

Бесспорно, с тех пор, как в космосе побуйствовала писательская фантазия, наука о жизни вне Земли определенно очень «заземлилась». И если в фундаментальном труде по экзобиологии — науке о внеземной жизни, изданном неполных 30 лет назад, еще утверждалось, что на Марсе можно представить себе самые разные этапы развития биологического вещества — от сложных органических соединений и продуктов химического синтеза до развитых форм жизни и следов цивилизации, — то теперь с большой степенью уверенности можно сказать, что сколь бы ни был толст лед марсианского океана, под ним скрываются в лучшем случае только бактерии.

ПАРАДОКСЫ МОЛЧАНИЯ

ВАСИЛИЙ ГОЛОВАНОВ

«**В**ечное молчание этих бесконечных пространств ужасает меня», — раз заглянув в ночное небо, записал французский ученый и философ Блез Паскаль. Но он жил в Париже времени мушкетеров: тогда о бесконечных пространствах Вселенной и знали, и задумывались еще очень мало. Хотя и Галилей, и Ньютон уже наблюдали звезды в телескоп, последний мало еще чем отличался от сильной подзорной трубы. До сенсационного открытия марсианских «каналов» Джованни Скиапарелли в 1878 году оставалось чуть более 200 лет, однако ужас одиночества, испытанный Паскалем, оказался все же фундаментальнее эйфорических представлений «цивилизованного человечества», уверившегося в начале XX века в повсеместном заселении Вселенной. Сейчас просто невозможно себе представить, насколько упрямой оказалась эта вера и какое разочарование принесли землянам первые полеты автоматических станций на Луну, Венеру и Марс, передав на Землю первые, лишенные фантастических представлений, сведения о том, что никакой жизни на этих планетах не обнаружено, а судя по окружающей обстановке, и не может быть обнаружено...

Своеобразной психологической компенсацией стал поиск более отдаленных внеземных высокоразвитых цивилизаций. Конгрессы по внеземным цивилизациям следовали один за другим, отчаяние Паскаля было сформулировано в виде принципиального научного парадокса, получившего название «парадокс молчания Вселенной», который так и остался неразрешенным — Вселенная монотонно испускала только «белый шум». Кончилось тем, что даже такие ярые сторонники поиска внеземного разума, как астроном И.С. Шкловский, в конце концов потеряли веру в возможность обрести в «бесконечных пространствах» братьев по разуму. В общем, настала пора, когда бытовавшие еще недавно представления о Космосе как о некоей фантастической лаборатории, готовой производить жизнь там и тогда, как только для этого представляются хоть сколько-нибудь подходящие условия, сменились совершенно противоположными, упадническими взглядами: жизнь в Космосе — не правило, а исключение.

Однако к началу XXI века все, что было связано с новыми открытиями в астрофизике и биологии, опять изменилось. За последние 5 лет путем изучения отклонений

орбит некоторых звезд было «просчитано» существование около сотни планет вне нашей Солнечной системы. Конечно, изучение этих планет — дело весьма отдаленного будущего, но само их обнаружение вселило надежду в сердца сторонников теории внеземной жизни, породив наиболее радикальные проекты, связанные с исследованием ближайших планет Солнечной системы. И прежде всего, конечно, проекта полета на Марс. Напомним, что в 1976-м году, после визита «Викингов», астробиологи были крайне разочарованы Марсом: 21 снимок поверхности Красной планеты, сделанный посадочным аппаратом экспедиции, зафиксировал изображения совершенно безжизненной пустыни. Органики на поверхности Марса оказалось даже меньше, чем на Луне. Однако Марс слишком сложен и загадочен, чтобы на основании первых же полученных человечеством сведений можно было вывести окончательный вердикт о наличии или отсутствии жизни на нем.

Какая жизнь?

