

З Е М Л Я И Ш Т А Р

ПЛАТО ЛАКШМИ ТЕССЕРА ФОРТУНЫ
ТЕССЕРА ЛАЙМЫ

Ариадна

ОБЛАСТЬ БЕТА

Кривое зер

РАВНИНА
ТИНАТИН

РАВНИНА
НАВКИ

ОБЛАСТЬ
ВАСИЛИСЫ

ОБЛАСТЬ
АЛЬФА

Ева

ПЛАТО
АСТХИК

З Е М Л Я Л А Д Ы

ГЕОРГИЙ БУРБА. кандидат географических наук

Венера — едва ли не самая загадочная планета Солнечной системы. Внешнее сходство с Землей при полной противоположности природных условий сделали ее уникальным аналогом нашей планеты и заставили ученых искать причины удивительной эволюции Венеры, начало которой, вероятно, имело немало общего с самым ранним периодом истории нашей планеты. Долгое время Венера, столь похожая на Землю по своим основным параметрам, воспринималась многими учеными как своеобразная лаборатория, способная помочь землянам разобраться в перипетиях своего отдаленного прошлого и приподнять завесу над тайной будущего. Более того, казалось, что Венера вполне может стать для землян вторым домом. Но гибель в ее раскаленной атмосфере первых спускаемых аппаратов развеяла эти надежды, тем не менее Венера стала для планетологов объектом пристального внимания.

РЕЛЬЕФ ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ НА КАРТЕ ПОЛУШАРИЙ

показан различными цветами: низменности — фиолетовым и синим, невысокие возвышенности — зеленым, высокие нагорья — желтым, бежевым и коричневым, самые высокие участки — белым. Разница высот между фиолетовыми и коричневыми участками — 4 км, белые — на 2 км выше. Слева — полушарие, ограниченное меридианами 270° в.д. (слева) и 90° в.д. (справа). Здесь преобладают низменности и невысокие возвышенности. Горные участки представлены несколькими



КАЛО ЗЕМЛИ

JPL/NASA [x2]

разрозненными областями, самые крупные из них — Земля Иштар близ северного полюса и Земля Лады — близ южного. В центре южной половины этого полушария — округлая горная область Альфа, через которую проходит меридиан 0°. Справа — полушарие, большую часть которого занимает Земля Афродиты — крупнейшая по площади возвышенность на Венере. На ней хорошо видны крупные кольцевые структуры — венцы, а также узкие вытянутые впадины тектонических каньонов. По вертикальной оси по-

лушария проходит меридиан 180° в.д. Левее него, в центре карты — равнина Русалки, куда совершили посадку АС «Вега-1 и -2». Сиреневое пятнышко правее центра — гора Маат, крупнейший вулкан высотой 11 км. Как известно, «земной», гринвичский, меридиан стал общепризнанным в качестве нулевого лишь после международного соглашения 1884 года, до этого же на картах разных стран отсчет долгот вели от «своих» меридианов. На Венере за «ноль» сразу был принят меридиан, проходящий через центр светлой

(на радарных изображениях) округлой области поперечником в 2 000 км, расположенной в южном полушарии планеты и названной областью Альфа по начальной букве греческого алфавита. Произошло это в середине 60-х годов, после проведения первых радиолокационных наблюдений Венеры с Земли. Позднее, с возрастанием детальности этих изображений, положение нулевого меридиана было смещено примерно на 400 км с тем, чтобы он проходил через небольшое светлое пятно в центре крупной кольцевой структуры по-

перечником 330 км под названием Ева. Когда же в 1984 году были созданы первые очень подробные карты Венеры, обнаружилось, что точно на нулевом меридиане, в северном полушарии планеты, расположен небольшой кратер диаметром 28 км. Этот малый объект был гораздо удобнее в качестве опорной точки. Кратер этот был назван Ариадна по имени героини греческого мифа. Теперь начальный меридиан — путеводная нить для картографов — соединяет на карте Венеры и Альфу, и Еву, и Ариадну.

«ЗЕМЛЯ» НАДЕЖДЫ НАШЕЙ

До начала эры космических полетов не были известны ни температура поверхности Венеры, ни давление, ни состав атмосферы, ни особенности рельефа. Не удавалось точно определить даже ее диаметр, поскольку она была постоянно окутана облаками. Считалось, что коли она так близка к Солнцу и укрыта плотной облачностью, то там часто идут обильные дожди и, следовательно, должно быть жарко и влажно. А еще — что на планете болотистая местность, возможно, с зарослями каких-нибудь необычных растений. Диапазон гипотез о венерианской «действительности» был весьма широк, но все они имели одну общую черту — так или иначе ученые рассчитывали встретить на планете условия (температура, давление и состав атмосферы), не слишком сильно отличающиеся от земных.

Бесспорно, свою роль в этом сыграло подспудное желание найти внеземную жизнь. Еще в начале 60-х годов многие ученые были уверены, что на Венере с ее влажным климатом развился органический мир, близкий к тому, что был на Земле в палеозое (то есть 200—500 млн. лет назад), а океанические пространства, вероятно, чередуются с пустынями. Такая неопределенность нашла свое отражение в том, что первые советские космические станции серии «Венера», запущенные в СССР в 1960-е годы, создавались в расчете на посадку как на твердую, так и на жидкую поверхность. Предусматривалась даже плавучая радиоантенна, закрепляемая в нише на корпусе станции с помощью «сахарного замка». В случае посадки в жидкость этот затвердевший сахарный сироп должен был раствориться и высвободить антенну, чтобы она всплыла на поверхность и уже тогда транслировала радиосигналы со станции на Землю.

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ

Первой «в гости» к Венере добралась советская АС «Венера-4». 18 октября 1967 года она впервые в истории выполнила измерения непосредственно в атмосфере этой планеты, положив начало ее космическим исследованиям. С тех пор еще полтора десятка отечественных и американских АС летали к Венере. Путем дистанционной съемки ее поверхности с орбит искусственных спутников при помощи радиолокаторов, а также прямыми измерениями

ИСТОРИЯ ЗАБЛУЖДЕНИЙ



Иллюстрации из книги «Планеты Солнечной системы» чешских авторов Й. Садила и Л. Пешека, опубликованной в Праге в 1963 году. Такой представлялась Венера многим исследователям всего сорок лет назад. Рисунки отражают господствовавшие в ту пору гипотезы о существовании на Венере океанов и возможном развитии примитивной флоры и фауны. На рисунках: пересыхающее венерианское море (вверху) и заболоченная долина Венеры (внизу).

