

Есть ли жизнь в космосе?



Поверхность Марса

Фото: NASA, JPL-Caltech/MSSS

Кандидат химических наук

А.И. Курамшин

Космическая тема вновь становится популярной. На семинарах по естествознанию студенты спрашивают о том, каковы шансы колонизировать Марс уже в этом веке, каждый год 5 августа марсоход «Curiosity» поет себе мелодию «С днем рождения тебя», вокруг Солнца вращается электромобиль с надписью на лобовом стекле «Не паниковать!», автоматический зонд «Вояджер-1» за сорок с половиной лет после запуска удалился от Солнца на 142 астрономические единицы... Чьи же следы нашли на пыльных тропинках (пускай пыль и метановая) далеких планет и спутников Солнечной системы?

Миссии на Марс

Пожалуй, сегодня Марс можно считать самой изученной планетой Солнечной системы после Земли. Однако начало путешествия «Марсианского экспресса» было не особенно удачным — в 1960-е годы при старте, выходе на околоземную орбиту и подлете к Марсу пропало не менее десятка советских и американских автоматических зондов. Первым космическим аппаратом, который смог подлететь к Марсу, сфотографировать его поверхность и отправить на Землю 22 фотографии, был американский «Маринер-4», а дату его пролета около Марса (июль 1965 года) считают началом космического изучения Марса. Первый искусственный спутник Марса — американский зонд «Маринер-9», а вот первую посадку на Марс в 1971 году совершил аппарат советской автоматической межпланетной станции «Марс-3». Передача данных со спускаемого аппарата началась вскоре после того, как он коснулся поверхности планеты, но прекратилась уже через 14,5 секунд. С тех пор поверхность и атмосферу Красной планеты изучили уже около двух десятков успешных космических миссий, некоторые из них работают и сегодня.

Результаты, полученные с помощью космических зондов, позволяют говорить о том, что миллиарды лет назад на Марсе существовали три условия, критически необходимые для появления жизни. На нем было много молекул, которые могли бы выступать строительными блоками аминокислот и нуклеотидов, формирующих, в свою очередь, белки и нуклеиновые кислоты; на его поверхности была жидкая вода; имелся также источник энергии, необходимой для протекания химических реакций и в итоге для перехода к самовоспроизводящимся молекулярным системам. На Марсе таким источником энергии были вулканы, а на Земле — энергия Солнца. (Конечно, и на Марсе есть солнечный свет, но он гораздо слабее, и Солнце не смогло бы дать красной планете достаточное количество тепла.) В наше время негостеприимная поверхность Марса кажется безжизненной, и пока мы так и не нашли следов марсианской жизни — ни вымершей, ни тем более современной. Однако нельзя полностью исключить, что в каких-то укромных уголках под замерзшей поверхностью этой планеты она все-таки прячется.

«Марсианский экспресс» еще в пути — поиски следов жизни на Марсе продолжают. В ближайшие годы к

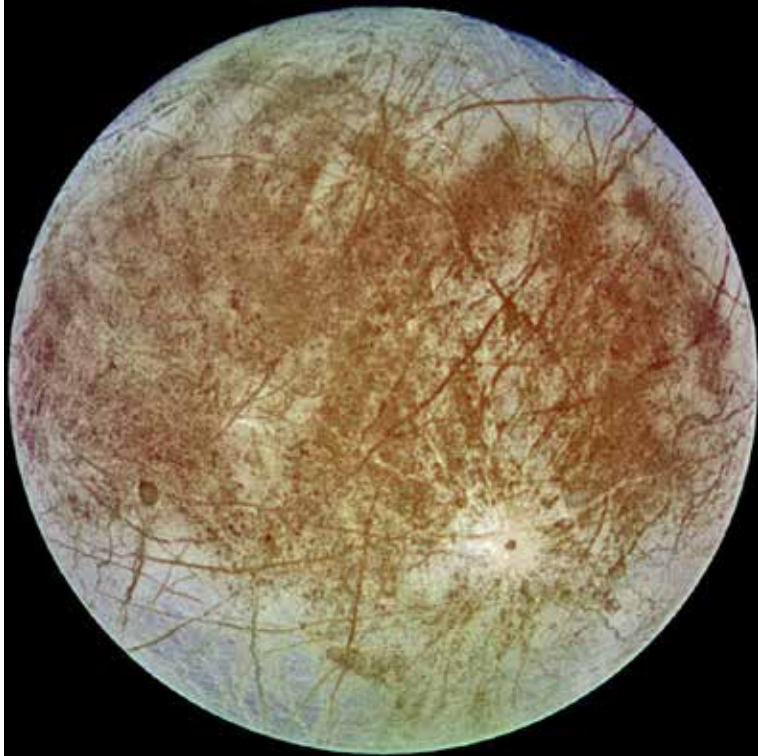
Марсу отправятся еще три космические миссии, а в долгосрочной перспективе космические агентства планируют доставить на Землю образцы марсианской атмосферы и марсианского грунта. Конечно, на Земле удастся получить больше информации, чем на аппаратуре роботов, находящихся на Красной планете и ее орбите. Однако поиски внеземной жизни не ограничиваются Марсом.

