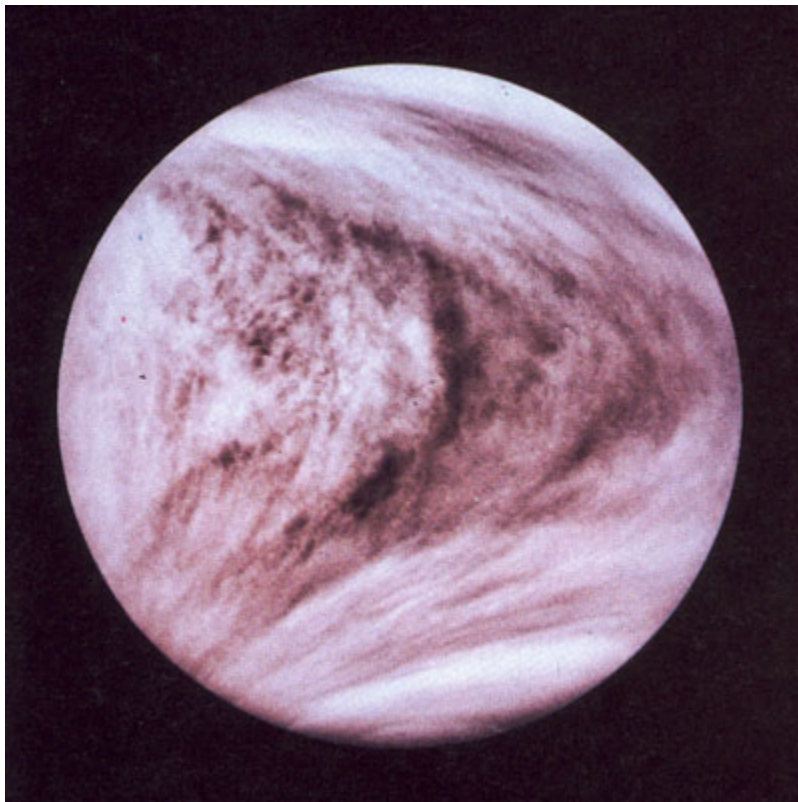


Экспедиционное оборудование для планеты

Венера



Краткие теоретические сведения

Самая прекрасная и самая близкая из планет – Венера – тысячелетия приковывает взгляды человека к себе. Сколько блестящих стихотворений породила Венера! Недаром она носит имя богини любви. Но сколько бы не изучали ученые нашу ближайшую соседку по Солнечной системе, количество вопросов, которые только ждут своих колумбов, не убывает. Планета полна загадок и чудес.

Большая полуось орбиты Венеры – среднее расстояние от Солнца – составляет 0,723 а.е. (108,2 млн. км). Орбита практически круговая, ее эксцентриситет равен 0,0068 – самый маленький в Солнечной системе. Наклонение орбиты к плоскости эклиптики: $i = 3^{\circ}39'$. Венера самая близкая к Земле планета – расстояние до нее меняется от 40 до 259 миллионов километров.

Средняя скорость движения по орбите – 35 км/с. Период обращения по орбите – 224,7 земных суток, а период вращения вокруг оси – 243,02 земных суток. При этом Венера вращается в сторону, противоположную своему движению по орбите (если смотреть с северного полюса Венеры, планета вращается по часовой стрелке, а не против неё, как Земля и остальные планеты, исключая Уран; наклон экватора к орбите: $177^{\circ}18'$). Это приводит к тому, что сутки на Венере продолжаются 116,8 земных суток (половину венерианского года). Таким образом, день и ночь на Венере делятся по 58,4 земных суток.

Масса Венеры составляет $0,815 M_{\oplus}$ массы Земли ($4,87 \cdot 10^{24}$ кг). У планеты нет спутников, поэтому масса Венеры была уточнена по пролётам мимо планеты американских космических аппаратов «Маринер-2», «Маринер-5» и «Маринер-10». Плотность нашей соседки равна $5,24 \text{ г/см}^3$.

