

В погоне за неведомой ЖИЗНЬЮ

Два события взволновали недавно астрономическую науку: запуск космического телескопа «Кеплер» и совместное решение НАСА и ЕКА сделать целью изучения следующей крупной космической экспедиции спутники Юпитера Европу и Ганимед. Есть любопытная общность в этих двух новостях — и та, и другая связана с настойчивым поиском внеземной жизни.

Космический телескоп «Кеплер» был специально задуман как мощное средство отыскания в космосе планет, подобных Земле и потому способных быть обитаемыми, как Земля. До последнего времени главным способом отыскания планет около других звезд было выявление качаний этих звезд под притяжением своих планет, но такие качания очень малы в случае планет с массой Земли. Поэтому «Кеплер» будет искать планеты с помощью более чувствительного нового метода «прохождения перед диском». Когда планета, даже самая маленькая, проходит между диском своей звезды и Землей, видимая с Земли яркость звезды уменьшается, и это уменьше-

ние легче уловить, чем малые качания.

Эффективность такого метода уже была несколько раз подтверждена, когда с его помощью были обнаружены большие внесолнечные планеты, а совсем недавно французский космический телескоп «Коро», запущенный перед «Кеплером», тем же методом «прохождения» обнаружил первую землеподобную планету. Она находится в 300 световых годах от нас, и ее плотность позволяет считать ее твердой, а не газовой, то есть больше похожей на Землю или Марс, чем на Юпитер. По современным представлениям скальные планеты не могут быть очень большими. Однако эта планета (ее назвали Ехо7-бис) не может быть обитаемой, потому что она обращается очень близко к своей звезде и от этого температура на ее поверхности должна быть (по расчетам) свыше 1000 градусов.

«Кеплер» обладает много более широкими возможностями, нежели «Коро». Чувствительность его аппаратуры почти в 4 раза больше чувствительности приборов «Коро», а кроме того,

для него выбрано крайне удобное для наблюдений место: он следует за Землей по ее орбите вокруг Солнца, но достаточно далеко, чтобы Земля не мешала его наблюдениям («Коро» обращается вокруг Земли, которая регулярно заслоняет от него небо.) Это позволяет приборам телескопа непрерывно, на протяжении 3,5 лет, наблюдать за одним и тем же участком неба. В поисках «прохождений» он будет следить за 100 тысячами звезд. Если даже у одной из них есть планета, период обращения которой близок к земному, то есть 1 год, «Кеплер» сумеет заметить целых 3 ее «прохождения», а это позволит ему убедиться, что уменьшение яркости звезды вызвано именно прохождением планеты перед звездным диском, а не другими причинами. Чувствительность приборов позволит «Кеплеру» улавливать «прохождения» даже таких малых планет, как Марс, который вдвое меньше Земли.

Каковы шансы, что «Кеплер» найдет землеподобную планету? Ученые считают, что шансы велики. Большие планеты типа Юпитера найдены сегодня около 15% звезд типа Солнца, и потому наличие таких планет можно уже считать правилом, а не исключением. Между тем (опять же по современным представлениям) твердые малые планеты образуются легче (хотя и медленней), чем Юпитеры. Так что образование землеподобных планет тоже может быть регулярным явлением в космосе. Все такие планеты, обнаруженные «Кеплером», станут затем объектом исследования целой серии новых космических телескопов, которые планируется запустить к 2020 году, и они будут проверять наличие на них атмосферы, ее состав и другие параметры, необходимые для появления жизни.

