на