

ПЛАНЕТОЛОГИЯ

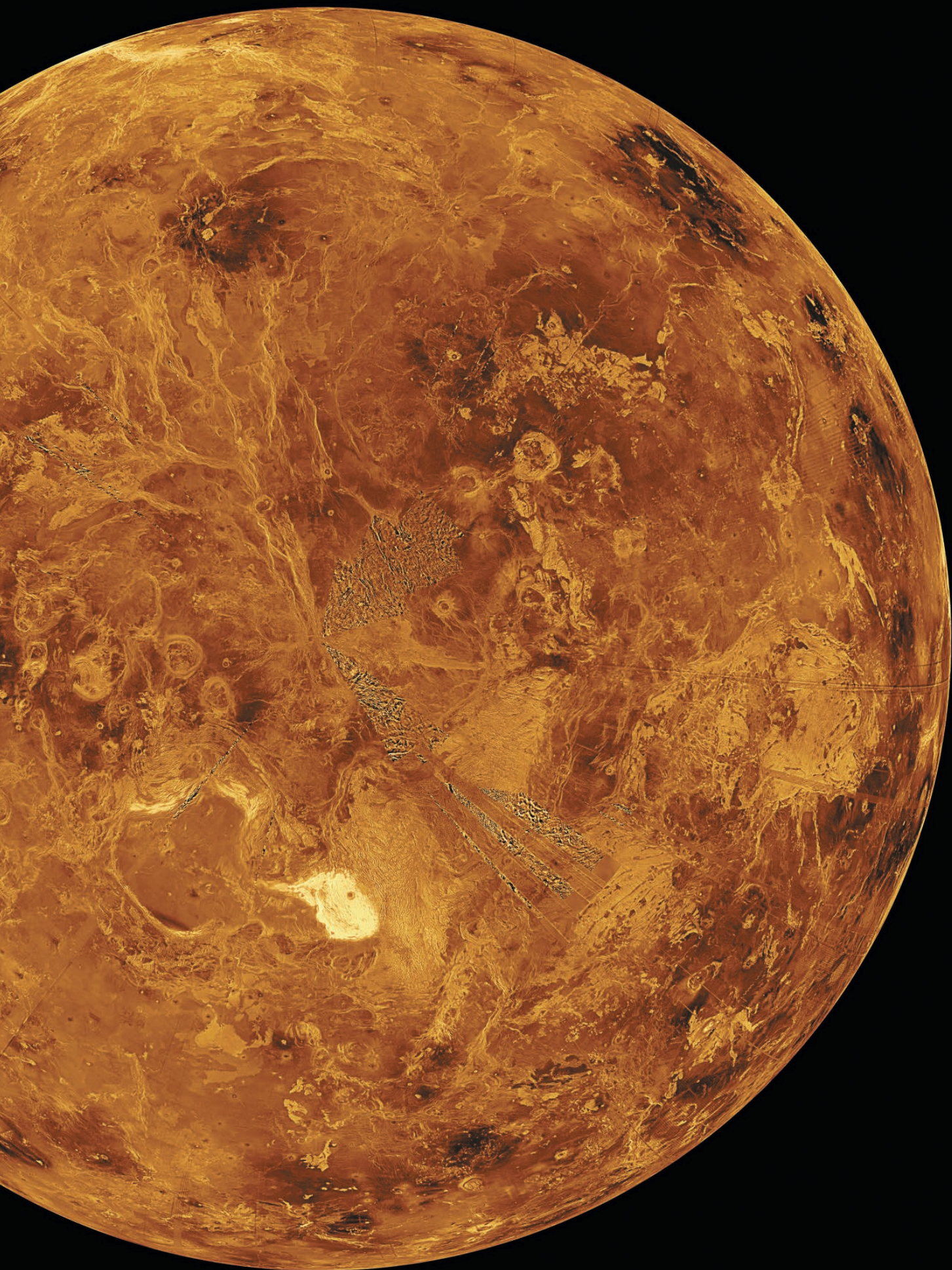
СНЯТЬ ПРОКЛЯТИЕ ВЕНЕРЫ

Три новые космические экспедиции призваны возродить исследования давно обделенной вниманием соседки Земли и, возможно, помогут понять, как и почему она стала зловещим близнецом нашей планеты

Робин Эндрюс

Общий вид северного полушария Венеры, построенный на основе радиолокационных данных орбитального зонда *NASA Magellan*, который заглядывал под покров клубящихся облаков планеты с 1990 по 1994 г.





ОБ АВТОРЕ

Робин Эндриус (Robin George Andrews) — вулканолог и научный журналист, проживающий в Лондоне. Его новая книга «Супервулканы: что они рассказывают о Земле и других планетах» (*Super Volcanoes: What They Reveal about Earth and the Worlds Beyond*) выйдет в ноябре 2021 г.



