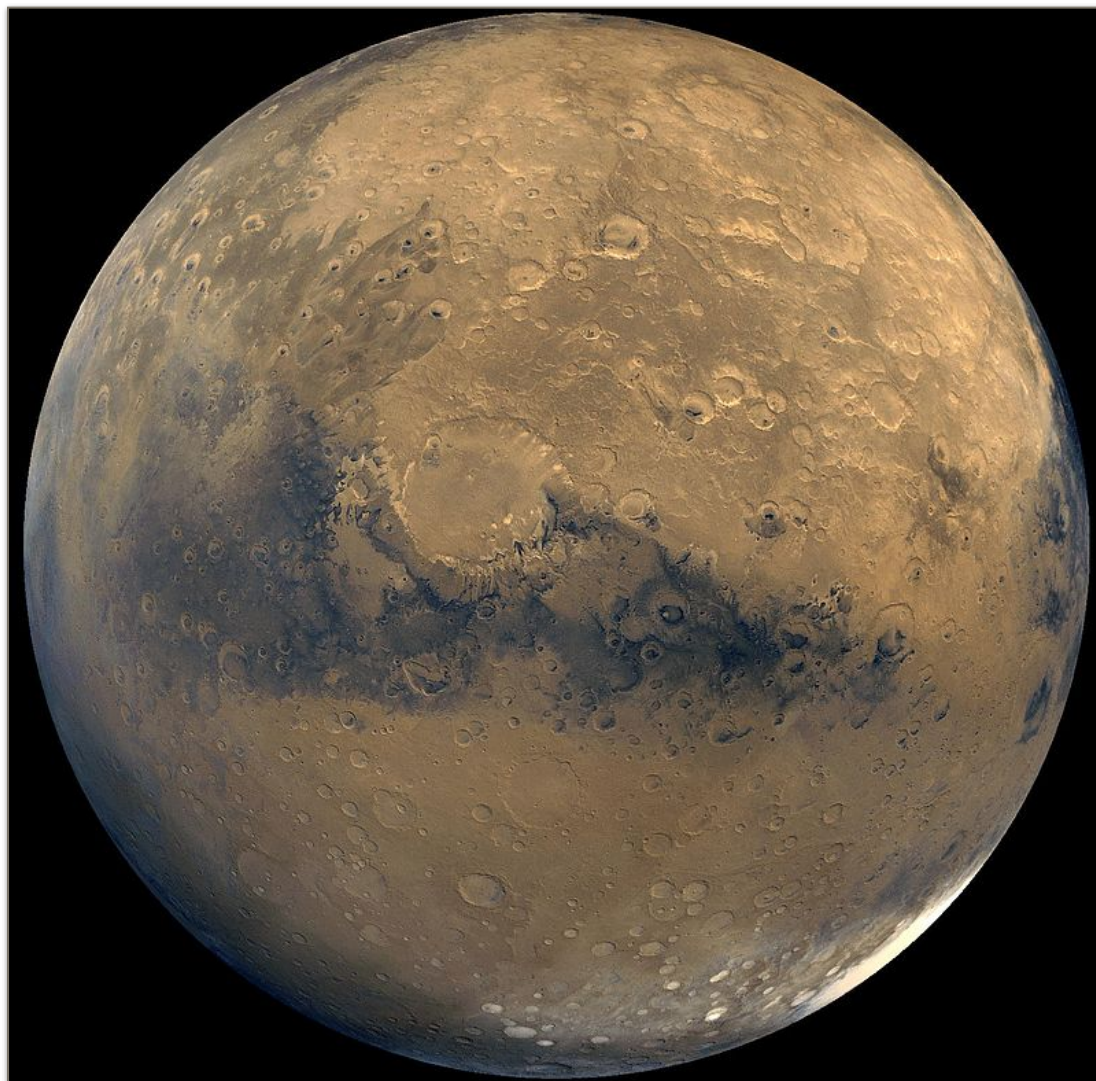


Mapc



Общие сведения	1
Атмосфера	3
Поверхность	5
Внутреннее строение	8
Жизнь на Марсе	9

Общие сведения

Марс — четвёртая по удалённости от Солнца и седьмая по размерам планета Солнечной системы; масса планеты составляет 10,7 % массы Земли. Названа в честь Марса — древнеримского бога войны, соответствующего древнегреческому Аресу. Иногда Марс называют «красной планетой» из-за красноватого оттенка поверхности, придаваемого ей минералом маггемитом — γ -оксидом железа(III).

Марс — планета земной группы с разреженной атмосферой (давление у поверхности в 160 раз меньше земного). Особенности поверхностного рельефа Марса можно считать ударные кратеры наподобие лунных, а также вулканы, долины, пустыни и полярные ледниковые шапки наподобие земных.

