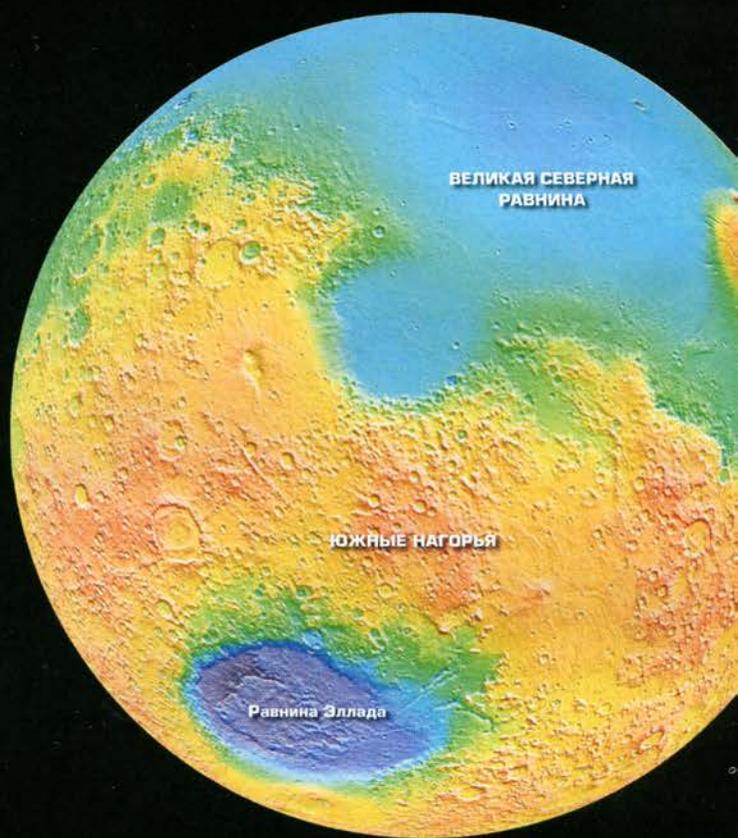
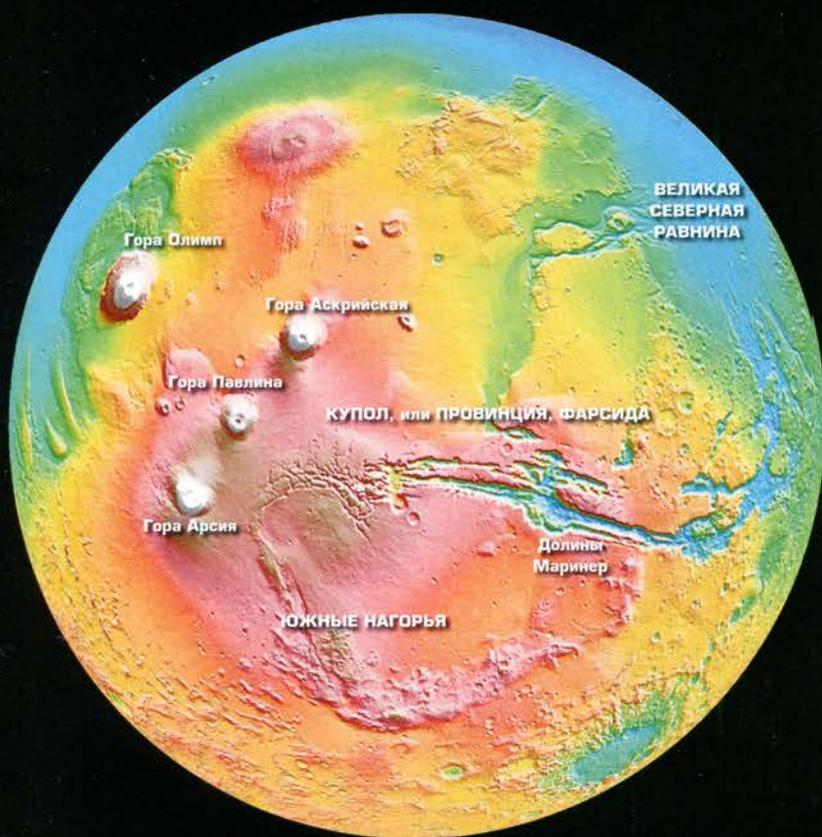


ГЕОЛОГИЯ МАРСА

Каменные породы Марса приоткрывают завесу тайны над запутанной историей этой планеты, поверхность которой сформировалась под воздействием извержений вулканов, льда и воды.



РЕЛЬЕФ МАРСА

На этих двух изображениях (цвета не соответствуют действительности) показана топография Марса. Цвета варьируются от ярко-красного (самые высокие районы планеты) до фиолетового (самые низкие точки).

ГЛОССАРИЙ

Кальдера – циркообразная впадина с крутыми стенками и с более или менее ровным дном, образовавшаяся зачастую вследствие провала вершины вулкана.

На Марсе расположены как самые крупные вулканы, так и самые глубокие и длинные каньоны в Солнечной системе. Из-за малых размеров на Марсе нет тектонических плит, соответственно, отсутствуют и некоторые виды рельефа, характерные для Земли, например горные хребты.

Можно сказать, что поверхность Красной планеты представляет собой две непохожих друг на друга части – холмистые равнины на севере и изрешеченные кратерами высокогорья на юге. Когда в 1960-х годах к Марсу отправились первые зонды, многих разочаровали полученные фотографии. На них было изображено южное

полушарие, а самые интересные особенности рельефа экватора и севера оказались за кадром.

ТЕОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЮЖНЫХ НАГОРИЙ

Сегодня мы уже знаем о глубинных различиях в геологии Марса. Так, кора планеты в южном полушарии намного толще, чем в других районах. По одной из теорий, подобное явление объясняется тем, что северные равнины представляют собой остатки огромных ударных бассейнов, которые на протяжении многих миллионов лет эродировали и сглаживались под воздействием воды, льда и ветра.

Они определенно имеют некоторое сходство с Равниной Эллада, огромным бассейном южных нагорий, который, вероятнее всего, образовался от удара. На изображениях с космических аппаратов, совершивших посадку на Марс, видно, что вокруг северных равнин разбросаны мелкие и средние камни, лежащие на поверхности, покрытой тонким грунтом.

Согласно другой теории, Южные Нагорья поднялись над поверхностью и затвердели под воздействием необычной циркуляции марсианской мантии. Возможно, они как-то связаны с образованием Купола, или Провинции, Фарсида (см. «Наши сведения»). По сути, оба механизма могли сыграть свою роль в формировании такой вот «раздвоенности» Марса.

КРАСНЫЕ ОКСИДЫ ЖЕЛЕЗА

Помимо совершенно необычного рельефа, у Марса есть еще одна особенность, которая видна невооруженным глазом на расстоянии миллионов километров – яркий цвет! Ржаво-красная окраска марсианских песков имеет то же происхождение, что и земная ржавчина, – их появление вызвано окислением железа. Крупные площади поверхности Красной планеты покрыты почвой, содержащей большое количество оксидов железа. Когда свирепые ветра проносятся по планете, поднимая вихри мелкой пыли, красный оттенок Марса меняется – с Земли можно наблюдать, как уменьшаются и растут темные пятна.

ПРИЧУДЛИВЫЕ КОЛЬЦА

Вид Горы Олимп сверху – сцепленные друг с другом «кольца» многочисленных кальдер.



ГИГАНТСКИЕ ВУЛКАНЫ

Если говорить о масштабах, то самая впечатляющая особенность Марса – вулканы. Самый крупный из них – Гора Олимп высотой 27 км. Соседи этого вулкана не доросли до макушки гиганта всего пару километров. На Земле к таким параметрам приближается лишь цепь вулканов на Гавайях, да и то их основная часть скрыта под водой.

Несмотря на все эти впечатляющие цифры, головокружительная высота вулкана



НАШИ СВЕДЕНИЯ

КУПОЛ, ИЛИ ПРОВИНЦИЯ, ФАРСИДА

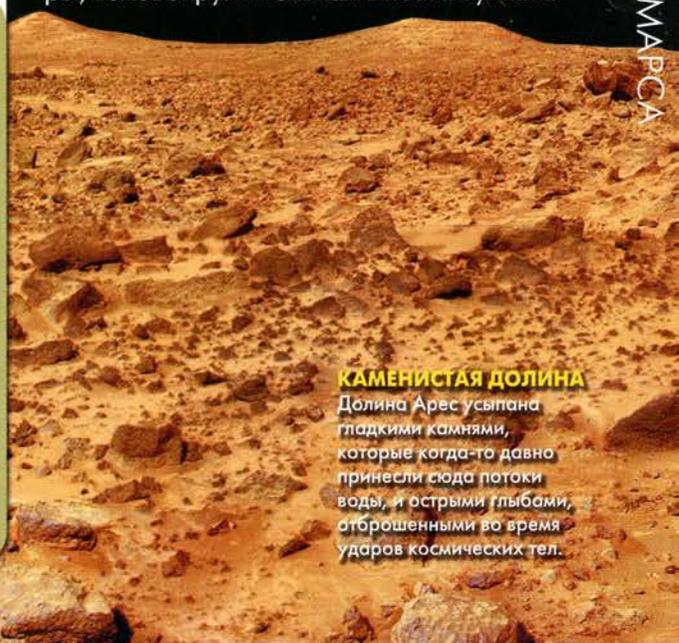
Высота огромного Купола (Провинции), на котором раскинулась Гора Олимп и другие вулканы, – 10 км. Его окаймляют древние котловины, где поверхность покрывалась трещинами и поднималась вверх примерно 3,5 млрд лет назад. Астрономы пока не пришли к единому мнению о причине такой странной деформации коры Марса.

По одной теории, кора выдвинулась наружу (и до сих пор поддерживается в таком положении) в результате подъема горячего материала марсианской мантии. По другой версии, Провинция (Купол) формировалась слой за слоем по мере того, как вулканическая лава изливалась в одном и том же месте на протяжении длительного периода. Провинция (Купол) становилась все тяжелее, опускаясь вниз, а внутренняя часть коры (литосфера) утолщалась, чтобы удержать его, словно невидимая толща айсберга.

Недавние попытки смоделировать подобную ситуацию позволяют предположить, что одно поднятие мантии не могло обеспечить достаточную опору для такого веса провинции. Зато оно могло содействовать длительной вулканической деятельности в Провинции Фарсида. Возможно, ответы на эти вопросы будут получены после проведения сейсмических испытаний на Марсе.

КАМЕНИСТАЯ ДОЛИНА

Долина Арес усыпана гладкими камнями, которые когда-то давно принесли сюда потоки воды, и острыми глыбами, отброшенными во время ударов космических тел.



не идет ни в какое сравнение с поистине исполинской шириной – его основание простирается примерно на 500 км. В свою очередь, сами вулканы располагаются на еще более широком Куполе, или Провинции, Фарсида.

Из-за ширины вулканов и большой площади самой Провинции (Купола) в полной мере оценить всю грандиозность вулканов можно лишь с очень большой высоты – слишком уж длинные у него склоны.

«Я думаю, люди достигнут Марса, и мне бы хотелось дожить до этого дня».

Базз Олдрин

При этом центральная, многокольцевая кальдера (см. «Глоссарий»), глубина которой примерно 3 км, имеет такие же крутые склоны.

