П Л А Н Е Т А В Е Н Е Р А

Венера - ближайшая соседка Земли, вторая по порядку

планета Солнечной системы, ее среднее расстояние до Солнца

108,2 миллиона километров. Размеры и массы Венеры и Земли

также очень близки : радиус Венеры 6051 км (6378 км у Зем-

ли), масса Венеры составляет 0,815 массы Земли, средняя

плотность 5240 кг/м , ускорение свободного падения на эква-

торе 8,76 м/с , что составляет 0,89 земного. После Солнца и

Луны Венера является самым ярким светилом на земном небе :

ее звездная величина в максимуме достигает 4,45m, и при бла-

гоприятных условиях можно даже наблюдать тень от предметов,

создаваемую светом Венеры. Она совершает один оборот по ор-

бите вокруг Солнца за 225 земных суток. Собственное вращение

Венеры необычно : длительность одного оборота превышает ве-

нерианский год и равна 243 земным суткам, направление враще-

ния противоположно вращению других планет. При этом солнеч-

ные сутки длятся около 117 дней. Средняя скорость движения

Венеры по орбите 34,99 км/с. Угол между плоскостями экватора

и орбиты равен 25о06, орбита планеты круговая, и поэтому на

Венере не происходит смены времен года.

В 1610 году Галилей впервые наблюдал смену фаз у Вене-

ры, т.е. изменение ее видимой формы от диска до узкого сер-

па. В 1761 году Ломоносов, наблюдая прохождение планеты по

диску Солнца, обнаружил у Венеры атмосферу. Начиная с XVII

века астрономы не раз пытались "разглядеть" Венеру, однако

из-за плотного облачного покрова Венера в видимом диапазоне

- 2 -

длин волн представляется однородной.

Совершенствование техники астрономических наблюдений,

использование поляриметрических и стереоскопических измере-

ний, освоение инфракрасного и ультрафиолетового диапазонов

длин волн позволили получить некоторую информацию о характе-

ристиках атмосферы Венеры на уровне верхней границы облаков.

В двадцатых - тридцатых годах нашего столетия были про-

ведены первые наблюдения Венеры в инфракрасной области 8-13

микрон, позволившие определить температуру атмосферы у верх-

ней границы облаков (Петтит и Никольсон, 1929 год), обнару-

жены полосы углекислого газа (Адамс и Данхэм, 1932 год),

проведены первые поляриметрические измерения (Лио, 1929

год). Дальнейшее развитие наземных спектроскопических наблю-

дений позволило Конну и др. в 1969 году получить прекрасный

атлас инфракрасных спектров Венеры и других планет со спект-

ральным разрешением порядка 1055, обнаружить линии окиси уг-

лерода, соляной и фтористо-водородной кислот в спектре Вене-

ры и оценить содержание этих компонент. Рядом исследователей

в шестидесятые годы были обнаружены в атмосфере планеты пары

воды.

До полетов космических станций к Венере единственную

возможность зондирования подоблачной атмосферы планеты пре-

доставляли радиоастрономические наблюдения в сантиметровом и

дециметровом диапазонах длин волн. Эти наблюдения, выполнен-

ные в конце пятидесятых - начале шестидесятых годов в СССР и

США, а также совместные наблюдения ученых обеих стран пока-

зали, что нижняя атмосфера Венеры имеет температуру 500 -

700 К или 250-450оС. Тогда же в 1961-1962 годах в СССР, США

- 3 -

и Великобритании была проведена радиолокация Венеры, которая

позволила определить направление и скорость собственного

вращения, изучить топографические характеристики поверхнос-

ти, уточнить размер Венеры.

Хотя наземные астрономические наблюдения Венеры продол-

жают развиваться и поныне, основная информация об этой пла-

нете за последние два десятилетия была получена с космичес-

ких аппаратов.

Первым исследовательским аппаратом, направленным земля-

нами к другой планете, стала советская автоматическая стан-

ция "Венера-1", стартовавшая 12 февраля 1961 года. Через три

месяца она прошла на расстоянии около 100 тысяч километров

от Венеры и вышла на орбиту спутника Солнца. Основными зада-

чами станции "Венера-1" являлись проверка методов вывода

космических объектов на межпланетную трассу, проверка сверх-

дальней радиосвязи и управления станцией, проведение физи-

ческих исследований в космосе.

