



ВОДА НА МАРСЕ

Недавние исследования доказали, что когда-то на Красной планете было тепло и влажно. Вода сыграла решающую роль в формировании рельефа этой планеты, и огромные водные запасы присутствуют на Марсе до сих пор.

До наступления космической эры большинство ученых представляло Марс теплой, влажной, гостеприимной планетой. В XIX веке астрономы думали, что темные участки на поверхности Марса покрывала растительность. Им также казалось, что они видят каналы – часть огромной ирригационной системы, построенной разумными инопланетянами.

Однако первые же облеты планеты перевернули их представления – Марс оказался холодной, мертвой планетой со слишком тонкой атмосферой, которая не могла помешать быстрому испарению воды с поверхности. Более того, поверхность Марса напоминала изрытую кратерами Луну без каких-либо следов присутствия воды.

Однако «Маринер-9», запущенный в 1971 году, выйдя на орбиту искусствен-

ного спутника Марса, впервые отослал на Землю снимки северных и экваториальных районов планеты, обнаружив вулканы, каньоны и извилистые долины, которые напоминали прочерченные реками земные долины. Кроме того, на фото была запечатлена огромная дельта реки. Космические зонды, совершившие посадку на Марс, и орбитальные станции подтвердили теорию о том, что когда-то на Марсе существовали мелкие океаны и реки.

ВОДНОЕ ПРОШЛОЕ?

«Марс Глобал Сервейор» прибыл на Марс в 1997 году и продолжал работать еще 9 лет, обеспечив огромное количество доказательств в пользу теории о водном прошлом Красной планеты.

Самыми впечатляющими оказались снимки слоистых осадочных пород, ко-

ВОДНЫЙ КАНАЛ

Вверху: вид марсианского канала в Долине Реулл с высоты птичьего полета. Полученные данные дают возможность предположить, что этот канал образовался под воздействием потоков воды.

ГЛОССАРИЙ

Солнечный ветер – поток высокоскоростных частиц, несущийся с поверхности Солнца в окружающее пространство Солнечной системы.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

«ОБНЮХИВАНИЕ» ПОВЕРХНОСТИ

Спектрометр орбитального аппарата «Марс Одиссей» можно сравнить с химической «ищейкой», способной находить различные элементы в коре планеты или под ней. Принцип основан на том, что плохо защищенный марсианский грунт постоянно подвергается бомбардировке космическими частицами. Когда космический луч попадает в атом марсианского грунта, он расщепляется на нейтроны, которые сталкиваются с другими частицами, передавая им энергию.

Поскольку атомы тяготеют к тому, чтобы существовать в определенном «энергетическом состоянии», они

«стараяются» избавиться от избытка энергии, испуская гамма-луч – одиночный всплеск радиации с очень высокой энергией. Точное количество энергии гамма-луча зависит от внутреннего строения атома, который выпустил луч.

Поток лучей с разной энергией и разной длиной волн можно расщепить аналогично тому, как источник белого света расщепляют на радужный спектр. Сила различных сигналов «оповещает» о количестве того или иного элемента, содержащегося в почве, и, внимательно изучив каждый небольшой участок, можно составить карту всей поверхности планеты.

ГЛОССАРИЙ

Аквифер – подземная прослойка водонапорной проницаемой горной породы, из которой может быть извлечена вода.

Вечная мерзлота – районы, где никогда не тает снег, например, высокие широты на Земле и Марсе. Почва там твердая, вечномерзлая, смешанная со льдом.

СЛОИСТЫЕ ПЛАСТЫ

Равномерный рисунок осадочных пород в районе Каньона Кандор может свидетельствовать о том, что они представляют собой донные отложения в водоемах.

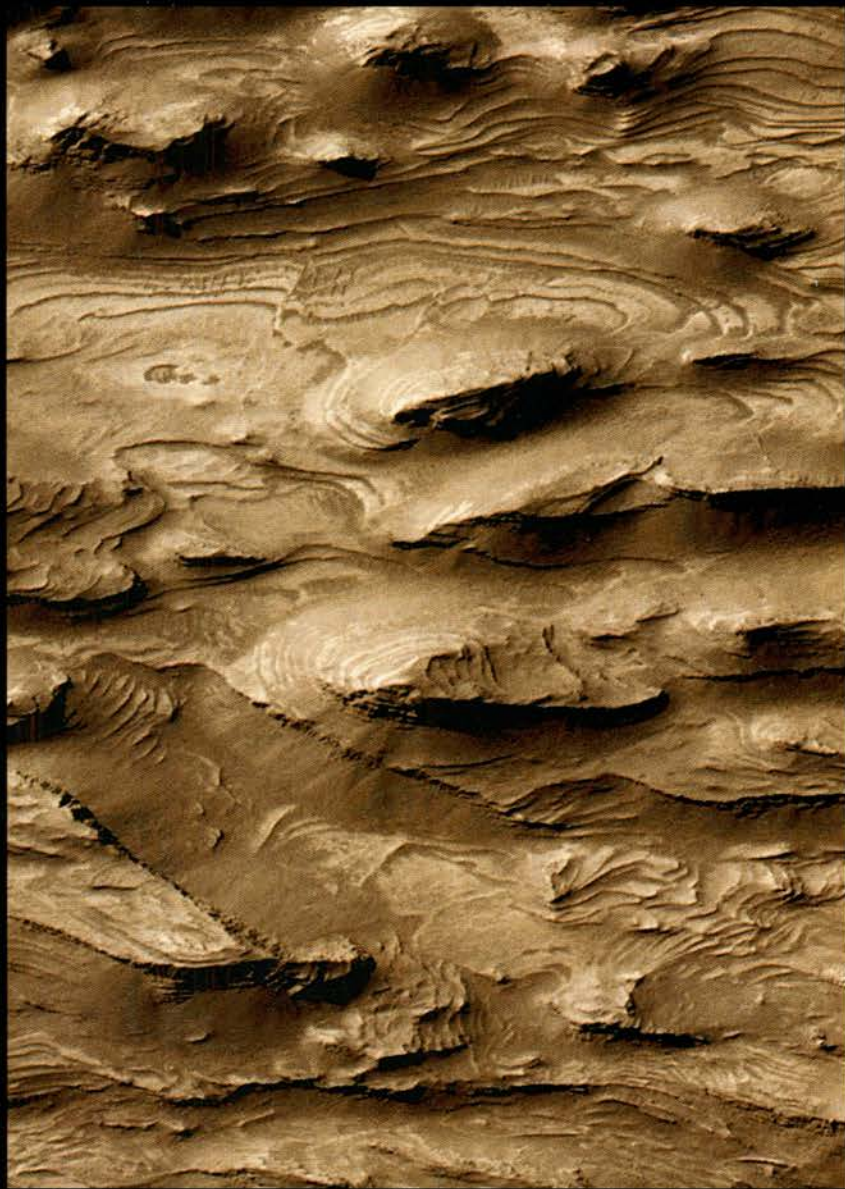
торые можно увидеть в окрестностях Каньона Кандор, расположенного на территории Долин Маринер. Эти породы могли образоваться только под длительным воздействием толщи жидкости так же, как и осадочные породы, выстилающие дно рек, озер и морей на Земле.