Каковы шансы найти обитаемую планету? Землеподобность ее (размеры, масса, наличие твердой коры) — это уже шанс. Следующим условием является наличие подходящей атмосферы. Далее следует попадание планеты в так называемый «пояс обитаемости» вокруг своей звезды, где тем-

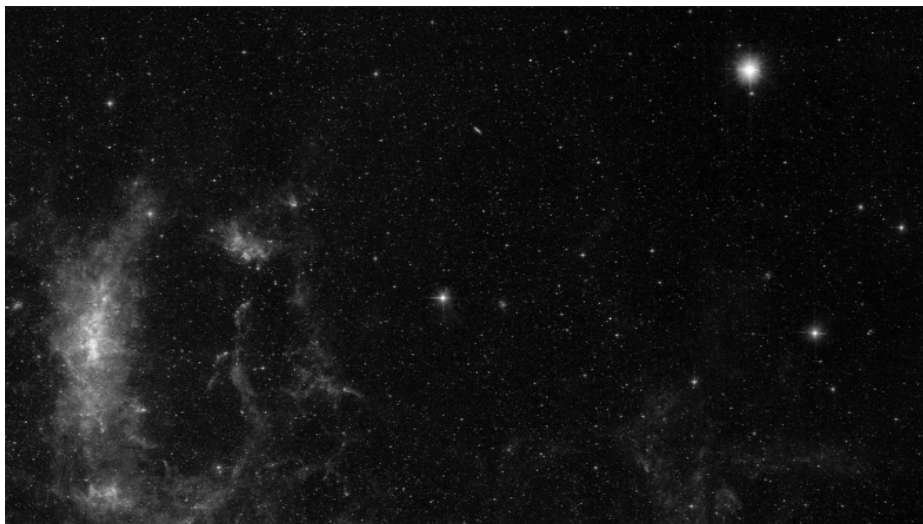
пературы на планете лежат в пределах, допускающих существование жизни. Впрочем, в последнее время многие ученые указывают на еще одно необходимое условие. Его сформулировал недавно немецкий астрофизик Шпон, сказавший, что «эволюция органической жизни нуждается в периодическом перемешивании химических веществ океанов, почвы и атмосферы, и на Земле это обеспечивается движением континентальных плит, так называемой «тектоникой». Поэтому условием обитаемости любой планеты становится также наличие тектоники». Понятно, что это новое условие еще более уменьшает шансы.

Впрочем, тот же Шпон заметил, что жизнь может возникнуть и за границей пояса обитаемости, только не на самой далекой планете, а на каком-либо ее крупном спутнике. По словам того же Шпона, «зоной обитаемости может стать также океан под ледяным покровом такого спутника, как, например, те океаны, которые обнаружены на спутнике Юпитера Европе. Хотя Ганимед, например, где такой океан, судя по всему, зажат между двумя слоями льда, вряд ли может быть обитаем, потому что такое расположение исключает поступление достаточной энергии и периодическое обновление питательных ресурсов».

Эти слова подтверждают высказанный вначале тезис о сходных целях запуска «Кеплера» и намеченной на будущее космической экспедиции к Европе и Ганимеду. Они могли бы также послужить удобным предлогом для более подробного разговора о самой экспедиции, но такой разговор — это уже «сюжет для совсем другого рассказа», как обычно выражаются при недостатке места.

Космические пляжи под пальмами

Только недавно журналы сообщили о выдающемся достижении в области исследования внесолнечных планет: ученые впервые сумели не только увидеть планету в момент ее прохождения перед диском своей звезды, но



и зафиксировать спектр излучения этой планеты. И вот теперь появилось новое сообщение: найден способ определить по этому спектру, имеются ли на такой планете океаны и континенты, и даже более того — есть ли там растительность. Согласитесь, это весьма приближает решение многовекового вопроса — существует ли жизнь где-нибудь еще, кроме Земли.

Прохождение планеты перед диском своей звезды называется в астрономии «транзитом», и если астрономам повезет и они заметят планету в момент такого транзита, то они смогут вывить ее существование, потому что диск планеты немного затмит излучение звезды, и это уменьшение яркости будет замечено приборами телескопа. Приборы эти ныне настолько точны, что способны заметить даже мелкие детали такого затмения, и по этим деталям астрономы могут затем рассчитать параметры планеты — ее размеры, расстояние от звезды и время обращения. Но выявить при одном транзите особенности звездного излучения, отраженного планетой, нельзя, потому что это излучение «тонет» в общем излучении звезды, на которую в этот момент, естественно, направлен телескоп. Астрономы, однако, придумали изящный обходной путь: они повторяют наблюдение той же звезды в тот момент, когда планета скрывается за нею. Теперь приборы

улавливают только излучение звезды и, вычитая его из данных предыдущего наблюдения (когда излучение звезды складывалось с излучением планеты, можно найти излучение самой планеты.