В декабре 1962 года американский зонд "Маринер-2" про-

летел на расстоянии 35 тысяч километров от Венеры, имея на

борту радиометр сантиметрового диапазона, магнитометр и ряд

приборов для исследования заряженных частиц в космической

пыли. Магнитное поле не было обнаружено; по данным радиомет-

ра был сделан вывод, что радиоизлучение формируется в нижней

атмосфере Венеры, а не в ионосфере, как это допускалось

ранее.

В 1965 году к "прекраснейшей из звезд небесных", так

назвал Венеру Гомер, ушла "Венера-2", которая провела так

называемые полетные исследования. Надежно работали приборы

- 4 -

для измерения космических лучей, магнитных полей, потоков

заряженных частиц и микрометеоритов, радиопередатчики и вся

система передачи результатов научных наблюдений. Расправлен-

ные крылья солнечных батарей питали приборы и аппаратуру

электроэнергией.

Основная техническая проблема, стоявшая перед конструк-

торами межпланетной станции, заключалась в обеспечении ее

работы во время спуска в атмосфере Венеры в условиях огром-

ных температур и давления, а также в период аэродинамическо-

го торможения.

И вот наступил качественно новый этап: в 1965 году "Ве-

нера-3" впервые достигла поверхности планеты, а 1967 году

"Венера-4" впервые осуществила плавный спуск в ее атмосфере

и провела непосредственные физико-химические исследования.

Первый в истории человечества сеанс межпланетной радиосвязи

продолжался 93 минуты. Были измерены в зависимости от высоты

плотность, давление и температура атмосферы, проведен хими-

ческий анализ состава атмосферы. Спускаемый аппрарат был

расчитан на давление до 20 атмосфер, и передача данных прек-

ратилась до посадки на твердую поверхность Венеры. Было ус-

тановлено, что углекислый газ является основной компонентой

атмосферы (не менее 95%), получены пределы содержания ряда

других компонент, однозначно установлено существование высо-

ких давлений и температур в атмосфере планеты. На пролетном

аппарате измерена водородная корона Венеры, проведены наблю-

дения заряженных частиц и микрометеоритов.

Через день после посадки "Венеры-4" мимо планеты мимо

планеты на расстоянии 4000 км пролетел "Маринер-5", с по-

- 5 -

мощью которого было исследовано прохождение радиосигнала че-

рез атмосферу и ионосферу (радиопросвечивание) и проведены

измерения водородной короны. По данным радиопросвечивания

были получены зависимости температуры и давления от высоты в

пределах 90-35 км и концентрация электронов ионосфере.

Существование менее плотной, чем земная, водородной ко-

роны у Венеры было обнаружено измерениями на космических ап-

паратах "Венера-4" и "Маринер-5". Для верхних областей Вене-

ры характерен ряд особенностей, определяемых фотохимией CO2

c возможным участием в комплексе реакций воды и галогенов, в

условиях атомных и молекулярных взаимодействий и взаимодейс-

твия с солнечным ветром.

Основная цель запуска в 1969 году двух станций "Вене-

ра-5" и "Венера-6" - увеличение проникновения в атмосферу

Венеры, повышение точности измерений химического состава,

параметров атмосферы и соответствующих им высот. Корпус

спускаемого аппарата был несколько упрочен, что позволило

провести измерения подоблачной атмосферы на более низких вы-

сотах (до 19 км над поверхностью планеты).

Спускаемый аппарат новой конструкции был создан и вошел

в состав станции "Венера-7", которая достигла окрестностей

планеты в декабре 1970 года. Ее аппаратура проводила измере-

ния не только во время спуска во всей толще атмосферы, но и

в течение 23 минут на самой поверхности планеты. Условия

оказались необыкновенно суровыми : давление достигало 90 ат-

мосфер, а температура - до 500оС; в облачном покрове, окуты-

вающем планету, очень много углекислого газа и мало кислоро-

да. Получены данные о характере пород поверхностного слоя

- 6 -

Венеры.

С помощью спускаемого аппарата станции "Венера-8" в

1972 году были проведены разносторонние исследования атмос-

феры и поверхности Венеры. Кроме измерений атмосферного дав-

ления, плотности и температуры были измерены освещенность и

вертикальная структура аэрозольной среды, в том числе и об-

лачного слоя, определены скорости ветра на различных высотах

в атмосфере по доплеровскому сдвигу частоты радиопередатчи-

ка, проведена гамма-спектроскопия поверхностных пород. Фото-

метрические измерения показали, что облачный слой простира-

ется до высот около 40 км, оценена его оптическая толщина и

прозрачность; освещенность на поверхности дневной стороны

Венеры оказалась достаточной для съемки изображения места

посадки. Впервые получен высотный профиль скорости ветра,

который характеризуется возрастанием скорости от 0,5 м/сек у

поверхности до 100 м/сек у верхней границы облаков. По со-

держанию естественных радиоактивных элементов (уран, торий,

калий) поверхностные породы на Венере занимают промежуточное

положение между базальтами и гранитами.