Уже давно известно, что на Северном полюсе Марса имеются запасы замерзшей воды, находящиеся под твердым углекислым газом, но некоторое время считали, что Южный полюс состоит исключительно из замерзшего углекислого газа. Эту теорию опровергли лишь в 2007 году, когда были обнаружены под углекислым газом полярной шапки глубокие слои водного льда. Если бы лед растаял, вода покрыла бы всю планету океаном 11-метровой глубины.

КУДА ПОДЕВАЛАСЬ ВОДА?

Если на Марсе было так много воды, куда подевалась большая ее часть? Высказывалось несколько теорий. Согласно одной, по мере истончения атмосферы Марса вода нагревалась и превращалась в газ, после чего ее молекулы расщепились под воздействием радиации и солнечного ветра (см. «Глоссарий»). Согласно другой, из-за похолодания климата на планете вода уходила вглубь и замерзала, превратившись в вечную мерзлоту (см. «Глоссарий»).

Сторонники третьей гипотезы считают, что в результате химического взаимодействия между водой, породой и марсианской атмосферой основная часть воды превратилась в минералы.



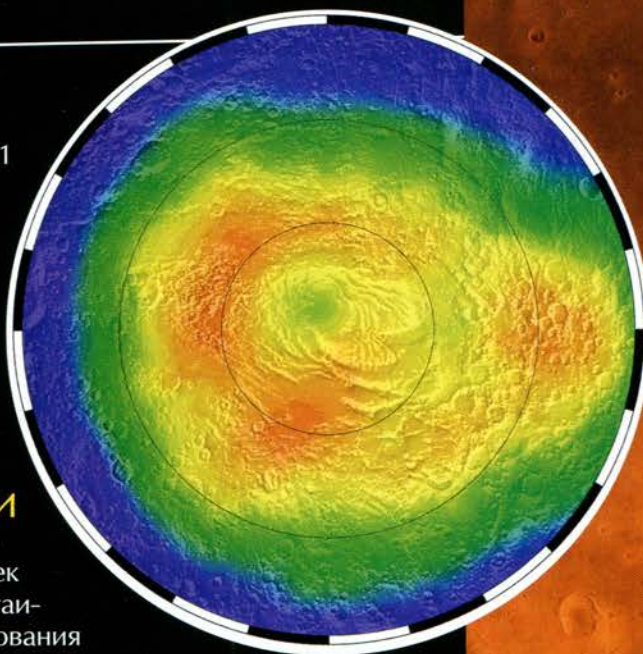
Похоже, что правильный ответ на этот вопрос был получен в 2001 году благодаря зонду «Марс Одиссей» – его спектрометр гамма-излучения (см. «Как это работает») обнаружил огромные количества водорода в марсианской почве. Это можно объяснить тем, что водород связался с кислородом и находится в виде водного льда.

УЛИКИ НА ПОВЕРХНОСТИ

Несмотря на убедительные признаки существования древних рек и морей, некоторые ученые настаивали на других теориях формирования марсианского ландшафта. Одна из них – теория «Белого Марса», согласно которой за эрозию «несет ответственность» горячий углекислый газ, а не вода, а «осадочные» породы – это вулканический пепел, который разносился ветром по планете.

Места посадки марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити» были выбраны для того, чтобы подтвердить или опровергнуть эти предположения. Кратер Гусева диаметром 170 км, где совершил посадку «Спирит», одно время считался огромным озером. «Оппортьюнити» сел на Плато Меридиана, на берег океана, который мог там быть.