Именно таким способом «двойного транзита» и был получен недавно упомянутый выше, первый в истории астрономии спектр излучения с замысловатым каталоговым названием HD189733b. Эта планета представляет собой газовый гигант, то есть громадину вроде наших Юпитера и Сатурна, и на звание «колыбели внеземной жизни» претендовать, понятно, не может. Астрономов же куда больше интересуют планеты типа Земли — состоящие из твердых пород, со своими морями и океанами, где как раз и может возникнуть жизнь наподобие земной. Как, однако, узнать, есть ли на далекой планете моря-океаны и континенты-материки? Для решения такой сложнейшей задачи нужен какой-то хитроумный способ. И вот теперь такой способ придуман и проверен. Он основан на том давно известном факте, что суша и вода по-разному отражают падающий на них свет. Гладкая поверхность океана отражает его почти как зеркало, тогда как неровная, пересеченная горами и долинами поверхность суши часть света рассеивает, а потому отражает меньше, чем океан. Если же на суше име-

ется растительность, то она часть падающего на нее света поглощает, причем свет разных длин волн — по-разному, так что в отраженном свете, идущем от сплошных массивов леса, должны появиться признаки такого неравномерного поглощения, и это сможет сказать исследователям заветное: «Здесь есть жизнь!»

Этот способ исследования планет был предложен уже несколько лет назад, но до сих пор никто не сумел проверить, уловимы ли такие небольшие различия: между морем и сушей, а также между безжизненной сушей и сушей, покрытой растительностью, причем — на астрономических расстояниях. И вот сейчас появилось сообщение, что такая возможность блестяще подтверждена. Эта заслуга принадлежит австралийским ученым Салли Лэнгфорд и Эдвину Тернеру из Мельбурнского университета. Они нашли изящный обходной способ исследования света, отраженного землеподобной планетой, — измерили свет, отраженный Землей. Наша Земля отражает солнечный свет, и часть этого отраженного света падает на Луну, отражается от ее поверхности и частично возвращается обратно на Землю. Часть его приходит в Австралию. Разумеется, обнаружить и измерить эту крохотную толику «дважды отраженного» света — довольно каверзная задача, но упомянутым астрономам удалось ее решить.

По мере того как Земля поворачивается вокруг оси, она подставляет Солнцу то океаны, то сушу, и в силу этого дважды отраженный свет должен, согласно сказанному выше, меняться. И Лэнгфорд, и Тернер действительно обнаружили такое изменение. Они рассчитали, когда к ним в Австралию

должен приходиться — через Луну — свет, отраженный от разных участков поверхности Земли, и оказалось, что в момент перехода от Индийского океана к покрытому лесами Африканскому континенту яркость отраженного света скачком уменьшается на целых 23%. И при этом свет существенно «краснеет» — за счет поглощения части его растительностью Африки.

Это очень хорошая новость для астрономии. Она открывает путь к поиску океанов и суши на внесолнечных планетах, а значит — к поиску поистине землеподобных планет. Но профессор Тернер определяет ее немного иначе. «Я бы не назвал это методом поиска землеподобных планет, — улыбается он. — Это, скорее, метод поиска космических пляжей под пальмами».

