**Венера**

Венера – в римской мифологии первоначально богиня весны и садов, впоследствии отождествлялась с греческой богиней Афродитой и почиталась как богиня любви и красоты.

Венера – планета, находящаяся на расстоянии от Солнца 0,7 а.е. (1 астрономическая единица = 149,6 млн. км, что является средним расстоянием Земли от солнца), радиусом в среднем 6050 км и массой 4,9х1024 кг.

**Топографическое описание поверхности планеты**

Подобно Земле, на Венере имеются горы, равнины, низменности. Обширные горные области, по аналогии с Землёй, мы будем называть континентами. Зелёная, жёлтая и красная окраски соответствуют таким горным районам, к которым относятся три области.

Наибольшая из них – Земля Афродиты, расположенная в экваториальной части планеты. Её площадь по уровню 6052,2 км составляет 41 млн. км2. По площади она близка к Африке. В отличие от Земли, остальные континенты Венеры значительно меньше. В сумме континенты на Венере занимают лишь 5-7% территории, в зависимости от того, по какому превышению над средним уровнем считать.

Земля Иштар, площадью около 8,5 млн. кв. км является вторым большим континентом. Ориентировочно её площадь близка к Австралии. В её западной части находится вулканическое плато Лакшми, а в центральной части – высочайшие на Венере горы Максвелла, достигающие уровня 11 км. В широтном направлении Земля Иштар тянется на 2500 км.

В основном, поверхность Венеры образуют равнины с невысокими холмами, которые называют «волнистыми» равнинами. 56% всей поверхности приходится на интервал высот от –0,5 до +0,5 км. Менее распространены сравнительно неглубокие низины, на карте показанные густым синим тоном; они охватывают около 25% территории. Низменность Равнина Аталанты, площадью около 7 млн. кв. км., представляет более глубокую депрессию, до 1,6-2 км ниже среднего уровня. Равнина Аталанты напоминает лунные моря.

Отсутствие на планете «уровня моря» приводит к необходимости вести отсчет от какого-то условного уровня. Согласно Мак-Гиллу и др. (1983) можно выбрать средний радиус поверхности (объем горных пород над этим уровнем равен объему атмосферы во впадинах под ним), медианный радиус, который делит поверхность пополам по площади, и модульный радиус, на который приходится наибольшая площадь, согласно гипсометрической кривой.

**Краткий обзор поверхности планеты**

Область Альфа представляет собой невысокое плато с поперечником около 1300 км, высотой по краям около 2,5 км над окружающей местностью (с юга это Равнина Лавинии). В центре плато имеется более или менее правильной формы депрессия, пониженная на 1 – 2 км относительно несплошного вала. Плато имеет крутые склоны (среднеквадратичные уклоны 5 – 10о) и сильно раздробленную поверхность, перерезанную множеством субпараллельных линеаментов (линейных зон тектонических нарушений), вытянутых с юго-запада на северо-восток. Есть мнение, что Альфа может быть останцем древней коры Венеры или древним вулканическим сооружением со следами тектонических разрушений, а круговые образования на плато моут быть метеоритными кратерами, образовавшимися позже.

Далее к востоку между юго-восточной оконечностью Земли Иштар и Землей Афродиты находятся Области Белл и Теллуры, разделенные Равниной Леды. Белл и Теллура представляют собой объекты примерно такой же высоты (около 1 – 1,5 км) с основанием около 500 и 1500 км соответственно. Дале к востоку находится обширная равнина Ниобы, примыкающая к Земле Афродиты с севера и равнина Айно, окружающая ее с юга. На севре, на широте Земли Иштар, Равнину Ниобы замыкает невысокая область Тефии (95 – 140о в.д.) и низменность Равнина Аталанты. Далее к востоку на широте 68 – 73о с.ш. расположена Область Метиды, протяженностью около 500 км. К юго-востоку от нее находятся Равнины Седны и Гиневры.

Равнина Гиневры имеет несколько возвышенностей в пределах 0,3 – 1 км. Резкое повышение уровня – это Область Астерии (западная часть Беты).

На долготе 205 – 220о, к югу от Афродиты и Ульфрун находится Область Имдр, так же представляющая возвышенность 0,5 – 1 км.