Марсоходы были доставлены на планету в начале 2004 года. Они показали, что дно Кратера Гусева состояло из вулканического материала, а не осадочных пород, которые надеялись обнаружить ученые. Тем не

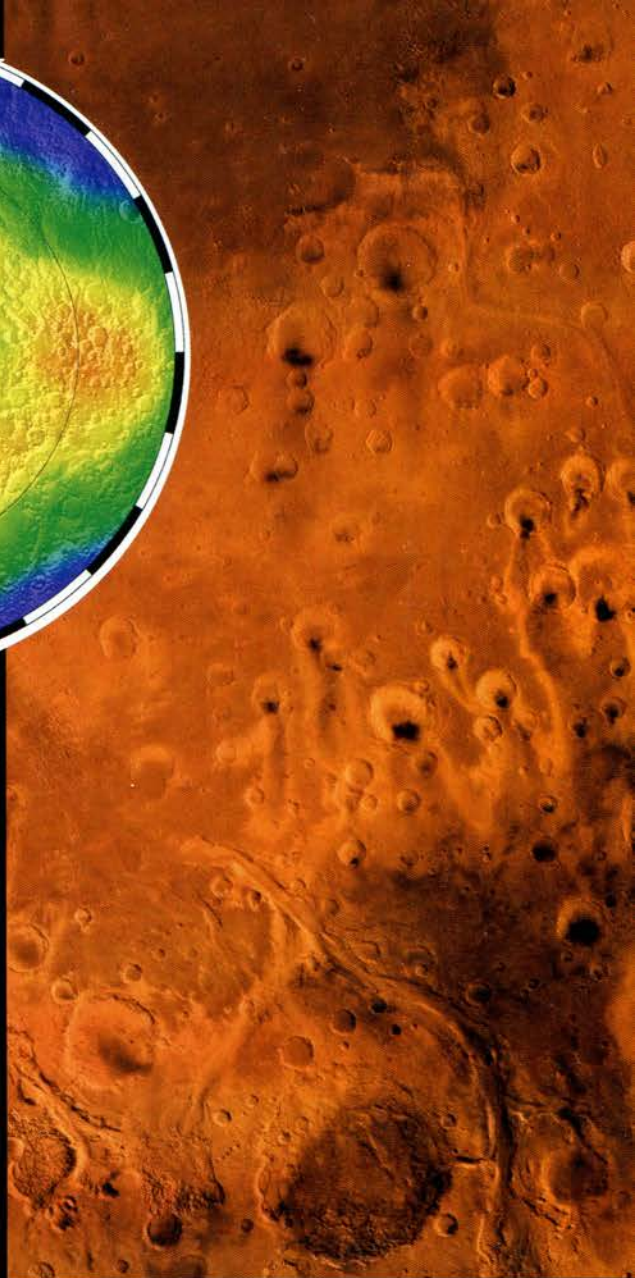


БАССЕЙН ХРИСА

На этом снимке видна сеть огромных овражистых каналов, по которым когда-то вода из Долин Маринера стекала в Бассейн Хриса.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ

ВОДЫ Оранжевые и красные области на этой карте рельефа дают представление об огромных количествах водорода (приравненного к воде), присутствующего на поверхности Марса.

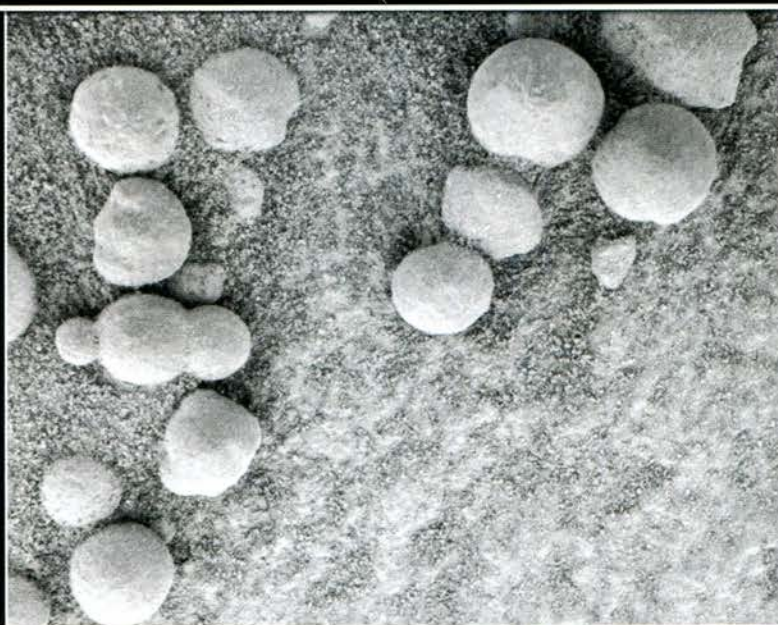


ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ

КРАТЕР ЭНДЬЮРАНС

Когда в конце апреля 2004 года марсоход «Оппортьюнити» добрался до 130-километрового кратера Эндьюранс, он наткнулся на настоящую сокровищницу, которая приоткрывала завесу над многими тайнами прошлого планеты. При образовании кратера часть грунта обнажилась, открыв слои осадочной породы, которая, скорее всего, сформировалась в то время, когда Плато Меридиана было покрыто мелководным морем. Рядом с кратером марсоход также обнаружил «шарики» (т. н. «чернику»), содержащие большое количество гематита – считают, что они образовались под водой.

«ЧЕРНИКА» На Марсе были обнаружены крошечные шарики, богатые минералом.



менее марсоходы сделали открытия, которые подтвердили теорию «водного прошлого» Марса (см. «Важные открытия»).

ВОДА СЕГОДНЯ?

Сегодня ясно, что вода действительно существовала на Марсе и все еще находится чуть ниже его поверхности. При благоприятных условиях на планете вновь появятся водоемы, однако возникает и другой вопрос: текут ли по поверхности Марса потоки воды, меняя его ландшафт?