Туры к Европе

Пятая планета Солнечной системы — газовый гигант Юпитер не может быть домом ни для какой формы жизни, чего нельзя сказать о его ледяных лунах, в особенности о Европе. Немало космических станций передавало на Землю информацию о Юпитере и его спутниках, пролетая мимо, но в 1989 туда отправился первый космический корабль, специально созданный для изучения этой планеты и его лун. Автоматический космический аппарат НАСА «Галилео» вышел на орбиту Юпитера в 1995 году, после чего проработал восемь лет. Он пролетел около Европы 12 раз — каждый раз фотографируя и отправляя снимки на Землю.

Фотографии поверхности Европы и данные, полученные с помощью космических станций, позволяют предположить, что у этого спутника Юпитера почти такое же слоистое строение, как и у Земли: богатое железом твердое ядро, мантия из скальных пород и кора из льда. Ученые измерили магнитное поле Европы и под ледяной корой зафиксировали электрические токи, которые доказывают наличие солевого ледяного океана, покрывающего всю поверхность Европы. Фотографии поверхности, полученные «Галилео», также говорят в пользу этой идеи.

Геологи и астрономы полагают, что Европа похожа на ледяные поля Антарктиды. Это позволяет говорить о том, что, по масштабам геологических эпох, лед Европы молод и вполне может взаимодействовать с подледным резервуаром жидкой воды и обмениваться с ним веществом. В декабре 2012 года



Спутник Юпитера Европа — одно из наиболее вероятных мест, где есть внеземная жизнь в Солнечной системе. На Европе есть жидкие океаны и близкая к земной сила тяжести

космический телескоп Хаббл обнаружил пары воды у южного полюса Европы. Возможно, это результат деятельности гейзеров, бьющих из-под поверхности ледяного панциря. Космические корабли, правда, такие гейзеры еще ни разу не наблюдали, но, может быть, океан Европы прорывается сквозь трещины во льду не постоянно и космическим аппаратам, включая «Галилео», просто не повезло.

Итак, на Европе, вероятно, есть вода. А что с остальными двумя факторами, необходимыми для появления жизни? У Европы есть источник тепловой энергии — он связан с неравномерной скоростью движения Европы по эллиптической орбите вокруг Юпитера. Космическое пространство вокруг Юпитера богато излучением во всех областях спектра, способным запустить химические реакции усложнения ор-

Поверхность Энцелада



ганических соединений (как, впрочем, и реакции разрушения сложных по структуре и больших по молекулярной массе органических соединений). А вот есть ли на Европе химические вещества, способные стать строительными блоками жизни, пока неясно. Компьютерное моделирование не отрицает такой возможности, однако хотелось бы проверить эти результаты.