Сложная по рельефу Область Астерии (255 – 277о в.д.) примыкает с запада к Области Бета. Вытянутые вдоль меридиана Область Бета – Область Фебы и Область Фемиды на юго-востоке Равниной Навки отделены от Области Альфа. С юга Область Имдр и Область Фемиды примыкают к Равнине Елены, на востоке смыкающейся с Равниной Лавинии. На этой равнине, на широте 55о ю.ш. и долготе 322о находится кратер Лизе Майтнер, диаметром 300 км, с валом выозвышающимся на 0,5 км и депрессией в центре глубиной 1 км.

Наряду с Лизе Майтнер, найдено большое число других образований, природа которых так же связывается с метеоритной бомбардировкой. Ввиду высокой плотности атмосферы планеты, образование ударных кратеров кажется проблематичным. При изучении данного вопроса было доказано, что крупные метеоритные тела, способные образовать кратеры диаметром 10 км и более тормозятся атмосферой Венеры незначительно. Существенно влияние атмосферы, выражающееся в замедлении и разрушении метеоритных тел диаметром не более 40 м.

Другая сторона влияния атмосферы заключается в том, что она препятствует выбросу продуктов разрушения поверхности на большие расстояния.

Среднее число метеоритных кратеров на единицу площади используется для определения возраста поверхности, если известно, как менялась плотность метеоритной бомбардировки с течением времени. Этот метод широко используется для определения возраста безатмосферных тел, таких как Луна, Меркурий и с поправкой на разреженную атмосферу – для Марса. Для Венеры с ее плотной атмосферой, определение ее возраста дало интересные результаты.

**Земля Иштар и прилегающие районы**

Земля Иштар – своеобразный геоморфологический заповедник на Венере. Если область Бета можно охарактеризовать, как район вулканического рифтогенеза[[1]](#footnote-1) (Кэмпбелл и др., 1984), Землю Афродиты – как континент геологически большого возраста с заметными разрушениями, то Земля Иштар представляет вестма сложный в геоморфологическом отношении комплекс, объединяющий совершенно несходные элементы рельефа.

Очень условно ее можно разделить на следующие части: обширное высокогорное Плато Лакшми, Горы Максвелла, прилегающие к нему с востока, и расположенный на восточной оконечности континента район особого рельефа.

Плато Лакшми расположено на высоте 3 – 4 км. Исследователи сравнивают Плато Лакшми с земным Тибетом, однако последний вдвое меньше.

С востока, где плато несколько понижается, это комплекс Гор Максвелла, с севера – Горы Фрейи, с запада – Горы Акны. С южной стороны проходит довольно пологий Уступ Весты, переходящий в еще один уступ – Уступ Ут.

Эксперементы с радиолокатором бокового обзора на искусственных спутниках планеты – «Венера-15», «Венера-16» и снимки, полученные в эксперименте, стали огромным шагом вперед, позволившим перейти от полудогадок о природе поверхности к анализу фактов методами современной геоморфологии.

Изучение материалов, касающихся Плато Лакшми, окружающих гор, да и всей Земли Иштар в целом, указывает на мощные процессы локальной тектоники, приведшие к ее образованию.

Еще некоторые типы рельефа в окрестностях Земли Иштар, которые свидетельствуют о тектонической активности планеты. Исследователи назвали их овоидами. Это образования, которые не имеют прямых аналогов на Земле и других планетах.

Овоиды находящиеся в районе Мнемосины, между западной оконечностью Земли Иштар и Областью Метиды, это образования более или менее правильной формы, диаметром до 400 км и сложной структурой концентрических и дугообразных гряд, разделенных несколькими километрами. Происхождение их, как предполагают ученые (Барсуков и др.), имеет тектоно-магматическую природу: при остывании образовавшегося куполообразного поднятия происходило сползание и смятие пород, в результате чего образовался данный рельеф. Имеются и другие объяснения, но влюбом случае овоиды – проявление тектонической активности планеты, возможно в достаточно далеком прошлом.

Подобные образования свойственны Области Теллуры шириной около 400 км, представляющую собой возвышенность, окруженну вулканическими равнинами. Весьма похожий, но более хаотичный рельеф имеет восточная часть Земли Иштар, к которой с севера и с юга примыкают типичные вулканические равнины.