Одно из самых впечатляющих свидетельств, подтверждающих эту идею, появилось, когда «Марс Глобал Сервейор» сфотографировал долины в районе Хаоса Горгоны. Там обнаружился ряд канав, образовавшихся под воздействием потока жидкости, выходящей из небольшой глубины и стекавшей на дно равнины. Похоже, что канавы были относительно свежими – их не успели разрушить оползни, ветровая эрозия или удары метеоритов. Более того, когда спустя несколько лет зонд вновь сфотографировал другие участки канав в высокогорьях, выяснилось, что там образовались новые канавы.

На Земле географ связал бы их возникновение с воздействием воды, выходящей

из подземного водоносного горизонта, или аквифера (см. «Глоссарий»), но можно ли сделать подобный вывод в случае с Марсом? Любая вода, оказавшаяся в условиях атмосферы с низким давлением, быстро нагреется и превратится в пар, несмотря на холод, но, возможно, она может оставаться в жидком состоянии достаточно долго для того, чтобы успели появиться такие канавы, а замерзший слой, образовавшийся испарившейся водой, мог бы объяснить светлую окраску канав.

Кроме того, возникновение канав можно было бы объяснить осыпанием грунта. Но, похоже, эту версию следует отбросить, поскольку любой марсианский грунт должен иметь более темный цвет. Хотя в данном случае нельзя исключить вероятность того, что из аналогичного аквифера выходит углекислый газ, многие ученые сомневаются в том, что последний способен так точно «имитировать» поведение жидкой воды даже при высоком давлении. Будем надеяться, что следующее поколение космических зондов, прибывших на Марс, поставит точку в этих спорах.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: МАРС – ВТОРАЯ ПО «ГОСТЕПРИИМНОСТИ» ПЛАНЕТА... МОГЛА ЛИ ТАМ ВОЗНИКНУТЬ ЖИЗНЬ?



ВОДНАЯ ЭРОЗИЯ

На фото, сделанном «Марс Орбитер Камера», изображен комплекс канав на стене кратера. Подобные канавы могли образоваться под воздействием жидкой воды.

МАРСОХОДЫ

Учитывая высокие расходы, сложность и опасность отправки пилотируемых миссий на Марс, в настоящий момент единственная возможность исследовать планету – это дистанционно управляемые марсоходы.



СТАТИСТИКА МИССИИ

ЗАПУСК: 04.12.1996 («Марс Пасфайндер»), 10.06.2003 (MER-A, «Спирит»), 07.07.2003 (MER-B, «Оппортьюнити»)
МАССА: 10,6 кг («Соджорнер»), 185 кг (марсоходы MER).

Марс находится в 78 млн км от Земли, а его расстояние до Луны – «всего» 239 000 км. Поэтому, когда в 1971-м году Советский Союз запустил в космос аппараты «Марс-2» и «Марс-3», которые имели на борту маленькие марсоходы, все следили за этим событием с огромным интересом. Транспортные средства весом по 4,5 кг должны были передвигаться по поверхности планеты при помощи дистан-

MER Так художник представляет один из двух марсоходов на поверхности Красной планеты.

ционных команд, подаваемых через 15-метровый кабель, соединявший их со спускаемым аппаратом.

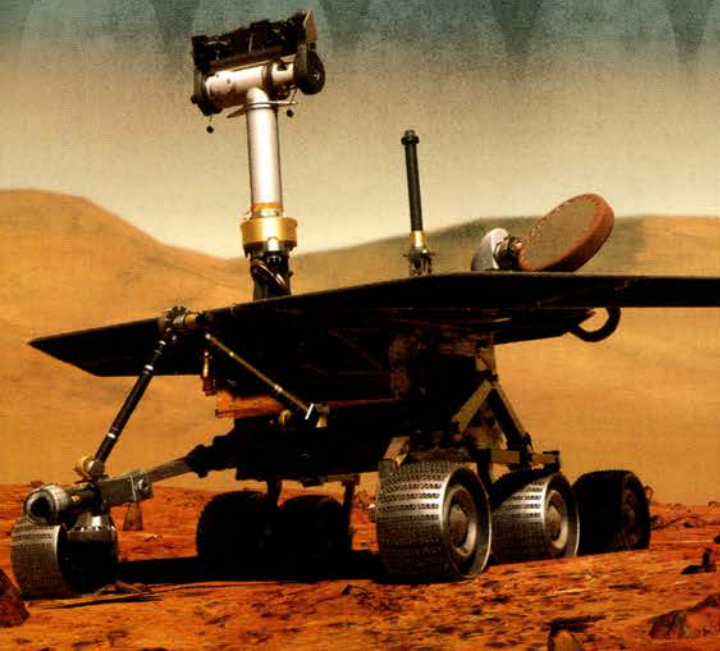
ПЕРВЫЕ МИССИИ

«Марс-2» достиг Красной планеты 27 ноября 1971 года, однако спускаемый аппарат разбился. Затем 2 декабря прибыл «Марс-3». Он успешно сел на поверхность планеты, но буквально через несколько секунд связь с ним прервалась. После этого по-

пытка доставить марсоход не предпринимались в течение двадцати лет, пока НАСА не запустило «Марс Пасфайндер». Спустя 7 месяцев после запуска, 4 июля 1997 года, аппарат использовал странный, но весьма эффективный метод посадки. Спускаемый модуль, находившийся в специальной капсуле, сначала замедлили при помощи парашюта, после чего задействовали твердотопливные ракеты (см. «Глоссарий»).

ПОСАДКА

Для благополучной доставки марсоходов на поверхность планеты использовались парашюты и воздушные подушки.



ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ «СОДЖОРНЕР»

Название для марсохода выбрали в ходе конкурса, проведенного среди детей от 5 до 18 лет. В итоге аппарат назвали «Соджорнер» в честь Соджорнер Трут (1797–1883), американки африканского происхождения, бывшей рабыни, которая путешествовала по США, пропагандируя права женщин и отмену рабства.

