



Коперник

Тихо

ЛУЧЕВЫЕ КРАТЕРЫ

На этом снимке Луны, сделанном в августе 2001 года из обсерватории «Скрытая долина» (Калифорния), четко видны яркие лучи, идущие из кратеров Тихо и Коперник.

ЛУННЫЕ КРАТЕРЫ

Поверхность Луны покрывают кратеры разных типов. Их размер варьируется от огромных ударных бассейнов до микроскопических выбоин, а форма – от глубоких чашевидных впадин до плоских, едва заметных колец. По выброшенному из них материалу можно установить, какие породы находятся под поверхностью Луны. Их наложение друг на друга позволяет определить возраст разных зон лунного ландшафта.

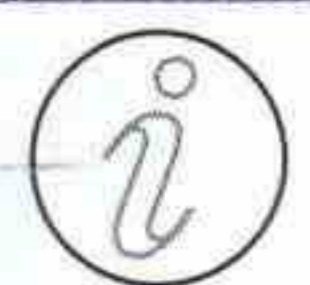
ВНЕЗАПНЫЙ УДАР

Практически все лунные кратеры являются ударными. Однако до 1960-х годов это не было точно известно. Теория ударного формирования Луны, предложенная в 1870-х годах астрономом Ричардом Проктором (см. «Звезды космоса»), была воспринята в штыки сторонниками идеи вулканического происхождения кратеров. Финальное доказательство было получено после первых снимков лунной поверхности крупным планом, на которых видно, что кратеры слишком малы, чтобы иметь вулканическое происхождение.

Луна вращается вокруг Солнца со скоростью около 30 км в секунду, а проходящие

Самой узнаваемой особенностью Луны стал ее испещренный кратерами ландшафт – результат длительной бомбардировки из космоса.





НАШИ СВЕДЕНИЯ

ИНТЕРЕСНЫЕ КРАТЕРЫ НА ВИДИМОЙ СТОРОНЕ ЛУНЫ

Название	Диаметр, км	Широта	Долгота	Особенность
Альфонс	110	13° ю. ш.	3° з. д.	Центральное расположение
Архимед	81	30° с. ш.	4° з. д.	Террасовидные стены
Аристарх	40	24° с. ш.	47° з. д.	Яркий центральный пик
Коперник	96	10° с. ш.	20° з. д.	Террасовидные стены
Гримальди	220	5° ю. ш.	69° з. д.	Древний кратер с разрушенными краями
Кеплер	32	8° с. ш.	38° з. д.	Яркие лучи
Платон	100	52° с. ш.	9° з. д.	Дно затоплено лавой
Шеклтон	21	90° ю. ш.	0° в. д.	Расположен на Южном полюсе
Тихо	85	43° ю. ш.	11° з. д.	Возраст – около 108 млн лет

ГЛОССАРИЙ

Ударник (импактор) – космический объект, который сталкивается со спутником или планетой.

Кинетическая энергия – энергия движущегося объекта, зависящая от его массы и скорости.

через эту зону куски мусора, астероиды и кометы в зависимости от своих орбит могут двигаться еще быстрее. Считается, что большинство ударников (см. «Глоссарий») столкнулось с Луной на относительной скорости в десятки километров в секунду. Поэтому даже самые мелкие из них обладали огромной кинетической энергией (см. «Глоссарий»).

ОБРАЗОВАНИЕ КРАТЕРА

В момент столкновения ударника с лунной поверхностью генерируется ударная волна. Она сжимает расположенные рядом горные породы, нагревая их до температуры плавления.

После удара образуется область низкого давления, а сжатая расплавленная порода расширяется и остывает. В результате этого возникают реактивные фонтаны из мелкого, быстро остывающего камня по краям расширяющейся чашевидной выбоины. Это и есть новый кратер.

Ударная волна от точки соприкосновения расходится во все стороны, а также

движется в обратную сторону по самому ударнику. Достигнув его тыльной поверхности, волна отражается и бежит обратно. Растяжения и сжатия при таком двойном пробеге обычно полностью разрушают ударник, а осколки разлетаются и смешиваются с горными породами на дне кратера.

Постепенно сила ударной волны уменьшается, а высокие края кратера рушатся (см. «Как это работает»).

СТЕНЫ, ДНО И ЛУЧИ

В зависимости от размера и энергии ударника у кратеров могут возникать различные особенности в дополнение к чашевидной форме и окружающему шлейфу из выброшенных пород. Чем больше становится кратер, тем больше материала скапливается на его краях. Чем круче стены кратера, тем выше вероятность, что под действием силы тяжести они обрушатся вниз. Подобные обрушения могут привести к формированию террас на стенах кратера и образованию

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ПИК

Характерный пик в центре 180-км кратера Циолковский на обратной стороне Луны, сфотографированный экипажем «Аполлона-15» в июле 1971 года.