Наука о формах внешней («экзо») по отношению к Земле жизни называется экзобиология. Один из ведущих специалистов в этой области, член-корреспондент РАН, директор Института микробиологии РАН В.Ф. Гальченко, так определил сферу интересов этой необычной дисциплины: как наука экзобиология может относиться и к палеонтологии, и к биологии. А предмет ее исследования... виртуален. Ибо мы до сих пор не знаем ни одной формы жизни за пределами Земли. И судить о том, какой могла бы быть эта жизнь, мы можем только по аналогии с ее земными формами. Ведь материя Вселенной — одна и строится из «кирпичиков» известной каждому школьнику системы элементов. Поэтому и жизнь вне Земли будет, скорее всего, подчиняться тем же законам, что и на Земле, как бы парадоксально это ни звучало.

Выстроить химически-непротиворечивую модель какой-то иной жизни до сих пор не удалось, хотя попытки такого рода предпринимались. Причем самые радикальные.

Известно, что основой земной жизни является углерод — в силу способности его атомов составлять длинные цепочки, сцепляясь друг с другом и с другими соединениями и образовывать сложные и пластичные формы, которые в конечном счете выходят за пределы чисто химического синтеза на новый уровень, постепенно наращивая и усложняя обмен энергией между атомами, обмен веществ, налаживая процессы деления... Иначе говоря, приобретая все признаки живой материи. Первая же попытка построить модель другой жизни заключалась как раз в том, чтобы углерод заменить, скажем, на кремний, поскольку по ряду свойств эти элементы схожи друг с другом. Но чем ▶

Мастерство выживания

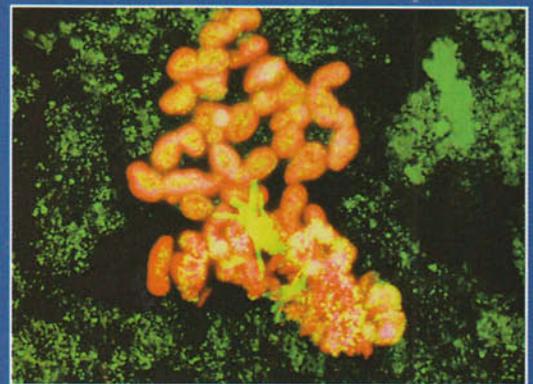
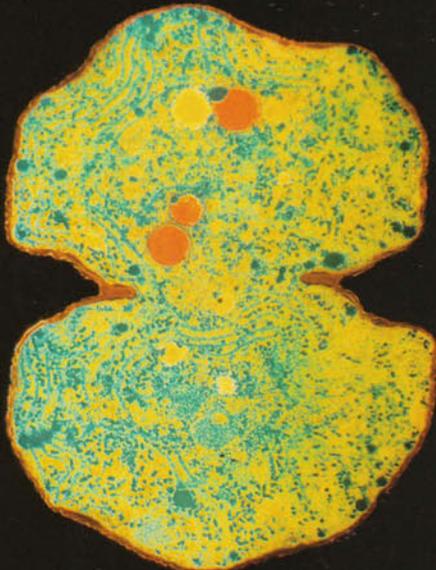
Бактерии везде. Их сотни тысяч видов. При этом тысячи видов облюбовали себе для жизни экологические ниши, более ни для какой жизни не пригодные — именно их называют экстремофилами. В Средиземном море недавно обнаружены бактерии, живущие в горячих источниках при температуре +113°C, и в то же время многие виды бактерий сохраняют жизнеспособность, будучи заброшенными в верхние слои атмосферы, где температура ниже — 20°C. Бактерии живут в самых глубоких местах океана, в снегу, во льду, в воде, наполняющей контуры ядерных реакторов, и в сухих пустынях Антарктики. Микроорганизмы, живущие при низких температурах, зовутся психрофилами.