ТЕОРИЯ ГОРЯЧЕЙ ТОЧКИ

К юго-востоку от Олимпа цепочкой расположились Горы Арсия, Павлин и Аскрийская. Специалисты по геологии Марса считают, что они могли сформироваться под воздействием горячей точки раскаленного материала, который поднялся из мантии и вызвал извержения.

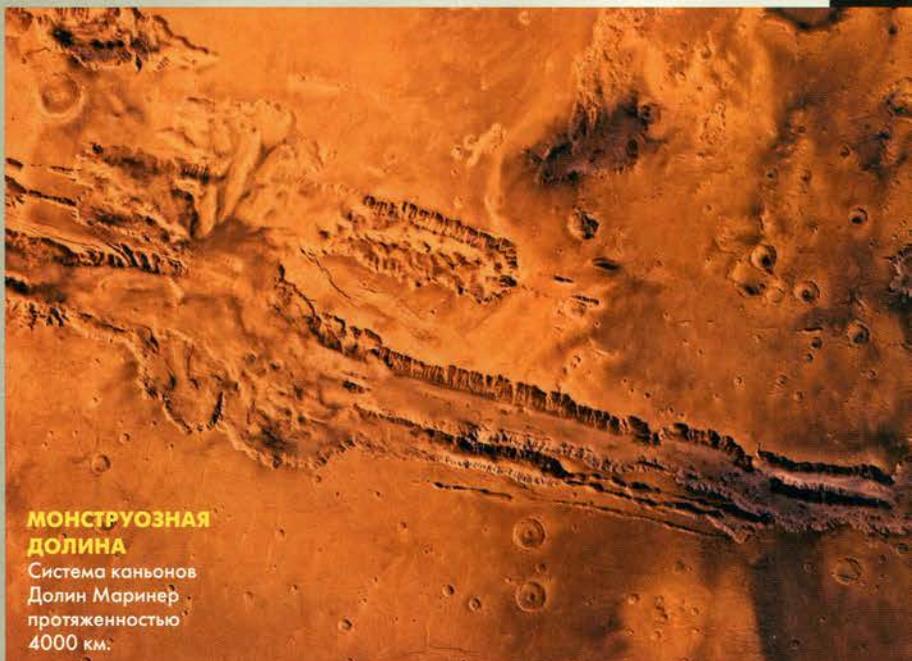
Подобный механизм послужил причиной образования аналогичной цепочки вулканов на Гавайях, но если теория верна, то должно было произойти и еще кое-что. На Земле цепочка вулканов формировалась по мере того, как в течение нескольких миллионов лет Тихоокеанская тектоническая плита дрейфовала над горячей точкой, удаля-



НАШИ СВЕДЕНИЯ КРУПНЕЙШИЙ КАНЬОН

К востоку от вулканов Провинции Фарсида поверхность Марса пересекает огромная трещина, почти параллельная экватору. Это Долины Маринер, сложная система глубоких параллельных каньонов. В самой глубокой точке дно находится на глубине 7 км от окружающей поверхности, а самое большое расстояние между стенами каньона составляет 200 км. Система каньонов протянулась более чем на 4000 км. Великий каньон в Аризоне в десять раз короче и в пять раз мельче марсианского.

Марсианский каньон начал формироваться примерно 3,5 млрд лет назад. Хотя он образовался не под воздействием воды, жидкость в него все-таки попадала через сеть каналов на западе. Возможно, потоки воды и стремительно движущегося углекислого газа, выталкиваемого на поверхность под давлением, также разрушали крутые, неустойчивые склоны.



МОНСТРУОЗНАЯ ДОЛИНА

Система каньонов
Долин Маринер
протяженностью
4000 км.

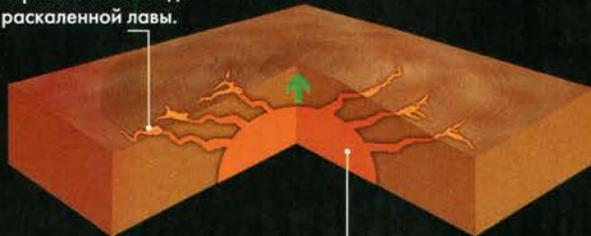


КАК ЭТО РАБОТАЕТ

ЩИТОВЫЕ ВУЛКАНЫ

Огромные вулканы Провинции Фарсида представляют собой большие пологие холмы, образованные раскаленной лавой, которая периодически извергалась на протяжении миллионов лет и, застывая, превращалась в слои породы. У Горы Олимп центральная кальдера не была жерлом вулкана как таковым. Кальдера образовалась при обрушении вершины, когда из внутреннего магматического очага вышла лава и появилась пустота. Кальдеры Олимпа в целом имеют ширину 80 км. У них несколько четких колец, что указывает на постепенное обрушение пика вулкана.

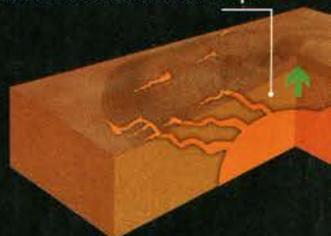
Магма выходит через каналы в виде раскаленной лавы.



1 ТОЛЧОК

Поднимающаяся мантия выталкивает Провинцию Фарсида, на поверхность вытекают потоки лавы.

По мере отвердевания лавы каналы выталкиваются вверх.



2 ОТВЕРДЕВАНИЕ

Лава отвердевает, увеличивая размеры вулкана.



ЛИНИЯ СБРОСА
Круговые линии излома по краю Провинции Фарсида – места, где кора трескалась, поднимаясь под действием внутреннего давления.