Год больших телескопов

Коль скоро 2009 год был объявлен Международным астрономическим годом, надо было отметить его астрономическими достижениями. Но такие достижения требуют наблюдений, а наблюдения требуют чего? Конечно, телескопов. И вот поэтому прошлый год стал годом больших глаз. Не успели астрономы отпраздновать

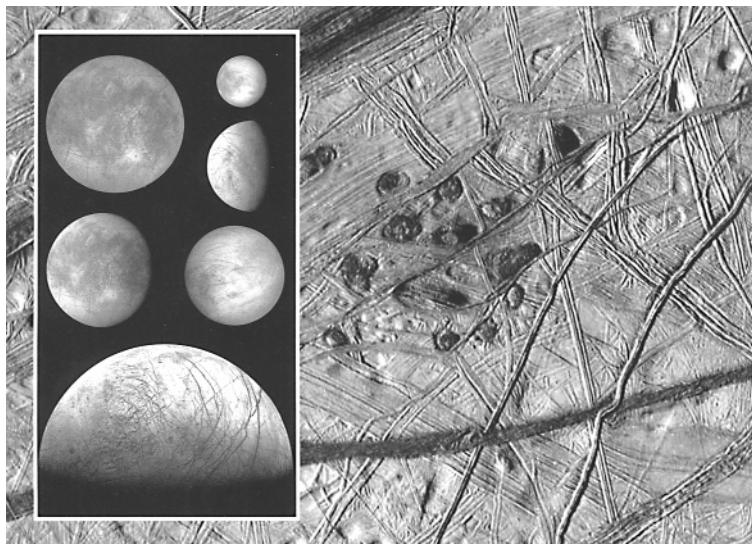
запуск в космос телескопа «Кеплер», как двинулась в полет многотонная французская ракета «Ариан», на носу которой устроились рядышком еще два больших космических телескопа — микроволновый «Планк» и инфракрасный «Гершель». Земля устала в космос огромными зрачками, обращенными в далекую пустоту, к тайнам прошлого и будущего вселенной.

Наблюдательная астрономия насчитывает доб-



рых 5 тысяч лет, если отсчитывать от шумерских и египетских жрецов. (Может, люди и раньше что-то замечали в небесах, но они об этом не оставили сообщений.) За эти столетия были открыты и названы созвездия и туманности (позже оказавшиеся галактиками), замечены вспышки сверхновых звезд и появления комет, выявлены главные планеты-спутники Солнца. Но лишь 400 лет тому назад астрономия по-настоящему прозрела.

ный Путь — это огромное скопление звезд; Лаверье открыл Нептун на кончике пера; Генриетта Левит показала, как с помощью звезд-цефеид определять расстояния в космосе; Эддингтон экспериментально доказал справедливость теории тяготения Эйнштейна; Карл Янский изобрел радиотелескопию; Хаббл открыл расширение Вселенной; Маартен Шмидт открыл квазары; Джоселин Белл открыла звезды-пульсары; Пензиас и Виль-



Ледяная поверхность Европы, спутника Юпитера, испещрена рывтинами и трещинами. Подо льдом скрывается громадный океан

Это произошло в конце 1609 года, когда Галилей направил свой телескоп на Луну и обнаружил там горы, долины и «моря», а затем повернул его к Юпитеру, увидел около него 4 «звезды» и понял, что это — юпитерианские луны; повернул к Сатурну и нашел у него «придатки», которые на самом деле были проекциями сатурновых колец (об этом 50 лет спустя догадался Гойгенс); повернул к Венере и открыл, что у нее есть фазы, как у Луны. Великим был тот год, и только что мы отметили его 400-летие.

Никаких пальцев не хватит пересчитать все великие астрономические открытия последующих четырех веков. Кеплер открыл законы движения планет; Ньютон показал, что они являются следствием законов механики и гравитации; Галлей рассчитал орбиты комет; Гершель доказал, что Млеч-