С проверкой придется подождать. Запуск космического аппарата, над которым трудятся европейское и американское космические агентства, запланирован на 2022 год. Аппарат «Джус» («Juice» — Jupiter Icy Moons Explorer) проведет более семи лет в планетной системе Юпитера, изучая в первую очередь Ганимед, но также и Европу. Предполагается, что «Джус» выйдет на орбиту Юпитера и начнет передавать на Землю данные в 2029 году. На борту автоматической станции будут спектрометры, регистрирующие сигналы в инфракрасном диапазоне, видимой области и ультрафиолете, они дадут более детальную информацию о химическом составе поверхности и



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

атмосферы Ганимеда и Европы, а также позволят построить уточненные карты поверхности спутников Юпитера.

Исключительно изучению Европы будет посвящена миссия НАСА «Europa Clipper». Задача этого космического аппарата — выход на орбиту Европы — чрезвычайно сложна, поскольку любой космический корабль на орбите спутника Юпитера будет вскоре уничтожен радиацией планеты-гиганта. Чтобы продержаться подольше, космический аппарат станет вращаться по орбите вокруг Юпитера, погружаясь в его радиационный пояс и выныривая из него. Предполагается, что за три с половиной года он 45 раз облетит вокруг Европы, изучая ее поверхность и ее разреженную атмосферу во время сближения. Высота облетов составит от 2700 до 25 км (для сравнения: максимальное сближение «Галилео» равнялось 200 км). Если струи воды действительно пробиваются через твердую корку льда южного полюса Европы, «Клипер» сможет пролететь сквозь них, напрямую определив состав подледного океана. Запуск «Europa Clipper» также планируется на 2022 год, и, возможно, он долетит до Европы уже в 2025-м (в том случае, если для миссии используют разрабатываемую сейчас систему НАСА Space Launch System — сверхтяжелую ракету-носитель для экспедиций за пределы околоземной орбиты). Если «Клипер» отправят в путь с помощью существующих сейчас ракет, то к месту назначения он прибудет только к январю 2030 года.

Энцелад, сын Сатурна

Спутники другой планеты-гиганта Сатурна, в особенности Энцелад и Титан, — также приоритетные цели поисков внеземной жизни в пределах Солнечной системы. Космическая станция «Кассини» прибыла в планетную систему Сатурна в 2001 году и до окончания миссии в сентябре 2017 года совершила 23 облета Энцелада и 127 облетов Титана.

Первый пролет около Энцелада опроверг представление о том, что этот спутник Юпитера — ледяное тело,

лишенное атмосферы. При третьем пролете инфракрасный спектрометр «Кассини» показал, что поверхность у южного полюса Энцелада на 200°C теплее, чем остальная поверхность спутника Сатурна. Как и для Европы, предполагается, что теплая приполярная область появилась из-за трения друг о друга различных слоев Энцелада, вызванного влиянием силы тяготения Сатурна на свой спутник. Также во время третьего пролета был зафиксирован фонтан, бьющий из горячей полярной зоны. Несколько раз во время следующих двадцати кругов космическому аппарату удавалось пролететь через выбивающиеся из-под поверхности Энцелада пары и проанализировать их состав — в них оказались вода и органические вещества. Масс-спектрометры на борту «Кассини» показали, что эти вещества содержат от одного до шести атомов углерода, но соединения тяжелее 100 атомных единиц массы они не были способны детектировать. Поэтому, вполне возможно, в выбросах гейзеров Энцелада есть и более тяжелые органические вещества. Кроме того, в фонтанах Энцелада нашли водород и наноразмерные зерна оксида кремния — и то и другое указывает на наличие очень горячей воды и может служить свидетельством существования на дне океана Энцелада гидротермальных источников.

На Земле такие источники образуются там, где морская вода встречается с магмой — вода проходит через трещины в твердой планетарной поверхности, нагревается магмой до кипения и выбрасывается назад. Земные гидротермальные источники, помимо прочего, — дом для микроорганизмов, которых нельзя встретить в других местах биосферы. Они получают энергию, усваивая неорганические вещества из потоков, и, как предполагается, могут существовать без энергии Солнца. Это означает, что гидротермальные источники Энцелада и других небесных тел тоже могут быть колыбелями жизни.