При анализе полученных материалов учеными был обнаружен новый вид рельефа, который широко распространен на Венере. Барсуков и др. предложили для него название «паркет» (имея в виду рисунок но не гладкость). Он так же не имеет прямых аналогов на Земле и состоит из частых чередующихся невысоких гряд возвышенностей и долин. В ряде случаев в их расположении видна определенная закономерность, а расположение соседних полос гряд имеет ортогональный рисунок.

Таким образом на поверхности Венеры преобладают вулканические и вулкано-тектонические равнины, есть лавовые плато, а ряд образований может иметь вулканическую природу.

Высочайшим тектоническим сооружением на планете является горный массив Максвелл, находящийся в центральной части Земли Иштар. Сведения о нем получены из двух источников: радиолокации спутников планеты «Венеры-15 и –16» и наземной радиолокации.

Для определения возраста Плато Лакшми, Гор Максвелла и Земли Иштар в целом и вулканических равнин окружающего района использовался уже упоминавшийся метод регистрации плотности метеоритных кратеров на единицу поверхности. Исходя из модельных расчетов и опираясь на сведения о плотности и возрасте кратеров на Меркурии, Луне, Марсе, ученые (Барсуков и др.) пришли к выводу, что вероятный возраст Плато Лакшми и Земли Иштар в целом 0,5 – 1 млрд. лет и что древняя кратерированная поверхность, относящаяся к периоду максимума метеоритной бомбардировки ( 3,9 млрд. лет ), на Венере не сохранилась, как и на Земле. В отличии от Земли, на Венере сохраняются кратеры возрастом до 1 млрд. лет, в то время как на Земле они разрушаются за несколько миллионов лет.

**Типичный метеоритный кратер на поверхности Венеры**

Несмотря на огромные технические трудности, связанные с высокими температурой и давлением, первые прямые телевизионные снимки поверхности планеты появились задолго до радиолокационных бортовых экспериментов.

**Выветривание горных пород**

На Земле выветривание происходит под действием смены температур, потоков воды, осадков (особенно фазовых переходов воды), эрозии переносимой пылью и в результате активности биосферы. Небольшую роль могут играть также сейсмические явления. Наконец, существует химическое выветривание.

На Венере атмосфера поддерживает постоянную температуру поверхности, зависящую только от гипсометрического уровня по­следней. Суточные колебания температуры не превышают единиц кельвинов, широтной зависимости температур для поверхности почти нет. Нагрев поверхности днем незначительной частью солнечной радиации, достигающей поверхности, не вызывает заметных изменений температуры благодаря эффективному теплообмену с атмосферой. Таким образом, выветривание из-за изменений температур горных пород и образования в них механических напряжений исключается. Вода в жидкой фазе, какие-либо другие осадки и сколько-нибудь значительная влажность также исключаются. Согласно существующим представлениям существование биосферы на Венере невозможно.

Местные разрушения горных пород на планете могут происходить в результате теплового эффекта вулканических извержений и воздействия потоков лавы, если активный вулканизм существует на Венере в нынешнюю эпоху. Однако подобные процессы имеют локальный характер и ограничены во времени. Механические разрушения происходят также в результате тектонических процессов (в том числе сейсмических явлений), с признаками которых мы встречались при описании поверхности планеты (складчатые горы в обрамлении Плато Лакшми, разрушенные скальные породы).

В этих условиях медленным, но постоянно действующим фактором является химическое выветривание в результате термохимических реакций между поверхностью и атмосферой.

Главными агентами атмосферы, вызывающими химическое выветривание, являются серосодержащие газы. Их взаимодействие с поверхностью приводит к связыванию серы в продуктах выветривания, что обогащает верхний слой грунта серой почти на два порядка по сравнению с Землей.

**Общие представления об атмосфере Венеры**

**Тепловое радиоизлучение**

Венера обладает наиболее массивной атмосферой из всех планет земной группы. Если отношение массы атмосферы к массе планеты для Земли составляет 0,86 х10-6, то для Венеры оно в 110 раз больше:

0,96 х10-4.

Основные составляющие атмосферы — углекислый газ (96,5%) и азот (около 3,5%). Все остальные газы, присутствующие в атмосфере, вместе взятые, не превосходят 0,1 %. Поэтому в первом приближении атмосферу Венеры можно рассматривать как сухой углекислый газ.