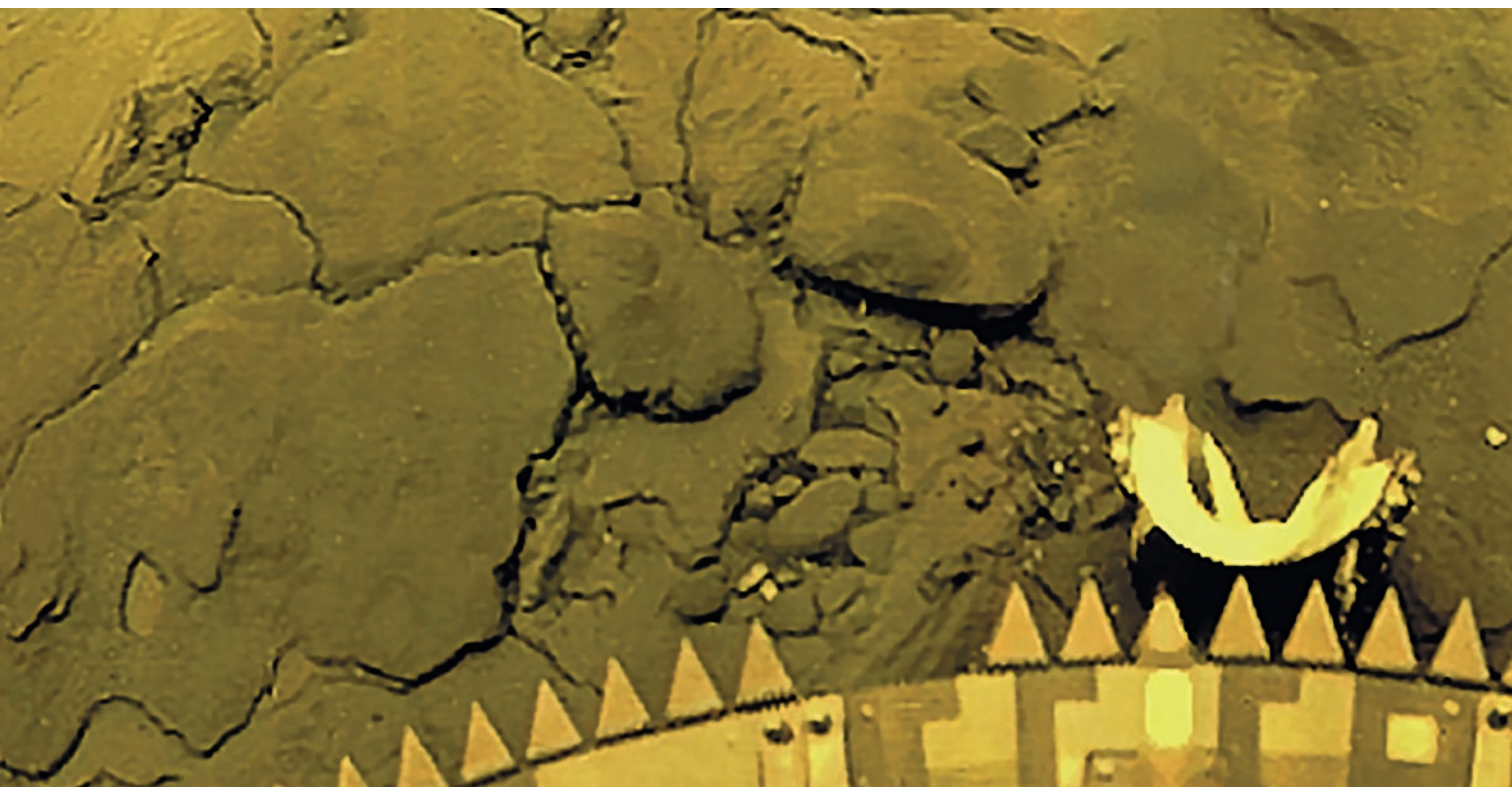
К

ак и многие другие дети, Сью Смрекар (Sue Smrekar) мечтала о том, чтобы однажды отправиться в космическое путешествие. Но стала она не астронавтом, а планетологом-геофизиком Лаборатории реактивного движения NASA, где занималась роботами — исследователями других миров. В некотором смысле судьба Сью как исследователя планет, по-видимому, была предопределена еще до рождения: ее отец родился в сельской общине в штате Пенсильвания под названием Винус.

Именно поэтому, наверное, самой первой космической задачей, над которой работала Смрекар, был орбитальный зонд «Магеллан Венеры» (*Venus Magellan*). Запущенный в 1989 г., *Magellan* был оснащен радиолокационной системой, которая позволила заглянуть сквозь густые облака планеты и впервые нанести на карту рельеф всей ее поверхности. Смрекар вспоминает, как следила за появлением первых радиолокационных изображений, открывающих странную планету, покрытую небольшим количеством кратеров, огромным числом вулканов и холмистыми равнинами застывшей лавы. Данные, полученные «Магелланом», вновь привлекли внимание к одному из самых

животрепещущих вопросов в планетологии, до сих пор остающихся без ответа: что привело Венеру — вторую планету от Солнца и близкого по размеру и составу двойника Земли — в такое крайне неподходящее для жизни апокалиптическое состояние? Почему история этих двух похожих друг на друга планет-соседей столь различна?

Исследования зонда *Magellan* завершились в 1994 г., когда NASA в последний раз отправило к Венере специальную экспедицию. Как раз в то время, когда Смрекар и ее старшие коллеги взялись за разгадку недавно выявленных секретов планеты, общественное воображение было захвачено сенсационными заявлениями о существовании



жизни на Марсе. Сегодня, четверть века спустя, значительная часть мирового сообщества планетологов все еще поглощена поисками марсианской жизни, до сих пор не давшими результата. Все это время Венера — кислотная, чрезвычайно жаркая, засушливая и, по всей видимости, безжизненная пустыня — пребывала в забвении.

Переломный момент наступил в июне, когда NASA объявило о своем последнем выборе новых межпланетных экспедиций в рамках исследовательской программы *Discovery* (*серии финансируемых NASA космических экспедиций по исследованию Солнечной системы.* — Примеч. пер.). На рассмотрение американского космического агентства были представлены четыре экспедиции: одна — посещение спутника Нептуна, другая — встреча со спутником Юпитера и еще две, получившие название *DAVINCI+* и *VERITAS*, каждая из которых независимо друг от друга имела целью возвращение к Венере.

«Мы все очень надеемся, что "проклятие Венеры" будет снято», — сказала накануне объявления результатов Смеркаер, главный научный сотрудник проекта *VERITAS*. Она и ее коллеги уповали на то, что NASA, возможно, даст зеленый свет одной из экспедиций к Венере. К огромному удивлению Смеркаер, космическое агентство выбрало для полета оба исследовательских аппарата — и *VERITAS*, и *DAVINCI+*. Цель двух взаимодополняющих экспедиций — исследование возможной обитаемости планеты в прошлом. Впервые за три десятилетия NASA решило вернуться на Венеру — и не единожды, а дважды.

Хорошие известия не переставали поступать. Всего через неделю после долгожданного решения NASA Европейское космическое агентство объявило, что к вечеринке присоединится орбитальный

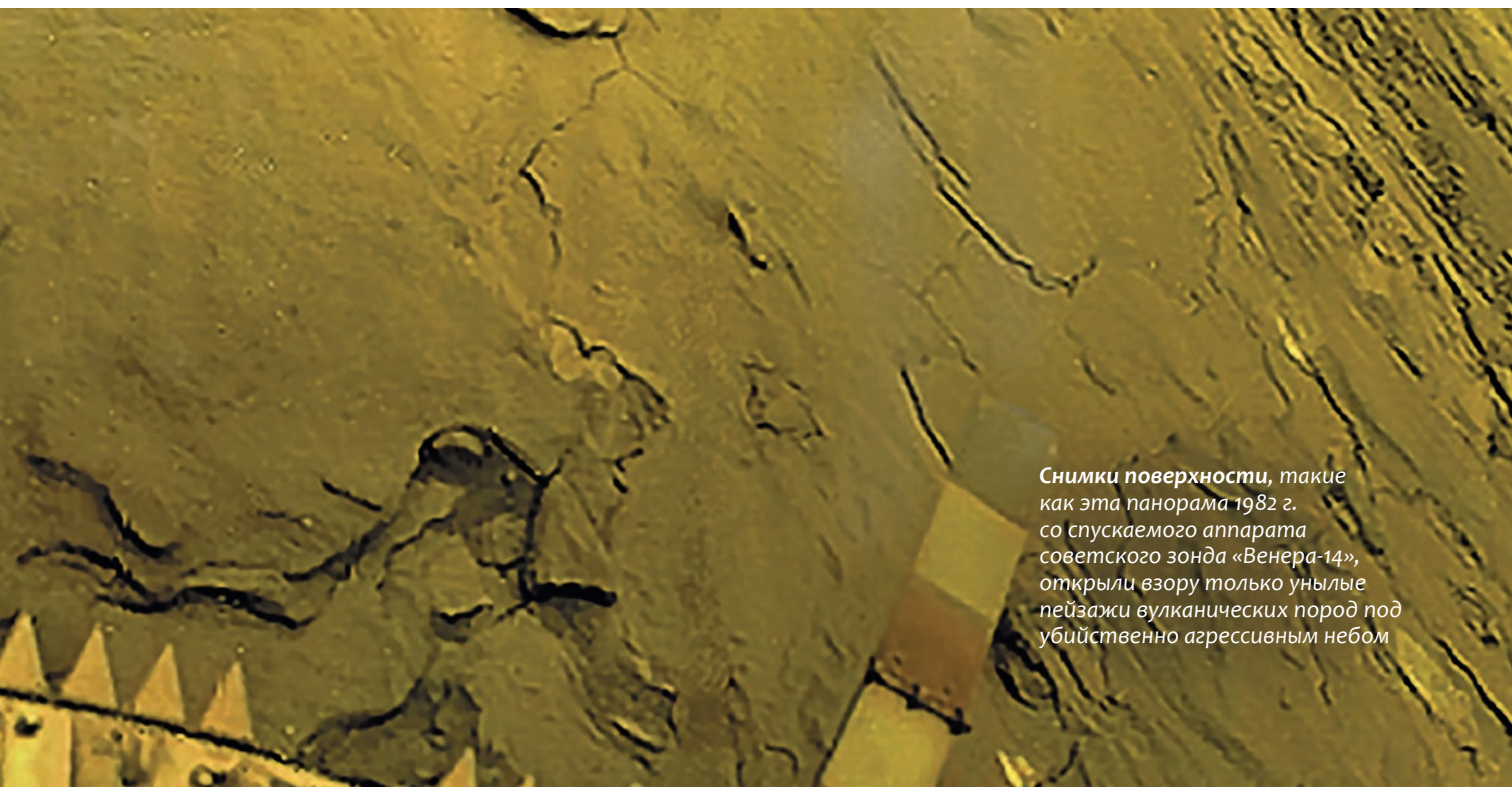
аппарат «Предвидение» (*EnVision*), который будет проводить научные исследования отдельных районов планеты. Венерианский ренессанс начался.