ЛЕНИВЫЙ БЛИЗНЕЦ

Венера — самое яркое после Солнца и Луны светило на нашем небосводе, хотя она не излучает собственный свет, а лишь отражает солнечный. Это ближайшая к Земле планета Солнечной системы. Среднее расстояние от Венеры до Солнца — 108 млн. км., а минимальное расстояние от Венеры до Земли — 40 млн. км. Основные параметры Венеры делают ее едва ли не близнецом нашей планеты: радиус — 0,95; объем — 0,9; масса — 0,8; средняя плотность — 0,95; сила тяжести — 0,9 — от всех аналогичных земных величин. Но и различий у этих двух планет множество. Один оборот вокруг Солнца Венера делает



за 225 земных суток, а вокруг своей оси она вращается гораздо медленнее — Земля успевает повернуться 243 раза, Венера — только 1 раз. При этом вращается она не с запада на восток (как все планеты, кроме Урана), а с востока на запад. Это приводит к тому, что день на Венере длится 58 земных суток, столь же долгая там

и ночь, то есть венерианские сутки равны 116 земным. Окажись наблюдатель на поверхности Венеры, он увидел бы рассвет — на западе, а закат — на востоке. Солнца же увидеть ему не удалось бы вовсе — как из-за сплошного слоя облаков над поверхностью планеты, так и из-за сильного рассеивания света ее

плотной атмосферой. Венера видна землянам только по утрам и вечерам, находясь «впереди» восходящего или «позади» заходящего светила. На утреннем небосклоне, предвзято его восходя, Венера сияет 263 дня. Затем она подходит очень близко к Солнцу, и его яркость не позволяет видеть планету в течение 50 дней. После этого Венера появляется вечером, вскоре после заката, и ее снова можно наблюдать 263 дня, пока она не скроется на 8 дней, оказавшись между Землей и Солнцем. В это время к Земле будет обращена неосвещенная сторона планеты. Затем Венера вновь окажется на утренней стороне неба и весь цикл повторится.

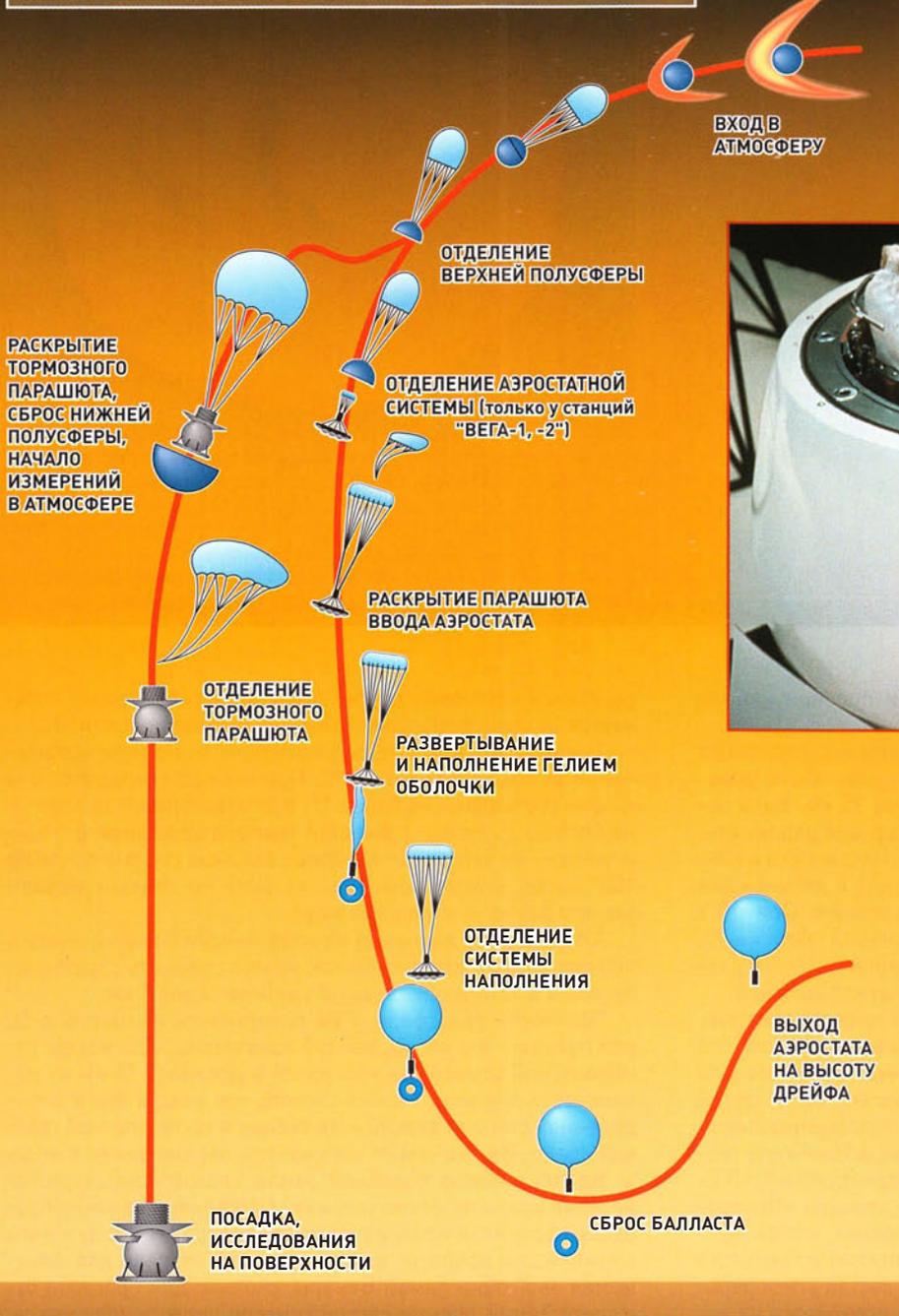
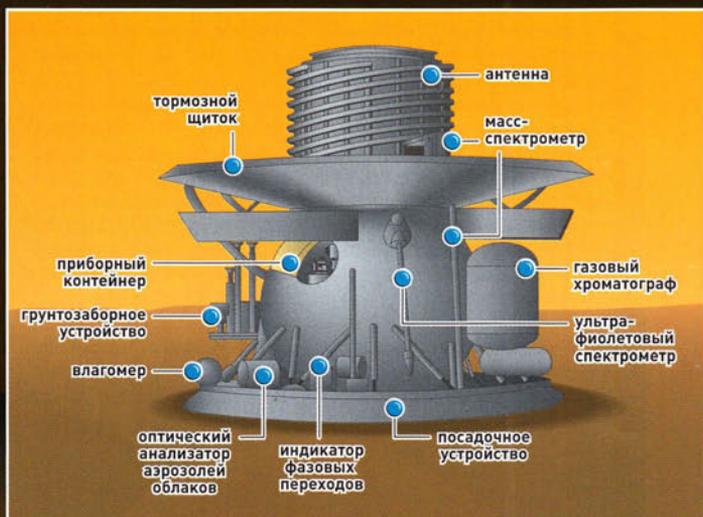
СВОБОДНОЕ ПАДЕНИЕ

После того как первые АС установили параметры атмосферы Венеры, конструкторы НПО им. Лавочкина коренным образом изменили схему посадки на планету. Если раньше станции весь путь сквозь атмосферу проделывали на парашюте, то теперь он требовался только для начального торможения. С 1975 года 8 станций нового поколения (от «Венеры-9» до «Венеры-14», а также «Вега-1, -2») отстреливали тормозной парашют на высоте 50 км над поверхностью планеты и далее совершали свободное падение. Атмосфера Венеры очень плотная, поэтому было вполне достаточно того сопротивления, которое оказывала сама станция — шарообразная капсула диаметром 1 м, к верхней части которой прикреплен металлический диск диаметром 2 м, напоминавший по форме вывернутый вверх порывом ветра зонтик. Тягучий воздух Венеры обтекал снизу вверх сначала шар, а затем диск, гася скорость падения. Посадка под таким «зонтиком» происходила достаточно мягко — оставались невредимыми даже лампы в фарах, предназначенные для подсветки поверхности во время съемки. Еще одна «хитрость», смягчавшая удар, заключалась в посадочном кольце. Этот полый металлический «бублик» (диаметр 180 см, толщина 14 см), закрепленный под днищем станции, в момент ее падения на каменную поверхность планеты сминался, ослабляя удар.