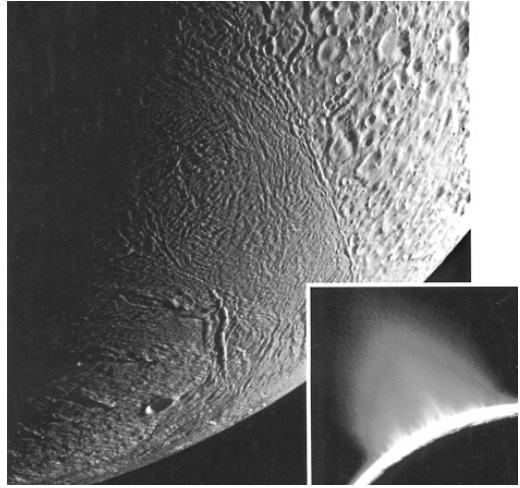
сон открыли микроволновое излучение, оставшееся от ранней Вселенной; к планетам Солнечной системы были направлены космические научные экспедиции (все эти «Пионеры», «Вояджеры», «Магелланы», «Галилеи» и «Кассини»); были обнаружены черные дыры и космические гамма-вспышки; найдено ускоренное расширение Вселенной; открыты гигантские скопления галактик; установлен возраст и состав Вселенной; доказано существование темного вещества и темной энергии; и, наконец, были открыты первые внесолнечные планеты. Три четверти этого славного списка приходится на XX — начало XXI века.

Во второй половине этого периода телескопы тоже вышли в космос. Первый космический телескоп был запущен в 1962 году, два следующих —

в 1968-м и 1972 году, а первый большой — ровно 30 лет назад, в 1979-м. Ну, а знаменитый телескоп Хаббла в этом апреле празднует свое 20-летие, честь и слава, как говорится: на его счету фантастические достижения, но он уже доживает свой срок, и через 3 года его должен сменить телескоп следующего поколения — «Уэбб». А тем временем настало время новых больших космических телескопов — специализированных. В космосе происходит множество событий: взрываются сверхновые звезды, вещество падает в черные дыры, сталкиваются галактики, выстреливают гамма-вспышки, галактики выбрасывают гигантские фонтаны газа, магнитные поля скручивают скопления звезд в двойные спирали — и далеко не все это сопровождается излучением видимого света. Все зависит от того, какова температура излучающего вещества. Чем оно холоднее, тем длиннее волны его излучения. Излучение, испущенное когда-то ранней Вселенной, остыло настолько, что стало микроволновым, а вот взрывы, особенно крупных звезд, сопровождаются выбросом самых коротких, то есть гамма-волн.

В целом наша Вселенная довольно холодна. В диапазоне коротких и видимых волн излучают только 20% всего ее вещества — горячие звезды, раскаленный газ, вещество, втягиваемое в черные дыры, гамма-вспышки — вот, пожалуй, и все. Даже многие звезды излучают лишь красные да инфракрасные волны. Это различие особенно заметно, если одну и ту же галактику рассматривать в приборы, пропускающие волны разной длины. В ультрафиолетовом диапазоне она будет видна как отдельные пятна света — это то, что излучают ее раскаленные газы и скопления горячих звезд; в приборах видимого света появится голубоватая спираль с желтым ядром — это светятся новообразованные звезды, спиралью охватывающие ядро более старых звезд; а в инфракрасном вся галактика представится как закрученный спиралью клубок ярких струй — это потоки холодного, плотного газа, в которых только начинается звездообразование.

Многие столетия Вселенную рассматривали только в телескопы видимого света, которые показывали лишь 20% того, что в ней происходит. Понятно, что астрономам не терпелось проникнуть в другие диапазоны, особенно длинноволновые. И их нетерпение оправдалось. Уже первые микроволновые приборы, поднятые над Землей, позволили сделать фундаментальные открытия. Например, микроволновые приборы установки COBE,

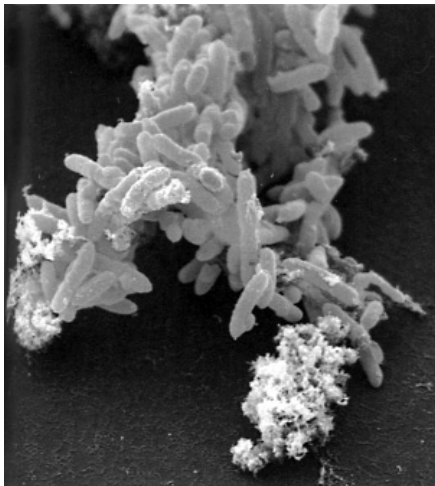


На сотни километров ввысь над Энцеладом, спутником Сатурна, вздымаются ледяные фонтаны