Ученые считают, что на Энцеладе, как и на Европе, под ледяной поверхностью расположен глобальный океан. «Кассини» десять лет анализировал колебания спутника Сатурна, и сегодня можно сделать вывод, что ядро Энцелада и его кора не связаны между собой. По оценкам, океану Энцелада может быть сотни миллионов или миллиарды лет — он мог образоваться во время формирования самого Сатурна. Тогда этот внутренний океан существует достаточно долго для потенциального зарождения жизни. Данные, полученные «Кассини», говорят о том, что на Энцеладе есть три условия, необходимых для возникновения жизни, однако прямых доказательств ее существования не обнаружено. Конеч-

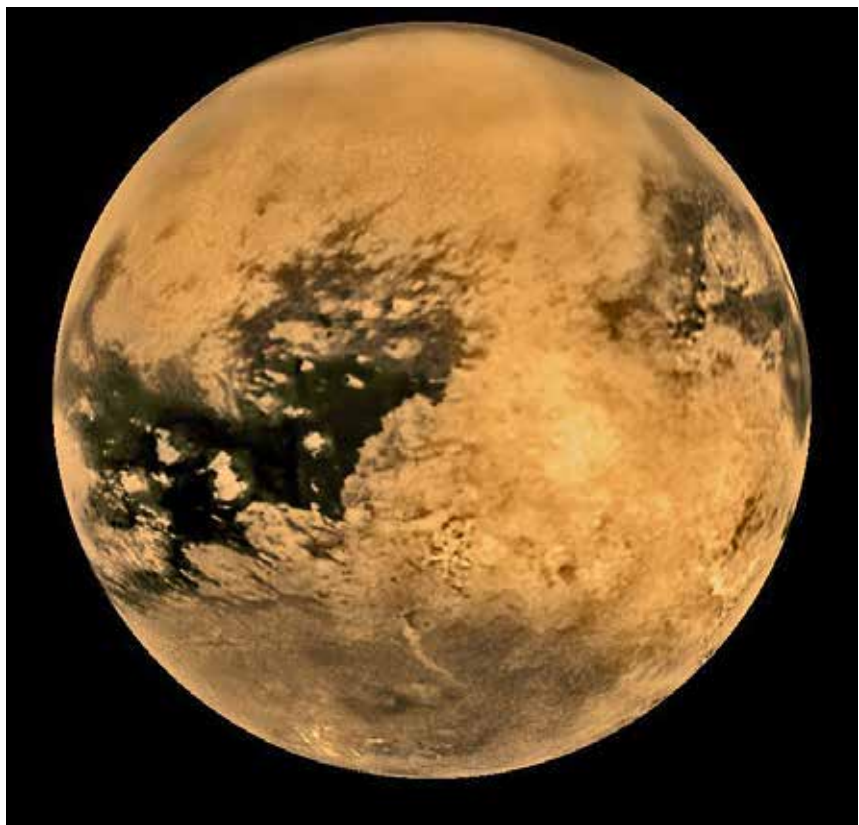


Фото: NASA/JPL/Space Science Institute

Титан

но, исследования ведут и с помощью телескопов, но они не очень удобны для изучения этого спутника Сатурна. Дело в том, что Энцелад — шестая по величине луна Сатурна, она очень близка к поверхности планеты-гиганта, поэтому ее сложно разглядеть с Земли. Бесспорно, было бы заманчиво отправить космический аппарат и к Энцеладу, но в ближайшее время таких путешествий никакое космическое агентство не планирует.

Озера Титана

«Кассини» не первый посланник Земли, изучавший луны Сатурна. Этот район ближнего космоса в 1980-е посещал «Вояджер-1». Когда «Кассини» обнаружил приполярные выбросы вещества на Энцеладе, астрономы заново просмотрели, подвергнув дополнительной обработке, старые фотографии, сделанные «Вояджером», и поняли, что фонтаны Энцелада уже попадали в камеру космического корабля за четверть века до миссии «Кассини».