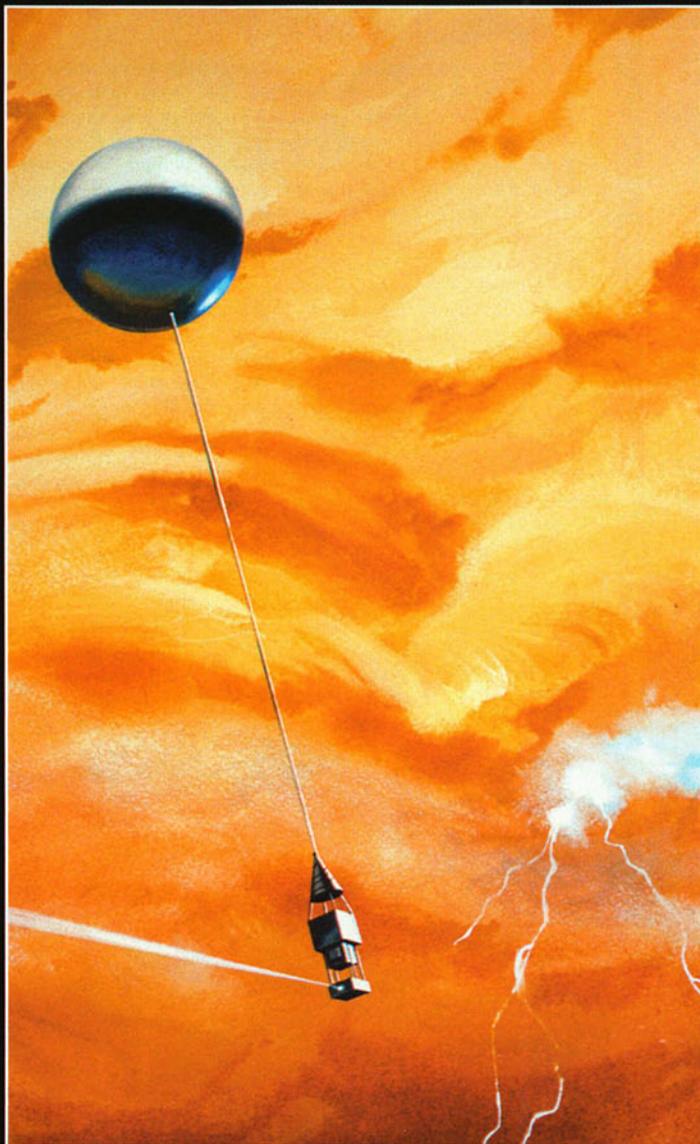


SPUEAST NEWS

▲ Посадочный аппарат первых АС серии «Венера». Он отделялся от орбитального отсека и спускался через атмосферу на парашюте. Вся аппаратура, окруженная теплоизолирующим слоем, размещена внутри устойчивого к высокому давлению герметичного металлического корпуса диаметром 1 м. Снаружи его — антенна радиовысотомера для измерения расстояния от аппарата до поверхности планеты во время спуска. В центре верхней крышки — спиральная антенна для связи с орбитальным отсеком, через который сигнал транслировался на Землю. По краям крышки — 4 устройства для крепления парашюта. При полете «Венеры-4» (1967 год) с такого аппарата впервые были исследованы свойства атмосферы. «Венера-5 и -6» (1969 год) уточнили и дополнили эти сведения. «Венера-7» (1970 год) впервые передала данные с поверхности, а «Венера-8» (1972 год) впервые определила тип ее горных пород.

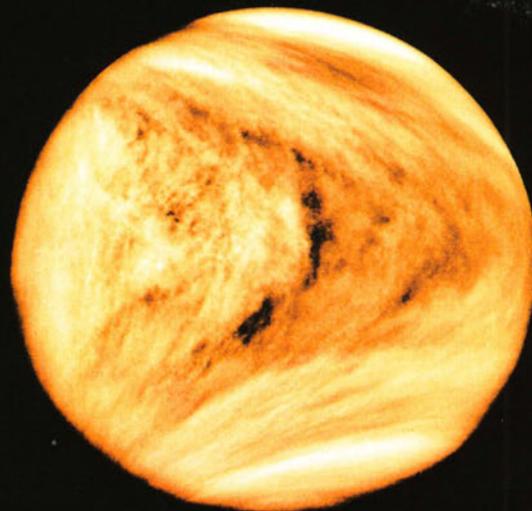


ИЛЛЮСТРАЦИИ: СТАНИСЛАВ НОВИКОВ



◀ Пролетая в 1985 году мимо Венеры по пути к комете Галлея, две АС станции «Вега» («Венера — Галлей») сбросили на планету посадочные аппараты и аэростаты. Это стало первым в мире опытом полета аэростата в атмосфере другой планеты. Шары диаметром 3,4 м перемещались по ветру внутри облачного слоя Венеры на высоте 50 км над ее поверхностью. Аппаратура, расположенная на тросе в 12 м под аэростатом, фиксировала температуру, давление, ско-

рость ветра, разряды молний. На этом рисунке изображен момент зондирования атмосферы ИК-лучом для определения дальности видимости в облаках. Сигналы с аэростатов круглосуточно принимали 6 советских и 12 зарубежных пунктов дальней космической связи. За 2 земных суток каждый из шаров пролетел по 9 000 км с востока на запад над ночной частью Венеры, после чего, оказавшись на дневной стороне планеты, они лопнули от перегрева Солнцем.



▲ Облачная система Венеры при взгляде на нее из космоса со спутника «Пионер — Венера». Детали облаков, состоящих в основном из капелек серной кислоты, видны только при наблюдении в УФ-области спектра. В видимой области полостчатые структуры облачности не различаются, сливаясь в туманный фон. Желтоватый цвет придан облакам искусственно, исходя из того, как они выглядят с поверхности планеты.

SPL/EA/ST NEWS (KZ)

ями в атмосфере и на поверхности они провели немало интереснейших исследований.

Поначалу наша соседка встречала земных посланцев весьма негостеприимно. Так, станция «Венера-4», не долетев на парашюте до ее поверхности около 25 км, была попросту раздавлена чудовищным атмосферным давлением, о котором до той поры и не подозревали. После этого в конструкцию станций были внесены изменения и дальнейшие «приземления» проходили уже вполне успешно. Причем в целях повышения надежности исследований запуски АС «Венера» нового поколения стали дублировать — отправлять в полеты попарно, с интервалом в несколько дней.