Тропосфера Венеры (нижний «этаж» атмосферы, где температура почти линейно падает с высотой) имеет высокую плотность и обладает значительной протяженностью. Так, ниже уровня, соответствующего «нормальным» земным условиям по давлению и температуре, находится своеобразный газовый океан 50-километровой глубины, состоящий из сильно сжатого и нагретого до высокой температуры газа. Даже если бы атмосфера Венеры была свободна от аэрозолей, попытка увидеть поверхность планеты сквозь столь значительную толщу газа была бы безрезультатной. Благодаря сильному рассеянию (и частичному поглощению) света атмосферой, последняя практически непрозрачна для внешнего наблюдателя во всем диапазоне частот, кроме радиоволн. Значительно прозрачнее атмосфера в диапазоне сантиметровых и дециметровых радиоволн, где и удалось впервые зарегистрировать излучение нагретой поверхности планеты.

Сказанное не означает, однако, что солнечный свет не проникает глубоко в атмосферу; в рассеянном виде он достигает поверхности планеты.

Схема строения атмосферы Венеры выглядит следующим образом. В интервале высот 47—70 км над поверхностью расположен протяженный слой тумана средней плотности, который по традиции называют облаками Венеры. От земных они отличаются не только низкой плотностью, малым массовым содержанием и микроскопическими размерами частиц, но ивесьма экзотическим составом: это мельчайшие капли высококонцентрированной серной кислоты. Облаков водного состава на Венере не бывает, а относитеьное содержание водяного пара в атмосфере очень мало, в 50 – 70 раз меньше, чем в земной атмосфере.

Верхняя граница облаков у 65—70 км имеет размытый характер и постепенно переходит в надоблачную дымку, поднимающуюся еще на 15—20 км. Дымка имеет непостоянную плотность, которая подвержена сильным изменениям с характерным временем около года или менее. Нижняя граница облаков у 47 км выражена весьма четко; но и ниже уровня 47 км имеется слабая дымка, простирающаяся вниз также километров на 15. Ниже 30 км атмосфера Венеры практически свободна от аэрозолей.

Как показывают измерения, температура у поверхности на уровне радиуса 6051,6 км составляет 735 К, давление 92 бар. С высотой температура и давление быстро падают. На уровне при­мерно 53 км условия близки к земным «нормальным»: от уровня с Т=293 К, где р~0,5 бар, до Т=340 К, где р =1 бар.

Высокие температуры у поверхности определяются одной из главных особенностей атмосферы планеты: сильным парниковым эффектом. Солнечная радиация проникает глубоко в атмосферу и поглощается поверхностью и атмосферой. Однако для длинноволнового теплового излучения атмосфера малопрозрачна, что и создает высокие температуры у поверхности.

Факт высокой температуры поверхности был установлен еще до начала зондирования атмосферы Венеры космическими аппаратами, по радиофизическим исследованиям планеты (Майер, 1963). Как любое нагретое тело, поверхность излучает значительную мощность в радиодиапазоне. Поэтому измерение яркостной температуры радиоизлучения можно связать с термодинамической температурой поверхности. К первым серьезным исследованиям этого рода относятся работы Майера и др. (1957, 1958).

Особенно большое число радиоастрономических измерений было проведено с 1962 по 1970 г. Далее начались прямые измерения на поверхности и проблема утратила актуальность. Наиболее высокие температуры наблюдаются в диапазоне 3—15 см, до 660 К.

**Химический состав атмосферы**

Подробные сведения об истории исследований состава атмосферы планеты можно найти в монографии «Венера» (Цан и др., 1983), а также в более ранних работах и изданиях: Л. Янг (1974), Кузьмин и Маров (1974), Мороз (1981) и других. В изучении состава атмосферы большую роль сыграли как космические, так и традиционные наземные, прежде всего — спектрометрические исследования (Конн и др. 1967).

Основная составляющая атмосферы планеты — углекислый газ. Спектрометрически он был отождествлен в атмосфере Венеры еще в 1932 г., в работе Адамса и Данхэма (1932). Однако до полета «Венеры-4» в 1967 г. оценки его содержания значительно колебались. Измерения «Венеры-4» и последующие более точные измерения «Венеры-5 и -6» практически закрыли вопрос об основных составляющих.