Другие — термофилы, предпочитают места обитания «погорячее», например упоминавшиеся уже горячие источники, компостные кучи или стога сена, которые они в содружестве с термофильными грибами способны довести до самовоспламенения. Третьи — как, например, некоторые бактерии, обнаруженные в пещерах, приспособились к жизни в полной темноте, да к тому же на таком скудном рационе, что им пришлось «изобрести» высокоспецифичные ферменты для расщепления и поедания неорганических питательных веществ, например известняка. В Австралии бактерии обнаружены в керне, поднятом с глубины полтора километра. Галофилы издревле известны солеварам:

ОТКУДА НА ЗЕМЛЕ КИСЛОРОД

Делящаяся клетка синезеленой водоросли. *Microcystis aeruginosa* (или *Anacystis cyanea*). Видны образующиеся дочерние клетки. Синезеленые водоросли (цианобактерии) — это клетки, не имеющие окруженного мембраной ядра; вместо него, как у бактерий, ядерный материал рассеян по всей клетке. Фотосинтезирующие ламеллии (нитевидные структуры) представляют собой примитивные хлоропласты.

Именно синезеленые водоросли, появившиеся на Земле 3,5 млрд. лет назад, насытили атмосферу кислородом и создали условия для существования высших форм жизни.



Микроколония неизвестных бактерий группы SLIME (подземные лито-автотрофные микробные экосистемы), найденных в 1995 году на глубине 1000 м от поверхности в толще скалы. Клетки бактерий показаны красным, базальтовая скальная порода — зеленая с желтыми нитевидными минералами (в центре), образующимися на поверхности колонии. Лишенные света и кислорода, они могут быть метаногенами, питающимися содержащимся в камне водородом и раствором двуоксида углерода.

SPL/EAST NEWS (x6)

Группа экстремофильных бактерий *Natrialba* (или *Natronobacterium*) *magadii*. Эти палочковидные бактерии живут в водоемах с высокой концентрацией солей и с высоким (щелочным) pH, достигающим 11.

именно они окрашивают в красный цвет стенки солеварен, где под воздействием солнца соль выпаривается из морской воды. Бактерии выживают не только в Мертвом море, но и в знаменитом незамерзающем озере Дон-Жуан в Антарктиде, воды которого представляют собой насыщенный раствор хлорида кальция. В разряд экстремофилов попали анаэробные бактерии, развивающиеся в бескислородной среде. Некоторые из них находят себе прибежище в очистных сооружениях, где весь кислород связывается мощным слоем специфической органики. Так что если «неземная жизнь» когда-нибудь обнаружится, то представлена она будет, скорее всего, бактериями.



Теплолюбивые бактерии *Staphylothermus marinus*. Показан срез двух клеток (стенки клеток — зеленым цветом, внутренность — розовым). Эти простейшие имеют фермент STABLE, позволяющий им выживать при температурах до 135°C. *Staphylothermus marinus* находят в гидротермальных источниках на дне океана, они прекрасно себя чувствуют в серных вулканах и воде с температурой до 98°C.



Группа неизвестных бактерий, которые предпочитают очень соленую высокорadioактивную среду. Палочковидные бактерии окрашены в красный цвет; на поверхности бактерий видны желтые частицы плутония-239. Эти бактерии живут в глубоких подземных рассолах на соляных коях в Нью-Мехико. Именно здесь расположен опытный завод по захоронению ядерных отходов. Эти экстремофильные бактерии не только выживают в соленых растворах очень высокой концентрации, но и не страдают от радиоактивных элементов.



Бактерии *Pseudomonas syringae* служат ядрами при образовании кристаллов льда, когда температура падает ниже определенного уровня. Эта их способность была открыта при изучении факторов, не позволяющих промерзнуть растениям. Сейчас исследуется возможность использовать эти бактерии как альтернативу при создании искусственного снега. Рассматривается также и возможность использовать их в производстве замороженных продуктов.