Спиной к дьяволу

Еще в начале года не было абсолютной уверенности, что возвращение к Венере состоится. История, казалось, давала понять, что время, когда Венера была в центре внимания, уже прошло. В 1960-х и 1970-х гг. планета стала одним из фронтов холодной войны в космосе, когда и США, и Советский Союз отправили к ней по несколько экспедиций. Но с каждой очередной попыткой становилось все яснее, что планета чудовищно плохо подходит для будущих исследований.

Плотная, душлимая атмосфера Венеры на 95% состоит из углекислого газа. Слои ее облаков насыщены серной кислотой, которой достаточно, чтобы в мгновение ока продырявить кожу, кости и металл. Окажись вы на поверхности, едкий кислотный дождь вам бы не грозил, но только потому, что дождь там невозможен: поверхность планеты разогрета до температуры более 460° С, а это достаточно жарко, чтобы поджарить любого астронавта или робота. Если бы вы чудесным образом оказались термостойкими, вам пришлось бы побороться с атмосферным давлением на поверхности Венеры, которое там примерно в 90 раз больше, чем на Земле, что вызывает ощущения, подобные пребыванию под водой на глубине примерно 900 м или более. Независимо от того, в каком районе планеты вы окажетесь, вы умрете быстрой, но мучительной смертью.

После окончания экспедиции «Магеллан» Венера оставалась довольно одинокой. Европейский зонд «Венерианский экспресс» (*Venus Express*) пребывал на ее орбите с 2006 по 2014 г. Японский



Снимки поверхности, такие как эта панорама 1982 г. со спускаемого аппарата советского зонда «Венера-14», открыли взору только унылые пейзажи вулканических пород под убийственно агрессивным небом

орбитальный зонд «Акацуки», который успешно вышел на орбиту в 2015 г., остается там по сей день, продолжая изучать атмосферу Венеры и охотиться за ее трудноуловимыми молниями. Если бы все зависело от Пола Бирна (Paul Byrne), ученого-планетолога из Университета штата Северная Каролина и бесстрашного фаната Венеры, то сегодня вокруг планеты летали бы и спускались на ее поверхность множество космических аппаратов. Но увы: Венера — это планета, до которой в течение примерно 30 лет никому не было дела, отмечает Бирн.

Переломный момент наступил в 1996 г., когда небольшая группа авторитетных ученых опубликовали статью, в которой они объявили об обнаружении микроскопических окаменелостей в марсианском метеорите *ALH 84001*. Президент Билл Клинтон выступил на Южной лужайке Белого дома с речью об этом открытии, объявив всему миру, что «американская космическая программа использует всю свою интеллектуальную мощь и технологическое мастерство для поиска новых доказательств существования жизни на Марсе».

Собственно говоря, это открытие не принесло ожидаемых результатов: дальнейшие исследования, о которых сообщалось с гораздо меньшей помпой, дали основание предположить, что «микророкаменелости» с равным успехом могли быть и полностью абиотическими минеральными образованиями. Но мечта найти жизнь оказалась слишком завораживающей, чтобы ее можно было просто так отбросить. Одна экспедиция за другой отправлялись на Красную планету, и каждая новая развивала успехи предшествующих и усиливала привлекательность Марса как первой остановки на пути исследования планет. «Не хочу сказать, что Марс имеет незыблемую власть над широкой публикой, — говорит Бирн, — но отчасти это так». Он постоянно шутит, что хотел бы взорвать Марс, как «Звезда Смерти» Альдераан («Звезда Смерти» — боевая космическая станция из киноэпопеи Джорджа Лукаса «Звездные войны», способная уничтожать целые планеты. С ее помощью была разрушена планета Альдераан. — Примеч. пер.), и тогда все были бы вынуждены пересмотреть свое отношение к Венере. Однако в каждой шутке есть доля правды.

Но даже если бы Марс был безвозвратно стерт с лица небес, проблема никуда бы не делась, потому что Венера активно уничтожает дроидов. Орбитальные зонды выживают достаточно хорошо, но для изучения поверхности требуется совершенный радар, способный проникнуть сквозь плотные покрывающие планету облака. И наоборот: обладающий более тонкой и прозрачной атмосферой и холодной сухой поверхностью, лишь время от времени допекаемый пыльными бурями глобального масштаба «Марс — идеальное место для

исследования поверхности планеты», — объясняет Бирн. Но разве Марс более ценен для науки, чем Венера? «Мне и в голову никогда не приходило ничего подобного».

Один из аргументов против Марса — его размер. Обладая всего лишь одной шестой объема Земли и одной десятой ее массы, он совсем не похож на Землю, по крайней мере в сравнении с Венерой, которая по этим показателям — практически двойник нашей планеты. Есть, конечно, проблема с окружающей ее средой, которая убивает космические аппараты. Разрабатывается теплостойкая электроника, способная противостоять венерианскому аду, для проведения исследований непосредственно на поверхности планеты, но пока не существует ничего, что могло бы дать такой экспедиции возможность продержаться там дольше двух часов. При всем этом, уверен Бирн, большое сходство Венеры с нашей планетой делает ее лучшим объектом для изучения процессов, которые создают — и разрушают — планеты земного типа. «Изучение Венеры будет идти нелегко, — говорит Бирн. — Но это не причина, чтобы вообще этого не делать».

Искатель истины, художник и провидец

Программа межпланетных экспедиций NASA класса *Discovery* известна своей относительно невысокой стоимостью (около \$600 млн за проект), при этом от нее действительно захватывает дух. Обычные группы ученых и инженеров в течение нескольких лет совместно трудятся над разработкой подробнейших предложений, которые затем оцениваются старшими должностными лицами агентства. Конкурсный процесс отбора безжалостен: на каждого победителя приходится десятки потерпевших неудачу, в его ходе определяется, какие области Солнечной системы будут исследованы в рамках предстоящих космических программ США. И *VERITAS*, и *DAVINCI+* получили желанное место в графике запусков *Discovery* не посредством сентиментальных воззваний. Каждый из предложенных проектов представляет собой техническую вершину изобретательности и проработан в мельчайших деталях, чтобы получить ответы на самые животрепещущие вопросы ученых-планетологов о нашей гостеприимной соседке.