Радиус Венеры – $0,949 R_{\oplus}$ (6052 км) – был измерен в шестидесятых годах методами радиолокации: поверхность

планеты постоянно закрыта плотными облаками. Венера имеет практически сферическую форму.

Ускорение свободного падения на поверхности составляет $8,87 \text{ м/с}^2$.



Рисунок 1.2.

На небосклоне Венера

Венеру легко распознать, так как по блеску она намного превосходят самые яркие из звезд. Отличительным признаком планеты является её ровный белый цвет. Венера так же, как и Меркурий, не отходит на небе на большое расстояние от Солнца. В моменты элонгаций Венера может удалиться от нашей звезды максимум на 48° . Как и у Меркурия, у Венеры есть периоды утренней и вечерней видимости: в древности считали, что утренняя и вечерняя Венеры – разные звезды.

Прохождение Венеры по диску Солнца – исключительно редкое явление. Эти события случаются парами с интервалом в 8 лет. А вот в перерыве между парами проходит больше 100 лет. Дело в том, что мы можем наблюдать прохождение Венеры по диску Солнца, только когда планета находится вблизи одного из узлов своей орбиты – то есть, только в июне или в декабре. Моменты, когда в этот момент Солнце, Венера и Земля выстраиваются в одну линию, достаточно редки.

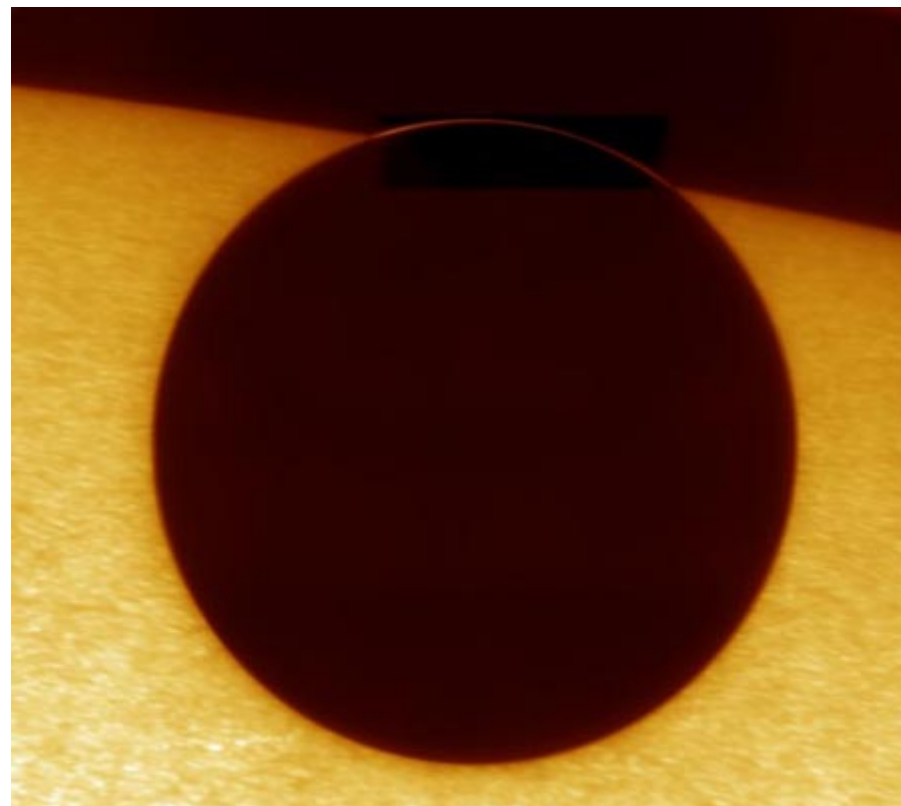


Рисунок 1.3.

На верхнем краю Венеры заметен светящийся ободок, возникший в результате преломления солнечных лучей в атмосфере планеты. Именно такой ореол наблюдал в 1761 году Михаил Ломоносов

Венера – третий по яркости объект на нашем небе. В периоды видимости ее блеск в максимуме около $m = -4,4$.