Углекислый газ. Атмосфера Венеры почти полностью состоит из углекислого газа, который выделился из коры планеты в процессе ее дегазации. На первый взгляд, на Венере запасы углекислого газа намного больше, чем на Земле. Различие снижается на 2 порядка, если учесть примерно в 60 раз большее количество углекислого га­за, растворенного в океанах Земли. Растворенный газ находится в динамическом равновесии с СО2 в атмосфере и демпфирует изменения его содержания. Постоянная времени обмена для океана близка к 7 годам. Однако подлинным резервуаром углекислого газа являются карбонаты в осадочных породах Земли.

Азот. Причина повышенного содержания азота в атмосфере, как предполагается, так же лежит в высокой температуре поверхности, из-за чего весь азот Венеры перешел в атмосферу.

**Средняя и верхняя атмосфера**

На Венере тропопауза — переход от тропосферы к стратосфере — совпадает с верхней границей облаков. Тропопауза в земной атмосфере характеризуется переходом к очень малому вертикальному градиенту температуры. Стратосфера Земли отличается быстрым ростом температуры с высотой в интервале 35—55 км, что объясняется присутствием озона, поглощающего коротковолновую часть солнечной радиации. «Озоновый» максимум температур приходится на интервал 40—55 км, что придает земному профилю характерный вид.

В атмосфере Венеры озон практически отсутствует, и выделение области стратосферы достаточно условно. Главная ее особенность — преобладание высокоактивных фотохимических реакций, происходящих под действием коротковолновой части солнечной радиации. В стратосфере образуются основные продукты фотохимии Венеры, в том числе — сернокислотный аэрозоль, образующий облака планеты. Температура и давление в стратосфере Венеры падают с высотой, причем высотная зависимость имеет сложный характер. На уровне 70 км температура и давление близки к 210 К и 34 мбар, а у 110 км — к 170 К и 2х10-3 мбар (в среднем). Падение температуры с высотой показывает, что основное условие стратификации не выполняется, поэтому название «стратосфера» не вполне годится для рассматриваемой части атмосферы. Более подошло бы название «фотохемосфера».

Если температура в области стратосферы слабо зависит от времени суток, то в интервале высот 105—130 км суточные ее изменения очень велики. Называть эту область мезосферой можно только условно, поскольку в земной мезосфере (высоты 50—80 км), температура значительно падает с высотой, в то время как изменения температуры в атмосфе­ре Венеры на соответствующих по характеристикам высотах (110— 130 км) имеют суточную зависимость и с высотой могут, как падать, так и возрастать.

Далее, термосфера Венеры значительно холоднее. Несмотря на то, что плотность потока радиации на Венере вдвое больше, чем на Земле, дневные температуры области, расположенной над мезосферой Венеры, очень невысоки, всего 300—350 К. Еще удивительнее оказались ночные температуры в той же области, составляющие всего 100—130 К причем переходы от дневных температур к ночным происходят очень быстро, практически в сумеречной зоне, за 5—8 земных часов. Название «термосфера», очевидно, не годится для верхней атмосферы Венеры. Было предложено два раздельных наименования: термосфера — для дневной части и криосфера («холодная сфера») — для ночной части атмосферы выше 160 км. Механизм быстрого охлаждения криосферы является предметом ис­следований.

Резкое понижение температуры в криосфере ночью приводит к быстрому падению давления.

Изменение давления должно сопровождаться перетеканием газа (на рассматриваемых высотах — с дневной на ночную сторону) и переходом энергии из потенциальной в кинетическую, так как потоки газа опускаются. Скорость охлаждения ночной стороны (криосферы) зависит от количества газа, перетекающего с дневной стороны. Итак, один из выводов, который можно сделать из рассмотрения особенностей строения атмосферы Венеры, заключается в том, что вблизи уровня 100 км проходит естественный раздел между двумя частями атмосферы: ниже 100 км суточные изменения параметров незначительны, выше — наблюдаются сильно выраженные суточные вариации температуры, плотности, давления. Кроме того, в интервале 140—180 км (основание гетеросферы) наблюдается суточная зависимость состава атмосферы.