ясь от нее. Но на Марсе нет тектонических плит, значит, либо произошел сдвиг самой горячей точки, либо сдвинулась вся кора.

Горы Провинции Фарсида – щитовые вулканы (см. «Как это работает»), как и земные вулканы на Гавайях. Каналы, расположенные по склонам вулканов, появились там, где лава выходила на поверхность. Определив, как кратеры скапливались на поверхности с момента последнего отложения лавы, астрономы вычислили относительный возраст разных областей. По их расчетам, возраст основной части Горы Олимп – десятки миллионов лет.

В СЛЕДУЮЩЕМ ВЫПУСКЕ: СЛОЖНЫЙ КЛИМАТ И МОЩНЫЕ ПЫЛЬНЫЕ БУРИ НА МАРСЕ

 **ВАЖНЫЕ ОТКРЫТИЯ**
ДЕЙСТВУЮЩИЕ ВУЛКАНЫ?

Сложилось впечатление, что некоторые участки главных марсианских вулканов появились относительно недавно: в определенных частях Горы Олимп лавовые потоки застыли 20 млн лет назад.

Многие специалисты по геологии Марса считали, что эти лавовые потоки были последней вспышкой вулканической деятельности на планете, и сегодня Марс «спит». Однако в 2005 году космический зонд «Марс-экспресс» ЕКА передал изображения большого поля вулканов у марсианского северного полюса, которые заставили геологов задуматься.

Эти «конические» вулканы высотой несколько сотен метров похожи на земные и без следов ударов метеоритов, что может свидетельствовать об их недавней активности. К сожалению, астрономы не могут точно определить возраст поверхности, но, по крайней мере, они могут сделать вывод о том, что вулканическая деятельность здесь имела место примерно один-два миллиона лет назад.



ДО СИХ ПОР АКТИВНЫ? Вулканический пепел, который предположительно заметен на изображении, отсутствие кратеров на конусовидных образованиях у марсианского северного полюса... Неужели вулканическая деятельность на Марсе еще не прекратилась?



«ВИКИНГИ» НА МАРСЕ



СТАТИСТИКА МИССИИ:

ЗАПУСК: 20.07.1976 («Викинг-1»),
03.09.1976 («Викинг-2»)

ДОСТИЖЕНИЯ: Первая посадка на Марс
МАССА ОРБИТАЛЬНОГО БЛОКА: 2325 кг

Летательные аппараты «Викинг» должны были выяснить, есть ли жизнь на Красной планете. Они справились со всеми задачами миссии, но так и не смогли дать удовлетворительный ответ на этот вопрос.



«ВИКИНГ-1»

Запуск с мыса
Канаверал
на борту ракеты
«Титан-Центавр»
20 августа
1975 года.

После успешного завершения миссии «Маринер-9» по составлению карты Марса, НАСА разработало программу посадки космического аппарата на планету, анализа ее поверхности и недр на предмет наличия живых организмов.

Как обычно, НАСА запланировало запуск двух идентичных аппаратов, каждый из которых состоял из посадочной и орбитальной частей. За основу орбитальной части был взят «Маринер-9» – восьмиугольник шириной 2,5 м и высотой 3,29 м.

От оси орбитального модуля отходили четыре панели

солнечных батарей шириной 9,75 м. Панели состояли из 34 800 батарей и вырабатывали 620 Вт энергии.

НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ

Модули оборудовали устройствами для определения присутствия живых организмов, изучения химического состава грунта, метеорологии, сейсмологии, а также магнитных свойств и атмосферы Марса. Имелись также две камеры с углом обзора 360°.

«Викингам» предстояло предоставить образцы, которые могли бы доказать существование жизни на Марсе, поэтому нужно было сделать

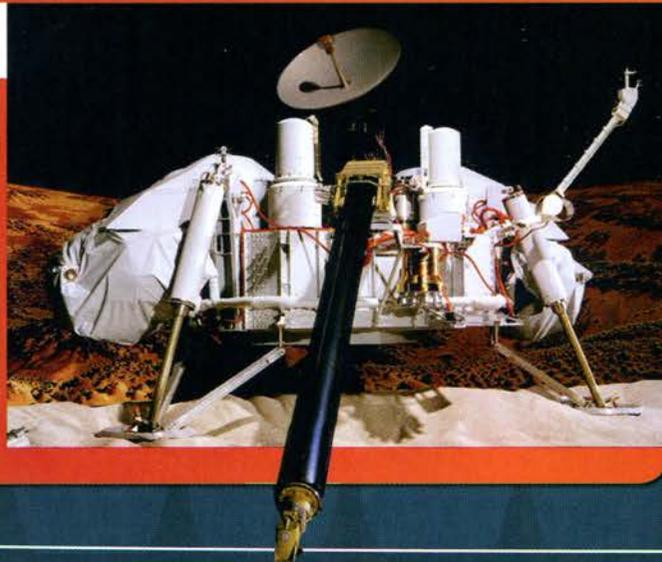


НАШИ СВЕДЕНИЯ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среди экспериментов, проведенных спусковыми модулями «Викингов», первоочередная роль отводилась исследованиям, нацеленным на поиск признаков жизни в грунте Марса. Поначалу результаты были положительными. Однако последующие исследования показали, что молекул органических соединений в почве нет. Большинство ученых считает, что прежние результаты можно объяснить химическими реакциями в условиях чрезмерного окисления почвы. Результаты исследований до сих пор вызывают оживленные споры, поэтому вопрос о существовании жизни на Марсе остается открытым.