заменить кислород? Фтором — опять же в силу некоей гипотетической «схожести». А чем заменить водород, который из-за своих химических свойств оказывается идеальным носителем энергии? Нечем. Однако свойства кремний-фторо-водородных соединений резко меняются. Они теряют пластичность и образуют очень жесткие молекулярные решетки. И моделируемая нами жизнь начинает напоминать... кристаллы. Она теряет жизненную гибкость и возвращается обратно в мир неорганической химии. Получается, что жизнь вышла из неживой природы, а мы опять ее туда загоняем.

В свое время Джеймс Дьюи Уотсон, один из первооткрывателей ДНК, написал небольшую книгу, в которой рассматривал жизнь с точки зрения атомных и молекулярных сил. И пришел к выводу, что свойства молекулы ДНК (как носителя всей информации о живом организме) определяются атомными свойствами химических элементов, из которых она состоит: углерода, кислорода, азота и фосфора. И замена любого из этих элементов на «сходный», скорее всего, приведет к полному нарушению всех функций молекулы и сделает невозможным само продолжение жизни...

Поэтому и на далеких мирах посланцам Земли, если и придется иметь дело с жизнью, то именно с той, органической жизнью, для существования которой, как и на Земле, необходимы три условия: наличие соединений углерода, жидкой воды и источников энергии для синтеза сложных биомолекул. Если наличествуют три этих условия, жизнь на планете возникает удивительно быстро. Скажем, Земля образовалась 4,5 миллиарда лет назад. А спустя миллиард лет, как полагают экзобио-



НЕУДАЧНЫЕ ПРОБЫ

В задачи проекта Mars Microbe in soil входило исследование образцов марсианской почвы. Его запуск состоялся в январе 1999 года на борту Mars Polar Lander. Но из-за технических неполадок исследовательские капсулы, как предполагается, разбились о поверхность Марса в 200 км от запланированного места посадки Mars Polar Lander.

SPL/EA/ST NEWS



АНДРЕЙ СЕМАШКО

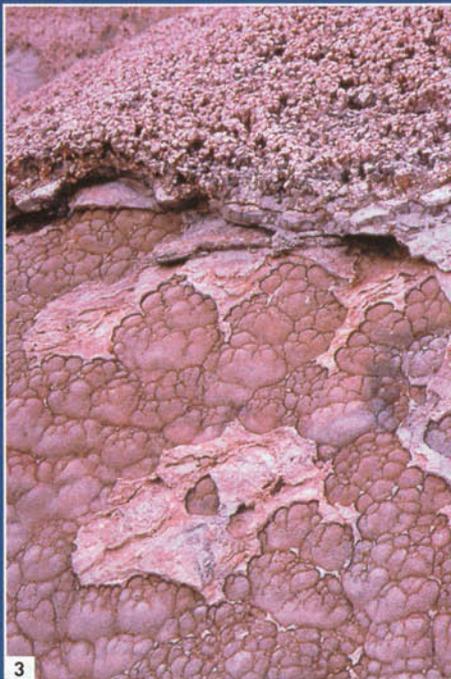
Директор Института микробиологии РАН Валерий Гальченко, исследовавший антарктические озера, обнаружил под 5-метровой толщей воды довольно богатую жизнь, представленную, в частности, синезелеными бактериями. Их скопления образуют так называемые «бактериальные маты» — похожие на слои мха, массы волокнистого вещества толщиной от нескольких миллиметров до 10 сантиметров. Встречаются такие образования не только подо льдом, но и, например, в озерах, окружающих горячие источники (1).



Бактериальные маты



Мягкие слизистые на ощупь скопления простейших (верхний снимок) через несколько тысяч лет легко принять за творения неживой природы (внизу).