**Ионосфера. Взаимодействие с солнечным ветром**

Подобно Земле, Венера обладает ионосферой— областью высокой плотности заряженных частиц, электронов и ионов. Концентрация заряженных частиц на дневной стороне ионосферы лишь в несколько раз меньше, чем в ионосфере Земли. Происхождение дневной ионосферы связано с поглощением в верхней атмосфере наиболее коротковолновой части ультрафиолетовой солнечной радиации (вакуумного ультрафиолетового излучения). В результате фотоионизации газа фотонами большой энергии возникают потоки фотоэлектронов, скорость которых намного превышает тепловую. Состав ионов зависит от состава нейтральной атмосферы, возбуждаемой излучением, а также реакциями, которые связывают образовавшиеся ионы, и массовыми потоками последних в ионосфере. В целом ионосфера остается нейтральной.

Значительно большую высотную протяженность имеет дневная ионосфера. Непостоянный профиль дневной ионосферы Венеры связан с низким положением ионопаузы, что является одной из главных особенностей ионосферы планеты.

Причина заключается в отсутствии у Венеры сколько-нибудь значительного дипольного магнитного момента. Магнитное поле Земли образует магнитосферу, защищающую ее от прямого воздействия солнечного ветра. Положение ударной волны, где газодинамическое давление солнечного ветра становится равным магнитному давлению, для Земли можно считать общеизвестным – на расстоянии 13 радиусов планеты с подсолнечной стороны. Поэтому ионосфера Земли закрыта от солнечного ветра – ионизованной плазмы, движущейся со скоростью около 400 км/сек. Отсутствие магнитного дипольного поля у Венеры приводит к тому, что сама ионосфера действует как препятствие на пути солнечного ветра, образуя ударную волну.

Магнитные «жгуты» являются еще одним источником высокой температуры на планете. «Жгуты» возникают в виде своеобразных магнитно-токовых трубок. Благодаря магнитной гировязкости, «жгуты» сохраняют цельность и ведут себя как своеобразные длинные канаты, толщиной в несколько десятков километров. Под действием магнитного поля ионопаузы и ионного слоя «жгуты» растягиваются за концы и сред ней частью вторгаются в ионосферу, сохраняя свое сильное магнитное поле. Взаимодействие «жгутов» с ионосферой приводит к разогреву электронного компонента. Предполагается, что это — один из основных источников разогрева.

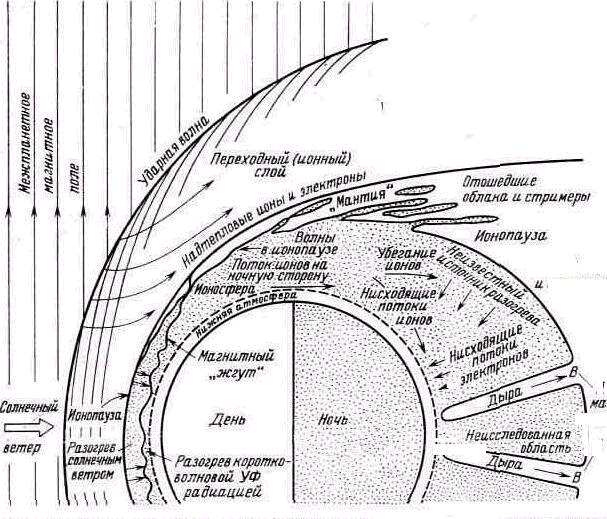


Рис. Схема процессов в ионосфере и ее взаимодействия с солнечным ветром.

Вдоль ионопаузы проходит токовый слой, отделяющий область сильного магнитного поля от ионосферы. При локальном воздействии солнечного ветра на ионопаузе образуется желоб, стенки которого могут замкнуться с образованием токовой трубки, охватывающей магнитное поле. Трубка с протекающим по ее поверхности током далее погружается в ионосферу. В таких же нестабильностях, но выгнутых в сторону переходного слоя, могут образоваться «пузыри» ионосферы, также охваченные током. Такие «пузыри» далее уносятся солнечным ветром. Наряду с этим, солнечным ветром могут захватываться и большие объемы плазмы ионосферы в виде отошедших облаков и вытянутых стримеров.

**ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АТМОСФЕРЫ**

**Поиск молний в атмосфере планеты**

До конца 1978 г. грозовые разряды в атмосфере Земли были уникальным явлением, не известным нигде более на других планетах.