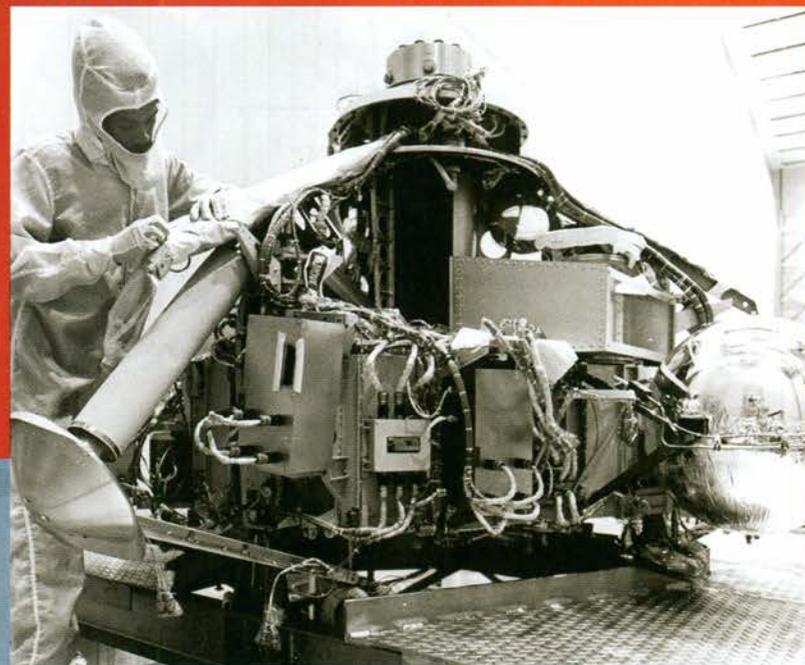
СПУСКОВОЙ МОДУЛЬ «ВИКИНГА» Модель спускового модуля в условиях симитированной поверхности Луны.





МЕСТА ПОСАДОК
«Викинги» совершили посадку на Равнину Хриса и Равнину Утопия.

СБОРКА «ВИКИНГА-1»
Сборка проходила в стерильных условиях, чтобы не занести на Марс никаких земных форм жизни.



« ЕСЛИ МЫ НЕ НАХОДИМ ДОКАЗАТЕЛЬСТВ СУЩЕСТВОВАНИЯ ЖИЗНИ НА МАРСЕ, ВОЗМОЖНО, МЫ ПРОСТО НЕ ТАМ ИЩЕМ. ».

Доктор Чарльз Кокелл, специалист по биологии Марса (Кембридж, Великобритания)

все, чтобы космический аппарат не занес никаких форм земной жизни на Красную планету. Сборка аппарата проходила в чистой комнате (см. «Глоссарий»).

Запуск «Викинга-1» состоялся 20 августа 1975 года. После 309-дневного путешествия 19 июня 1976 года аппарат вышел на орбиту

Марса. На следующий день спусковой модуль отстыковался и начал снижение. На высоте 6 км раскрылись парашюты. Через семь секунд был отброшен защитный экран, а еще спустя 8 секунд из аппарата выдвинулись три посадочные ноги.

На высоте 1,5 км заработали ракеты, и через 40 секунд

ГЛОССАРИЙ

Чистая комната

является абсолютно стерильным помещением. В комнате наивысшего класса чистоты 100 000 должно быть не более 100 000 частиц размером 0,5 мкм или выше на 1 м³.

на скорости 2,4 м/с аппарат совершил посадку на Равнину Хриса.

«Викинг-2» стартовал 9 сентября 1975 года. На орбиту Марса он вышел 7 августа 1976 года. Спусковой модуль сел на Равнину Утопия 3 сентября.

УДИВИТЕЛЬНЫЕ ФОТОГРАФИИ

Через 25 секунд после посадки «Викинг-1» начал передачу изображений. Кроме сейсмографа, который так и не заработал, все остальные эксперименты были проведены успешно. Аппарат работал до 13 ноября 1982 года, после чего связь с ним прервалась. «Викинг-2» действовал на поверхности Красной планеты 1281 марсианский день и отключился 11 апреля 1980 года, когда батареи разрядились.

«Викинги» передали на землю более 50 000 фотографий, а также сведения о климате, атмосфере и составе почвы. На сегодняшний день это самые исчерпывающие данные о Марсе.



ТЕХНОЛОГИИ

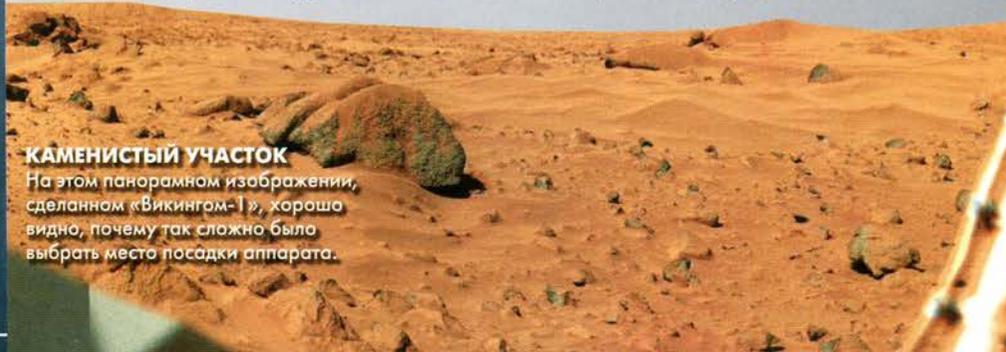
СРОЧНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Оказавшись на орбите, орбитальные модули должны были передать изображения предполагаемого места посадки, чтобы ученые удостоверились, что там действительно можно сесть. Однако «Викинг-1» отправил снимки, на которых было видно, что этот участок оказался более холмистым и каменистым, чем ожидалось.