ЗВЕЗДЫ КОСМОСА

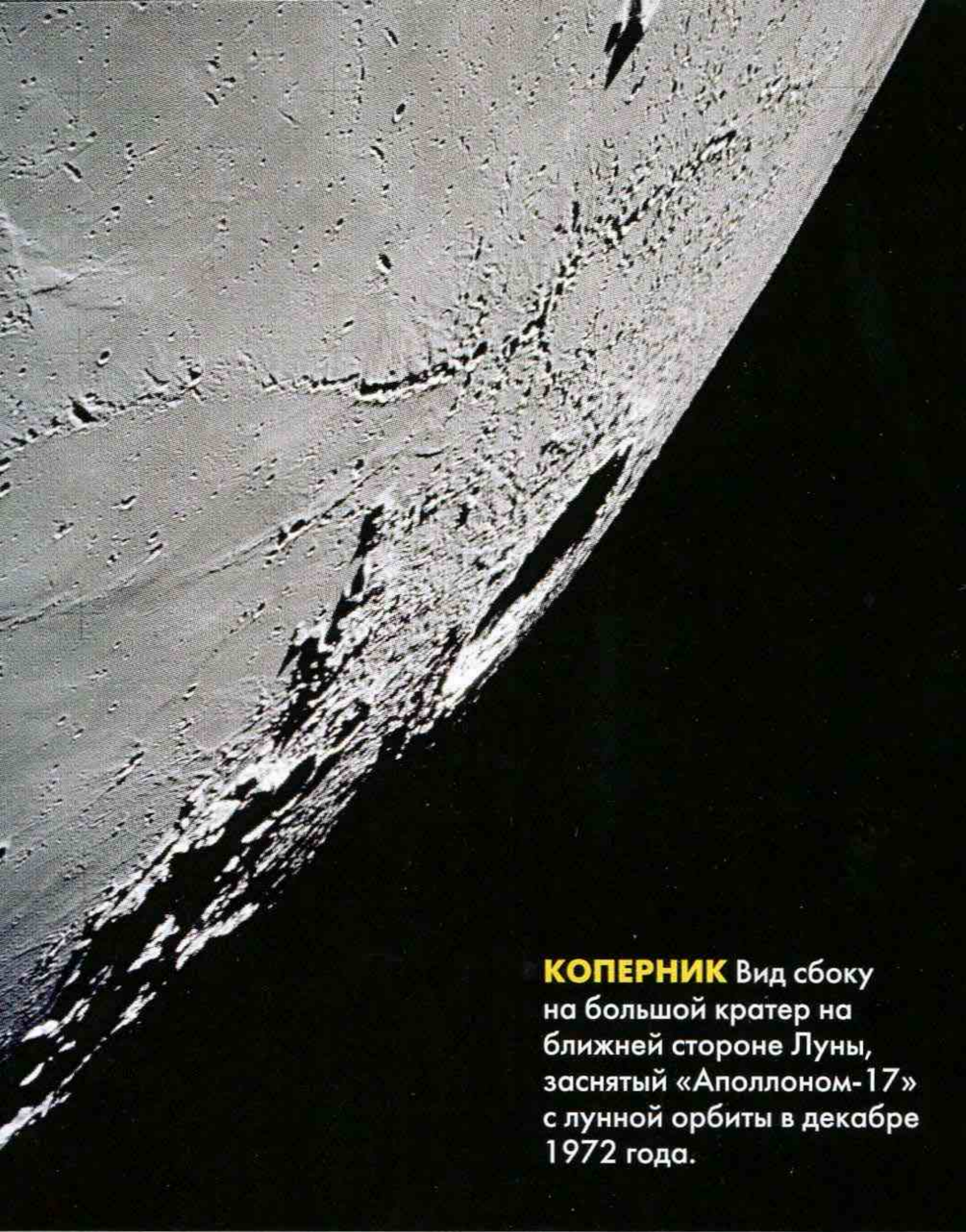
РИЧАРД ПРОКТОР (1837–1888)

Английский астроном Ричард А. Проктор прославился и как популяризатор астрономии, и как исследователь. Закончив Кембриджский университет, он отказался от карьеры юриста, посвятив себя астрономии.

Проктор стал автором серии детальных работ по основным астрономическим объектам, но потеря источника дохода из-за банковского кризиса вынудила его начать писать популистские книги. В них он не только объяснял общественности известные науке факты, но и развивал собственные теории, например теорию ударного происхождения лунных кратеров. Литературные успехи позволили ему основать в 1881 году еженедельный научно-популярный журнал.