Впрочем, главной целью «Вояджера-1» (как, впрочем, и «Кассини») был Титан. Еще в 1944 году с помощью телескопов установили, что Титан окружен плотной атмосферой, содержащей метан. настолько плотной, что этот спутник планеты-гиганта является единственным в Солнечной системе спутником планеты, поверхность которого невозможно наблюдать в оптическом диапазоне. Данные, полученные «Вояджером», показали, что атмосфера

Титана на 95% состоит из азота, содержит несколько процентов метана и еще меньше этана, пропана и ацетилена. В середине 1990-х работающий в инфракрасном диапазоне орбитальный космический телескоп ISO нашел в атмосфере Титана более сложные органические вещества, рекордсменом по массе среди которых был бензол.

Прилетевший в начале XXI века к Титану «Кассини» подтвердил, что бензол в атмосфере луны Сатурна конечно же есть, но это не самое тяжелое вещество, которое можно в ней найти, — в верхних слоях атмосферы Титана он обнаружил ионы с атомной массой, зашкаливавшей за 10 000 единиц, которые содержали не шесть атомов углерода, как бензол, а шестьсот-семьсот.

Приборы на борту «Кассини» и спускаемого аппарата «Гюйгенс», начавшего изучение поверхности Титана в январе 2005 года, не обладали достаточной мощностью, чтобы понять, что это за ионы, они просто подтвердили их существование. Эти агломераты из атомов образуются в верхних слоях атмосферы Титана, там, где азот и метан разрушаются ультрафиолетовым излучением и радиацией, а потом образующиеся ионы, радикалы, метильные, метиленовые и метиновые фрагменты соединяются друг с другом самыми немислимими способами. На Титане происходят сложные химические процессы, вероятно, самые сложные из тех, с которыми пока нам приходилось

сталкиваться вне лабораторий (не исключено, что они сложнее и реакций, протекающих в лабораториях).

Как и на Европе с Энцеладом, на Титане может быть подледный океан, причем толщина ледяной коры, скорее всего, много меньше. В его внутреннем океане также могла появиться жизнь — однако не только там. На полюсах Титана есть озера, и это единственное космическое тело Солнечной системы (не считая Земли), на поверхности которого есть вещества в жидком агрегатном состоянии. Поскольку температура на поверхности Титана -180°C , конечно же это не вода, а, как определила миссия «Кассини», жидкие метан и этан. На Земле они обычно газообразны, а на Титане они формируют русла рек, образуют облака в его атмосфере и выпадают в виде осадков. Могут ли они стать жидкой средой для поддержания жизни? В принципе отрицать такую возможность нельзя, но если в этих озерах и есть какие-то организмы, то их биохимия совершенно иная, чем у земных живых существ.

Наиболее вероятно, что они тоже состоят из наших органогенов — углерода, водорода, азота и кислорода, но вряд ли они скомбинируются в привычные нам аминокислоты, сахара и нуклеиновые кислоты. Скорее это будет принципиально иной набор молекул, обеспечивающих устойчивость к окружающей среде и воспроизводство при экстремально низких температурах и в неполярных растворителях. Согласно одной из гипотез, аналогом липосом, из которых в ходе эволюции образовались мембраны земных клеток, могут быть азотосомы — везикулы из акрилонитрила, который содержит в своей структуре метанофильный и метанофобный концы. Но поскольку, честно говоря, до сих пор неясны потенциальные возможности жидкого холодного метана как неполярного растворителя, поиски потенциальной жизни на Титане осложняются еще и тем, что мы даже не представляем до конца, что конкретно хотим там найти.

В декабре 2017 года НАСА объявило о начале работы над проектом «Дреэгонфлай» (Dragonfly — стрекоза) — космическом аппарате и одноименной миссии, предполагающей посадку винтокрылого летательного аппарата на Титан. «Стрекоза» должна будет исследовать различные области Титана и искать там пребиотическую химию и живые системы. По расчетам спускаемый аппарат сможет вертикально взлетать, садиться и развивать крейсерскую полетную скорость в десятки километров в час — плотная атмосфера Титана и его низкая сила тяжести позволяют спроектировать такой летательный

аппарат. На борту «Стрекозы» помимо спектрометров, работающих в ИК-, УФ-диапазонах и в видимой области, будут бур и гамма-спектрометр для изучения атмосферы и поверхности Титана. В 2019 году НАСА объявит, когда состоится (и состоится ли) запуск миссии «Дреэгонфлай». При удачном стечении обстоятельств можно надеяться, что она стартует в 2025 году, а изучение поверхности начнется в 2034.