У Марса есть два естественных спутника — Фобос и Деймос (в переводе с древнегреческого — «страх» и «ужас», имена двух сыновей Ареса, сопровождавших его в бою), которые относительно малы (Фобос — $26,8 \times 22,4 \times 18,4$ км, Деймос — $15 \times 12,2 \times 10,4$ км) и имеют неправильную форму.

Начиная с 1960-х годов непосредственным исследованием Марса с помощью АМС занимались СССР (программы «Марс» и «Фобос»), США (программы «Маринер», «Викинг», «Mars Global Surveyor» и другие), Европейское космическое агентство (программа «Марс-экспресс») и Индия (программа «Мангальян»). На сегодняшний день, после Земли, Марс — самая подробно изученная планета Солнечной системы.

Марс — четвёртая по удалённости от Солнца (после Меркурия, Венеры и Земли) и седьмая по размерам (превосходит по массе и диаметру только Меркурий) планета Солнечной системы. Масса Марса составляет 0,107 массы Земли, объём — 0,151 объёма Земли, а средний линейный диаметр — 0,53 диаметра Земли.

Рельеф Марса обладает многими уникальными чертами. Марсианский потухший вулкан гора Олимп — самая высокая известная гора на планетах Солнечной системы (самая высокая известная гора в Солнечной системе — на астероиде Веста), а долины Маринер — самый крупный известный каньон на планетах (самый большой каньон в Солнечной системе обнаружен на спутнике Плутона — Хароне). Помимо этого, южное и северное полушария планеты радикально отличаются по рельефу; существует гипотеза, что Северный Полярный бассейн, занимающий 40 % поверхности планеты, является импактным кратером; в этом случае он оказывается самым крупным известным ударным кратером в Солнечной системе.

Марс имеет период вращения и смену времён года, аналогичные земным, но его климат значительно холоднее и суше земного.

Вплоть до полёта к Марсу автоматической межпланетной станции «Маринер-4» в 1965 году многие исследователи полагали, что на его поверхности есть вода в жидком состоянии. Это мнение было основано на наблюдениях за периодическими изменениями в светлых и тёмных участках, особенно в полярных широтах, которые были похожи на континенты и моря. Тёмные длинные линии на поверхности Марса интерпретировались некоторыми наблюдателями как ирригационные каналы для жидкой воды. Позднее было доказано, что большинство этих тёмных линий являются оптической иллюзией.

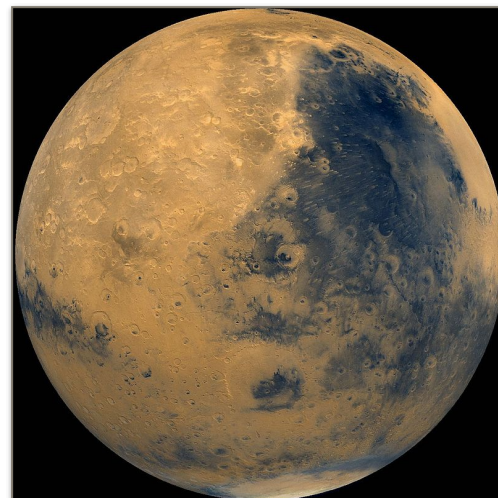


рис.1 Составное изображение Марса, на основе снимков АМС «Викинг-1» и АМС «Викинг-2» 1980 года.

На самом деле из-за низкого давления вода не может существовать в жидком состоянии на большей части (около 70 %) поверхности Марса. Вода в состоянии льда была обнаружена в марсианском грунте космическим аппаратом НАСА «Феникс». В то же время собранные марсоходами «Спирит» и «Opportunity» геологические данные позволяют предположить, что в далёком прошлом вода покрывала значительную часть поверхности Марса. Наблюдения в течение последнего десятилетия позволили обнаружить в некоторых местах на поверхности Марса слабую гейзерную активность. По наблюдениям с космического аппарата «Mars Global Surveyor», некоторые части южной полярной шапки Марса постепенно отступают.

С февраля 2009 года по настоящее время орбитальная исследовательская группировка на орбите Марса насчитывает три функционирующих космических аппарата: «Марс Одиссей», «Марс-экспресс» и «Mars Reconnaissance Orbiter». Это больше, чем около любой другой планеты, помимо Земли.

Поверхность Марса в настоящий момент исследуют два марсохода: «Opportunity» и «Curiosity». На поверхности Марса также находятся несколько неактивных посадочных модулей и марсоходов, завершивших исследования.



рис.2 Марсоход Curiosity

Марс хорошо виден с Земли невооружённым глазом. Его видимая звёздная величина достигает $-2,91m$ (при максимальном сближении с Землёй). Марс уступает по яркости лишь Юпитеру (во время великого противостояния Марса он может превзойти Юпитер), Венере, Луне и Солнцу. Противостояние Марса можно наблюдать каждые два года. Последний раз Марс был в противостоянии 22 мая 2016 года, он находился на расстоянии 76 млн км от Земли. Как правило, во время великого противостояния (то есть при совпадении противостояния с Землёй и прохождения Марсом перигелия своей орбиты) оранжевый Марс является ярчайшим объектом земного ночного неба после Луны (не считая Венеры, которая и тогда ярче него, но видна утром и вечером), но это происходит лишь один раз в 15—17 лет в течение одной-двух недель.