Радиоизлучение Венеры открыто в конце 50-х годов, с началом ее радиоастрономических исследований. Уже в работах Крауса (1956, 1957) предполагалось, что всплески радиошумов от Венеры связаны с молниями в атмосфере планеты. На самом деле радиоизлучение исходит, главным образом, от сильно нагретой поверхности планеты и горячих нижних слоев тропосферы и к электрическим разрядам отношения не имеет. Анализ состава атмосферы, выполнявшийся аппаратами серии «Венера» с 1967 по 1975 г., а позже «Венерой-11—14» и зондами аппарата «Пионер — Венера», привел к проблеме образования некоторых малых газообразных составляющих атмосферы. Можно предположить, что их происхождение связано с электрическими разрядами в атмосфере.

В конце 1978 г. к Венере приблизились космические аппараты «Пионер — Венера», «Венера-11» и «Венера-12», а в начале 1982 г.— «Венера-13» и «Венера-14». Исследования в 1978г. выполнялись с помощью приборов «Гроза» и OEFD, а в 1982 г.— прибором «Гроза-2». Благодаря исследованиям электрической активности Венеры, присутствие частых электрических разрядов в атмосфере Венеры более не вызывает сомнений. Однако выяснение их природы требует дальнейших исследований, так как обстоятельства возникновения разрядов, похоже, связаны с рядом не вполне понятных явлений. Так 21 декабря 1978 г. прибор «Гроза» на «Венере-12», а 25 декабря — на «Венере-11», спускаясь в атмосфере планеты, зарегистрировал множество импульсов электромагнитного поля, по характеру весьма похожих на атмосферики удаленных земных молний.

Почти одновременно поступили сообщения о странных явлениях, которые, возможно, имеют отношение к той же проблеме. На высотах около 12 км на всех зондах аппарата «Пионер — Венера» были повреждены некоторые датчики, установленные независимо и на разных приборах. В качестве вероятной причины назывались электрические разряды.

Связь молний с генерацией отдельных химических компонентов в атмосфере Венеры стала предметом анализа многих работ. Сообщения об экспериментах на «Венерах» и аппарате «Пионер — Венера», стимулировали интерес к проблеме.

**Где происходят разряды?**

Чтобы понять, как возникают разряды в атмосфере Венеры и каков механизм накопления зарядов, необходимо знать, на какой высоте происходит это явление. Как уже говорилось, радиорефракция свидетельствует в пользу низкорасположенного источника, но пока опираясь на экспериментальные данные, указать определенную высоту источника поля не удается. Предположение о том, что разряды происходят в облачном слое, основано на следующих соображениях. Хорошо известно, что большие пространственные заряды и связанные с ними молнии возникают почти исключительно в грозовых облаках. В некоторых случаях наблюдается накопление зарядов в зимних облаках («зимние молнии»). Известны также молниевые разряды в пылевых бурях и над извергающимися вулканами. Наконец, существует малоисследованное явление образования молний (и, следовательно, присутствия больших зарядов) при безоблачной атмосфере—«гром с ясного неба».

На Земле наибольшие заряды наблюдаются в облаках с частицами сложной структуры, типа гирлянд, и с каплями переохлажденной воды. Напряженность электрического поля велика также для облаков из ледяных кристалликов;

если же облако состоит только из жидких капелек, напряженность оказывается низкой.

В облаках Венеры частицы жидкие и, по-видимому, имеют один и тот же состав, поэтому напряженность поля должна быть небольшой. Кроме того, ряд авторов высказывают сомнения относительно возможности на­копления пространственного заряда в среде, содержащей аэрозоль из сильного электролита — серной кислоты.

По существу, доводы в пользу локализации молний в облачном слое этим исчерпываются.

Таким образом:

Источники электромагнитного излучения (разряды) могут находиться значительно ниже облачного слоя, а механизм накопления объемных зарядов может отличаться от земного.

Кроме того в атмосфере Венеры присутствуют многочисленные электрические разряды, наблюдаемые по их электромагнитному излучению. Частота следования импульсов от одного источника достигает двадцати и более в секунду.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В исследованиях Венеры с космических аппаратов, в период с конца десятилетия 1960-х по середину 1980-х годов радикально изменились наши представления об этой ближайшей к Земле планете. Начиная с «Венеры-4» — первого аппарата, проникшего в 1967 г. в весьма негостеприимную атмосферу планеты, и до наиболее сложных последних аппаратов, непрерывно возрастали сложность задач и проводимых экспериментов.