Пока же нам остается изучать Титан с Земли и с помощью орбитальных телескопов, многие из которых, кстати, используют Титан и его атмосферу как мишень для калибровки. Большой массив данных, полученных в наблюдениях за Титаном с помощью этих телескопов, доступен — астрономы-профессионалы приглашают желающих астрономов-любителей помочь в изучении этого небесного тела. Говорят, что добровольные помощники астрономов уже обнаружили ряд молекул и ионов в атмосфере Титана.

Смело идти туда, куда не ступала нога человека

Попытки выйти за пределы Солнечной системы и поискать иную жизнь в глубинах дальнего космоса люди предпринимали почти с начала космической эры. Пока единственные наши посланники за орбитой Плутона — это «Вояджер-1» и «Вояджер-2», успевшие, пока вы читали этот рассказ, удалиться от Солнца еще на сотню с лишним километров. Поиски внеземной жизни в дальнем космосе мы ведем, не покидая земную орбиту. На 2020 год запланирован запуск Космического телескопа имени Джеймса Уэбба — орбитальной инфракрасной обсерватории, которая со временем сможет заменить космический телескоп «Хаббл». Предполагается, что эта обсерватория займет место во второй точке Лагранжа гравитационной системы Солнце — Земля; в этой точке орбитальный телескоп с пренебрежимо малой массой по сравнению с Землей и Солнцем останется неподвижным относительно этих космических тел.

Космический телескоп имени Джеймса Уэбба будет изучать планеты и спутники Солнечной системы, а также планеты за ее пределами, потенциально пригодные для появления жизни. Одна из таких планетных систем — обнаруженная в феврале 2017 года и расположенная всего в 39 световых годах от Солнечной системы звезда Trappist-1, вокруг которой вращаются семь землеподобных планет. По крайней мере, три из этих планет находятся в обитаемой зоне — их расстояние от звезды таково, что на поверхности может быть вода в жидком агрегатном



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ

состоянии. Эту планетную систему обнаружили с помощью космического телескопа «Спитцер» и нескольких наземных телескопов, среди которых расположенный в Чили Малый телескоп для наблюдений за транзитными планетами (Transiting Planets and Planetesimals Small Telescope — отсюда Trappist). После открытия «Хаббл» использовали для изучения атмосфер некоторых из этих планет, и есть надежда, что более чувствительный Космический телескоп имени Джеймса Уэбба добавит деталей.

Общий принцип поисков жизни на экзопланетах таков: в их атмосферах ищут «химические отпечатки пальцев» живых систем — метан, кислород, озон или оксиды углерода в таком соотношении, которое нельзя объяснить обычным химическим равновесием. Смещение равновесий может произойти из-за внешних факторов, наиболее вероятный из них — деятельность живых систем.

Итак, поиск жизни в ближнем и дальнем космосе идет довольно активно. В нем участвуют автономные космические станции, орбитальные обсерватории и телескопы на Земле. Конечно, скептики говорят, что эти поиски не имеют практического значения и даже если нам удастся найти внеземной разум и установить с ним контакт, то это ни к чему не приведет. Нам быстрее найти ответы на вопросы мироздания самим, чем ожидать, пока наш вопрос и их ответ пропутешествуют по космосу. Но как же тогда быть с множественностью обитаемых миров, о которой задумались еще в эпоху Возрождения? Человечество всегда смотрело в небеса. Не знаю, как вам, читатели, а мне, когда я смотрю на звезды в ночном небе, приятно представлять, что кто-то очень далеко смотрит на наше Солнце.

Что еще можно почитать о поисках внеземной жизни

Чарльз Уолфорт, Аманда Хендрикс. За пределами Земли: В поисках нового дома в Солнечной системе. Перевод с английского Андрея Зуева. Москва: Альпина нон-фикшн, 2018.