VERITAS (лат. «истина», аббревиатура от *Venus Emissivity, Radio Science, InSAR, Topography, and Spectroscopy mission* — «Венера: излучательная способность, радиометрия, интерферометрический радар с синтезированной апертурой, топография и спектроскопия») во многих отношениях будет продолжением программы *Magellan*. Этот орбитальный зонд с самой современной радиолокационной системой предназначен для того, чтобы построить беспрецедентно подробную карту планеты. Старые карты «Магеллана» он заменит великолепными трехмерными топографическими

картами, где будут показаны мельчайшие детали — от отдельных вулканов и их ландшафта из застывшей лавы до систем разломов, как шрамы покрывающих поверхность планеты.

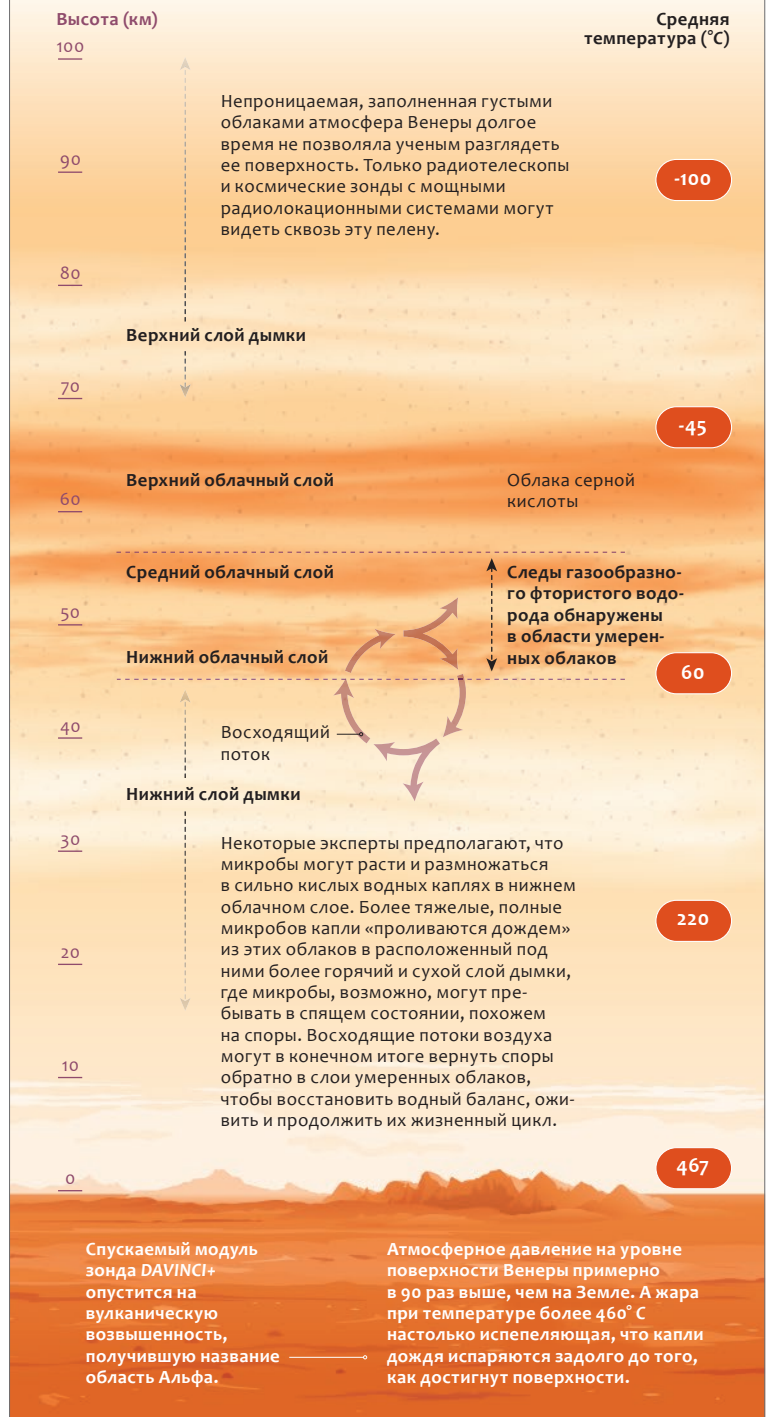
VERITAS будет вести наблюдение и в инфракрасном диапазоне, распознавая определенные минералы на поверхности по характерной картине их теплового излучения. Но задача орбитального зонда — исследовать не только поверхность планеты. Еще один его прибор будет вглядываться во внутренность Венеры, регистрируя пространственное изменение силы ее гравитационного поля, чтобы получить наглядную картину слоистой структуры планеты. Эта экспедиция, по словам Смрекар, даст ученым возможность наконец получить верное представление о Венере, подобно богатому набору подробнейших данных, которым они уже давно располагают в отношении Луны и Марса.

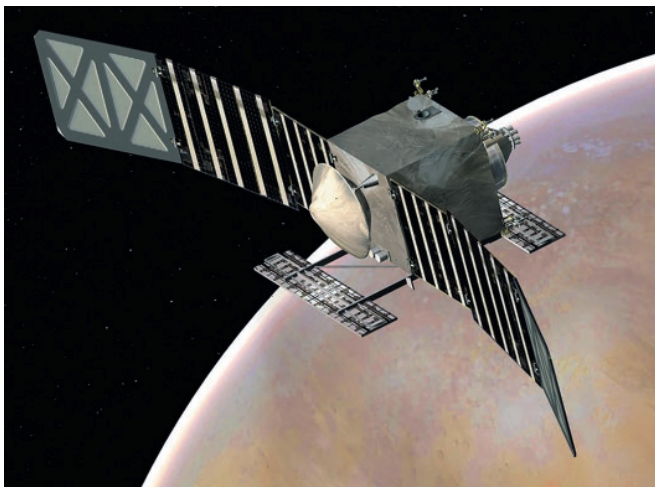
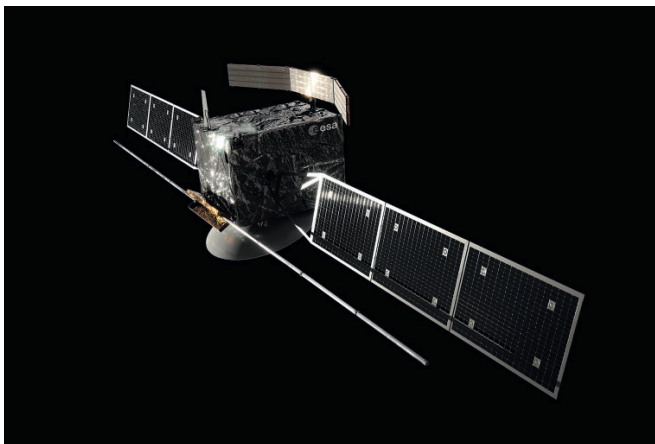
DAVINCI+ (акроним от *Deep Atmosphere Venus Investigation of Noble Gases, Chemistry, and Imaging Plus* — «Исследование благородных газов, химического состава и получение изображений глубоко в атмосфере Венеры») — межпланетная экспедиция, названная в честь мастера всех наук и искусств эпохи Возрождения. Руководит проектом Джим Гарвин (Jim Garvin), главный научный сотрудник Центра космических полетов им. Годдарда NASA, который, как и Смрекар, обожает Венеру и скромно избегает излишнего внимания к себе: однажды, когда его попросили поведать о каком-нибудь забавном случае, случившемся с ним, Гарвин ответил, что он, «вероятно, слишком скучен для рассказов».