Буквально каждый «визит» на Венеру преподносил ученым немало сюрпризов, нередко шедших вразрез с тем, что ожидалось. Химический состав атмосферы этой планеты был достоверно определен в 1967 году (более двух столетий после ее обнаружения) с помощью газоанализаторов К.П. Флоренского — приборов, созданных в Институте геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского АН (ГЕОХИ). На автоматической межпланетной станции «Венера-4» находилось 11 таких устройств, показавших, что венерианская атмосфера более чем на 93% состоит из углекислого газа. Последующие измерения уточнили состав атмосферы: она содержит 97% CO₂, 3% — азота и 1% приходится на па-

ры воды и некоторые другие газы. Такой состав резко отличается от атмосферы Земли, преимущественно азотной.

Температура атмосферы у поверхности Венеры чрезвычайно высока — около 470°C. Причем ее перепады от дня к ночи составляют не более 1°, а от экватора к полюсам — не более 12°. Но вот с высотой температура заметно понижается — на вершинах наиболее высоких гор она почти на 100° ниже, чем в низменностях. Хотя по земным меркам это все равно — страшная жара.

Атмосферное давление на поверхности Венеры, почти в 100 раз превышающее земное, можно сравнить с давлением воды в земных океанах на глубине около 1 км.

Плотность атмосферы у ее поверхности примерно в 50 раз больше, чем тот же земной показатель. 40% массы венерианской атмосферы находится в пределах 10 км от поверхности планеты. Можно сказать, что воздух там в определенной степени вязкий и движение в такой плотной газовой среде должно чем-то напоминать перемещение в воде.

Как на планете, подобной Земле, сложились совершенно иные климатические условия? Под влиянием каких процессов возникла венерианская атмосфера? К ответу на эти сложнейшие вопросы, важные даже не столько для понимания эволюции самой Венеры, сколько для прогноза будущего Земли, ученые сегодня смогли лишь приблизиться. ▶

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ НА ЗЕМЛЕ...



... И НА ВЕНЕРЕ



ВЕРХНЯЯ
АТМОСФЕРА
(100—200 км)

Разреженный ионизированный газ

Температура: -100°C
Давление: 0,00002 атм.

СРЕДНЯЯ
АТМОСФЕРА
(70—100 км)

Температура: -10°C
Давление: 0,23 атм.

Слабая надоблачная дымка

Основной облачный слой —
аэрозоли серной кислоты и
водяной пар

Слабая ночная дымка

НИЖНЯЯ
АТМОСФЕРА
(0—70 км)

Область равномерного перемешивания
газовых компонентов

Температура: $+470^{\circ}\text{C}$
Давление: 95 атм.

Неоднократное зондирование атмосферы Венеры при пролетах сквозь нее автоматических станций позволило получить довольно подробную картину ее строения. Облачный покров планеты трехслойный: на высотах от 70 до 90 км находится разреженная стратосферная дымка, на 50—70 км — основной облачный слой, а на 30—50 км — подоблачная дымка. Основной облачный слой весьма стабилен, хотя местами он гуще, а местами чуть более прозрачный. Он оранжево-желтого цвета. Такой цвет неба, необычный для жителей Земли, обусловлен тем, что атмосфера Венеры состоит из CO_2 , крупные молекулы которого рассеивают именно эту часть солнечного света. Облака на Венере имеют очень высокую яркость, отражая около 80% света (это сопоставимо с отражательной способностью кучевых облаков в атмосфере и ледяных полярных шапок на поверхности Земли). В облаках содержатся аэрозольные частицы серной кислоты, а также водяной пар. Температура в этом слое — около 10°C . Измерения с космических стан-

ций показали, что даже в самой плотной части основного слоя облаков (57—61 км) схож со слабым земным туманом или дымкой, поскольку дальность видимости в нем составляет 1—3 км. Наиболее резкая граница изменения физических параметров в облачном покрове Венеры (освещенность, плотность, прозрачность и др.) происходит на уровне 50 км, где лежит нижняя граница облаков. Структура облачного слоя на дневной и ночной сторонах планеты — различна. Постоянный ярус облаков существует только выше уровня 50 ± 2 км. Расположенный ниже него слой (подоблачная дымка) имеет иной химический состав и появляется только в ночное время, распространяясь вниз до уровня 37 км — к полудню и до 30 км — к рассвету. К полудню эта дымка рассеивается. Облачный слой стремительно перемещается с востока на запад над медленно вращающейся планетой, делая один оборот вокруг нее за 4 земных суток. Ветры в нем на высотах 50—60 км достигают сверхураганных (более 12 баллов) скоростей —

В ЦАРСТВЕ ОБЛАКОВ

100—110 м/сек (около 400 км/час). С приближением к поверхности, начиная с высоты 20 км, скорость ветра резко уменьшается и на высоте 10 км составляет уже лишь 3 м/сек (около 10 км/час). На самой же поверхности планеты (на высоте около 1 м) ветер дует со скоростью 0,5—1 м/сек (2—4 км/час). Однако надо иметь в виду, что на Венере это ветер из воздуха, который в 50 раз плотнее земного, поэтому создаваемое им давление гораздо больше. Для детального изучения динамики облаков Венеры к ней планируется направить спутник «Винус-Экспресс», который будет делать телевизионную съемку облаков с высоты 250 км. Планируется получить полную картину их движения за период двух полных оборотов Венеры вокруг своей оси. На это уйдет 486 земных суток, то есть 1 год и 4 месяца. Подготовкой этого спутника занимается Европейское космическое агентство (ESA), а его запуск вокруг нее за 4 земных суток с помощью российской ракеты «Союз-Фрегат» намечен на ноябрь 2005 года с космодрома Байконур (Казахстан).

КРУШЕНИЕ ИЛЛЮЗИЙ

В 1975 году к Венере отправились две первые станции нового поколения, снабженные телекамерами, «Венера-9 и -10». Они совершили посадку в середине дня. Оказалось, что полдень на Венере по количеству света напоминал сумерки ясного дня на Земле. Впрочем, станции успешно выполнили съемку местности. Оптико-механические панорамные телекамеры, сконструированные под руководством А.С. Селиванова в Институте космического приборостроения, впервые показали, как поверхность Венеры выглядит вблизи.

Оба аппарата опустились в области Бета на каменистую поверхность угольно-темного цвета. В месте посадки «Венеры-9» это оказалась россыпь плитчатых камней (поперечником от нескольких сантиметров до полуметра), расположенная на довольно крутом склоне в 15—20°. «Венера-10» опустилась на ровный участок — поверхность одного из массивов скальных пород, местами присыпанного мелкими обломками вроде щебня. Неподалеку тянулись обширные плоские выходы скал. Каждая из станций передала черно-белую панораму с обзором в 180°. Эти снимки стали настоящей сенсацией.