Марсоход мог удаляться от модуля на 500 м, передвигаясь со скоростью 1 см/сек. В течение 83 марсианских суток аппарат передал на Землю 550 фотографий и проанализировал химический состав грунта, взятого в 16 точках неподалеку от модуля.



СОДЖОРНЕР ТРУТ
Ее именем был назван марсоход программы «Марс Пасфайндер».



ЧИСТАЯ КОМНАТА

«Соджорнер» на финальном этапе сборки в Космическом центре им. Дж. Ф. Кеннеди (Флорида, США).

3D-ИЗОБРАЖЕНИЯ

Сотрудники НАСА в специальных очках рассматривают первые изображения, переданные «Спиритом».



« МЫ ВЕРНУЛИСЬ... И МЫ НА МАРСЕ».

Шон О'Киф, директор НАСА

Наконец аппарат ударился о поверхность, затормозив на больших подушках безопасности. Модуль совершил посадку в древней заливной равнине Хриса, в Северном полушарии планеты.

На вторые марсианские сутки модуль выпустил марсоход «Соджорнер». Последний вернулся, собрав полезные данные, и хотя предполагалось, что аппарат проработает около месяца, он успешно функционировал три месяца.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАРСА

Следующей миссией с участием марсохода стала «Марс Эксплорейшн Ровер» (или MER) в 2003 году. В рамках этой программы были разработаны два марсохода, запущенные в космос 10 июня и 7 июля 2003 года. При помощи усовершенствованного метода спуска и посадки марсоход «Спирит» был доставлен на Марс 4 января 2004 года, а «Оппортьюнити» совершил посадку 25 января того же года.

Новые марсоходы имели по шесть колес, каждое из них оснастили отдель-

ным двигателем. У более миниатюрного «Соджорнера» было всего три камеры, альфа-протон-рентгеновский спектрометр и приборы для научных исследований. Марсоходы MER оборудовали панорамной камерой, микро-

скопическим устройством для преобразования изображений, тепловым эмиссионным спектрометром, мессбауэровским спектрометром, альфа-протон-рентгеновским спектрометром, устройством для сверления горных пород и магнитами.

ГЛОССАРИЙ

Твердотопливная ракета

космический аппарат, работающий на твердом горючем (обычно это гранулы топлива, окислитель и катализатор).



НАШИ СВЕДЕНИЯ

ЗИМНЯЯ СТОЯНКА

Когда на Марс приходит зима, количество солнечного света уменьшается и солнечные батареи марсоходов могут полностью разрядиться. Однако НАСА разработало программу, при помощи которой марсоходы «Спирит» и «Оппортьюнити» находят оптимальное место зимовки.

Анализируя данные бортовых камер «Марс Реконессанс Орбитер» и панорамные изображения, передаваемые марсоходами с поверхности планеты, программа не только рассчитывает наилучшее место зимовки, но и максимально безопасный маршрут, по которому марсоходы могут туда попасть. Таким образом, в 2007 году «Спирит» успешно достиг крутого склона кратера фон Браун – там батареи получают достаточно света даже в зимой.



«СПИРИТ» Изображение марсохода, созданное лабораторией реактивных двигателей НАСА, дает представление о местности, по которой должен передвигаться марсоход, чтобы благополучно добраться до зимней стоянки.

ВОДА И ЛЕД

Каналы в гигантских долинах Марса, простирающиеся на основной части его поверхности, свидетельствуют о том, что когда-то там были лед и вода.

На фото темной поверхности Красной планеты четко выделяются две полярные шапки, состоящие из водного льда и замороженного углекислого газа, количество которых изменяется в зависимости от сезона. Это суровое напоминание о том, что когда-то на Марсе была вода, которая превратилась в ледники.

Вода в жидком и твердом состоянии оказывала огромное влияние на формирование рельефа планеты. Часть обширных

долин и испещряющих их каналов образовалась под воздействием стремительных потоков. Другую формировали спокойные реки, а третья появилась немного позднее – ее «вырезали» движущиеся ледники.

Такие детали рельефа, как осадочные отложения, заметные на изображениях, полученных исследовательской станцией «Марс Глобал Сервейор» в 2000 году, свидетельствуют о том, что в далеком прошлом на Марсе были моря или океаны.





[1] РАЗМЫТЫЕ ОВРАГИ

На этом изображении, сделанном «Марс Реконессанс Орбитер», видны образовавшиеся под воздействием воды каналы в кратере южных высокогорий Марса.



[2] ПАВОДКОВЫЙ КАНАЛ

Это фото было сделано «Марс Экспрессом» в феврале 2005 г. На нем изображен один из самых крупных паводковых каналов на Марсе – долина Касей. Предполагают, что он образовался в результате сильного наводнения, а затем на его формирование повлияли ледники.

[3] КАНАЛЫ ХРИСА

На снимке, составленном из изображений, сделанных «Викинг-2», – южные каналы равнины Хриса глубиной около 1 км.