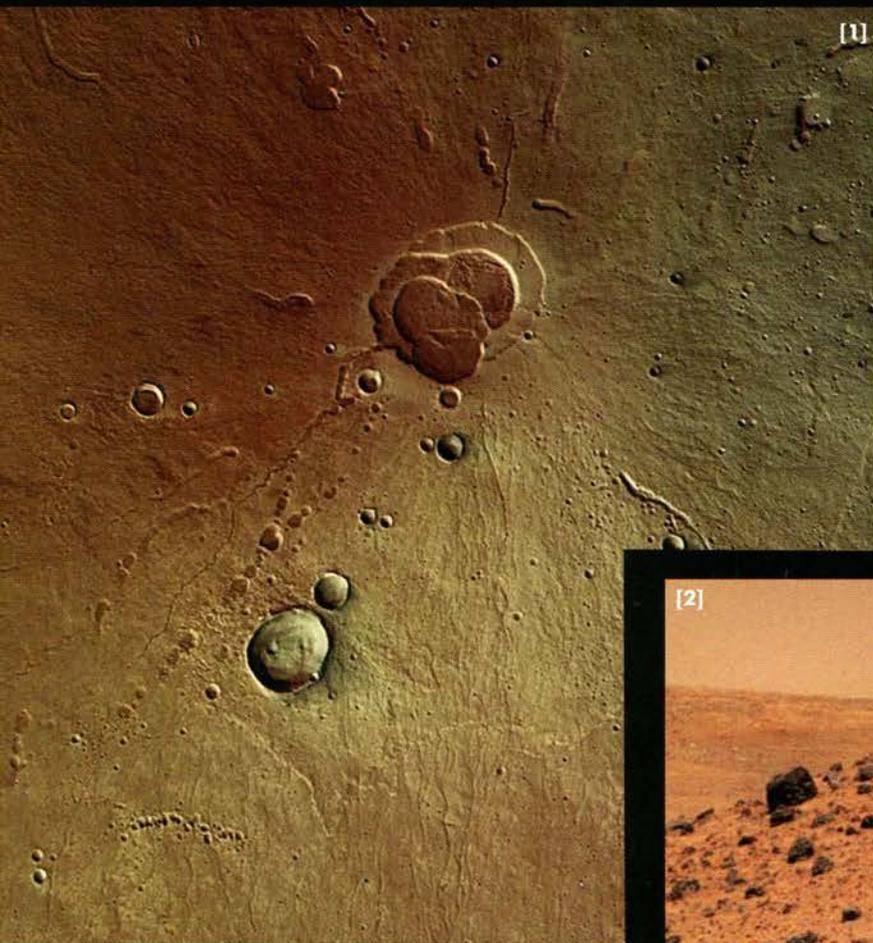
Аппарат продолжил осмотр района Равнины Хриса в поисках другого места для посадки. Решение о выборе окончательного варианта принимали три недели, в конце концов, пришли к выводу, что посадку нужно производить на Равнину Хриса, но немного западнее, после чего 20 июля аппарат коснулся поверхности Марса.

КАМЕНИСТЫЙ УЧАСТОК

На этом панорамном изображении, сделанном «Викингом-1», хорошо видно, почему так сложно было выбрать место посадки аппарата.



ВУЛКАНЫ НА МАРСЕ



[1]

Благодаря высокоточным изображениям вулканов, лавовых потоков и валунов можно предположить, что еще недавно на Марсе была вулканическая деятельность, которая может возобновиться.

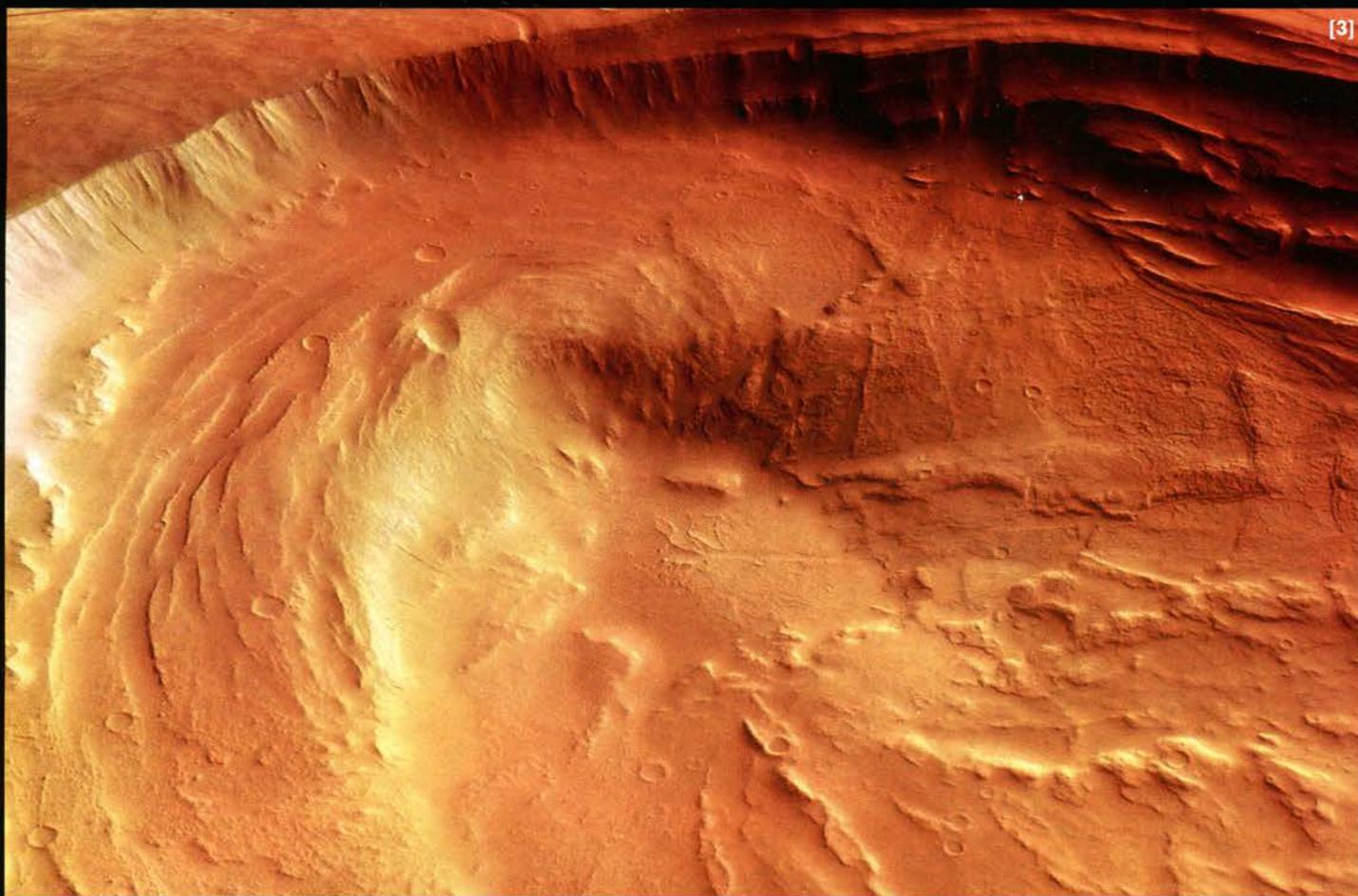
[2]