В 1610 году [Галилей](#) в изобретенный им телескоп впервые наблюдал изменение видимой фазы диска планеты. Механизм изменения фаз тот же, что и для [Луны](#). Люди с наиболее острым зрением иногда могут различить серпик Венеры невооруженным глазом.

Венерианская атмосфера

В 1761 году [Михаил Ломоносов](#), наблюдая [прохождение Венеры по диску Солнца](#), заметил тоненький радужный ободочек, окружавший планету. Так была открыта атмосфера Венеры.

Эта атмосфера исключительно мощная: давление у поверхности оказалось равным 90 атмосфер. На дне каньона Диана оно достигает 119 бар. Высокая температура нижних слоёв атмосферы Венеры объясняется парниковым эффектом.

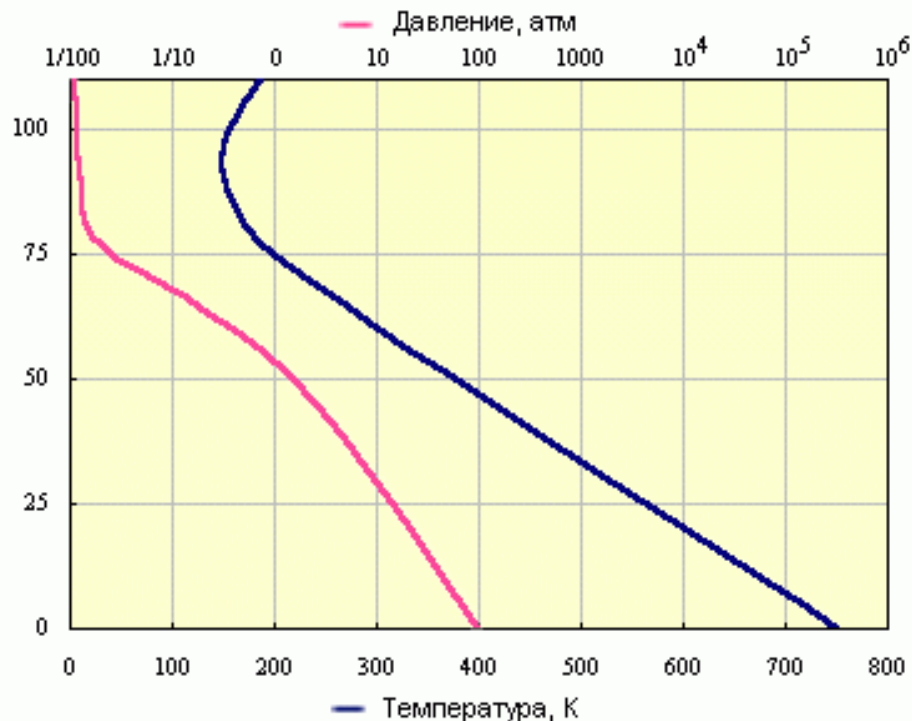


Рисунок 2.1. Изменение с высотой температуры и давления в атмосфере планеты

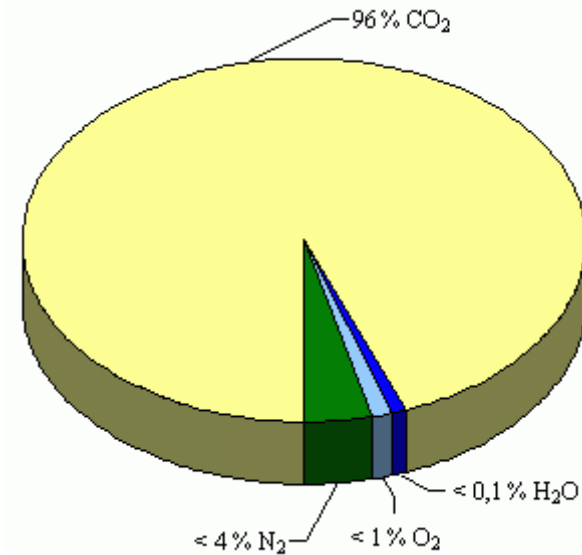


Рисунок 2.2. Состав атмосферы планеты

Альbedo Земли 0,33, поэтому потоки солнечной энергии для Венеры и Земли относятся как 1:1,9. Земля поглощает в 1,5 раза больше энергии от Солнца, чем Венера. Парниковый эффект имеет место и в атмосферах других планет. Но если в атмосфере Марса он поднимает среднюю температуру у поверхности на 9°, в атмосфере Земли – на 35°, то в атмосфере Венеры этот эффект достигает 400 градусов! Зарегистрированный максимум температур на поверхности +480 °С.



Рисунок 2.4. Венерианские облака в ультрафиолетовых лучах. Контрастность сильно увеличена

Атмосфера планеты пропускает солнечное излучение, правда, лишь частично и не в виде прямых лучей, а в форме многократно рассеянного излучения. Облачный слой Венеры обладает весьма высоким альбедо, 0,77. Иначе говоря, более трёх четвертой солнечной радиации отражается облаками и лишь менее одной четверти проходит