Чего нельзя сказать о разработанной его командой концепции межпланетной экспедиции — амбициозной дерзкой попытке впервые после полета *Pioneer Venus* в 1978 г. забросить американский зонд в чрево Венеры. Во время своего заведомо смертельного путешествия зонд будет падать в атмосферу, жадно заглатывая и анализируя входящие в ее состав химические вещества. По мере приближения к поверхности и прохождения облачного слоя он получит с помощью своих камер фотографии в самом высоком на сегодня разрешении гористой и геологически сложной области Альфа, в то время как инфракрасные датчики будут анализировать минеральный

Атмосфера Венеры

Непригодные для обитания условия на Венере — результат экстремального изменения климата из-за воздействия удерживающих тепло парниковых газов, вероятно, высвободившихся во время колоссальных извержений вулканов миллиарды лет назад. Но в отличие от остальной планеты в атмосфере Венеры есть область с удивительно мягкими, возможно, даже подходящими для жизни условиями. После нескольких десятков экспедиций к Венере у ученых все еще остается множество открытых вопросов, касающихся условий жизни на ней в прошлом и сегодня. И единственный способ получить ответы — снова к ней вернуться.





Задача трех межпланетных экспедиций — изучение в 2030-х гг. Венеры с целью вернуть наконец ее загадочный мир в центр внимания планетологии. Космический аппарат NASA VERITAS (внизу слева) позволит создать высочайшего качества радиолокационные и инфракрасные карты Венеры, одновременно изучая внутреннюю структуру планеты; еще один зонд космического агентства, DAVINCI+, будет изучать планету в ультрафиолетовой и инфракрасной областях спектра и одновременно доставит спускаемый атмосферный модуль (справа). Космический аппарат Европейского космического агентства EnVision (вверху слева) будет внимательно разглядывать Венеру с помощью радаров, инфракрасных и ультрафиолетовых приборов, обладая возможностью быстро находить и исследовать интересные участки на поверхности планеты.

состав поверхности. Вскоре после приземления, но не раньше, чем он передаст на Землю данные, собранные во время своего замедленного парашютом спуска, зонд прекратит функционирование.

Спускаемый модуль аппарата DAVINCI+, возможно, станет главным действующим лицом экспедиции, но у него есть и орбитальный блок, на котором не будет сложного бортового радиолокатора, однако его камеры будут исследовать атмосферу и поверхность в ультрафиолетовом и инфракрасном диапазонах излучения, дополняя данные, собранные зондом VERITAS. Основная цель экспедиции — раз и навсегда выяснить, всегда ли климат Венеры был настолько ужасным. «DAVINCI+ был создан, чтобы получить ответ на этот вопрос», — рассказывает Гарвин.

Третий член кавалькады межпланетных зондов к Венере — экспедиция ЕКА EnVision — будет использовать свои радарные системы для

составления карты поверхности, в то время как его ультрафиолетовые и инфракрасные спектрометры будут анализировать состав горных пород и атмосферы планеты. С его помощью также будет проведен радиофизический эксперимент по обнаружению мельчайших изменений гравитационного поля планеты, который позволит построить картину внутреннего строения Венеры. Как и в случае зонда VERITAS, ряд измерений EnVision будет иметь глобальный характер. Но самая сильная его сторона — способность быстро нацеливаться на конкретный район планеты в соответствии с изменяющимися запросами ученых.

«Венера всегда меня завораживала», — говорит Ричард Гэйл (Richard Ghail), геолог-планетолог из Лондонского университета Ройал Холлоуэй, ведущий научный сотрудник проекта EnVision. Как и американские коллеги, он тоже хотел бы

выяснить, как «планеты размером с Землю ведут себя в других условиях». Но в таком случае какое место для исследования может быть лучше, чем наша преданная проклятию соседка?

Много смертей Венеры

Самый весомый из имеющихся в нашем распоряжении ключ к разгадке богатой катастрофами истории Венеры — повышенное содержание тяжелой воды в ее атмосфере. Это открытие сделано зондом *Pioneer Venus 2*, запущенным в 1978 г. в рамках программы *NASA Pioneer*. Тяжелая вода — это более редкий вариант молекулы H_2O , в которой атом обычного водорода заменен дейтерием, то есть атомом водорода, обладающим дополнительным нейтроном. Поскольку она тяжелее обычной воды, ей труднее «выкипеть» в космическое пространство. Предполагают, что избыток тяжелой воды на Венере обусловлен испарением в космос нормальной воды океана, который украшал планету несколько геологических эпох назад. Чтобы понять, что на самом деле произошло с Венерой, нам нужно выяснить, что случилось со всей этой водой. По словам Гарвина, Венеру следует рассматривать не как крошечный ад, а как «некогда покрытую океанами планету, утратившую свои океаны». Как она их потеряла?

Отсутствие данных означает, что определенного ответа на этот вопрос, как и на многие другие о Венере, нет. Это не помешало ученым представить себе, какими могли бы быть эти ответы и каким образом такие межпланетные экспедиции, как *VERITAS* и *DAVINCI+*, могут подтвердить их. Один из таких мечтателей — Майкл Уэй (Michael Way), научный сотрудник Института космических исследований им. Годдарда *NASA*. В последние годы он и его коллеги с помощью детального компьютерного моделирования изучили возможные варианты прошлого Венеры.

Согласно моделям Уэя, медленное, но неуклонное повышение светимости новорожденного Солнца, возможно, обрекло Венеру на трудную судьбу еще в младенчестве. Оно так сильно поджарило молодую планету, что любая вода могла существовать только в виде пара. Этот водяной пар, активный парниковый газ, воздействуя сообща с углекислым газом, другим парниковым газом, который, пузырясь, вырывался из покрывавшего тогда всю планету океана магмы, вероятно, быстро поднял температуру. Если Солнце было тем самым злодеем в истории климата Венеры, то планета была «мертва уже с первого дня», — поясняет Уэй.