Период вращения планеты — 24 часа 37 минут 22,7 секунды (относительно звёзд), длина средних солнечных суток (называемых солами) составляет 24 часа 39 минут 35,24409 секунды, всего на 2,7 % длиннее земных суток. Марсианский год состоит из 668,6 марсианских солнечных суток.

Марс вращается вокруг своей оси, наклонённой к перпендикуляру плоскости орбиты под углом $25,19^\circ$. Наклон оси вращения Марса обеспечивает смену времён года. При этом эксцентриситет орбиты приводит к большим различиям в их продолжительности — так, северная весна и лето, вместе взятые, длятся 371 сол, то есть заметно больше половины марсианского года. В то же время они приходятся на участок орбиты Марса, удалённый от Солнца. Поэтому на Марсе северное лето долгое и прохладное, а южное — короткое и относительно тёплое.

Атмосфера

Температура на планете колеблется от -153°C на полюсах зимой и до $+20^{\circ}\text{C}$ на экваторе летом (максимальная температура воздуха, зафиксированная марсоходом «Спирит», составила $+35^{\circ}\text{C}$), средняя температура — около 210 K (-63°C). В средних широтах температура колеблется от -50°C зимней ночью до 0°C летним днем, среднегодовая температура — -50°C .

Атмосфера Марса, состоящая в основном из углекислого газа, очень разрежена. Давление у поверхности Марса в 160 раз меньше земного — 6,1 мбар на среднем уровне поверхности. Из-за большого перепада высот на Марсе давление у поверхности сильно изменяется. Примерная толщина атмосферы — 110 км.

По данным NASA (2004), атмосфера Марса состоит на 95,32 % из углекислого газа; также в ней содержится 2,7 % азота, 1,6 % аргона, 0,145 % кислорода, 210 ppm водяного пара, 0,08 % угарного газа, оксид азота (NO) — 100 ppm, неон (Ne) — 2,5 ppm, полутяжёлая вода водород-дейтерий-кислород (HDO) 0,85 ppm, криптон (Kr) 0,3 ppm, ксенон (Xe) — 0,08 ppm (состав приведён в объёмных долях).

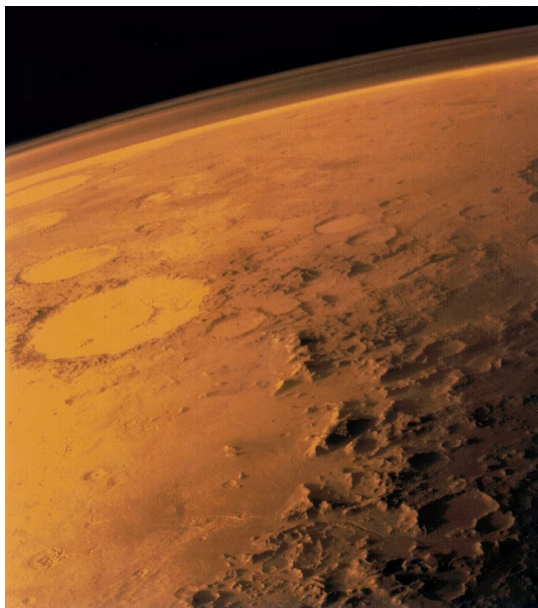


рис.3 Атмосфера Марса

По данным спускаемого аппарата АМС «Викинг» (1976), в марсианской атмосфере было определено около 1—2% аргона, 2—3% азота, а 95% — углекислый газ. Согласно данным АМС «Марс-2» и «Марс-3», нижняя граница ионосферы находится на высоте 80 км, максимум электронной концентрации $1,7 \times 10^5$ электронов/см³ расположен на высоте 138 км, другие два максимума находятся на высотах 85 и 107 км.

Радиопросвечивание атмосферы на радиоволнах 8 и 32 см, проведённое АМС «Марс-4» 10 февраля 1974 года, показало наличие ночной ионосферы Марса с главным максимумом ионизации на высоте 110 км и концентрацией электронов $4,6 \times 10^3$ электронов/см³, а также вторичными максимумами на высоте 65 и 185 км.

Разреженность марсианской атмосферы и отсутствие магнитосферы являются причиной того, что уровень ионизирующей радиации на поверхности Марса существенно выше, чем на поверхности Земли. Мощность эквивалентной дозы на поверхности Марса составляет в среднем 0,7 мЗв/сутки (изменяясь в зависимости от солнечной активности и атмосферного давления в пределах от 0,35 до 1,15 мЗв/сутки) и обусловлена главным образом космическим излучением; для сравнения, на Земле среднемировая эквивалентная доза облучения от естественных источников, накапливаемая за год, равна 2,4 мЗв, в том числе от космических лучей 0,4 мЗв. Таким образом, за один-два дня космонавт на поверхности Марса получит такую же эквивалентную дозу облучения, какую на поверхности Земли он получил бы за год.