Спустя 7 лет пейзаж Венеры предстал во всей красе — с помощью станций «Венера-13 и -14» была сделана полная цветная панорамная съемка (в 360°) ландшафтов в двух районах этой планеты. Они показали, что небо Венеры имеет светло-оранжевый цвет, такой же оттенок лежал и на камнях, и на поверхностном грунте, хотя и были они почти черными. Увиденное не добавило оптимизма сторонникам гипотезы древних венерианских океанов. Стало ясно, что поверхность планеты представляет собой огромную бескрайнюю пустыню: воды на Венере попросту не оказалось — в условиях венерианской жары ни один водный бассейн существовать не может. Необычайно мало водяного пара содержит и атмосфера планеты.

Мрачные пейзажи раскаленных пустынь, представшие взорам землян, казалось, исключают саму мысль о том, что и Венера когда-то знала лучшие времена.

И ВСЕ ЖЕ...

Всегда ли ландшафты соседней планеты выглядели столь безрадостно или когда-то они хотя бы отдаленно напоминали земные? Получая все новые данные о нашей соседке, ученые стремились понять, чем является современная Венера.

менный венерианский пейзаж — портретом давно минувшей нашей Земли или одним из возможных сценариев ее будущего? Вода, сыгравшая колоссальную роль в эволюции Земли, находится на нашей планете в жидком состоянии благодаря тому, что Земля занимает в Солнечной системе уникальное место — она расположена не слишком далеко, но и не слишком близко от Солнца, и потому не превратилась ни в ледяную, ни в безводную пустыню. Иная судьба была уготована Венере.

О том, что там могло происходить, легче всего судить, если мысленно переместить Землю на орбиту Венеры. В этом случае, оказавшись ближе к Солнцу и получая от него почти в два раза большее количество тепла, Земля начнет стремительно терять воду, поскольку возрастание глобальной температуры усилит испарение с поверхности океанов. Содержание водяного пара в атмосфере увеличится. Водяной пар относится к так называемым парниковым газам, то есть

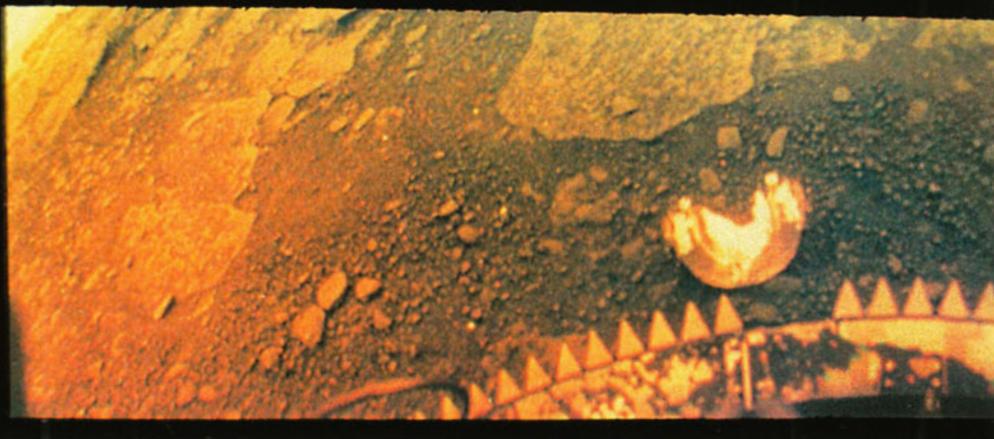
Венера, близкая к Земле по массе, плотности, положению в Солнечной системе и, вероятно, образованная из более или менее сходного с земным вещества, — жизни лишена. Но всегда ли она имела столь безрадостный вид или когда-то ее ландшафты хотя бы отдаленно напоминали земные? И что является собой современный венерианский пейзаж — портрет давно минувшего нашей Земли или один из возможных сценариев ее будущего?

он без труда пропускает к земной поверхности тепло, идущее от Солнца, но задерживает уход тепла от Земли в космос. Повышение доли водяного пара в атмосфере вызовет усиление парникового эффекта, из-за чего еще более возрастет температура поверхности, а значит, и испарение. Этот замкнутый циклический процесс приведет к так называемому разгоняющемуся парниковому эффекту, который приобретет необратимый характер. Мировой океан полностью испарится, а водяной пар под действием солнечной радиации распадется на кислород и водород. Кислород вступит в химическое взаимодействие с породами поверхности планеты, водород же рассеется в космическом пространстве.

А вот была ли когда-то вода на Венере, и не просто вода, а целые моря и океаны, вполне сопоставимые с земными? Предположение о том, что Венера обладала схожей с земной гидросферой, которая погибла из-за разгоняющегося парникового эффекта, имеет под собой определенные

ЦВЕТНОЙ ВЗГЛЯД

Цветные изображения ландшафта Венеры впервые передала на Землю станция «Венера-13» (1982 год). Телекамера, наклоненная на 50° от вертикали, располагалась в 85 см над поверхностью планеты. Поэтому вид местности таков, который предстал бы перед человеком, присевшим на корточки и наклонившим голову вниз, — очень детальный в центре панорамы (но только на расстоянии 1,5—2 м) и менее подробный (но до самого горизонта) — на ее правом и левом краях. Освещенная оранжевым светом поверхность планеты — очень темная, это сухая раскаленная пустыня, покрытая плитчатыми каменными глыбами, в углублениях



основания. Однако никаких следов деятельности жидкой воды в рельефе Венеры пока не обнаружено. На подробных снимках, охватывающих практически всю поверхность планеты, нет ни одной детали, происхождение которой можно было бы хоть в какой-то степени связать с эрозионным воздействием воды.

ТЕССЕРЫ УДАЧИ И ВЕНЦЫ ИЗОБИЛИЯ

Единственный способ получить изображение поверхности Венеры извне и составить ее карту — это радиолокационные наблюдения. Изображения, полученные радиолокатором (радаром) бокового обзора, практически не отличаются от черно-белых фотографий или телевизионных снимков. Их анализ — главный способ изучения геологического строения поверхности Венеры. Важным дополнением к ним служат данные о высотах поверхности, получаемые с помощью радиовысотмера (радиосигнал посылается по вертикали к поверхности планеты, отражается от нее и принимается на борту спутника). По времени между посылкой радиоимпульса и его приемом определяется высота спутника над планетой и строится карта высот поверхности. Среди структур рельефа, выявленных на поверхности Венеры с помощью радиолокационных снимков, особый интерес представляют два типа свойственных только Венере образований — тессеры и венцы. Впервые они были обнаружены при анализе данных, полученных с отечественных искусственных спутников «Венера-15 и -16» в 1983—1984 годах.