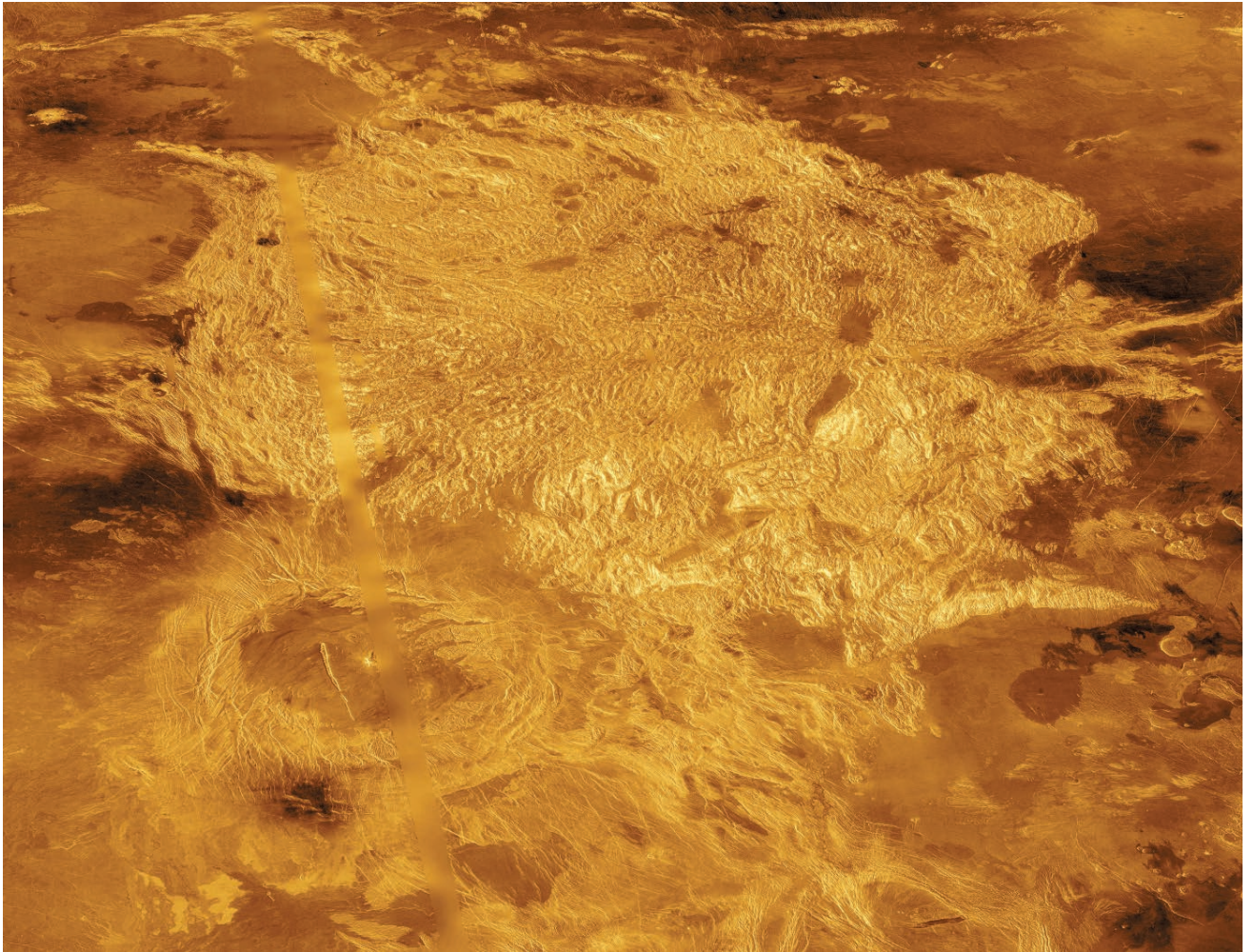
Если же причиной было не раннее увеличение светимости молодого Солнца, то винить, по видимому, надо нечто другое. Уэй подозревает, что это вулканы. Как и звезды, они влияют на все, что происходит на поверхности планеты, — от эволюции ее атмосферы до судьбы океанов.

Несколько раз в истории Земли извержения лавы размером с целый континент выбрасывали в небо огромное количество парниковых газов на протяжении сотен тысяч или даже миллионов лет, что способствовало массовому вымиранию или было его причиной. На Земле эти чудовищные извержения происходили (до сих пор) изолированно, каждое из них оставило после себя разрушительную отметину в геологической истории нашей планеты. Но если несколько подобных извержений случились на Венере одновременно, они могли выбросить столько углекислого газа, что океаны начали испаряться, наполнив атмосферу удерживающим тепло водяным паром и запустив неизбежную петлю [положительной] обратной связи, что и выжгло планету.

Так что, еще один «висяк»? *DAVINCI+* сможет помочь определить, когда Венера потеряла воду, благодаря своей способности «нюхать» присутствие благородных газов в ее атмосфере, включая среди прочего ксенон, аргон и гелий. У каждого газа есть несколько его разновидностей — одни тяжелее, другие легче, и ученые знают, откуда взялась каждая из них. Например, гелий-3 просачивается из недр планеты, а гелий-4, более тяжелый изотоп, рождается в результате радиоактивного распада в коре. Подобно этой паре, в атмосфере планеты присутствуют несколько разновидностей других благородных газов. Что еще более важно, благородные газы не вступают в химические реакции с другими важными с точки зрения геофизики соединениями, в том числе с углекислым газом и водой. Это означает, что они — нечто вроде проштампованных почтовых открыток, на которых указано не только место их происхождения на планете, но и то, когда и каким образом они были доставлены в небо Венеры.

Измерения таких газов, возможно, покажут, что Венера с самого начала была абсолютно безводной. Если так, это будет означать, что юное Солнце было виновником выгорания планеты. Однако если в молодые годы Солнце разгоралось не столь быстро, то венерианский океан магмы, источающей углекислый газ, должен был бы замерзнуть, давая возможность жидкой воде конденсироваться и образовывать на поверхности водоемы. Возможно, Венера была планетой с тропическим климатом, с реками, озерами, морями и океанами. Марта Гилмор (Martha Gilmore), планетолог-геолог из Уэслианского университета, участвующая в работе обеих научных групп, и *DAVINCI+*, и *VERITAS*, переполнена воодушевлением от этой идеи. «Согласно тому, что мы знаем о планетах, нет никаких причин, по которым Венера была непригодной для жизни в начале своего существования», — уверена она.

Сегодня общее мнение склоняется к тому, что океаны Венеры были уничтожены гигантскими извержениями. Это могло произойти на раннем



Область Альфа, полоса поверхности Венеры шириной 1,5 тыс. км, характеризуется странно деформированными горами и вулканическими равнинами. Это предполагаемое место посадки спускаемого модуля зонда DAVINCI+.

этапе ее существования, но, возможно, DAVINCI+ покажет, что Венера была покрытой водой планетой еще в далекие времена своей юности. «Я думаю, главный вопрос о Венере заключается в следующем: существовали ли океаны на ее поверхности в течение миллиардов лет?» — говорит Джозеф О’Рурк (Joseph O’Rourke), ученый-планетолог из Университета штата Аризона. Не исключено, что на протяжении значительной части своей жизни Венера была еще одной бледно-голубой точкой, обращающейся вокруг Солнца, — потерянным раем.

Если Венера действительно была покрыта водой на протяжении миллиардов лет, то у нее должна была быть и тектоника плит. Этот процесс образования гор, прорезания водосборных бассейнов и роста вулканов служит также и планетарным термостатом. Атмосферный углекислый газ растворяется в океанах, где он попадает в ловушку тектонических плит, которые погружаются в горячую мантию, поддерживающую на плаву кору. В конце

концов этот парниковый газ снова будет высвобожден, медленно поднимаясь к поверхности, а затем утекая в небо в чреде вулканических извержений, подпитываемых глубоко залегающей магмой. Во многом долгосрочная климатическая стабильность планет земного типа обусловлена этим геофизическим циклом углерода. Радарные системы зондов *EnVision* и *VERITAS* могут отслеживать на Венере древние или активные разломы — признаки того, что этот цикл, определяющий жизнеспособность планеты, имел когда-то место.

Обе межпланетные экспедиции будут также исследовать тессеры, причудливые континентальные плато, усеивающие поверхность Венеры. (Тессеры — от др.-греч. «черепица» — характерные детали рельефа Венеры, сильно пересеченные возвышенные участки, сверху напоминающие паркет или черепицу. Обнаружены советскими зондами «Венера-15» и «Венера-16». — Примеч. пер.) Большая часть поверхности планеты — это застывшие потоки лавы (которая, должно быть, извергалась

намного позже вулканических процессов чудовищного масштаба, изменивших климат, в результате которых, вероятно, и выкипела вся вода). Предполагают, что возвышающиеся над этими потоками лавы тессеры — самая старая порода на Венере. «Возможно, им 0,5 млрд лет, возможно, 4 млрд — мы не знаем», — говорит Гилмор.