Климат, как и на Земле, носит сезонный характер. Угол наклона Марса к плоскости орбиты почти равен земному и составляет $25,1919^{\circ}$; соответственно, на Марсе, так же как и на Земле, происходит смена времён года. Особенностью марсианского климата также является то, что эксцентриситет орбиты Марса значительно больше земного, и на климат также влияет расстояние до Солнца. Перигелий Марс проходит во время разгара зимы в северном полушарии и лета в южном, афелий — во время разгара зимы в южном полушарии и соответственно лета в северном. Вследствие этого климат северного и южного полушарий различается. Для северного полушария характерны более мягкая зима

и прохладное лето; в южном полушарии зима более холодная, а лето более жаркое. В холодное время года даже вне полярных шапок на поверхности может образовываться светлый иней. Аппарат «Феникс» зафиксировал снегопад, однако снежинки испарялись, не достигая поверхности.

По сведениям НАСА (2004 год), средняя температура составляет ~210 К (–63 °С). По данным посадочных аппаратов «Викинг», суточный температурный диапазон составляет от 184 К до 242 К (от –89 до –31 °С) («Викинг-1»), а скорость ветра 2–7 м/с (лето), 5–10 м/с (осень), 17–30 м/с (пылевой шторм).

По данным посадочного зонда «Марс-6», средняя температура тропосферы Марса составляет 228 К, в тропосфере температура убывает в среднем на 2,5 градуса на километр, а находящаяся выше тропопаузы (30 км) стратосфера имеет почти постоянную температуру 144 К.

Исследователи из Центра имени Карла Сагана в 2007–2008 годах пришли к выводу, что в последние десятилетия на Марсе идёт процесс потепления. Специалисты НАСА подтвердили эту гипотезу на основе анализа изменений альбедо разных частей планеты. Другие специалисты считают, что такие выводы делать пока рано. В мае 2016 года исследователи из Юго-Западного исследовательского института в Боулдере (Колорадо) опубликовали в журнале Science статью, в которой предъявили новые доказательства идущего потепления климата (на основе анализа данных Mars Reconnaissance Orbiter). По их мнению, этот процесс длительный и идёт, возможно, уже в течение 370 тыс. лет.

Существуют предположения, что в прошлом атмосфера могла быть более плотной, а климат — тёплым и влажным, и на поверхности Марса существовала жидкая вода и шли дожди. Доказательством этой гипотезы является анализ метеорита ALH 84001, показавший, что около 4 миллиардов лет назад температура Марса составляла 18 ± 4 °С.

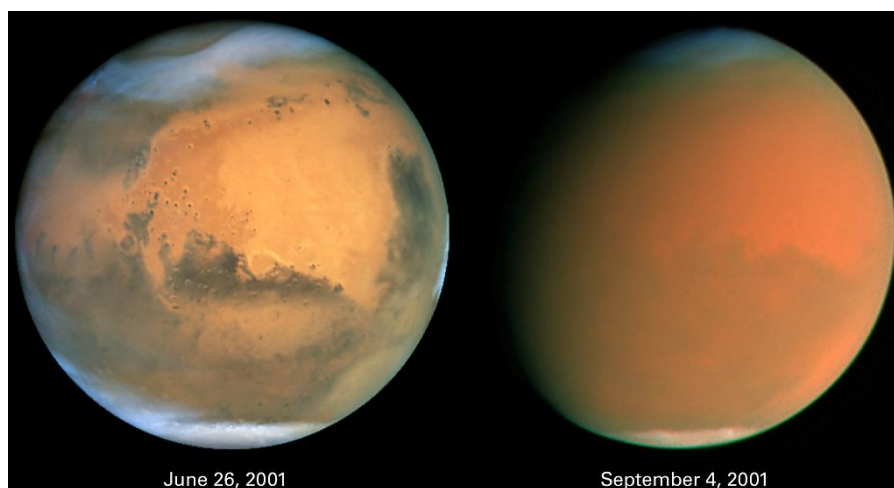


рис.4 Пылевые бури

Весеннее таяние полярных шапок приводит к резкому повышению давления атмосферы и перемещению больших масс газа в противоположное полушарие. Скорость дующих при этом ветров составляет 10–40 м/с, иногда до 100 м/с. Ветер поднимает с поверхности большое количество пыли, что приводит к пылевым бурям. Сильные пылевые бури практически полностью скрывают поверхность планеты. Пылевые бури оказывают заметное воздействие на распределение температуры в атмосфере Марса.