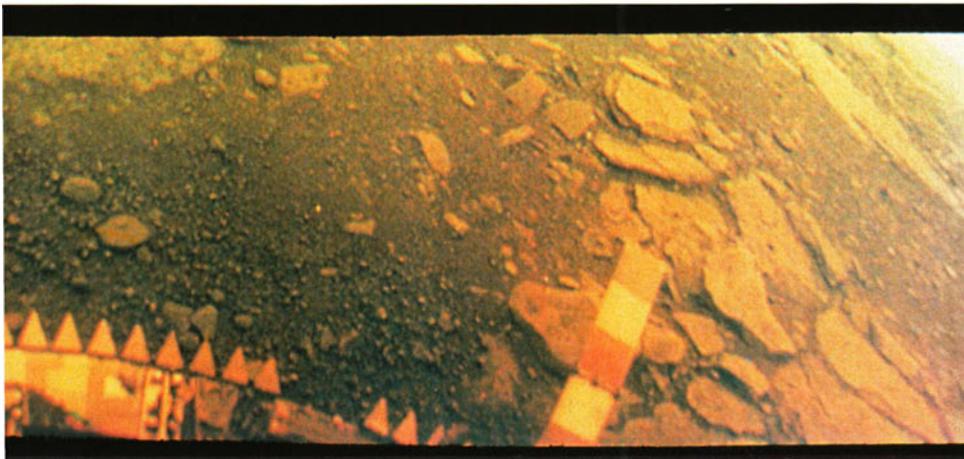
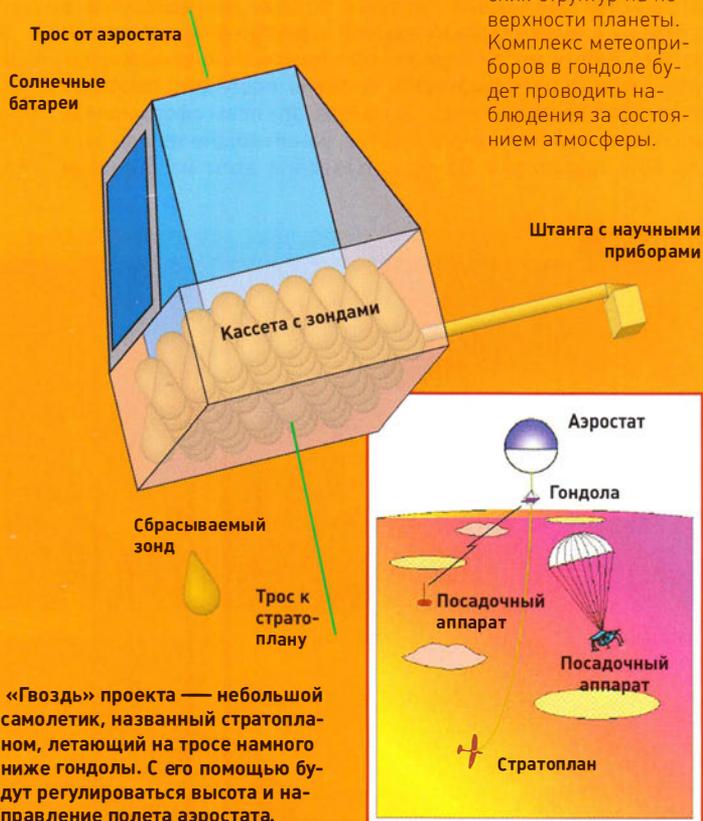
Тессеры (от греч. — «черепица») представляют собой возвышенности, нагорья размером от сотен до тысяч километров, поверхность которых пересечена в разных направлениях системами хребтов и разделяющих их желобов-долин. Эти хребты образуют сложную мозаику, напоминающую черепичную крышу, так как поверхность их имеет многочисленные ступенчатые перепады высот. Тессеры образованы в результате неоднократных сложных тектонических движений верхних слоев планеты, сопровождаемых расколами, поднятиями и опусканиями различных участков поверхности. Областям тессер, как наиболее древним структурам планеты, присвоены имена различных богинь, связанных со временем и судьбой. Так, круп-

СТРАТОПЛАН БУДУЩЕГО

По заказу NASA американская корпорация «Глобал Аэропейс» разработала недавно проект исследования Венеры с помощью аэростата, названного «Управляемый воздушный робот-исследователь», сокращенно DARE. Такое имя выбрано не случайно, оно соответствует фамилии [которую можно перевести как «Смелчак»] сверхпопулярного в

50—60-х гг. прошлого века героя английских комиксов — «пилота будущего», совершившего первый полет на Венеру, где он повстречался с зелеными венерианцами. Предполагается, что аэростат DARE диаметром 10 м будет «плавать» в облачном слое на высоте 55 км над планетой. На тросе под ним расположится гондола с телекамерами и несколько-

ми десятками небольших зондов, сбрасываемых на поверхность в интересных для наблюдений районах. Работа аэростата рассчитана на длительный период — от полугода до года. Подробная съемка местности с аэростата DARE определит, в какие районы надо сбросить зонды, чтобы изучить химический состав самых разных геологических структур на поверхности планеты. Комплекс метеоприборов в гондоле будет проводить наблюдения за состоянием атмосферы.



которых лежит совсем черный щебенчатый грунт, возникший при разрушении коренных пород. Анализ химического состава, выполненный прямо на Венере, показал, что эти породы аналогичны базальтовым лавам, слагающим дно Мирового океана на Земле. Видна часть посадочной кольцевой опоры с зубцами, которые при снижении в атмосфере разделяли воздух на отдельные потоки, не давая возникать завихрениям, что стабилизировало станцию в вертикальном положении. Левее центра — защитный кожух, сброшенный с объектива телекамеры после посадки. Справа — тестовая таблица для точного определения цвета поверхности планеты.

SPL/EAST NEWS

ное нагорье такого типа, протянувшееся на 3 000 км неподалеку от северного полюса Венеры, названо тессерой Фортуны, а к югу от него находится тессера Лаймы, носящая имя латышской богини счастья и судьбы. Тессеры, занимающие 8% территории планеты, — второй по распространенности тип рельефа на Венере после равнин (около 80% территории). На все остальные 10 типов рельефа приходится примерно 12% всей площади планеты.

Второй тип уникальных образований — венцы (округлые возвышенности диаметром от 100 до 600 км), состоящие из кольца горных гряд с межгорным плато в центре. Плато расположено, как правило, ниже, чем кольцо гряд, но выше, чем равнинная местность вокруг него. Таких венцов на Венере несколько сотен. Считается, что эти структуры образовались над так называемыми мантийными плюмами (потоки разогретого материала, поднимающегося к поверхности из частично расплавленной мантии, расположенной под твердой корой планеты). Вокруг многих из венцов наблюдаются застывшие лавовые потоки, расходящиеся в стороны в виде широких языков с фестончатым внешним краем. Венцы могли служить основными источниками, через которые на поверхность планеты поступало расплавленное вещество из недр. Застывая, эти лавы сформировали обширные равнинные участки, занимающие теперь около 80% территории Венеры. Названия этим изобильным

источникам расплавленных горных пород даны по именам богинь, связанных с плодородием и изобилием.

ПОРТРЕТ ДАВНО МИНУВШЕГО

Поскольку на Венере нет ни океанов, ни морей, то она представляет собой своего рода огромный единый материк. Поэтому и карта Венеры — это изображение бесконечной суши. Площадь венерианской поверхности — 460 млн. км², максимальные различия высот — 13 км (на Земле — 20 км). Около 80% поверхности Венеры — это высоты, отклоняющиеся от среднего ее радиуса не более чем на 500 м. Однако отдельные вулканические горы гораздо крупнее по площади, чем земные вулканы. Диаметр основания многих венерианских вулканов достигает от 100 до 500 км, а высота их — не более 1—5 км.