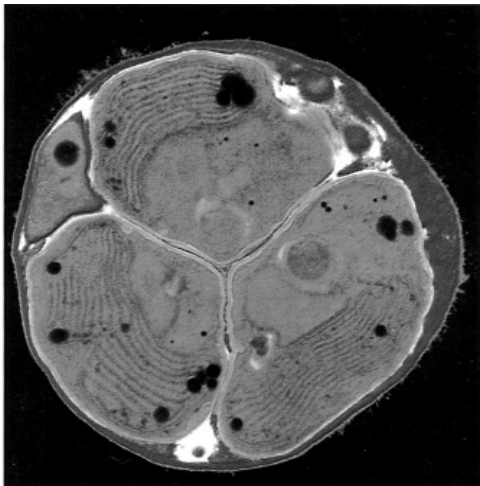
отправленной в ближний космос в 1989 году, позволили подтвердить теорию Биг Бэнга и обнаружить в остаточном излучении ранней Вселенной следы тех неоднородностей, из которых позже образовались первые звезды и галактики. И такого же рода сенсационные открытия позволили сделать инфракрасный телескоп «Спитцер». А так он был назван в честь американского астронома, который первым выдвинул идею запуска телескопов в космос.

С инфракрасными телескопами история вообще особая. Дело в том, что приходящее из космоса инфракрасное излучение попросту не достигает поверхности Земли — его начисто поглощают водяные пары в земной атмосфере. Плюс к тому Земля и сама еще излучает в инфракрасном диапа-

зоне, что в сумме делает наземное наблюдение в длинах волн от 20 микрометров и длиннее, до одного миллиметра, практически невозможным. До последнего времени астрономия была в этом диапазоне волн «слепой». Чтобы увидеть что-нибудь в этом участке спектра, ей оставалось лишь одно — поднять инфракрасные телескопы в космос. И первый такой телескоп, IRAS, для наблюдений в участке от 12 до 100 микрометров, вышел в кос-



Эти микроорганизмы могли бы прижиться и на других планетах. Слева: бактерия, питающаяся металлами. Справа: водоросль, способная выжить в горячих кислых почвах



100 миллионов лет после Биг Бэнга. В 2006 году с помощью этого телескопа было найдено удивительное космическое образование — две длинные нити звезд, сплетенные в эту косу или двойную спираль под воздействием могучего магнитного поля близлежащей сверхмассивной черной дыры.

Одним из самых эффектных достижений «Спитцера» было прямое наблюдение (в 2007 году) атмосферы внесолнечной планеты HD 80606b,

которая обращается вокруг звезды, находящейся от нас на расстоянии 190 световых лет. Особенность этой планеты (газового гиганта размером больше нашего Юпитера) состоит в том, что у нее очень вытянутая орбита — в ближайшей к звезде точке она оказывается к ней ближе, чем наш Меркурий к Солнцу, а в дальней уходит почти на расстояние Земли от Солнца.

В результате атмосфера этой планеты претерпевает чудовищные скачки температуры. Весь оборот по орбите она совершает за 11 земных дней, но, приближаясь к звезде, мчится с ужасающей быстротой, и за каких-нибудь шесть часов ее температура возрастает с 500 до 1200 градусов; планета при этом кажется ярче в 1000 раз. Наблюдения «Спитцера» позволили выявить весь этот поразительный процесс.