Поверхность

Две трети поверхности Марса занимают светлые области, получившие название материков, около трети — тёмные участки, называемые морями. Моря сосредоточены главным образом в южном полушарии планеты, между 10 и 40° широты. В северном полушарии есть только два крупных моря — Ацидалийское и Большой Сирт.

Характер тёмных участков до сих пор остаётся предметом споров. Они сохраняются, несмотря на то, что на Марсе бушуют пылевые бури. В своё время это служило доводом в пользу предположения, что тёмные участки покрыты растительностью. Сейчас полагают, что это просто участки, с которых, в силу их рельефа, легко выдувается пыль. Крупномасштабные снимки показывают, что на самом деле тёмные участки состоят из групп тёмных полос и пятен, связанных с кратерами, холмами и другими препятствиями на пути ветров. Сезонные и долговременные изменения их размера и формы связаны, по-видимому, с изменением соотношения участков поверхности, покрытых светлым и тёмным веществом.

Полушария Марса довольно сильно различаются по характеру поверхности. В южном полушарии поверхность находится на 1—2 км выше среднего уровня и густо усеяна кратерами. Эта часть Марса напоминает лунные материки. На севере большая часть поверхности находится ниже среднего уровня, здесь мало кратеров и основную часть занимают относительно гладкие равнины, вероятно, образовавшиеся в результате затопления лавой и эрозии. Такое различие полушарий остаётся предметом дискуссий. Граница между полушариями следует примерно по большому кругу, наклонённому на 30° к экватору. Граница широкая и неправильная и образует склон в направлении на север. Вдоль неё встречаются самые эродированные участки марсианской поверхности.

Выведено две альтернативных гипотезы, объясняющих асимметрию полушарий. Согласно одной из них, на раннем геологическом этапе литосферные плиты «съехались» (возможно, случайно) в одно полушарие, подобно континенту Пангея на Земле, а затем «застыли» в этом положении. Другая гипотеза предполагает столкновение Марса с космическим телом размером с Плутон около 4 млрд лет назад. В этом случае Северный Полярный бассейн, занимающий 40 % поверхности планеты, является импактным кратером и оказывается самым крупным известным ударным кратером в Солнечной системе. Его длина — 10,6 тыс. км, а ширина — 8,5 тыс. км, что примерно в четыре раза больше, чем крупнейший ударный кратер Эллада, до того также обнаруженный на Марсе, вблизи его южного полюса.



рис.5 Панорама ударного кратера
Виктория

Большое количество кратеров в южном полушарии предполагает, что поверхность здесь древняя — 3—4 млрд лет. Выделяют несколько типов кратеров: большие кратеры с плоским дном, более мелкие и молодые чашеобразные кратеры, похожие на лунные, кратеры, окружённые валом, и возвышенные кратеры. Последние два типа уникальны для Марса — кратеры с валом образовались там, где по поверхности текли жидкие выбросы, а возвышенные кратеры образовались там, где покрывало выбросов кратера защитило поверхность от ветровой эрозии. Самой крупной деталью ударного происхождения является равнина Эллада (примерно 2100 км в поперечнике).

В области хаотического ландшафта вблизи границы полушарий поверхность испытала разломы и сжатия больших участков, за которыми иногда следовала эрозия (вследствие оползней или катастрофического высвобождения подземных вод), а также затопление жидкой лавой. Хаотические ландшафты часто находятся у истока больших каналов, прорезанных водой. Наиболее приемлемой гипотезой их совместного образования является внезапное таяние подповерхностного льда.

В северном полушарии, помимо обширных вулканических равнин, находятся две области крупных вулканов — Фарсида и Элизий. Фарсида — обширная вулканическая равнина протяжённостью 2000 км, достигающая высоты 10 км над средним уровнем. На ней находятся три крупных щитовых вулкана — гора Арсия, гора Павлина и гора Аскрийская. На краю Фарсиды находится высочайшая на Марсе и высочайшая известная в Солнечной системе гора Олимп. Олимп достигает 27 км высоты по отношению к его основанию и 25 км по отношению к среднему уровню поверхности Марса, и охватывает площадь 550 км диаметром, окружённую обрывами, местами достигающими 7 км высоты. Объём Олимпа в 10 раз превышает объём крупнейшего вулкана Земли Мауна-Кеа. Здесь же расположено несколько менее крупных вулканов. Элизий — возвышенность до шести километров над средним уровнем, с тремя вулканами — купол Гекаты, гора Элизий и купол Альбор.

По другим данным, высота Олимпа составляет 21 287 метров над нулевым уровнем и 18 километров над окружающей местностью, а диаметр основания — примерно 600 км. Основание охватывает площадь 282 600 км². Кальдера (углубление в центре вулкана) имеет ширину 70 км и глубину 3 км.