Ученые не только не знают, сколько лет тессерам, они не знают и что это такое. Если тессеры — действительно континентальные породы, вроде тех, что есть на Земле, для их формирования требуется много воды. Это было бы железным доказательством того, что когда-то Венера была покрыта океанами. «Это взорвет людям мозг», — говорит О'Рурк. Если у них слоистая структура, как недавно предположили Бирн и его коллеги, вероятно, это осадочные породы, сохраняющие свидетельства существования древних рек и озер. Возможно также, что это похожие на блины слои лавы, остатки древнего глобального вулканизма, затмившего небо.

По словам О'Рурка, зонд *DAVINCI+* сможет получить подробный вид с очень близкого расстояния только одной тессеры. «Мы даже не знаем, одинаковы ли все тессеры, поэтому выбрать одну из них — что-то вроде рулетки, — объясняет он. — Но *DAVINCI+* сможет получить высочайшего качества фотографии элементов рельефа масштаба человека, которые невозможно сделать с орбиты». С другой стороны, *VERITAS* предоставит карту каждой тессеры, хотя и менее детальную. Между тем зонд *EnVision* выберет несколько тессер для тщательного изучения с орбиты.

С помощью создаваемой на основе данных зонда *VERITAS* динамической карты Венеры, которая сможет распознавать изменения, отображая один элемент поверхности несколько раз, также можно будет показать, что планета и сегодня все еще продолжает оставаться вулканически активной. Это давнее убеждение подкреплено множеством косвенных доказательств, но ученым еще предстоит получить неопровержимые свидетельства реального извержения. «Было бы очень круто обнаружить действующий вулкан», — говорит Смрекар. Не исключено также, что зонд *EnVision* поможет завершить эти поиски, уловив запахи газообразного шлейфа, извергаемого активным вулканом, или обнаружив тепло, просачивающееся наружу из любой заполненной магмой горы.

Получить подтверждение того, что такого рода ключевой планетарный процесс все еще продолжается, — нечто большее, чем просто поставить галочку. Как и все бурные, преобразующие ландшафт тектонические процессы, вулканы подпитываются тем, что происходит глубоко внутри планет. Если удастся непосредственно зарегистрировать извержение вулкана, это откроет окно в темное геологическое сердце Венеры, что позволит ученым сравнить активность его ритма с земным.

И в то время как зонд *DAVINCI+* будет выяснять, сколько воды Венера потеряла, зонд *EnVision* установит, как много воды она еще удерживает. «Осталась ли еще вода внутри планеты?» — спрашивает Гэйл. Изучая количество молекул H_2O в составе газовых шлейфов, выбрасываемых ее вулканами, ученые, возможно, узнают, действительно ли внутри Венеры так же сухо, как снаружи.

Время страхов и надежды

Так же как в европейском зонде *EnVision*, в зондах *VERITAS* и *DAVINCI+* отсутствуют наспех реализованные предложения. Эскизы проектов обоих космических аппаратов начали прорисовываться более десяти лет назад. (Варианты обоих проектов стали финалистами последнего конкурса программы *Discovery* в 2017 г., но уступили миссиям *Psyche* и *Lucy*, двум экспедициям по исследованию астероидов.) Каждое предложение выстроено более чем на 50 годах научного осмысления. Это был долгий и напряженный путь для всех.

По мере приближения даты объявления результатов последних решений о запусках в рамках программы *Discovery* уровень напряжения зашкаливал. Первые несколько месяцев 2021 г. были особенно тяжелым испытанием для групп обеих экспедиций, которые работали круглосуточно, чтобы произвести должное впечатление на судей, которые будут определять их будущее. «Чтобынастоящему описать работу, проделанную за последний год, потребуются целый роман», — рассказывает Сью Смрекар. В концептуальной проработке, представленной ее научной группой судьям в ноябре прошлого года, «страниц не меньше, чем в романе "Война и мир"».

Продолжающаяся пандемия также сказалась на психологической нагрузке. «Обе группы ведут интенсивную работу совместно. Команда становится маленькой семьей, особенно в условиях пандемии *COVID-19*, — говорит Смрекар. — Я безмерно благодарна и испытываю невероятный трепет перед людьми, которым в прошлом году пришлось дома ухаживать за маленькими детьми или заботиться о пожилых людях».

Проектам *VERITAS* и *DAVINCI+* противостояли две бесспорно выдающиеся концепции межпланетных экспедиций. Первая — *IVO* (*Io Volcano Observer*, «Аппарат для наблюдения вулканов Ио») — зонд, который должен был бы посетить одноименный спутник Юпитера, самый вулканически активный из известных науке объект и лучшее место, чтобы понять, как гравитационные приливы могут поддерживать геологическую активность планеты намного дольше, чем по нашим наивным оценкам эпохи ее прекращения. Второй конкурирующей концепцией был проект экспедиции «Трезубец» (*Trident*), которая должна была бы направиться к спутнику Нептуна Тритону, реликту

самой отдаленной области Солнечной системы, загадочным образом сохраняющему молодость благодаря какой-то едва заметной форме ледяного вулканизма.

Если судить исключительно по их достоинствам, у каждого из этого квартета были отличные шансы на победу. Но для того чтобы одно или несколько предложений выиграло это соревнование, другие должны проиграть. И при взвешивании шансов нельзя игнорировать тот факт, что 14 сентября 2020 г. возник непредсказуемый фактор, который, возможно, и склонил чашу весов в пользу Венеры: одна из групп ученых объявила, что внутри облаков Венеры с помощью двух телескопов они обнаружили фтористый водород, причем на такой высоте, где температура и давление, по всей видимости, позволяют существовать каплям жидкой воды.

Фтористый водород может образовываться в результате вулканических процессов и при вспышках молний, но он может вырабатываться и микробами, а это указывает на возможность того, что это открытие — косвенное доказательство инопланетной жизни. В мгновение ока интерес к фтористому водороду и Венере — со стороны общественности, средств массовой информации и научного сообщества — вспыхнул с небывалой силой.

Через несколько месяцев это открытие было поставлено под сомнение, поскольку проведенные анализы либо подтверждали, либо опровергали его. Присутствует ли в конечном счете там фтористый водород и производится ли он микробами — это еще не все, что учитывалось в конкурсе. Данная полемика подчеркнула еще один важный факт: внутри облаков Венеры существует обширная область, не слишком горячая и не слишком кислая для того, чтобы нельзя было исключить принципиальную возможность процветания там эндемичных микробов, приспособившихся к обитанию в этих условиях.

На Земле ученые, кажется, не перестают находить микробов — процветающих, выживающих или пребывающих в спячке — в местах, которые сразу же убили бы растения и животных. Поверхность Марса представляет собой подверженную воздействию радиации холодную пустыню, враждебную жизни, но микробы могут найти себе пристанище в его, возможно, более теплых и влажных подземных горизонтах. Как и Марс, Венера помогает переосмыслить значение слов «пригодный для жизни». «Горячая, как ад, планета не обязательно негостеприимна во всех отношениях», — утверждает Клара Суза-Силва (Clara Sousa-Silva), астрохимик Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в Кеймбридже, штат Массачусетс, и член научной группы, первой открывший фтористый водород в облаках Венеры.