ПРОКТОР Астроном XIX века, выдвинувший теорию ударного образования кратеров.



КОПЕРНИК Вид сбоку на большой кратер на ближней стороне Луны, заснятый «Аполлоном-17» с лунной орбиты в декабре 1972 года.

центрального пика на его дне. Пики бывают разных размеров, от небольшого холма до горы.

ВОЗРАСТ ЛУНЫ

Общая глубина больших ударных бассейнов, сформировавшихся на ранних этапах истории Луны, была настолько велика, что их края не могли выдержать даже слабую лунную гравитацию. При массивных обвалах обрушивались стены и вздыбливалось дно. В результате образовывались плоские, низменные впадины, окруженные одним или несколькими кольцами гор. При обвалах могли выбрасываться большие глыбы мусора, которые формировали свои собственные, вторичные кратеры на некотором расстоянии от первоначальных.

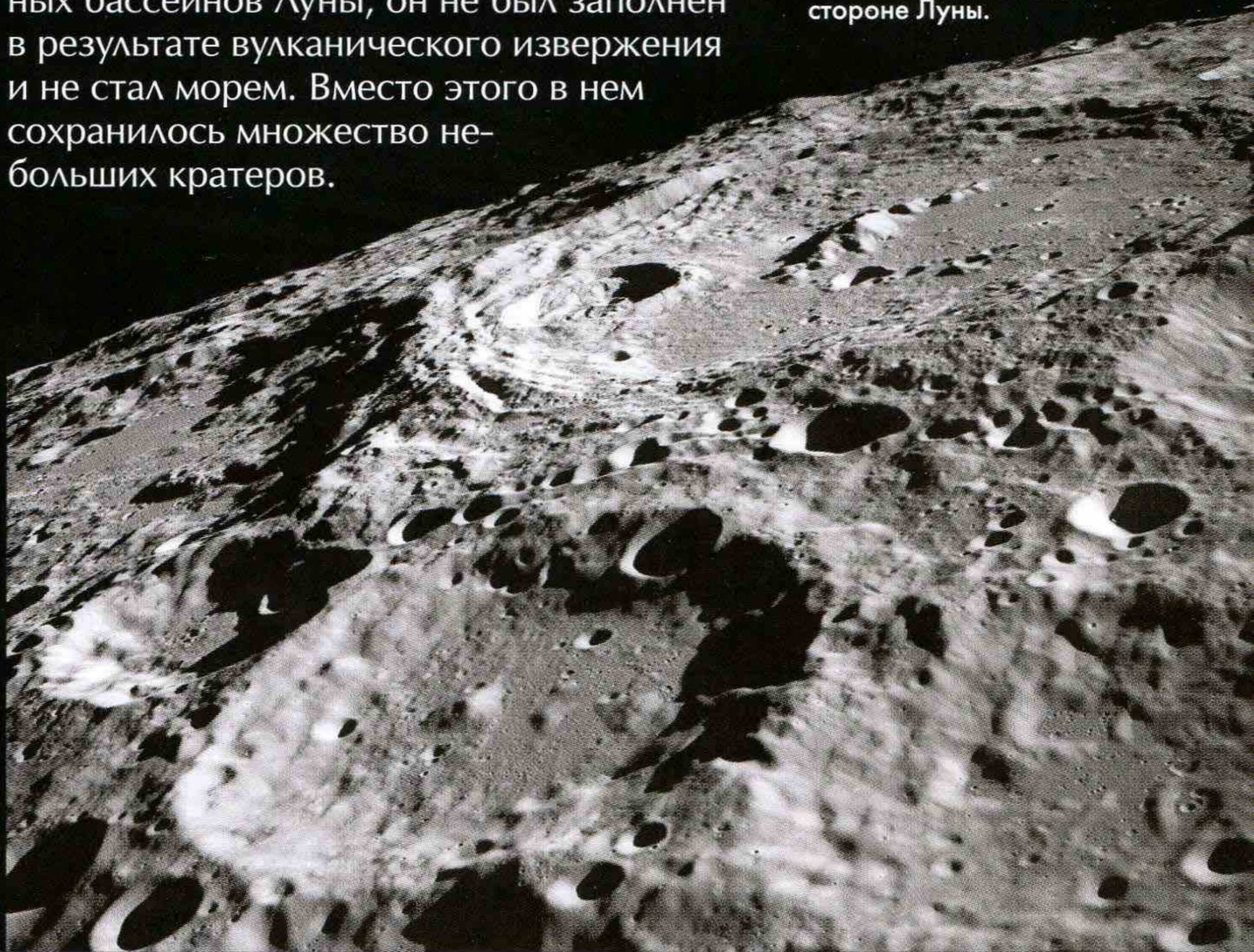
Более того, изверженная порода иногда разбрызгивалась струями под высоким давлением на расстояние в сотни километров за счет вакуума и низкой гравитации.