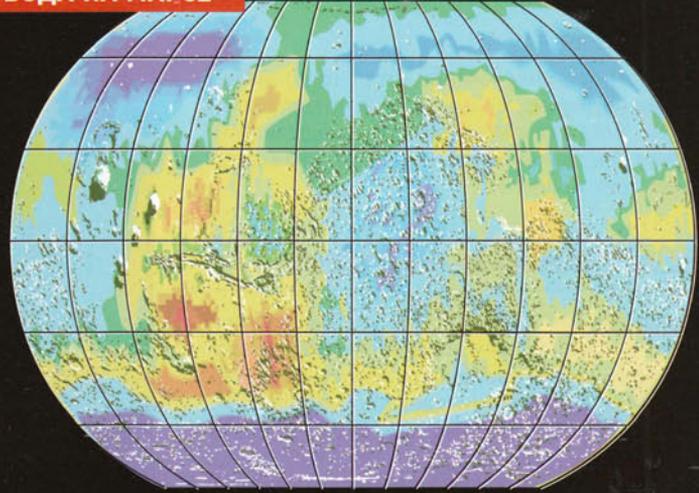


ВАЛЕРИЙ ГАЛЬЧЕНКО (3)

[2] Озеро Пирамидное в Неваде. Если на Марсе существуют «выходы» жизни на поверхность, то выглядеть они вполне могут и так.

[3] Этим окаменевшим бактериальным матам из озера Пирамидное более 12 000 лет, и сейчас трудно поверить, что в них бурлила жизнь. Неизвестно, в какой форме будет обнаружено живое на других планетах и будет ли оно «опознано» землянами?

ВОДА НА МАРСЕ



Космическое излучение, проникая сквозь поверхность Марса, разрушает находящийся там водород, вызывая гамма-излучение и поток нейтронов.

Созданный российскими специалистами спектрометр гамма-излучения, установленный на марсианской орбитальной станции «Одиссей», постоянно анализирует гамма- и нейтронное излучение планеты. Длительные наблюдения показали высокую концентрацию кристаллов размером до 60 сантиметров в подповерхностном слое в прилегающих к полярной ледяной шапке районах (на карте показаны синим цветом). Потенциально от 20 до 35% веса этого слоя может являться именно замерзшей водой.

логи, жизнь на ней уже присутствовала в виде безъядерных метанообразующих бактерий, заселивших первые моря, вода в которых была насыщена органическими и минеральными соединениями, в то время как атмосфера, лишенная кислорода, состояла в основном из разного рода безвредных для современного человека газов. Еще через несколько миллионов лет в воде этих морей появились синезеленые бактерии, которых биологи XIX столетия причислили к разряду водорослей: они освоили фотосинтез, научившись напрямую использовать энергию солнца, чтобы разлагать воду на водород и кислород. Так в атмосфере появились первые «излишки» кислорода. Но кислород этот первоначально был «захвачен» земными породами, главным образом железом, которое, как и почвы Марса, стало бурно окисляться. Однако железа не хватало и в атмосфере образовался избыток кислорода, который и дал возможность развиваться другим, более сложным и совершенным формам жизни — эукариотам, то есть ядерным формам клеток.

В устройстве мироздания бактериям принадлежит колоссальная роль. И хотя человечество по праву гордится своей преобразующей деятельностью на Земле по количеству и качеству работы, до бактерий ему еще далеко. Начать с того, что люди до сих пор живут богатствами «царства бактерий», добывая из недр остаточные продукты их жизнедеятельности — нефть, газ, серу и так далее. А что стало бы делать человечество с тем немислимом количеством ежегодно умирающего живого, если бы не бактерии? Травы, деревья, палая листва, ржаная солома, навоз и вообще все, что только возможно представить

себе в этом поэтическом или скорбном списке, бактерии медленно, но неумолимо превращают в почву, богатую питательными веществами, создавая тем самым условия для дальнейшего процветания жизни...

Есть ли жизнь на Марсе?