Внешний вид Марса сильно изменяется в зависимости от времени года. Прежде всего, бросаются в глаза изменения полярных шапок. Они разрастаются и уменьшаются, создавая сезонные явления в атмосфере и на поверхности Марса. Полярные шапки в максимуме разрастания могут достигать широты 50°. Диаметр постоянной части северной полярной шапки составляет 1000 км. По мере того как весной полярная шапка в одном из полушарий отступает, детали поверхности планеты начинают темнеть.

Северная и Южная полярные шапки состоят из двух составляющих: сезонной — углекислого газа и вековой — водяного льда. По данным со спутника «Марс-экспресс», толщина шапок может составлять от 1 м до 3,7 км. Аппарат «Марс Одиссей» обнаружил на южной полярной шапке Марса действующие гейзеры. Как считают специалисты НАСА, струи углекислого газа с весенним потеплением вырываются вверх на большую высоту, унося с собой пыль и песок.

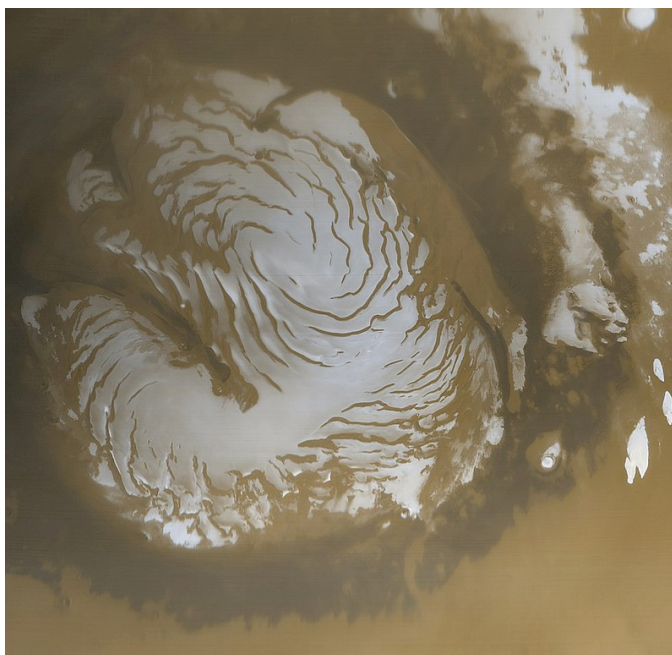


рис.6 Северная полярная шапка в летний период

На Марсе имеется множество геологических образований, напоминающих водную эрозию, в частности, высохшие русла рек. Согласно одной из гипотез, эти русла могли сформироваться в результате кратковременных катастрофических событий и не являются доказательством длительного существования речной системы. Однако последние данные свидетельствуют о том, что реки текли в течение геологически значимых промежутков времени. В частности, обнаружены инвертированные русла (то есть русла, приподнятые над окружающей местностью). На Земле подобные образования формируются благодаря длительному накоплению плотных донных отложений с последующим высыханием и

выветриванием окружающих пород. Кроме того, есть свидетельства смещения русел в дельте реки при постепенном поднятии поверхности.

В юго-западном полушарии, в кратере Эберсвальде обнаружена дельта реки площадью около 115 км². Намывшая дельту река имела в длину более 60 км.

Данные марсоходов НАСА «Спирит» и «Оппортьюнити» свидетельствуют также о наличии воды в прошлом (найжены минералы, которые могли образоваться только в результате длительного воздействия воды). Аппарат «Феникс» обнаружил залежи льда непосредственно в грунте.

Кроме того, обнаружены тёмные полосы на склонах холмов, свидетельствующие о появлении жидкой солёной воды на поверхности в наше время. Они появляются вскоре после наступления летнего периода и исчезают к зиме, «обтекают» различные препятствия, сливаются и расходятся. «Сложно представить, что подобные структуры могли сформироваться не из потоков жидкости, а из чего-то иного», — заявил сотрудник НАСА Ричард Зурек. Дальнейший спектральный анализ показал присутствие в указанных областях перхлоратов — солей, способных обеспечить существование жидкой воды в условиях марсианского давления.