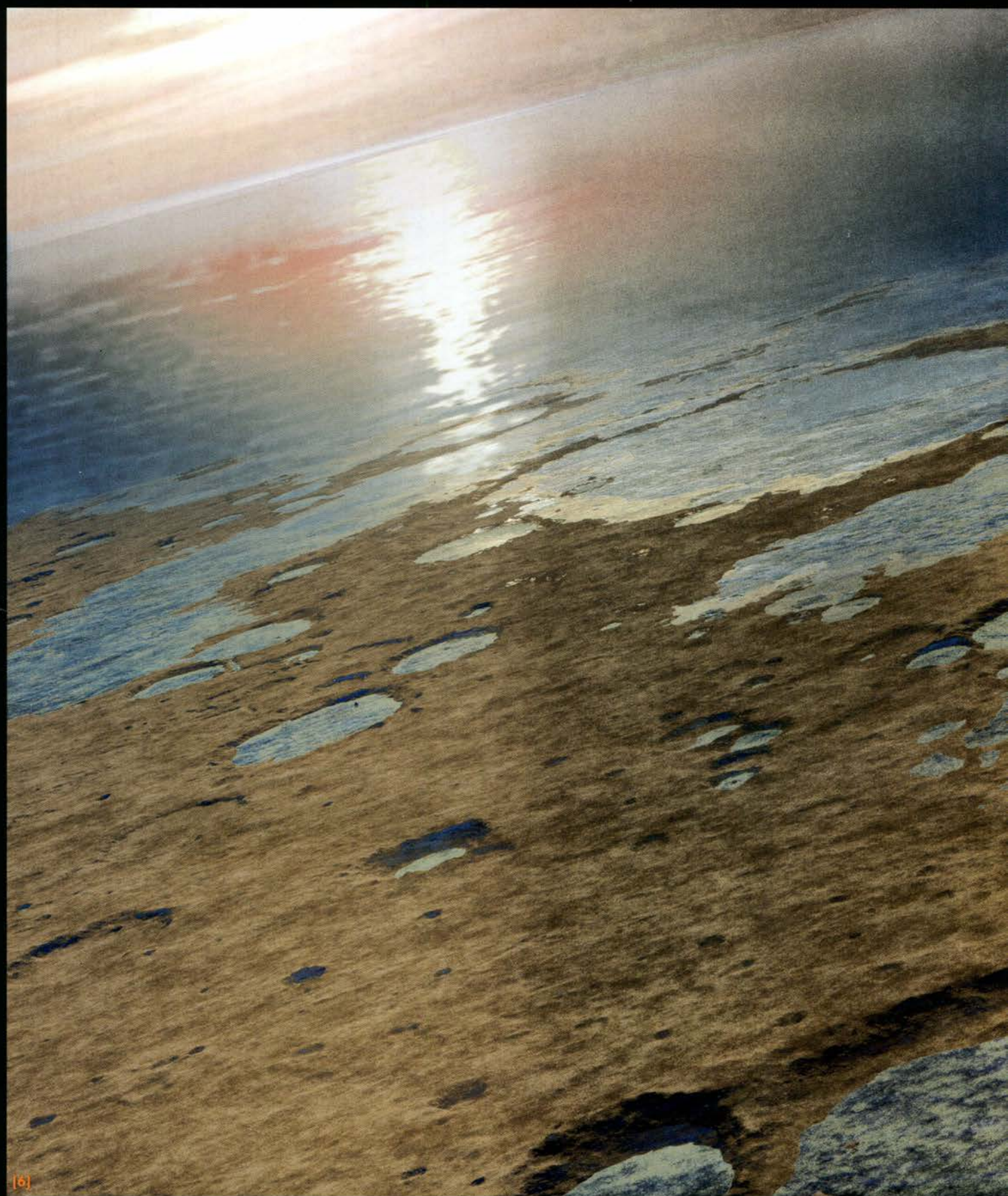
[4] ПОЛЯРНАЯ ШАПКА

На фото, сделанном «Марс Глобал Сервейор», видна более светлая область Марса – водный лед – в окружении песчаных дюн.