В 1932 году У. Адамс и Т. Вилсон доказали, что атмосфера Венеры на 96,5 % состоит из углекислого газа. Не более 3 % приходится на долю азота; кроме того, обнаружены примеси инертных газов (в первую очередь, аргона). Обнаружены следы кислорода, воды, хлороводорода и фторводорода.

Предполагалось, что из-за плотных облаков на поверхности Венеры всегда темно. Однако «Венера-8» показала, что освещенность примерно такая же, как на Земле в пасмурный день.

Рисунок 2.3. Парниковый эффект в дневной стороне Венеры атмосфере Венеры

Небо на Венере имеет яркий желто-зеленый оттенок.

Туманная дымка простирается до высоты около 50 км. Далее до высоты 70 км идут облака из мелких капель концентрированной серной кислоты. Замечены также примеси соляной кислоты и плавиковой кислоты. Считается, что серная кислота в атмосфере Венеры образуется из диоксида серы, источником которого могут быть вулканы Венеры.

Скорость вращения на уровне верхней границы облаков иная, чем над самой поверхностью планеты. Это означает, что над экватором Венеры на высоте 60–70 км постоянно дует ураганный ветер со скоростью 100 м/с и даже 300 м/с в направлении движения планеты. На больших

широтах Венеры скорость ветра на больших высотах уменьшается, а возле полюсов существует полярный вихрь.

Самые верхние слои атмосферы Венеры состоят почти целиком из водорода. Водородная атмосфера Венеры

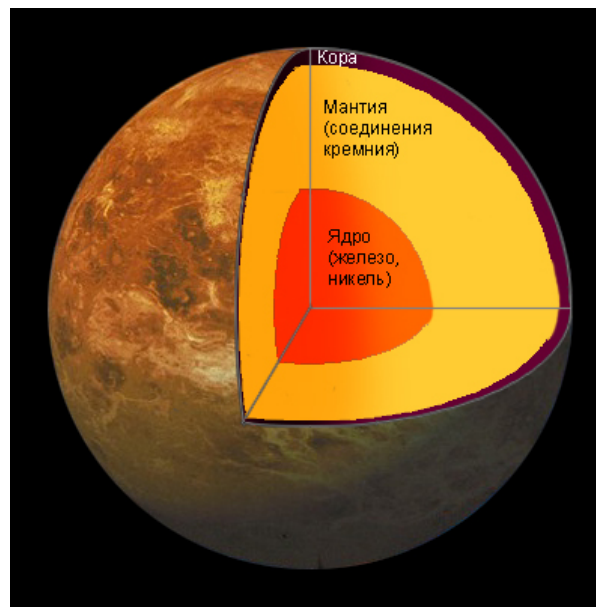


Рисунок 2.5. Внутреннее строение Венеры

простирается до высоты 5500 км. Температура облачных слоев колеблется от $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

У Венеры жидкое железное ядро, но в нем не возбуждается магнитное поле, вероятно, из-за медленного вращения Венеры.