На Венере обнаружено около 1 000 метеоритных кратеров (в среднем по 2 кратера на 1 млн. км²). Поскольку такая плотность намного меньше, чем на Луне, Меркурии или Марсе, то венерианские кратеры либо образовывались в меньшем количестве, из-за экранирующего действия плотной атмосферы, либо были «стерты» последующими геологическими процессами (например, обширными излияниями лав, покрывающих большую часть этой планеты).

РЕЛЬЕФ



(1)



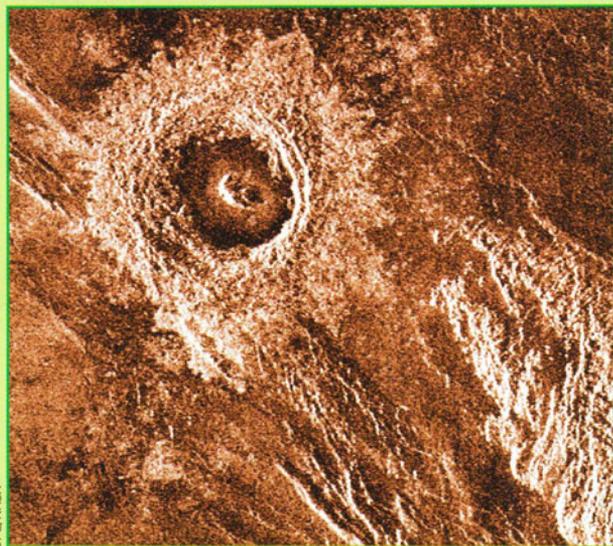
(2)

(1) Долина Лунанг — извилистая ложбина, вьющаяся между горными отрогами тессеры Атропос. Это ныне сухое русло длиной 250 км и шириной 1—1,5 км образовалось в результате быстрого течения очень подвижной лавы малой вязкости, излившейся на поверхность Венеры из вулканического кратера на склоне высокогорного массива (справа). Большие порции лавы растеклись по низинам, где медленно застывали, образуя базальтовые равнины. А более поздние излияния промывали в еще не затвердевшей поверхности своего рода русла, по которым текла огнедышащая лава.

(2) Крупнейший вулкан Венеры — гора Маат возвышается на 8 км над своим подножьем или на 11 км — над средним уровнем планеты. Диаметр основания этого вулкана — 600 км. Только здесь найдены призна-

Кратеры Венеры, диаметром от 2 до 270 км, расположены по территории в беспорядке и накладываются на самые разные геологические структуры случайным образом. Вокруг большинства из них виден покров выброшенного материала, который расположен в виде лучей. Несколько кратеров затоплено лавой, поступившей с прилегающих равнин, но подавляющее их большинство имеет очень отчетливый, «свежий» облик, что указывает на слабую интенсивность процессов эрозии материала на поверхности Венеры, что естественно для планеты, на которой отсутствует жидкая вода.

Детальный анализ изображений поверхности Венеры уже проявил общую картину ее геологической эволюции. Наблюдаемые на ней геологические образования формируют 3 структурных этажа. В первый, наиболее древний, входят тессеры, горные пояса, равнины с густой сетью борозд-трещин и пояса гряд. Во второй, промежуточный по возрасту, — обширные равнинные области. В третий, наиболее молодой, — гладкие равнины и равнины с языковидными лавовыми потоками. Вещественный состав первого «этажа» неизвестен, ни один из космических аппаратов не совершал посадку в такие районы. Горные породы второго и третьего — это базальтовые лавы, сходные с теми, что слагают дно океанов на Земле. Их химический состав был неоднократно определен при посадках автомати-



JPL/NASA

[3]

ки недавней активности — вершина горы покрыта темным веществом с уникальными характеристиками, которых нет ни у одного из сотен вулканов Венеры. Это «объемное» изображение получено компьютерным соединением радарного снимка с данными радиовысотомера. На переднем плане — свежий лавовый поток, в центре — кратер Пископия диаметром 26 км, узкая светлая линия левее него — тектонический разлом, указывающий, что в этой области были землетрясения. На горизонте — еще один крупный вулкан высотой 7 км — гора Уззы, находящаяся в 600 км от горы Ма-

ат. Слоистые облака на небе — сгенерированное компьютерное изображение.

[3] Кратер Зоя диаметром 22 км — типичный малый кратер на Венере. 80% из 967 метеоритных кратеров Венеры имеют диаметр менее 30 км. На радарных снимках днище их темное, что указывает на гладкую поверхность. Валы этих кратеров и выбросы из них — светлые, из-за сильного рассеивания радарного сигнала, обусловленного большой шероховатостью поверхности, покрытой обломками каменного материала, выброшенного при взрыве во время образования кратера.

«МАГЕЛЛАН»

Американская АС «Магеллан» работала с 1990 по 1994 год, сделав несколько тысяч витков по орбите вокруг Венеры. За первые 2 года была троекратно выполнена съемка планеты с помощью радиолокаторов бокового обзора, дающих черно-белое изображение. Было отснято 98% поверхности, на снимках различаются детали размером до 500 м. Кроме того, составлены: карта высот поверхности Венеры и карта электропроводности ее горных пород. Следующие 2 года велись измерения гравитационных аномалий Венеры для построения карты состояния ее недр.

Альзиметр — прибор, вычисляющий высоту по времени задержки отраженного от поверхности радиосигнала

Область, наблюдаемая радаром



За один виток вокруг планеты радар создает изображение полосы поверхности, над которой он пролетал. Из этих полос потом создается целое изображение рельефа.

GRAPHIC NEWS

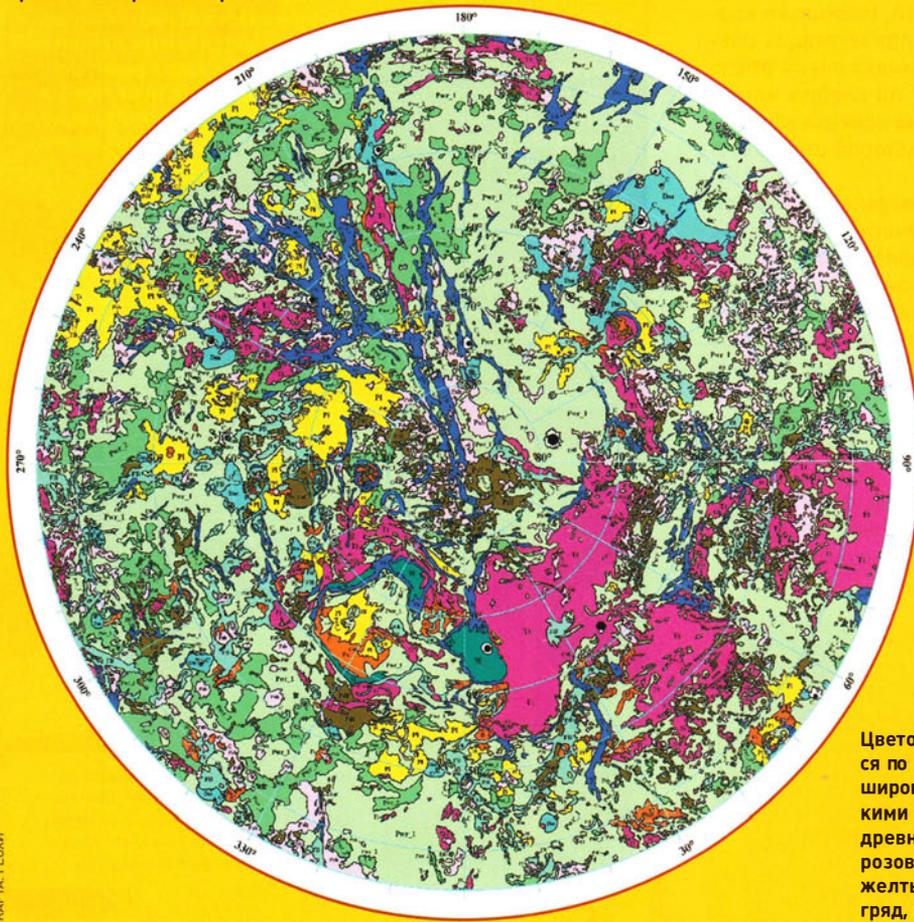
В ПОМОЩЬ «МАГЕЛЛАНУ»