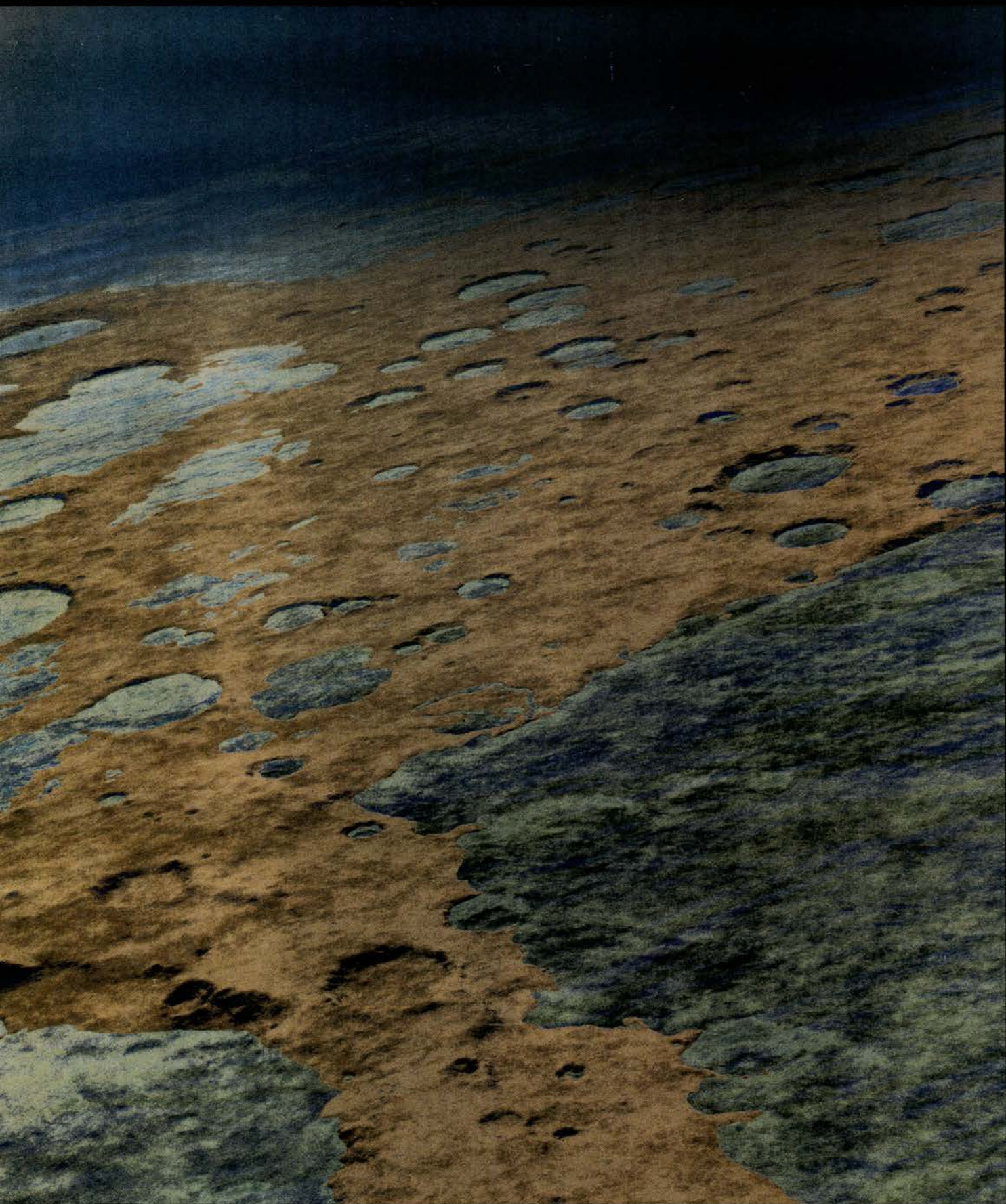
[5] ПЕСЧАНЫЕ ДЮНЫ

Изображение, сделанное «Марс Реконессанс Орбитер» во время марсианской весны, – таяние льдов на песчаных дюнах у Северного полюса.





[6] **ВОДНЫЙ МИР** Примерно 3–4 млрд лет назад Марс был теплой планетой с плотной атмосферой, благодаря чему образовывались низкие облака испаряющейся воды. Там текли стремительные потоки воды, а волны морей и океанов набегали на берега. Так художник представил себе закат на Марсе



на побережье древнего гипотетического океана. Кратеры у края огромной северной низменности (названной Великой Северной равниной) заполнены мелкими лужицами кислотной воды.

ИЗМЕНЕНИЯ МАРСИАНСКОГО КЛИМАТА

На Марсе, как и на Земле, происходит глобальное потепление. Но что является его причиной, случалось ли подобное раньше и каковы могут быть масштабы такого явления?

В конце 2001 г. ученые НАСА нацелили камеры «Марс Глобал Сервейор» на участок, расположенный на южной полярной шапке Марса. В вечных льдах из замерзшего углекислого газа, которые, как считали раньше, никогда не тают, есть ряд небольших углублений. Увиденное изумило ученых: впадины разрослись и слились. Это свидетельствовало о том, что огромные участки марсианского льда растаяли, испарившись в атмосферу.

То был первый признак своеобразного «глобального потепления» на Марсе. В 2007 г. ученых ждал новый сюрприз, который стал главным доказательством потепления, – в результате исследований современных зондов оказалось, что температура на Марсе стала на 0,5 °С выше, чем тридцать лет назад!

ИЗМЕНЕНИЯ

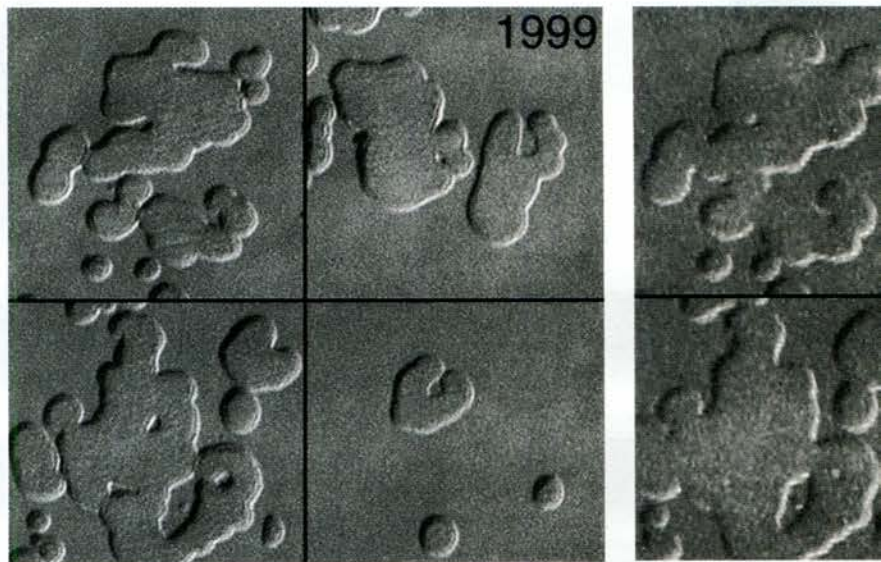
Причина, вызывающая подобное явление, – ряд долговременных циклических изменений, которые касаются планетарных орбит. Их выявил сербский геофизик Милутин Миланкович (см. выпуск 14, стр. 7). Периодические изменения, относящиеся к Зем-

ПОТЕПЛЕНИЕ

На изображениях, сделанных «Марс Глобал Сервейор» в 1999 и 2001 гг., заметно увеличение углублений и впадин на полярной шапке Марса. Это результат таяния твердого углекислого газа.

ПОЛЯРНАЯ ШАПКА

Карта Северного полюса Марса, составленная с помощью спектрометра, установленного на орбитальном аппарате «Марс Одиссей».