АМС «Венера-15» и «Венера-16» с помощью радаров нашли на Венере горные вершины, имеющих явные следы потоков лавы. В

настоящее время зарегистрированы около 150 вулканических объектов, размеры которых превышают 100 км; общее число вулканов на планете оценивают в 1600. Извержения вулканов порождают мощные электрические разряды. Венерианские грозы неоднократно регистрировались приборами АМС.

Вулканизм на Венере свидетельствует об активности ее недр. Конвективные потоки жидкой мантии заперты толстой базальтовой оболочкой. В состав пород входят окислы кремния, алюминия, магния, железа, кальция и других элементов.

Поверхность

Венера подходит к Земле ближе, чем все остальные планеты. Однако плотная облачная атмосфера не позволяет видеть ее поверхность непосредственно, и все исследования проводятся с помощью радаров или автоматических межпланетных станций.



Рисунок 3.1.

Изображение Венеры, полученное радаром «Магеллана». Теперь уже можно смело сказать, что «чадра», скрывавшая лик Венеры от исследований, сорвана, и глазам учёных предстал сложный рельеф со следами активного вулканизма, тектонической деятельности и, в то же время, с явными последствиями метеоритной бомбардировки в прошлом

Некоторые ученые раньше считали, что планета всюду покрыта океаном.

Почти все изображения Венеры и ее поверхности сделаны в условных цветах, так как съемка производилась радиоволнами. С помощью радиоволн же было установлено, что Венера вращается в обратном, нежели почти все планеты, направлении.

Первые две автоматические станции «Венера» в шестидесятых годах не смогли достигнуть планеты, сойдя с траектории. Следующие станции разрушились, не

выдержав суровых условий атмосферы, и лишь спускаемый аппарат «Венера-7» 15 декабря 1970 года достиг поверхности и проработал на ней 23 минуты, успев провести массу исследований в атмосфере, измерить температуру на поверхности (около 500 °С) и давление (100 атмосфер).

Средняя плотность поверхностных пород равна 2,7 г/см³, что близко к плотности земных базальтов. Аппараты «Венера-13» и «Венера-14» выяснили, что грунт Венеры состоит на 50 % из кремнезема, 16 % – алюминиевых квасцов и на 11 % из окиси магния.

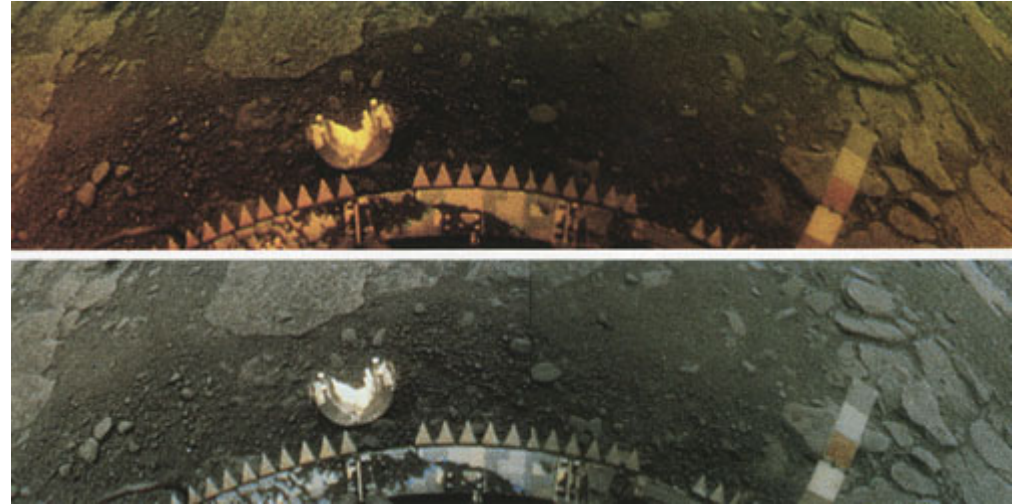


Рисунок 3.2.