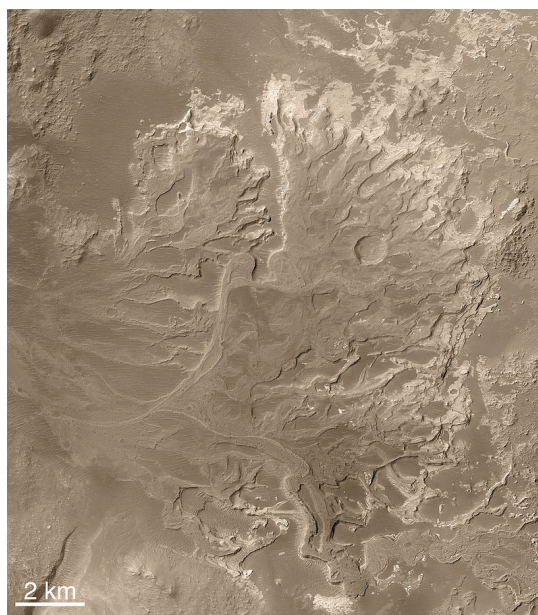


рис.7 Дельта высохшей реки в кратере Эберсвальде

Внутреннее строение

В прошлом на Марсе, как и на Земле, происходило движение литосферных плит. Это подтверждается особенностями магнитного поля Марса, местами расположения некоторых вулканов, например, в провинции Фарсида, а также формой долины Маринер. Современное положение дел, когда вулканы могут существовать гораздо более длительное время, чем на Земле, и достигать гигантских размеров, говорит о том, что сейчас данное движение скорее отсутствует. В пользу этого говорит тот факт, что щитовые вулканы растут в результате повторных извержений из одного и того же жерла в течение длительного времени. На Земле из-за движения литосферных плит вулканические точки постоянно меняли своё положение, что ограничивало рост щитовых вулканов и, возможно, не позволяло достичь им такой высоты, как на Марсе. С другой стороны, разница в максимальной высоте вулканов может объясняться тем, что из-за меньшей силы тяжести на Марсе возможно построение более высоких структур, которые не обрушились

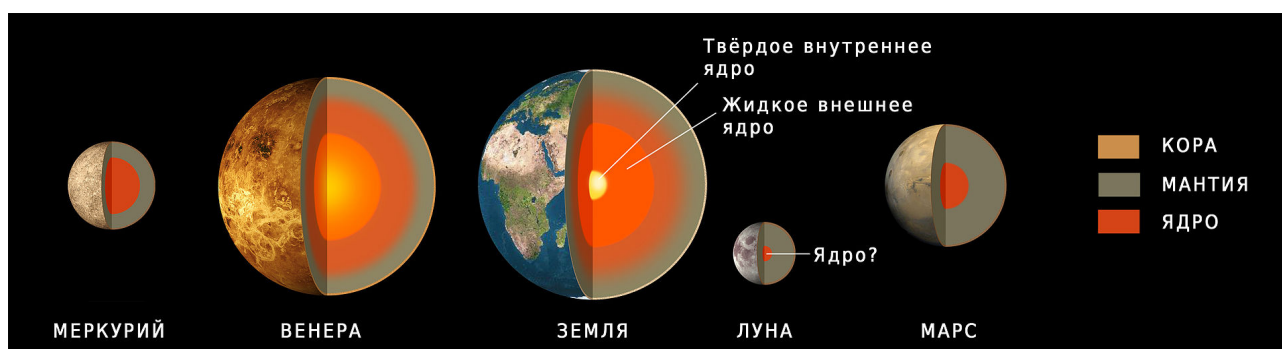


рис.8 Сравнение планет земной группы

бы под собственным весом. Возможно, на планете имеется слабая тектоническая активность, приводящая к образованию наблюдаемых с орбиты пологих каньонов.

Современные модели внутреннего строения Марса предполагают, что он состоит из коры со средней толщиной 50 км (максимальная оценка — не более 125 км), силикатной мантии и ядра радиусом, по разным оценкам, от 1480 до 1800 км. Плотность в центре планеты должна достигать 8,5 г/см³. Ядро частично жидкое и состоит в основном из железа с примесью 14—18 % (по массе) серы, причём содержание лёгких элементов вдвое выше, чем в ядре Земли. Согласно современным оценкам, формирование ядра совпало с периодом раннего вулканизма и продолжалось около миллиарда лет. Примерно то же время заняло частичное плавление мантийных силикатов. Из-за меньшей силы тяжести на Марсе диапазон давлений в мантии Марса гораздо меньше, чем на Земле, а значит, в ней меньше фазовых переходов. Предполагается, что фазовый переход оливина в шпинелевую модификацию начинается на довольно больших глубинах — 800 км (400 км на Земле). Характер рельефа и другие признаки позволяют предположить наличие астеносферы, состоящей из зон частично расплавленного вещества. Для некоторых районов Марса составлена подробная геологическая карта.

Согласно наблюдениям с орбиты и анализу коллекции марсианских метеоритов, поверхность Марса состоит главным образом из базальта. Есть некоторые основания предполагать, что на части марсианской поверхности материал является более кварцесодержащим, чем обычный базальт, и может быть подобен андезитным камням на Земле. Однако эти же наблюдения можно толковать в пользу наличия кварцевого стекла. Значительная часть более глубокого слоя состоит из зернистой пыли оксида железа.

Жизнь на Марсе

Популярная идея, что Марс населён разумными марсианами, широко распространилась в конце XIX века.

Наблюдения Скиапарелли так называемых каналов, в сочетании с книгой Персиваля Лоуэлла по той же теме сделали популярной идею о планете, климат которой становился всё суше, холоднее, которая умирала и на которой существовала древняя цивилизация, выполняющая ирригационные работы.