Первые подробные карты Венеры появились в 1983—1984 годах после радарной съемки, проведенной со спутников «Венера-15 и -16». Аппаратура для такой съемки была создана в Институте радиотехники и электроники АН под руководством О.Н. Ржиги. На этих картах изображены детали размером до 5 км в поперечнике. Съемка охватила территорию в 115 млн. км² (1/4 поверхности Венеры). Для этой северной части планеты (от 30° с.ш. до северного полюса) были составлены подробная карта на 27 листах и первый в мире атлас Венеры. По материалам тех же съемок советские и американские картографы в рамках первого международного проекта по внеземной картографии, проходившего под эгидой Академии наук и NASA, совместно создали серию из трех обзорных карт северной Венеры. В этих ра-

ботах участвовали сотрудники лаборатории сравнительной планетологии ГЕОХИ и специалисты из отделения планетной картографии Геологической службы США. Презентация этой серии карт под названием «Комплект для планирования полета «Магеллана» состоялась летом 1989 года на Международном геологическом конгрессе в Вашингтоне. Кроме того, Геологическая служба США, отступив от правил, впервые за свою 100-летнюю историю опубликовала геологическую карту, составленную вне США. В том же году в полет к Венере отправилась американская автоматическая станция «Магеллан» для проведения съемки остальной территории. Подготовка ее работы на орбите вокруг планеты проводилась по картам, составленным по материалам съемок со спутников серии «Венера».

ГЛОБАЛЬНАЯ КАРТА

Это первая из серии геологических карт, создаваемых для изучения глобальной геологической эволюции Венеры по международному проекту ВЕНГЛОБГЕК. Карта изображает Венеру при взгляде на нее «сверху», с севера (в центре карты — северный полюс). Эта карта охватывает 21% поверхности Венеры, что соответствует территории в 98 млн. км² (суммарная площадь Азии, Африки и Северной Америки).



Для воссоздания истории геологического развития Венеры в Лаборатории сравнительной планетологии ГЕОХИ ведется работа над составлением ее подробной глобальной геологической карты. В этом международном проекте — ВЕНГЛОБГЕК (ВЕНера. ГЛОБальная ГЕологическая Карта), — участвуют также геологи из МГУ и Университета Брауна (США). Пока выполнено 10 листов, но когда будут завершены все 28, то эта карта станет первой в мире самой крупной по охвату территории, выполненной в единых условных обозначениях и основанной на единообразном исходном материале. Для картографирования используются результаты радиолокационных съемок Венеры, проведенных в разные годы советскими станциями «Венера-15, -16», американскими станциями «Пионер — Венера» и «Магеллан», а также данные наблюдений с Земли при помощи 300-метрового радиотелескопа «Аресибо» (остров Пуэрто-Рико).

Цветом показаны 12 типов рельефа, различающихся по своему происхождению и возрасту. Наиболее широко распространены лавовые равнины с низкими извилистыми грядами (зеленый цвет). Самые древние нагорья — тессеры, изображены темно-розовым, а самые молодые лавовые покровы — желтым. Темно-синим показаны пояса горных гряд, которые имеют средний возраст.

ческих станций в различных районах Венеры с помощью комплекса аналитических приборов, созданных в лаборатории Ю.А. Суркова в ГЕОХИ. Достоверных следов современной геологической активности на планете не обнаружено. Считается, что за последние 500 млн. лет там не произошло сколько-нибудь существенных изменений. В возможной активности «подозревается» только один из крупнейших вулканов планеты — гора Маат.

ВО ИМЯ ЖЕНЩИНЫ

Согласно решению Международного астрономического союза на карте Венеры — только женские имена, поскольку и сама она, единственная из планет, носит женское имя. Названия для деталей ее рельефа, которые берутся из мифологий различных народов мира, присваиваются в соответствии с заведенным порядком. Так, например, возвышенностям (горы, плато, хребты, гряды) даются имена богинь, низменностям — героинь мифов. Нашлось на Венере место и для реальных имен и фамилий женщин — они служат названиями кратеров. Причем кратеры покрупней (диаметром более 20 км) называются фамилиями известных личностей (посмертно), а малые кратеры — просто обычными личными именами. Так, на высокогорном плато Лакшми можно встретить небольшие кратеры Берта, Людмила и Тамара, расположенные южнее гор Фрейи и восточнее крупного кратера Осипенко. Горную ме-

стность в северном полушарии планеты пересекает протяженный каньон Бабы-яги, а по одной из равнин протянулись гряды Ведьмы. Вокруг северного полюса простираются равнина Лоухи — хозяйки Севера в карельских и финских мифах, а также равнина Снегурочки. В другой части планеты рядом с венцом Нефертити находится кратер Потанина, носящий имя русской исследовательницы Центральной Азии, а рядом — кратер Войнич (английской писательницы, автора романа «Овод»). По разным районам Венеры разбросан весь гарем Абдуллы из фильма «Белое солнце пустыни», не забыта также «любезная Катерина Матвеевна», жена товарища Сухова.

Вообще же, эта планета лидирует по числу наименованных деталей среди всех планетных тел. На Венере же и самое большое разнообразие названий по их происхождению. Здесь встречаются имена из мифов 192 различных национальностей и этнических групп со всех континентов мира. Причем названия располагаются по планете вперемешку, без образования «национальных районов».

Самые крупные детали рельефа на Венере — обширные возвышенности, своего рода континенты — называются «землями». Они имеют в поперечнике от 5 до 10 тыс. км и высоту до 3—5 км над прилегающими низменностями. Их на Венере три, и все носят имена богинь любви. У экватора расположена самая крупная — Земля Афродиты — греческой богини, у северного полюса — Земля Иштар, вавилонской богини, а ближе к южному полюсу — Земля Лады, славянской богини. ●