Свое последнее по счету крупное открытие «Спитцер» сделал в начале 2009 года, когда сумел уловить инфра-

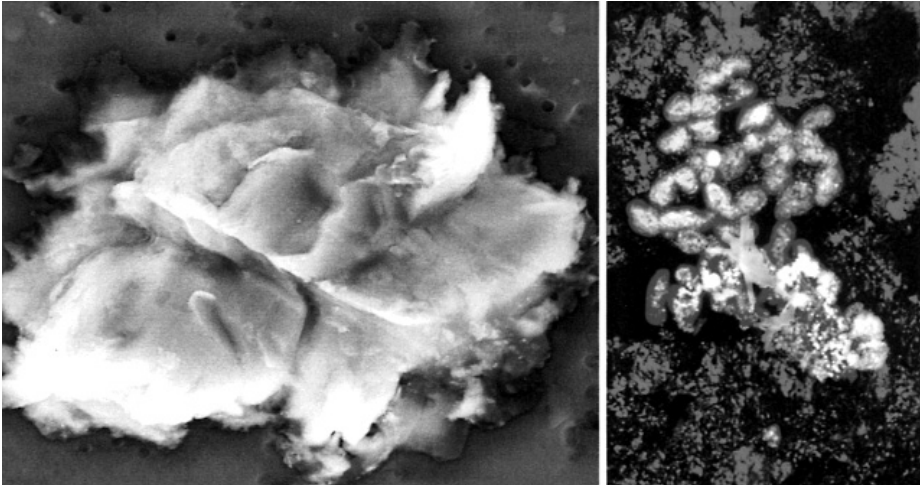
мос уже в 1983 году; за ним последовал второй, ISO, в 1995-м, а затем третий, уже упомянутый «Спитцер» с зеркалом в 85 сантиметров, — в 2003-м.

Перечислить все астрономические открытия, сделанные им за минувшие годы, в короткой статье совершенно невозможно, упомяну лишь несколько. В 2005 году «Спитцер» стал первым телескопом, напрямую уловившим излучение внесолнечной планеты, то есть увидевшим ее визуальное изображение (правда, ему не удалось получить ее изображение). В том же году «Спитцер» обнаружил в инфракрасном изображении далекого квазара туманные сгустки, которые, по мнению некоторых астрономов, являются изображениями самых первых звезд нашей Вселенной, возникших всего через

красное излучение пыли, окружающей несколько далеких белых карликов (массивных небольших тел, в которые, в конце концов, превращаются взорвавшиеся массивные звезды). Эта пыль — остатки метеоритов, подошедших слишком близко к звезде и разрушенных ею; такая пыль есть и в нашей Солнечной системе. Наблюдения позволили выявить химический состав этой пыли, и он оказался близким к пыли от распавшихся каменных

бы дать четкие, резкие изображения, а для этого их приходится непрерывно охлаждать жидким гелием. Сейчас его запасы на «Спитцере», как говорят руководители полета, могут кончиться в любую минуту, и именно это побудило к созданию и запуску на орбиту его сменщика «Гершеля».

Как уже сказано выше, вместе с «Гершелем» запущен и следующий в серии микроволновых телескопов — «Планк», который продолжит исследо-



Слева: микроорганизм из антарктического озера Восток, лежащего под четырехкилометровой толщей льда. Справа: бактерии, живущие под землей, на километровой глубине

метеоритов нашей системы, а ведь она — остаток того же материала, из которого сложились Земля и ей подобные планеты. Это открытие подкрепляет уверенность ученых, что землеподобные (то есть твердокаменные) планеты должны существовать и около других звезд.

Открытие «пыли далеких планет» завершило трудовой путь «Спитцера». Дело в том, что инфракрасные телескопы имеют ограниченный срок жизни. Мало того, что их нужно вывести на космическую орбиту, где им не мешают водяные пары в земной атмосфере и инфракрасное излучение самой Земли; их наблюдательные приборы должны быть добавочно охлаждены почти до абсолютного нуля, что-

вание остаточного излучения ранней Вселенной, в частности, «поляризации» этого излучения, что поможет проверке фундаментальной, но пока еще спорной «инфляционной» теории, которая претендует на полное объяснение Биг Бэнга. Что же до инфракрасного «Гершеля», то и от него астрономы ждут фундаментальных открытий, потому что его 3-метровое зеркало должно показать им Вселенную в доселе невиданном свете — в диапазоне от 60 до 670 микрометров, куда даже «Спитцер» не мечтал заглянуть.

Что мы там увидим, даже подумать, и то волнительно...