В классификации КОСПАР (Комитет по космическим исследованиям при Международном совете научных союзов) Марс наряду с Европой (одним из спутников Юпитера) занимает совершенно особое место. Даже непосредственный полет к Марсу, «без прямого контакта», сразу повышает категорию сложности полета до 3 (из 5) и требует разработки особых мер для предотвращения удара космического аппарата о поверхность планеты. Все эти предосторожности продиктованы экологическими и медицинскими опасениями, сведенными в свод правил межпланетного карантина и, конечно, свидетельствуют о нашей убежденности в том, что жизнь на Марсе все-таки есть.

Но так ли это? Успела ли она возникнуть? А если успела, то в каких формах удастся ей сохраняться под ледяным панцирем?

Как планетное тело Марс возник в одно время с Землей. Тогда на нем существовали все условия для развития жизни: углерод, открытая вода, мощное вулканическое тепло. Его моря не менее интенсивно, чем древние моря Земли, бомбардировались метеоритами с налипшей на них космической органикой, и это был вполне подходящий «котел» для разнообразных органикохимических превращений. Так продолжалось миллиард лет. Конечно, за это время жизнь могла возникнуть и даже получить некоторое эволюционное развитие. Но тут случилась катастрофа. Мы не знаем, какая именно. Но в результате ее активность марсианских вулканов упала на порядок, кислород атмосферы был «съеден» марсианскими породами, истонченная атмосфера «оголила» планету и подвергла воздействию солнечной радиации, а вода обратилась в лед, и только в глубинах Марса, возле горячего еще ядра, она должна сохраняться в жидкой форме. Жизнь вместе с этой водой должна была буквально «уйти под землю»...

Ближайшим земным аналогом марсианской «модели» являются постоянно покрытые льдом антарктические озера. Во-первых, выяснилось, что летом даже сквозь 5-метровую толщу льда туда все же проникает от 1 до 4% солнечного излучения. И этого достаточно, чтобы в озерах расплодилось и прекрасно себя чувствовали синезеленые фотосинтезирующие бактерии. Поскольку они насыщают воду кислородом, под бактериальными матами «сидят» простейшие метанообразующие, а рядом с ними — метаноокисляющие и главное — бактерии-гетеротрофы, которые «поедают» останки синезеленых. Такая замкнутая экосистема способна прекрасно существовать тысячи лет, не чувствуя себя ущербной в сравнении с теми своими собратьями, которым повезло родиться в местах с более теплым климатом...

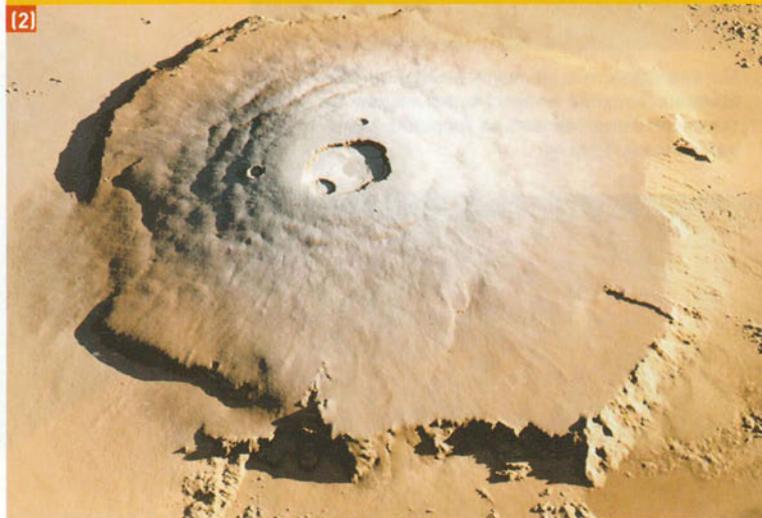
Аналогии с Марсом здесь очевидны. Конечно, толщина подповерхностного марсианского



ВУЛКАНЫ

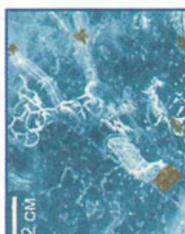
(1)

(1) Вулканическая активность на Марсе. (2) Компьютерное изображение вулкана Олимпус. На его верхних склонах лежит снег. Крутые скалы, окружающие вулкан, поднимаются на высоту 10 км. Сам вулкан Олимпус имеет в поперечнике 600 км. Это изображение было получено с помощью лазерного алтиметра, находившегося на борту Mars Global Surveyor.