По разлетевшимся по лунной поверхности фрагментам материала ученые определяют возраст разных форм ландшафта, поскольку верхний слой мусора на них доказывает их более раннее образование. На этом принципе основана система периодизации лунной истории (см. «Важные открытия»).

ГЛАВНЫЕ КРАТЕРЫ

Бассейн Южный полюс – Эйткен диаметром 2500 км является вторым по размеру из известных кратеров Солнечной системы. Он тянется от полюса через большую часть обратной стороны Южного полушария. В отличие от других крупных ударных бассейнов Луны, он не был заполнен в результате вулканического извержения и не стал морем. Вместо этого в нем сохранилось множество небольших кратеров.

КРАТЕР 302 На снимке, сделанном астронавтами «Аполлона-10» в мае 1969 года, четко видны террасированные стены и центральный конус кратера на обратной стороне Луны.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ ВЗГЛЯД ПОД ПОВЕРХНОСТЬ

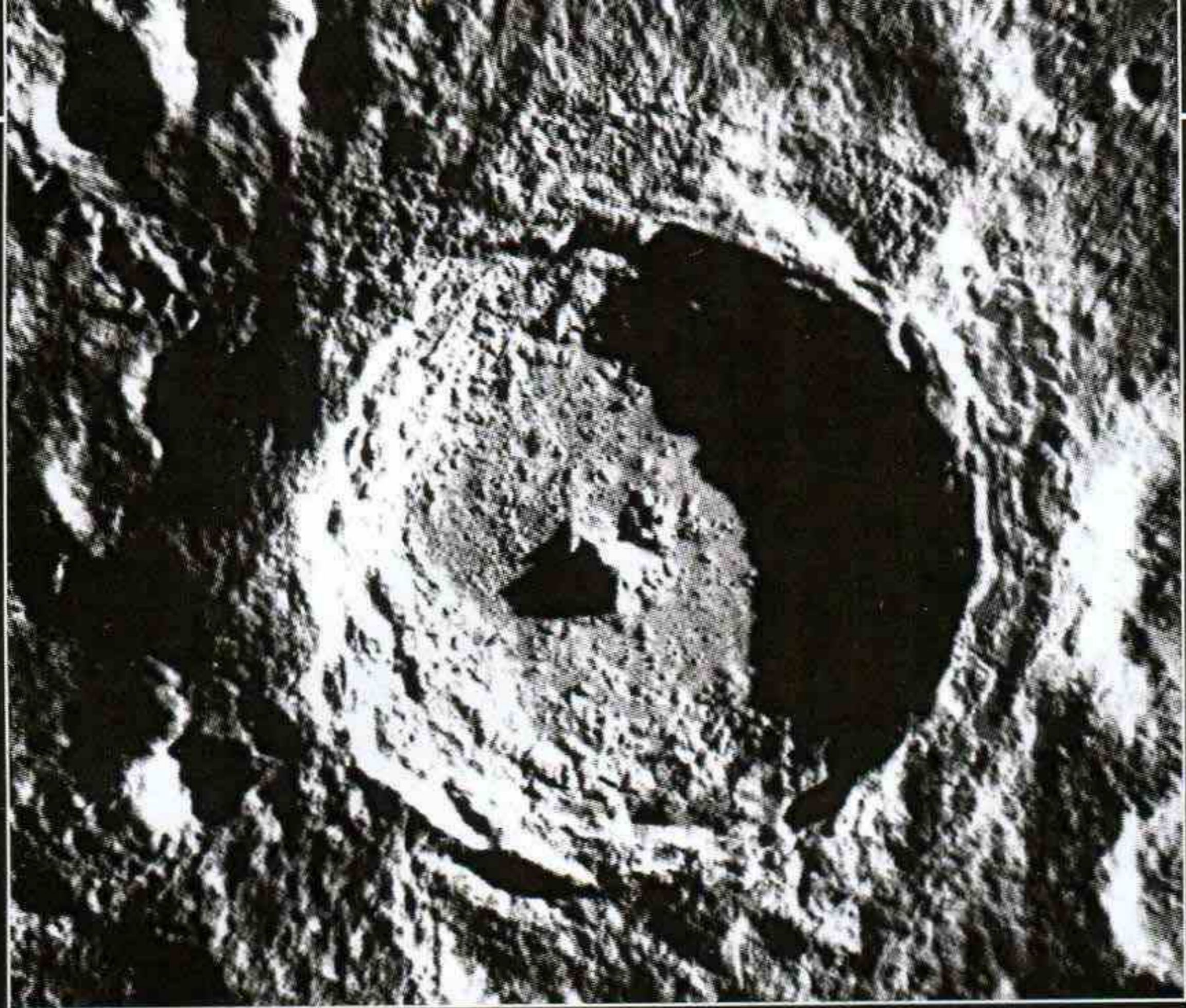
При ударе поверхность Луны буквально выворачивается наизнанку. У горных пород, которые первыми выбрасываются с места удара, самая большая скорость. Они летят под небольшим углом, иногда на огромные расстояния.