В последнее время некоторые астрономы выдвинули новую идею — искать перспективные для жизни планеты возле слабых и небольших звезд типа «красных карликов». Эти небольшие звезды (до 40% от массы Солнца и порой в сотни раз тусклее его) очень

распространены во Вселенной (например, из 30 ближайших к Солнцу звезд двадцать являются красными карликами). Они излучают много меньше энергии, чем Солнце, и поэтому «пояс обитаемости» вокруг них (расстояние, на котором температуры на планетах пригодны для жизни земного типа) много меньше, чем в Солнечной системе; иными словами, обитаемые планеты нужно искать много ближе к самой звезде. Но те же особенности облегчают этот поиск. За счет тусклости красного карлика легче заметить изменение его яркости даже при прохождении перед звездным диском малой планеты и отделить ее излучение от излучения самого карлика. А в силу малых размеров карлика близкая к нему планета чаще обращается вокруг него и должна совершать больше проходов за то же время наблюдения, что позволяет быстро набрать материал для анализа ее спектра.

Остаются, однако, два вопроса — а существуют ли вообще возле красных карликов подходящие для жизни планеты и возможна ли на них жизнь? Ответ на первый вопрос уже получен. В 2005 году возле красного карлика Глизе 581 была обнаружена планета типа нашего Нептуна (масса которого в 17 раз больше земной). Хотя звезда тусклая, но ее «Нептун» обращается очень близко к ней и потому температура на его поверхности, согласно первым измерениям, равна 150 градусам Цельсия. В 2006 году возле другого красного карлика, OGLE-2005-BLG-390L, была найдена много более перспективная планета, масса которой всего в 5,5 раза больше земной, но, увы, она в 2,6 раза дальше от звезды, чем Земля от Солнца, и температура на ее поверхности — минус 220 градусов Цельсия. Но в 2007 году возле того же Глизе 581 была обнаружена планета, которую объявили «кандидатом номер один» в соревновании на обитаемость.

Открывшая ее группа астронома Удри из Женевы воспользовалась методом гравитационных отклонений; прохождение этой планеты пока не наблюдалось, и поэтому точных данных о составе ее атмосферы нет. Но предва-

рительные данные о ней вдохновляют. Масса планеты всего в 5,06 раза больше земной, и она всего в 1,5 раза больше Земли (мы бы весили там в 2 с четвертью раза больше), она в 15 раз ближе к своей звезде, чем Земля к Солнцу, и обращается вокруг нее за 11 земных дней. Расчеты, сделанные на основании этих астрономических данных, говорят, что планета может иметь твердую или покрытую водой поверхность; те же расчеты указывают, что температура на этой поверхности должна лежать в пределах от нуля до 40 градусов Цельсия. Иными словами, на такой планете вполне могла бы возникнуть органическая жизнь. А раз возникнув, она имела бы более чем достаточно времени для эволюции, потому что у красных карликов есть еще одна особенность — они очень долгоживучи. В силу малой массы термоядерные реакции в их недрах идут очень медленно, и потому срок жизни карлика с массой, скажем в 0,1 массы Солнца в тысячу раз (!) больше предполагаемого срока жизни Солнца.

Казалось бы, чего еще желать?

В действительности остается желать много большего. Дело в том, что некоторые другие особенности красных карликов весьма неблагоприятны для появления и эволюции жизни — во всяком случае, жизни земного типа. Как мы видели, тусклость карлика означает, что обитаемая планета должна обращаться достаточно близко к ней, иначе температура на ней будет слишком низка; но близкая к звезде планета неизбежно будет испытывать тормозящее приливное воздействие звезды, которое постепенно остановит вращение планеты, так что она навсегда повернется к звезде только одной стороной (как Меркурий к Солнцу или наша Луна — к Земле). Такое положение означает огромную разность температур между освещенной и темной сторонами. Биологи считают, что в таких условиях земные формы жизни возникнуть не могут (разве что очень густая атмосфера или покрывающий всю планету океан будут переносить тепло с одной стороны на другую и выравнивать температуры).