Пейзаж, снятый «Венерой-13». На верхней фотографии скалы имеют оранжевый оттенок, т.к. атмосфера не пропускает синие лучи. На нижней фотографии компьютер «убрал» освещение, создаваемое атмосферой, и скалы видны в их натуральном сером цвете

На фотографиях поверхности Венеры можно различить каменистую пустыню с характерными скальными образованиями. Свежие осыпи камней и застывшие потоки лавы говорят о непрекращающейся тектонической активности.

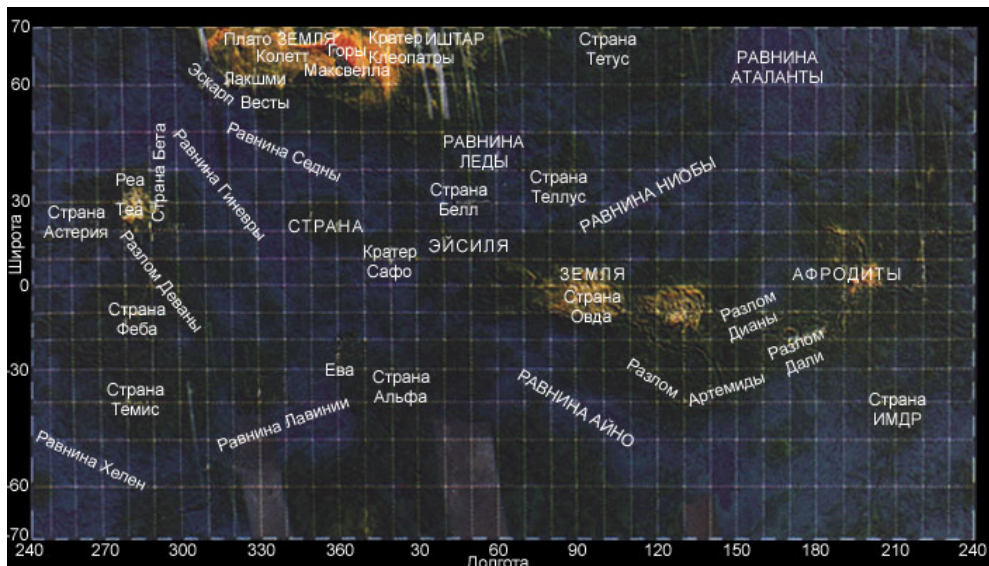


Рисунок 3.3.

Карта Венеры, полученная при помощи радара «Магеллана»

«Венера-15» и «Венера-16» в 1983 году произвели с помощью радиоволн картографирование большей части северного полушария. Американский «Магеллан» с 1989 по 1994 год произвел более детальное (с разрешением 300 м) и почти полное картографирование поверхности планеты. На ней обнаружены тысячи древних вулканов, извергавших лаву, сотни кратеров, горы. Поверхностный слой (кора) очень тонок; ослабленный высокой температурой, он дает много возможностей лаве вырваться наружу. Венера – самое активное небесное тело, вращающееся вокруг Солнца.

Два венерианских континента – Земля Иштар и Земля Афродиты – по площади не меньше Европы каждая. Равнины восточной Афродиты простираются на 2200 км и находятся ниже среднего уровня. Низменности, похожие на океанские впадины, занимают на Венере только одну шестую поверхности. А горы Максвелла на Земле Иштар возвышаются на 11 км над средним уровнем поверхности.

Кстати, горы Максвелла, а также области Альфа и Бета являются единственным исключением из правила, принятого МАС. Всем остальным районам Венеры даны женские имена: на карте можно найти Землю Лады, равнину Снегурочки и даже равнину Бабы-Яги.



Рисунок 3.4.

Гора Шапаш шириной 400 км и высотой 1,5 км. Щитовые вулканы, похожие на этот, часто встречаются на планете

Был изучен рельеф 55 районов Венеры. Среди них имеются участки как сильно всхолмлённой местности, с перепадами высот на 2–3 км, так и относительно ровной. В

северном полушарии планеты выявлен огромный круглый бассейн протяжённостью около 1500 км с севера на юг и 100 км с запада на восток. Обнаружена большая равнина длиной около 800 км, ещё более гладкая, чем поверхность лунных морей. Удалось обнаружить гигантский разлом в коре длиной 1500 км, шириной 150 км и глубиной 2 км. Выявлен дугообразный горный массив, пересечённый и частично разрушенный другим.