В феврале 1974 года на расстоянии 6000 км от Венеры

прошел американский зонд "Маринер-10", на котором были уста-

новлены телевизионная камера, ультрафиолетовый спектрометр и

инфракрасный радиометр. Полученные телевизионные изображения

облачного слоя использовались для исследования динамики ат-

мосферы. С помощью ультрафиолетового спектрометра обнаружены

и измерены количества гелия в атмосфере.

Станции нового поколения "Венера-9" и "Венера-10", дос-

тигшие планеты в октябре 1975 года, стали первыми искусс-

- 7 -

твенными спутниками Венеры, а их спускаемые аппараты совер-

шили мягкую посадку на освещенной стороне планеты. Впервые

были переданы панорамные телевизионные изображения с другой

планеты, измерены на спускаемых аппаратах плотность, давле-

ние, температура атмосферы, количество водяного пара, прове-

дены нефелометрические измерения частиц облаков, измерения

освещенности в различных участках спектра. Для измерений ха-

рактеристик грунта помимо гамма-спектрометра использовался

радиационный плотнометр. Искусственные спутники позволили

получить телевизионные изображения облачного слоя, распреде-

ление температуры по верхней границе облаков, спектры ночно-

го свечения планеты, провести исследования водородной коро-

ны, многократное радиопросвечивание атмосферы и ионосферы,

измерение магнитных полей и околопланетной плазмы. На стан-

циях второго поколения информация со спускаемых аппаратов

предавалась на орбитальный аппарат, а затем ретранслирова-

лась на Землю. Это привело к значительному увеличению коли-

чества получаемой информации.

На панорамах видны выходы коренных пород наряду с эро-

дированным материалом; развалы камней могут быть результатом

смещений в коре и служить подтверждением тектонической ак-

тивности на Венере. В целом поверхность Венеры - это горячая

сухая каменистая пустыня.

В 1978 году по межпланетной трассе прошли и достигли

заданной цели еще два посланца - "Венера-11" и "Венера-12",

основной задачей которых, было детальное исследование хими-

ческого состава нижней атмосферы методами масс-спектромет-

рии, газовой хроматографии, оптической и рентгеновской

- 8 -

спектроскопии. Были измерены количества азота, окиси углеро-

да, двуокиси серы, водяного пара, серы, аргона, неона и оп-

ределены изотопные отношения аргона, неона, кислорода, угле-

рода, обнаружены хлор и сера в частицах облаков, получены

детальные данные по поглощению солнечного излучения на раз-

личных высотах в атмосфере, необходимые для изучения его

теплового режима. Специальным приемником были зарегистриро-

ваны импульсы электромагнитного излучения, указывающие на

существование электрических зарядов в атмосфере наподобе

земных молний. На пролетных аппаратах были установлены уль-

трафиолетовые спектрометры для исследования состава верхней

атмосферы.

Основная составляющая атмосферы Венеры - углекислый газ

(96% по объему ), азот ( 4%), окись углеродадвуокись серы ,

кислорода практически нет , содержание водяного пара, по-ви-

димому, колеблетсяот 0,1 - 0,4% под облачными слоями до

15-30% выше них. Наземными спектроскопическими исследования-

ми найдены также молекулы HCl.

Температура атмосферы Венеры у поверхности планеты ( на

уровне, соответствующем радиусу 6052 км) 735 К, давление 9

МПа, плотность газа в 60 раз больше, чем в земной атмосфере.

Атмосфера Венеры до 50 км от поверхности сохраняется близкой

к адиабатической, а выше 50 км температурный градиент умень-

шается приблизительно вдвое. Суточные колебания температуры

у поверхности 1 К, а на высоте 50-80 км достигают 15-20 К.