Подробные фото, выполненные зондами на Марсе, позволили ученым сделать вывод, что планета, возможно, еще остается геологически активной. По сравнению с Землей, которая имеет вдвое большие размеры, количество вулканов на Марсе значительно выше. На изображениях, сделанных космическим аппаратом «Марс-экспресс», видны 50–100 вулканических конусов, расположенных на площади более 1 млн км вблизи Северного полюса.

Вероятно, после тяжелой бомбардировки, которой примерно 4 млрд лет назад подверглись планеты земного типа, здесь не прекращалось образование кратеров. Хотя на изображениях заметны «свежие» вулканические конусы, свидетельств появления кратеров на Марсе нет.

Это значит, что марсианские вулканы были активны около 1,5 млрд лет назад.



[1] КУПОЛ ГЕКАТЫ

Крупнейший вулкан Нагорья Элизий высотой 5,3 км с кальдерой диаметром 10 км. На склонах видны потоки – следы воды и цепочки ям – путь лавы.

[2] ВАЛУНЫ

На панораме марсианского пейзажа, сделанной марсоходом «Спирит», видны куски темной вулканической породы – самый ближний из них высотой примерно 40 см.

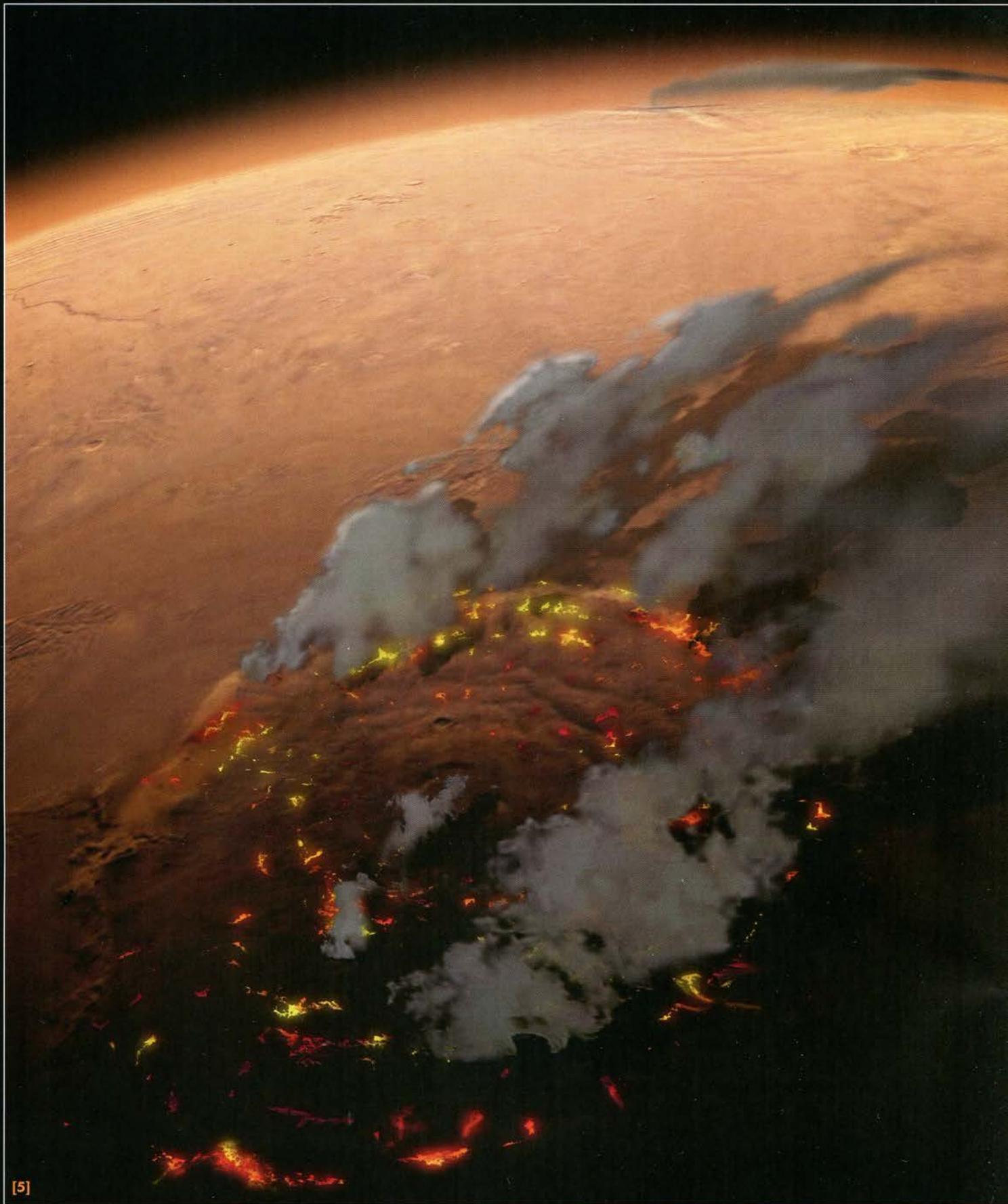
[3] ПАТЕРА БИБЛИДЫ

Перспективное изображение погружившейся кальдеры длиной 170 км, диаметром 100 км и высотой 3 км сделано космическим аппаратом ЕКА «Марс-экспресс».

[4] ГОРА ПАВЛИНА

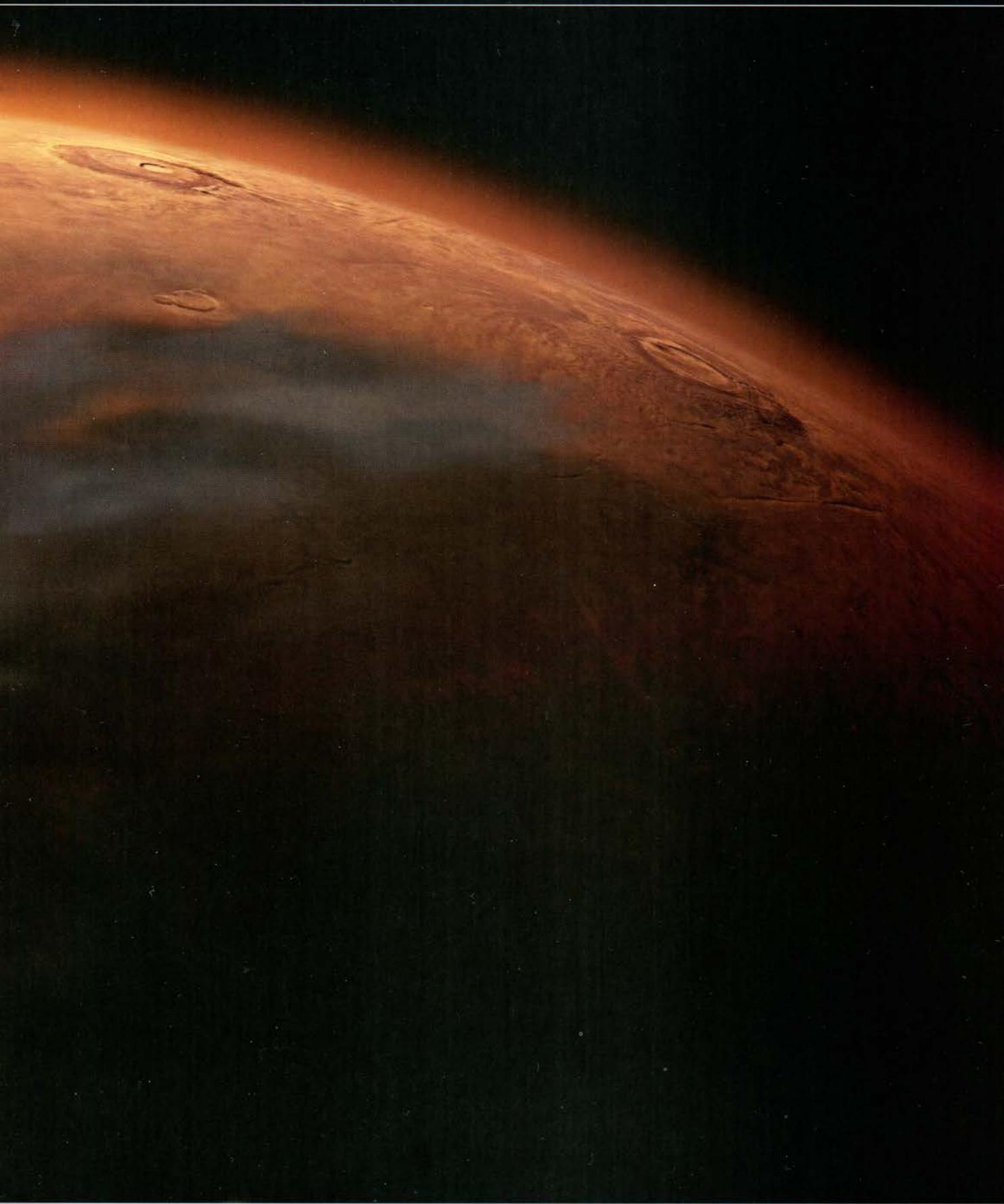
«Марс-экспресс» сделал снимок длинных, непрерывных лавовых трубок на юго-западном склоне вулкана высотой 12 км.





[5]

[5] ГОРА ОЛИМП Вот так, по мнению художника, выглядел этот гигантский вулкан на пике активности. Картина нарисована так, будто этот снимок сделан с небольшой высоты орбитальным аппаратом. Большая часть огромной вулканической Провинции Фарсида, расположенной по обеим сторонам



марсианского экватора у западного края Долин Маринер, скрыта под огромным облаком вулканического пепла. Над Провинцией возвышается Гора Олимп размером со штат Аризона. Вулкан испещрен потоками магмы, изливающейся из марсианской коры. Вдали дымятся остальные вулканы Провинции.