На поверхности Венеры было обнаружено около 10 кольцевых структур, подобных метеоритным кратерам Луны и Меркурия, диаметром от 35 до 150 км, но сильно сглаженных, уплощенных.

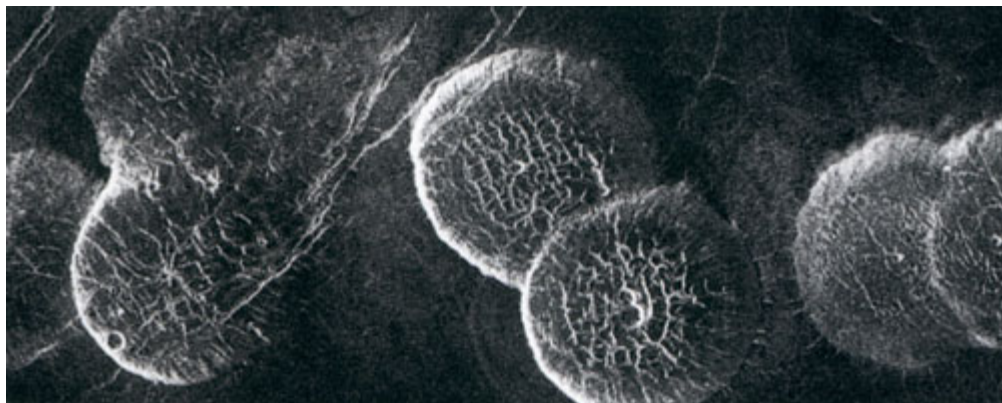


Рисунок 3.5.

Эти лепешкообразные вулканы представляют собой сгустки вязкой лавы, вытекающей сквозь трещины на поверхность

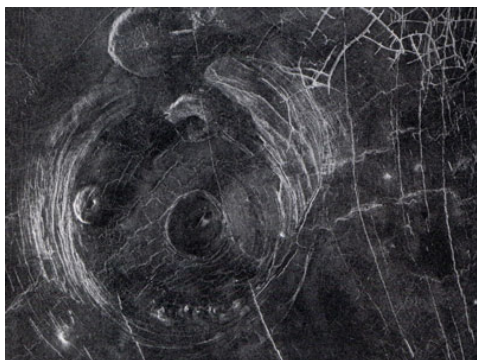


Рисунок 3.6.

Сеть трещин в поверхностных породах, сквозь которые расплавленная магма пытается прорваться наружу, вспучивая кору планеты



Рисунок 3.7.

Ударные кратеры – редкий элемент венерианского пейзажа. На снимке два кратера диаметрами около 40–50 км. Внутренняя область заполнена лавой. Торчащие наружу лепестки обнаружены только на Венере. Они представляют собой кучи раздробленной породы, выброшенной при образовании кратера наружу

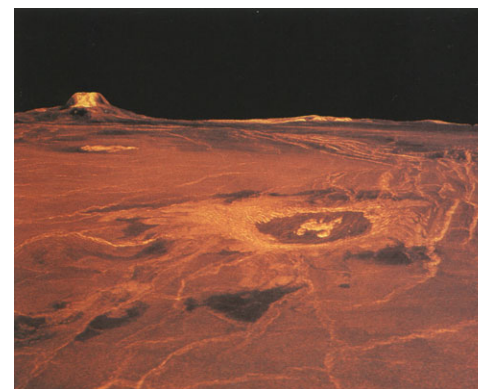


Рисунок 4.3.3.8.

Снимок с радара «Магеллана». На переднем плане кратер диаметром 48 км. Хорошо заметны трещины и складки, образовавшиеся в результате удара метеорита. На горизонте вулкан высотой около 3 км