Температура верхней границы облачного слоя в приполярной зо-

не на 5-10 К выше, чем у экватора, что, видимо, связано с

- 9 -

изменением высоты расположения облаков. Высокая температура

атмосферы у поверхности объясняется действием парникового

эффекта : согласно данным прямых измерений, значительная

часть солнечного излучения (3 - 4%) достигает поверхности и

нагревает ее, а сильная непрозрачность для собственного инф-

ракрасного излучения плотной углекислой атмосферы с примесью

водяного пара препятствует остыванию поверхности.

Обнаружена высокая грозовая активность Венеры : интен-

сивность электрических разрядов, регистрировавшаяся по час-

тоте следования низкочастотных импульсов на спускаемых аппа-

ратах "Венера-11" и "Венера-12", оказалась во много раз вы-

ше, чем на Земле. Очевидно вблизи поверхности Венеры возни-

кают электрические поля с напряженностью в сотни кВ/м. Высо-

кая грозовая активность предположительно объясняется наличи-

ем действующих вулканов на поверхности Венеры.

Космические исследования показали, что собственного

магнитного поля у Венеры нет.

Одновременно с "Венерой-11" и "Венерой-12" проходила

работа американского проекта "Пионер-Венера", который вклю-

чал спутник и четыре атмосферных зонда с аппаратурой для из-

мерения давления, плотности, температуры, оптической толщины

облаков и теплового излучения в атмосфере. На одном из зон-

дов были дополнительно установлены масс-спектрометр, газовый

хроматограф, спектрометр размеров аэрозольных частиц и два

фотометра. На борту спутника находились масс-спектрометры

нейтрального и ионного состава, ультрафиолетовый спектро-

метр, инфракрасный радиометр, поляриметр, магнитометр, ана-

лизаторы плазмы и электрических полей, радар для исследова-

- 10 -

ния рельефа. 4 декабря 1978 года на околопланетную орбиту

выведен американский космический аппарат "Пионер-Венера-1",

а 9 декабря на Венере в четырех точках планеты совершили по-

садку один большой и три малых зонда (большой и один малый

на дневную сторону, 2 других малых - на ночную поверхность),

доставленные космическим аппаратом "Пионер-Венера-2" (сам

космический аппарат сгорел в атмосфере Венеры). Во время

этих экспериментов были проведены исследования структуры,

химического состава, оптических свойств и теплового режима

атмосферы, свойств облаков. Проведены также измерения нейт-

рального и ионного состава верхней атмосферы; плазменные и

магнитные измерения; методом радиовысотометрии исследован

рельеф значительной части планеты.

На спускаемых аппаратах "Венера-13" и "Венера-14" (1982

год) была установлена усовершенствованная аппаратура хими-

ческого анализа атмосферы (масс-спектрометры, газовые фрома-

тографы, оптические и рентгеновские спектрометры), для исс-

ледования частиц облачного слоя. На этих станциях впервые

были получены цветные панорамы поверхности планеты, провед-

ены бурение и анализ грунта. Была решена проблема создания и

обработки грунтозаборного устройства, взятые образцы грунта

доставлены внутрь спускаемых аппаратов и подвергнуты рентге-

новскому анализу, который дал содержание основных элементов

в исследованных образцах грунта.

Главной целью космического эксперимента на искусствен-

ных спутниках Венеры автоматических межпланетных станциях

"Венера-15" и "Венера-16" (1983 год) являлось радиолокацион-

ное картографирование поверхности северного полушария с по-

- 11 -

мощью радиолокаторов бокового обзора. Впервые получены ради-

олокационные изображения северной приполярной области Вене-

ры. На изображениях различаются кратеры, гряды, возвышеннос-

ти, крупные разломы, горные хребты и детали рельефа размером

1-2 км. На спутниках были также установлены приборы для зон-

дирования поверхности и атмосферы планеты в радиодиапазоне и

инфракрасный Фурье-спектрометр, созданный учеными ГДР и СССР

для исследования химического состава, строения, теплового

режима и динамики атмосферы на высотах 55-100 км.

Получение с помощью разведчиков космоса разнообразной

информации о районах дальних и ближних, Венере, других угол-

ках Солнечной системы имеет огромное научное и познаватель-

ное значение. Познав прошлое люди смогут предсказать будущее.

Литература.

"В Е Г А" Международный проект "Венера-Галлей"

Центр Управления Полетом, 1985 год

"К звездам - To the stars"

Шаталов В.А.

Ребров М.Ф.

Баскевич Э.А.

"Планета", Москва, 1982 год

"Космонавтика" Энциклопедия

"Советская энциклопедия", Москва, 1985 год