(2)

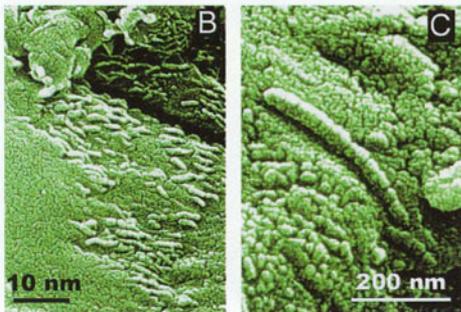
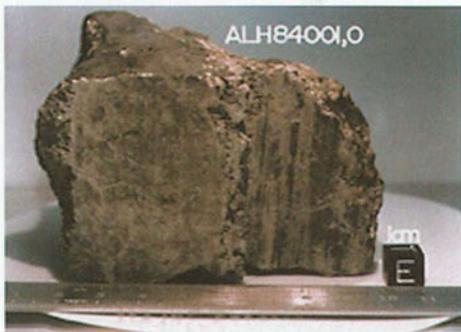
SPI/EAST NEWS (2)



Странные рисунки, начертанные внутри льда антарктических озер, не что иное, как следы микроорганизмов, добывающих себе еду прямо из льда.

льда, покрытого ветровыми наносами, не даст выжить под ним никаким фотосинтезирующим бактериям — для этого там просто нет света. Но вот метанообразующие вполне могли бы выжить, правда, при одном условии — если образованный ими метан смог бы найти выход на поверхность планеты, иначе бактерии просто задохнутся в продуктах своей жизнедеятельности. На Марсе выходы на поверхность глубинного тепла уже зафиксированы автоматическими станциями. Большая часть их расположена у подножия марсианских вулканов, в частности у 22-километрового Олимпуса. Вероятно, вместе с теплом в эти отдушины могут выходить и метан, и вода, содержащая жизнь. И даже если, «выплеснувшись» на поверхность планеты, эта жизнь очень скоро погибает, ее остатки все равно следует искать именно возле марсианских горячих источников, или фумарол. Так что, когда в 70-е годы американцы отправляли посадочный аппарат «Викингов» на Марс, они в буквальном смысле слова искали жизнь не ту и не там.

Теперь представим себе, что мы оказались



Вкрапления на поверхности «марсианского» метеорита «Аллан Хиллз», наделавшие столько шума, напоминают одновременно и окаменевшие бактерии, и образования неживой природы.

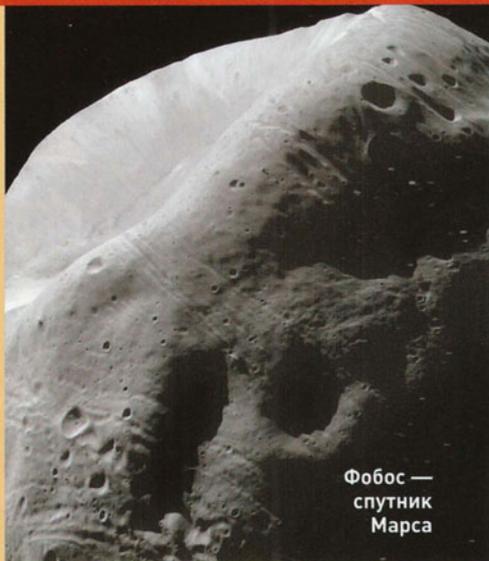
возле тепловой «отдушины» не в тот день, час или год, когда из нее изливается вода. Вокруг нас — камни, вероятно, просто «облепленные» останками марсианской жизни. Но как отличить живое от неживого? Вернее, как погибшую, мертвую уже бактерию отличить от минерального образования?