Хотя было высказано предположение, что зонд DAVINCI+ мог бы обнаружить фтористый водород

во время своего падения, ни он, ни VERITAS, ни EnVision не предназначены для изучения этого внезапно ставшего модным химического соединения. Однако все три могут помочь определить границы других идущих на планете процессов, в ходе которых может образовываться фтористый водород, — от вулканической деятельности до атмосферной «алхимии». В любом случае важнее всего, по-видимому, то, что фтористый водород дал исследованию Венеры рекламный импульс, подобно тому как подозрительный на вид метеорит дал аналогичный импульс исследованию Марса в 1996 г. «Я думаю, [фтористый водород] — это для нас вишенка на торте, — говорит Гилмор, — потому что Венера неотразима независимо от того, есть ли на ней жизнь или нет».

Смрекар и Гарвин знают это лучше, чем кто-либо иной. Оба они ветераны Венеры, которые работали в этой области еще до эпохи программы *Magellan*. Оба хотели бы получить ответы на свои давние вопросы, чтобы сорвать низко висящий фрукт, досадно не сорванный на протяжении десятилетий. В то время как ученые, занимающиеся изучением Марса, часто посещали центры управления полетами, взрываясь аплодисментами, когда еще один робот присоединялся к своим коллегам на Красной планете, сторонники исследования Венеры работали и ждали, терзая себя мыслью, что уж на этот раз NASA, возможно, выберет одну из экспедиций, нацеленную на возвращение к Венере. «Я нахожусь в нервном ожидании вот уже 41 год», — сказал Гарвин незадолго до выбора очередных проектов программы *Discovery*.

«Сказать, что мы переживали, — ничего не сказать, — признается Смрекар, говоря о своей команде. — Те из нас, кто очень близко связан с этой экспедицией, вложили свои сердца, свои выходные, свою изобретательность в то, чтобы это свершилось».

Проигрыш для любой из групп стал бы огромным потрясением. Если бы не была выбрана ни одна из экспедиций, многие сочли бы это решение абсурдным, а может быть даже оскорбительным. Конструкции космических зондов были лучшими из возможных. Нельзя было игнорировать и общественную поддержку проектов. А теперь на их стороне был и фтористый водород.

Но даже если бы оба проекта, и VERITAS, и DAVINCI+, были отклонены, все же несколько причин для оптимизма оставалось. Помимо обнадёживающих перспектив европейского проекта *EnVision*, другие космические агентства, в том числе российское и индийское, серьезно размышляли о возвращении на Венеру и, возможно, приняли бы эстафету в случае отказа NASA.

Более молодые ученые, занимающиеся исследованием Венеры, такие как О'Рурк, тоже были полны решимости поддерживать огонь, даже когда маститые ветераны венерианской команды США

ушли на пенсию. «Когда американский космический корабль в последний раз вышел на орбиту вокруг Венеры, мне было десять дней, — рассказывает О’Рурк. — Несмотря на отсутствие четких перспектив для новой экспедиции, я просто ввязался в ее проработку, как и многие другие люди моего возраста, потому что, безусловно, это невероятно интересно». Он подозревает, что страсть к науке о Венере осталась бы непоколебимой, каким бы ни был результат последнего конкурса NASA в рамках программы *Discovery*.

За несколько дней до судьбоносного решения NASA в словах энтузиастов исследования Венеры можно было заметить отзвуки страха. Но благодаря планетам, обращающимся вокруг далеких звезд, прослушивалась и нотка надежды.

Охотники за экзопланетами далеко за пределами нашей Солнечной системы разглядели множество планет размером с Землю и Венеру. Однако современные телескопы не позволяют даже приблизительно определить, такие же они гостеприимные, как наша планета, или сущий ад, вроде Венеры. В наши дни изучение Венеры с близкого расстояния остается, вероятно, единственной возможностью с достаточной степенью надежности оценить, какой тип планет более распространен в космосе: похожие на Землю или же на Венеру. Охотники за экзопланетами начинают признавать этот факт, справедливо полагая, что, возможно, им следует лучше изучить Солнечную систему, замечает Суза-Силва, «как минимум потому, что это очень хорошая лаборатория для исследования экзопланет».

Раскрытие тайн Венеры, безусловно, пойдет на пользу не только узкому кругу исследователей «утренней звезды», но и всему сообществу ученых-планетологов. «Только Венера сможет объяснить нам, почему наша с вами планета уникальна в Солнечной системе, и позволит оценить вероятность обнаружения Земли 2.0 у другой звезды», — полагает Смрекар. В ожидании объявления результатов конкурса группы *VERITAS* и *DAVINCI+* надеялись, что это широко разделяемое убеждение наряду с многолетним трудом большого коллектива продвинет наконец хотя бы один из проектов к финишу — и что земной разведчик снова посетит завораживающий мир, который занимал все их чаяния.

Флот прибывает

Некоторое время после объявления NASA о том, что Венера вышла победительницей в последнем конкурсе проектов для участия в программе *Discovery*, сторонники *VERITAS* и *DAVINCI+* купались в лучах общественного внимания. «Я прыгал от радости дольше, чем за несколько прошлых лет», — вспоминает Гилмор. «Мы отбываем на Венеру!» — чуть не захлебывается от избытка чувств Гарвин. «Я не знаю, что еще мы могли бы

улучшить, чтобы сделать экспедицию образцовой на текущий момент, — говорит Смрекар. — Мне кажется, что нам это удалось. И еще мне кажется, что в NASA это не прошло незамеченным».

Magellan был самой первой межпланетной экспедицией, над которой работала Смрекар. Теперь же, говорит она, *VERITAS* станет ее последней — и главным достижением в ее жизни. «Это будет кульминационным пунктом моей карьеры, — говорит она. — С нетерпением жду, чтобы увидеть, что нового мы узнаем».

Эти две научные группы не просто сняли проклятие Венеры; они разбили его вдребезги. А уже на следующей неделе после этого проект *EnVision* был принят европейскими державами к исполнению. В 2030-х гг. Венера получит собственный флот научных разведчиков.

Для побежденных неизбежное разочарование окрасилось оптимистическими тонами. Сторонники экспедиции к Ио надеются, что победят в следующем конкурсе программы *Discovery* — или, возможно, даже на более высоком уровне: в конкурсе на проведение более дорогих и технически сложных космических экспедиций в рамках программы NASA «Новые горизонты» (*New Frontiers*). Те же, кто желает вернуться к часто остающимся вне зоны внимания планетам Уран и Нептун, каждая из которых в последний раз видела космический аппарат в конце 1980-х гг., присматриваются к будущей флагманской экспедиции, одному из проектов-гигантов стоимостью более \$1 млрд, составляющих вершину флота космических роботов NASA с точки зрения их размера, стоимости и возможностей.

С другой стороны, участники программ исследования Венеры уже привыкли к своему новому статусу триумфаторов-победителей. Благодаря их неустанным усилиям следующее десятилетие будет теперь отдано второй планете. Наконец-то, говорит Гэйл, «пришло осознание того, что на Венере нам нужно делать то же самое, что мы проделали на Марсе».

Как и коллеги по программам *DAVINCI+* и *EnVision*, Сью Смрекар и ее сотрудники, участвующие в программе *VERITAS*, одновременно взволнованы, измотаны и недоверчивы. В ночь накануне оглашения результатов конкурса NASA Смрекар сфотографировала Венеру — сияющую высоко в темном небе точку. После победы, в свете нового дня, это алмазное пятнышко вдруг предстало в совсем другом свете. Венера стала уже не недоступным островом, а пунктом назначения для следующего гигантского скачка в межпланетных исследованиях NASA. ■

Перевод: А.П. Кузнецов

ИЗ НАШИХ АРХИВОВ

■ Is There Life on Venus? These Missions Could Find It. Leonard David; ScientificAmerican.com, September 23, 2020.