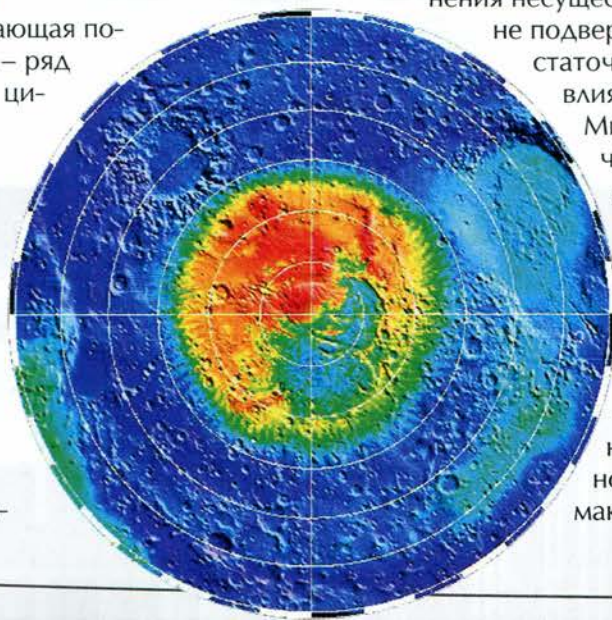
ле, – прецессия (см. «Как это работает»), изменение наклона оси Земли и колебания ее орбиты. Вместе они могут оказывать небольшое, но ощутимое влияние на количество солнечной энергии, которую получают разные участки нашей планеты.

В случае с Землей эти изменения незначительны. Она не подвержена в достаточной степени влиянию циклов Миланковича. Ее орбита приближена к кругу, так что колебания разницы между афелием и перигелием (см. «Глоссарий») незначительно даже при максимальном

эксцентриситете орбиты.

В случае с Марсом подобные изменения носят более резкий характер и, таким образом, оказывают более существенное влияние на общее равновесие энергии. Орбита Марса имеет выраженный эксцентриситет – в настоящее время она наиболее близка к эллипсу. При минимальном эксцентриситете орбита может иметь форму почти идеальной окружности. В Южном полушарии более теплое лето и более холодная зима, а в Северном – наоборот.

По мере развертывания цикла прецессии Марса, равного 175 000 земных лет, ситуация радикально изменится, а циклы эксцентриситета длиной в 100 000 и 2,2 млн лет, постепенно приведут к тому, что оба полушария будут прогреваться более равномерно.



ГЛОССАРИЙ

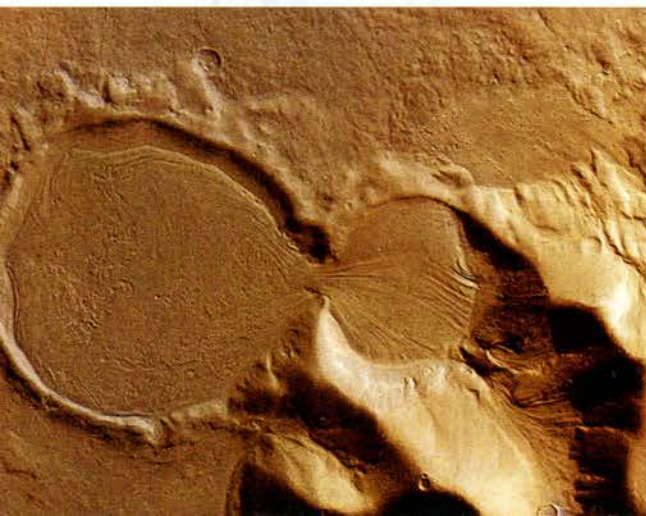
Афелий – наиболее удаленная от Солнца точка на эллиптической орбите планеты.

Перигелий – наиболее приближенная к Солнцу точка на эллиптической орбите планеты.



ЛЕДНИК

Это образование, напоминающее песочные часы, – массивный ледник, который сначала заполнил первый кратер шириной 9 км, а затем «сполз» в 17-километровый кратер.



За 124 000-летний цикл наклон оси существенно изменится, поэтому разница между временами года будет гораздо более контрастной по сравнению с сегодняшним днем. Некоторые ученые считают, что в течение таких циклов наклон будет колебаться от 0 до 60°.

ВЗАИМОСВЯЗАННЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Уже одни только циклы Миланковича могут оказывать на Марс более сильное влияние, чем на Землю. Однако на обеих планетах ситуация осложняется взаимосвязанными друг с другом природными процессами.

В качестве примера такого взаимодействия можно привести Южный полюс Марса. Под воздействием тепла углекислый газ, содержащийся в ледяной шапке, будет испаряться, превращаясь в газ, и, таким образом, делать атмосферу более плотной, что способствует повышению температуры на планете.

В конце концов южная полярная шапка льда исчезнет, а марсианский климат станет более теплым и влажным. Но поскольку циклы Миланковича повторяются, через некоторое время Марс снова превратится в холодную пустыню, как это уже бывало много раз.



КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ЦИКЛЫ МИЛАНКОВИЧА

Вот три основных цикла Миланковича, каждый из которых имеет свою периодичность:

1. Изменения эксцентриситета: Орбита планеты может менять форму от идеальной окружности до эллиптической. Это влияет на общее количество солнечного света, который попадает на планету, и усиливает климатические различия между временами года.

2. Прецессия: Солнце приводит к медленному изменению направления вращения планеты вокруг своей оси. В результате одно из полушарий оказывается повернутым к Солнцу в каждой точке вращения планеты по орбите.

3. Наклон оси: Когда планета находится в вертикальном положении, времен года нет. Когда угол наклона сильный, климатические изменения носят ярко выраженный характер.