«Сенсационная» история «марсианского» метеорита, названного по месту нахождения в Антарктиде «Аллан Хиллз 84001», великолепно иллюстрирует эту проблему. Исследовавший метеорит Дэвид Маккей с коллегами приняли априори, что сей «небесный камень» имеет марсианское происхождение. Откуда такая уверенность? Кроме посадочного устройства «Викингов» никто марсианский грунт в руках не держал, на Землю он не доставлялся, и сколь бы ни были оригинальны и остроумны гипотезы, объясняющие, как камень с Марса прилетел на Землю, логичнее все же предположить, что прилетел он, как и большинство метеоритов, из космоса, где рассеяно немыслимое количество вещества протопланет, взорвавшихся на заре планетарной истории мира. Кроме того, сенсацией стало заявление о том, что на поверхности метеорита обнаружены кристаллизовавшиеся останки марсианских бактерий. Но как отличить их от минеральных образований? Сторонники биологического и приверженцы минерального происхождения этих структур могут спорить до хрипоты — решающих аргументов нет ни у тех, ни у других. Проблему, как отличить мертвое живое от неживого изначально, науке еще только предстоит решить.

Неоспорно, в XXI веке человечество так или иначе коснется одной из величайших тайн — тайны жизни в других мирах. И, может быть, отчасти даже разгадает ее. И вот тогда и, видимо, не раньше сможет во всем объеме оценить великую загадку жизни на Земле и станет наконец любить свою планету. ●

МЕЖПЛАНЕТНЫЙ КАРАНТИН

Не так давно специалистами КОСПАР был предложен список норм, призванных исключить «загрязнение» других планет земными микроорганизмами. В первую очередь речь идет о таких планетах, как Марс и Европа. Директор Института медико-биологических проблем РАН академик А.И. Григорьев считает, что даже небольшое загрязнение Европы может привести к крайне нежелательным последствиям, поскольку при попадании даже небольшого количества загрязнения в ее подледную толщу оно может распространиться на весь объем океана. С другой стороны, предписания КОСПАР должны исключить «случайное» попадание инопланетного вещества на Землю. И хотя земные микроорганизмы должны оказывать «сильнее» и попросту уничтожить инопланетных конкурентов,



Фобос — спутник Марса

эта вновь возникшая проблема настолько насущна, что ею озабочены ведущие ученые США, России, Германии, Франции, Канады и Австралии. Скажем, запланированная на 2007 год российская программа «Фобос-грунт», призванная осуществить доставку на Землю грунта с одного из спутников Марса, обязательно подразумевает (на заключи-

тельном этапе исследования грунта в Институте медико-биологических проблем) и «разрешение» на работу с этим веществом других специалистов. Очевидно, что проблемы межпланетарного «общения» поставят перед землянами не только технические и медицинские, но в очень немалой степени этические и правовые проблемы.



Станция «Мир»

ЗЕМНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ В КОСМОСЕ

За полтора десятка лет существования космической станции «Мир» ученые из Института медико-биологических проблем пришли к выводу, что подлинными хозяевами станции являются не люди, а бактерии и простейшие грибы. В целом на станции прижилось более 250 видов простейших. Когда ученые обнаружили некоторые плоды их жизнедеятельности, им пришлось попристальнее приглядеться к микроскопическим обитате-

лям станции. Есть виды, потомство которых отслезивалось на протяжении 7 лет, причем выяснилось, что ни сравнительно высокий (по сравнению с земным) уровень солнечной радиации, ни скудное на первый взгляд питание несколько не повлияли на жизнестойкость и продуктивность отдаленных потомков первопоселенцев, но, напротив, породили очень стойкое и агрессивное (по сравнению с земными формами) потомство.