Затем по мере распространения ударной волны извергаемая порода отбрасывается почти вертикально и с меньшей силой и оседает по краям кратера, покрывая первоначальный слой. Поэтому чем ближе к границе кратера, тем слой породы толще, а сама порода более глубокого происхождения.



1 ПЕРВЫЙ КОНТАКТ Первоначальный удар разбрасывает породы верхних слоев по большой площади.

2 ВСЁ ГЛУБЖЕ По мере углубления удара выбрасывается материал с нижних слоев, однако он летит на меньшее расстояние и укрывает изверженную раньше породу.



ТИХО На снимке, сделанном аппаратом «Лунар Орбитер-5» в августе 1967 года, видны особенности этого кратера, расположенного в южном высокогорье видимой стороны Луны.

Дно некоторых из них на 6 км ниже среднего уровня лунной поверхности, поэтому никогда не освещается лучами солнца. Именно здесь НАСА надеется найти водный лед, оставшийся от древних столкновений с кометами.

На видимой стороне Луны внимание привлекают несколько кратеров меньшего размера. Самый заметный среди них – кратер Тихо в южном высокогорье Луны. Его диаметр – 85 км, а стены и окружающая система лучей очень яркие. Длина лучей, раскинувшихся на большей части видимой стороны Луны, – около 1500 км от места удара.

Коперник – это более крупный кратер к северу от лунного экватора. Его система лучей менее явная, но она тоже достаточно заметна. Кроме того, у него есть небольшие второстепенные кратеры.

ЗАМЕТНЫЙ ПИК

Немного дальше от Коперника, по направлению к восточному краю Луны, находятся два интересных кратера. Это Кеплер с высокими краями диаметром 32 км и молодой, более крупный кратер Аристарх, чей центральный пик ярко блестит на лунной поверхности.

Резко контрастируют с ними кратеры Платон и Циолковский. Платон расположен на северной границе Моря Дождей (*Mare Imbrium*) на видимой стороне Луны, его диаметр – 100 км. Возникнув около 3,85 млрд лет назад, он достаточно стар, чтобы быть заполненным лавой, как и более крупные моря.

Кратер Циолковский на обратной стороне Луны почти в два раза больше и имеет такое же темное дно, но у него есть одно кардинальное отличие: высокий яркий центральный пик, благодаря которому он стал одним из первых объектов, замеченных космическими аппаратами в 1950-х годах.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: ИССЛЕДУЙТЕ ЛУННЫЕ ВЫСОКОГОРЬЯ И УЗНАЙТЕ, КАК ОНИ ОБРАЗОВАЛИСЬ.



ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

СЕЛЕНОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА

О образцы, взятые с разных мест на Луне astronautами «Аполлона» и другими научными миссиями, позволили ученым определить возраст не только лунного грунта, но и верхних слоев изверженной породы. Постепенно была создана геологическая временная шкала истории Луны, состоящая из пяти основных периодов: донектарского (4533–3920 млн лет назад), нектарского (3920–3850 млн лет назад), когда появилось большинство крупных ударных бассейнов, имбрийского (3850–3200 млн лет назад), во время которого сформировались остальные бассейны, а лава заполнила лунные моря, эратосфенского (3200–1100 млн лет назад), для которого характерно затихание вулканической активности, и коперниковского (1100 млн лет назад – наше время), когда вулканическая деятельность прекратилась.



ЛУННЫЙ СОСТАВ

На этой мозаике условного цвета из снимков зонда «Галилео» показаны различия в составе лунных пород.

материал из глубин отбрасывается недалеко

слои изверженной породы



рассеивание ударной волны

3 ПОСЛЕДНИЙ ВЗРЫВ

По мере затихания ударной волны глубинные породы, разлетаясь, ложатся поверх предыдущих слоев около края кратера.