Уровень знаний о Венере ныне настолько вырос, что попытка охватить разные области исследований заведомо не может быть одинаково успешной.

Десять проблем, сформулированных ниже, конечно, не могут охватить всех задач, стоящих перед исследованиями будущего. Но все они объединяются взаимосвязью и актуальностью задач.

1. Изучение тектоники планеты, благодаря сходству последней с Землей, представляется чрезвычайно интересным и полезным не только как важнейший вопрос физики Венеры, но и для понимания процессов уникальной тектоники Земли. Ключевым экспериментом здесь были бы измерения тепловых потоков из недр планеты, исследование ее сейсмической активности и внутреннего строения.

2. Поиск активного вулканизма с помощью различных методов – не только позволит установить уровень современной вулканической активности планеты, но и более надежно оценить возраст ее поверхности. Проведение параллельного анализа состава грунта позволит перейти к геохимическому районированию планеты.

3. Картированием поверхности с высоким разрешением с аппаратов «Венера-15 и -16» охвачено около половины территории северного полушария. Подробные радиоизображения для южного полушария позволят изучить глобальное распределение рельефа и получить сведения о неизвестной пока зоне южных высоких широт и провести их геоморфологическую интерпретацию.

4. Имеющиеся данные о содержании благородных газов уже теперь достаточно подробны и будут уточняться в дальнейшем. Но интерпретационная работа, в частности, выводы об особенностях происхождения и эволюции планеты, нуждаются в дальнейшей разработке.

5 Фундаментальным вопросом являются причины обедненности планеты водой. Крайне нужны достаточно точные измерения отношения содержания в атмосфере дейтерия и водорода (протия).

6 Резкие колебания распределения аэрозольного населения облачного слоя неоднократно отмечались в наземных и бортовых измерениях. Столь значительные глобальные изменения характеристик аэрозолей должны иметь в основе весьма крупномасштабные явления. Параллельные наземные патрульные поляриметрические измерения и прямой анализ химического состава малых компонентов аэрозолей и газовой атмосферы непосредственными методами послужат объяснению природы указанных изменений.

7. Благодаря крайне медленному вращению планеты и, как следствие — низкой величине сил Кориолиса, большой протяженности атмосферы и положению полярной оси, близкому к нормали к плоскости орбиты, Венера представляет уникальную естественную лабораторию для изучения динамики ее атмосферы. Особый интерес представляют исследования динамических и структурных особенностей зон полярных воротников и самих полярных районов. Одной из целей исследований динамики является объяснение механизма суперротации атмосферы.

8. Изучение верхней атмосферы и ионосферы Венеры привело к открытию необычных видов ее взаимодействия с солнечным ветром, но оставило нерешенным множество вопросов, в частности, о строении хвоста магнитосферы, о природе полостей в ночной ионосфере и др. Для их решения необходимы как экспериментальные, так и теоретические исследования. Много интересных проблем связано с верхней атмосферой, например, механизмы нетепловой диссипации, переноса кислорода на ночную сторону и другие.

9 Исследование условий развития и сохранения парникового эффекта в атмосфере планеты, получающей от Солнца меньше энергии чем Земля, представляет двойной интерес. Во-первых, это — особенность, определяющая многие аспекты физики Венеры. Во-вторых — фактические данные для расчетов опасности техногенного загрязнения атмосферы Земли.

10. Причины возникновения орбитально-вращательных резонансов (соизмеримостей) планеты относительно Солнца, Земли и Меркурия, а также медленного ретроградного движения остаются неизвестными и требуют теоретической разработки.

**Заключение по реферату**

Можно полагать, что ближайшее будущее в исследованиях ближайших соседей Земли – планет солнечной системы – Марса и Венеры принадлежит автоматам.

Но мы не сомневаемся, ни на минуту, что когда-нибудь, и может быть, скорее, чем мы думаем, на пыльную почву Марса и горячую поверхность Венеры ступит человек, посланец нашей родной Земли.

**Литература**

1. В.А. Бронштейн, Планета Марс. – М., 1977.

2. Л.В. Ксанфомалити, Планета Венера. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985.

3. Журнал «НЛО»: 02.2000, 05.2000, 07.2000, 09.2000.

1. Рифтообразование – закономерная стадия развития коры планеты (образование подвижных поясов, превращение их в горные сооружения, рифтогенез). [↑](#footnote-ref-1)