Другие многочисленные наблюдения и объявления известных лиц породили вокруг этой темы так называемую «Марсианскую лихорадку» (англ. Mars Fever). В 1899 году во время изучения атмосферных радиопомех с использованием приёмников в Колорадской обсерватории, изобретатель Никола Тесла наблюдал повторяющийся сигнал. Он высказал догадку, что это может быть радиосигнал с других планет, например Марса. В интервью 1901 года Тесла сказал, что ему пришла в голову мысль о том, что помехи могут быть вызваны искусственно. Хотя он не смог расшифровать их значение, для него было невозможным то, что они возникли совершенно случайно. По его мнению, это было приветствие одной планеты другой.

Гипотеза Теслы вызвала горячую поддержку известного британского учёного-физика Уильяма Томсона (лорда Кельвина), который, посетив США в 1902 году, сказал, что, по его мнению, Тесла поймал сигнал марсиан, посланный в США. Однако ещё до отбытия из Америки Кельвин стал решительно отрицать это заявление: «На самом деле я сказал, что жители Марса, если они существуют, несомненно могут видеть Нью-Йорк, в частности, свет от электричества».

Важные открытия сделаны марсоходом «Curiosity». В декабре 2012 года были получены данные о наличии на Марсе органических веществ, а также перхлоратов. Те же исследования показали наличие водяного пара в нагретых образцах грунта. Интересным фактом является то, что «Curiosity» на Марсе приземлился на дно высохшего озера.

Анализ наблюдений говорит, что планета ранее имела значительно более благоприятные для жизни условия, нежели теперь. В ходе программы «Викинг», осуществлённой в середине 1970-х годов, была проведена серия экспериментов для обнаружения микроорганизмов в марсианской почве. Она дала положительные результаты: например, временное увеличение выделения CO₂ при помещении частиц почвы в воду и питательную среду. Однако затем данное свидетельство жизни на Марсе было оспорено учёными команды «Викингов». Это привело к их продолжительным спорам с учёным из NASA Гильбертом Левиным, который утверждал, что «Викинг» обнаружил жизнь. После переоценки данных «Викинга» в свете современных научных знаний об экстремофилах было установлено, что проведённые эксперименты были недостаточно совершенны для обнаружения этих форм жизни. Более того, эти тесты могли убить организмы, даже если последние содержались в пробах. Тесты, проведённые в рамках программы «Феникс», показали, что почва имеет очень щелочной pH и содержит магний, натрий, калий и хлориды. Питательных веществ в почве достаточно для поддержания жизни, однако жизненные формы должны иметь защиту от интенсивного ультрафиолетового света.

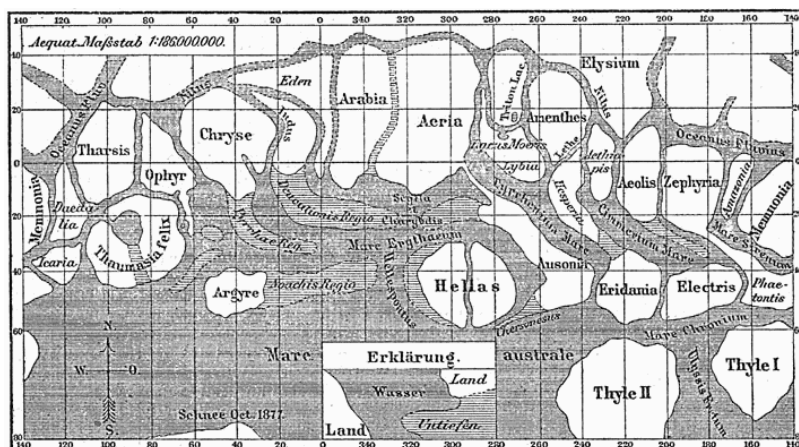


рис.9 Карта Марса Скиапарелли

На сегодняшний день условием для развития и поддержания жизни на планете считается наличие жидкой воды на её поверхности, а также нахождение орбиты планеты в так называемой зоне обитаемости, которая в Солнечной системе начинается за орбитой Венеры и заканчивается большой полуосью орбиты Марса. Вблизи перигелия Марс находится внутри этой зоны, однако тонкая атмосфера с низким давлением препятствует появлению жидкой воды на длительный период. Недавние свидетельства говорят о том, что любая вода на поверхности Марса является слишком солёной и кислотной для поддержания постоянной земноподобной жизни.



рис.10 Закат на Марсе

Отсутствие магнитосферы и крайне разрежённая атмосфера Марса также являются проблемой для поддержания жизни. На поверхности планеты идёт очень слабое перемещение тепловых потоков, она плохо изолирована от бомбардировки частицами солнечного ветра; помимо этого, при нагревании вода мгновенно испаряется, минуя жидкое состояние из-за низкого давления. Кроме того, Марс также находится на пороге т. н. «геологической смерти». Окончание вулканической активности, по всей видимости, остановило круговорот минералов и химических элементов между поверхностью и внутренней частью планеты.