

# НОВОЕ О МАРСЕ

Не так давно, а именно в майском номере этого года, мы публиковали статью, где делался обзор исследований Марса. Общее содержание сводилось к тому, что ученые до сих пор не обнаружили непосредственных следов марсианской жизни, но при этом постоянно находят что-то, что делает ее существование все более и более вероятным, по крайней мере в далеком прошлом. Красная планета словно бы дразнится, не открывает свой главный секрет, но постоянно обнаруживает новые и новые необходимые для возникновения живой клетки условия. Вот стало точно известно, что на Марсе есть вода, потом — что там имеется жидкая вода, потом — что там определенно существовали стабильные и обширные пресные водоемы. И вот опять. За один месяц целые две громкие научные публикации, после которых надежда на обитаемость Марса стала чуть-чуть тверже.

Обе публикации основаны на данных, полученных от марсохода Curiosity из кратера Гейла. Первая увидела свет 23 августа 2017 г. в *Journal of Geophysical Research: Planets*. Ведущий автор — канадский геолог Джефф Бергер (Jeff Berger), сотрудник Гуэлфского университета (Онтарио).

В статье речь идет о следах гидротермальной активности. На Марсе, по всей видимости, существовали горячие водные источники. Такие выводы были сделаны после химического анализа ряда осадочных пород кратера Гейла. Того самого, в котором недавно нашли пресноводные озерные отложения (НиТ № 5 2017 г.). Исследования были выполнены при помощи инструмента Alpha Particle X-Ray Spectrometer (APXS), работающего на борту Curiosity. Устройство, облучающее образцы альфа-частицами и сопоставляющее спектры в рентгеновских лучах для определения элементного состава породы, было разработан Канадским космическим агентством.

Выяснилось, что концентрация цинка и германия в некоторых образцах превышает сред-

немарсианскую в десятки и сотни раз. На Земле подобного рода аномалии встречаются именно в гидротермальных отложениях.

Питаемые горячими источниками водоемы создают среду, исключительную по своей химической активности, благоприятную для возникновения сложных и необычных химических соединений. На Земле это, кроме того, — место, где микроорганизмы наиболее разнообразны. Тут встречаются самые экзотические формы жизни, и ученые предполагают, что именно такие водоемы могли стать прародиной всех обитателей Земли. Как отметил Дж. Бергер: «У нас есть тепло и химические составляющие. Условия, благоприятные для того, чтобы жизнь возникла и пробилась себе дорогу». Правда, прибор не выявил в образцах всего комплекса элементов, однозначно указывающих непосредственно на гидротермальные отложения. Исследователи полагают, что они обнаружили обогащенные германием и цинком осадочные породы



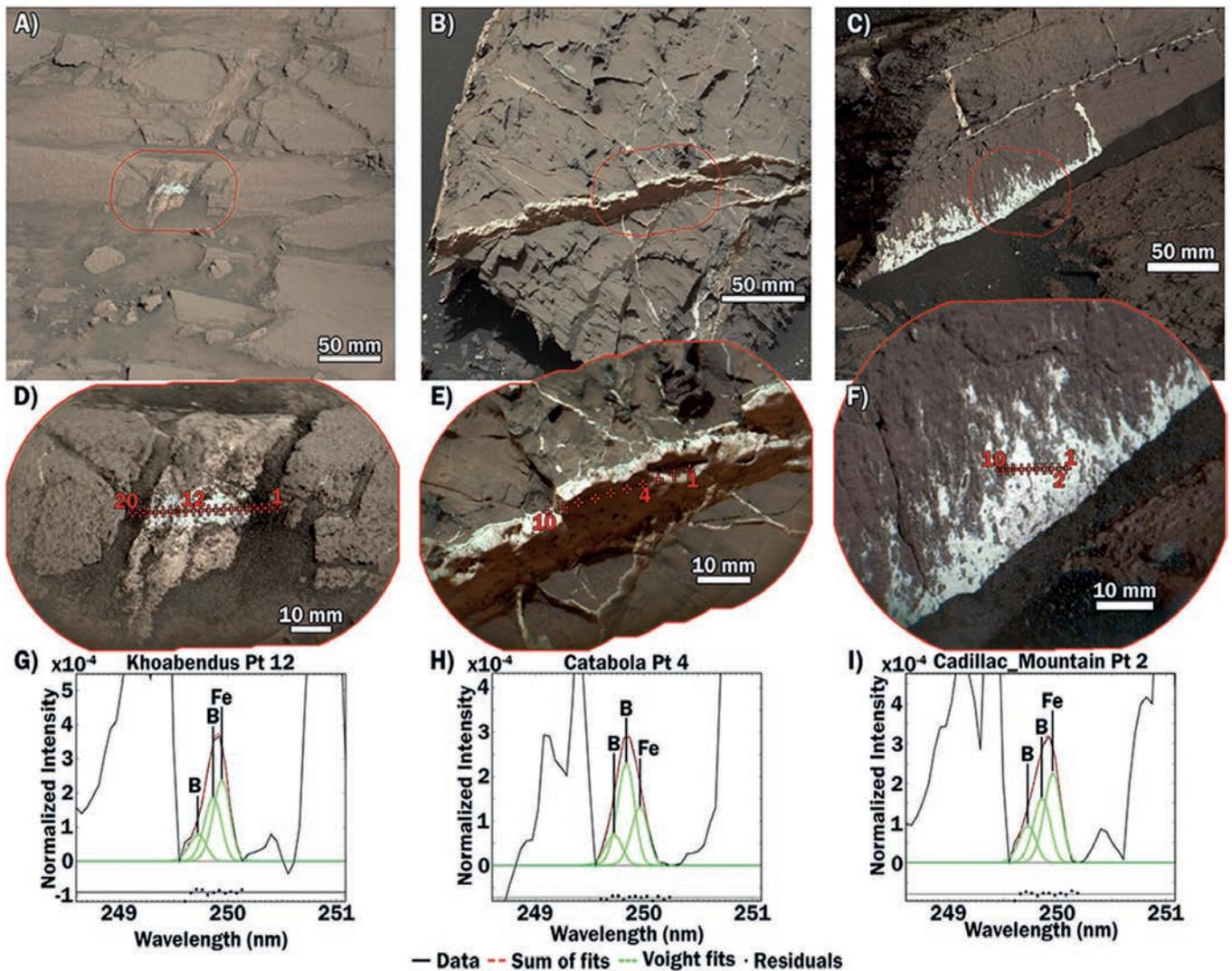
Марсоход Curiosity



Сравнение структуры опаловидного кремнезема, обнаруженного на Марсе (слева) и в долине Эль Татио (Чили) (справа), по внешнему виду напоминающие головку цветной капусты. Фото слева выполнено марсоходом Spirit

не в месте их первичного накопления, а после перемещения и рассеивания скопившихся у источников минералов по кратеру. Если ученым удастся исследовать не только перемещенные под влиянием ветра, потоков или гравитации продукты отложения, но и место их накопления, это будет огромной удачей. Такие геологические образования исключительно благоприятны для захоронения и фоссилизации останков ископаемых организмов, в том числе и микроскопических.

Надо сказать, что такая возможность у исследователей однажды едва не случилась. Повышенная концентрация цинка и германия в осадочных породах кратера Гейла — не первое свидетельство наличия горячих источников на Марсе. Незадолго до того, как



Три примера обнаружения бора в холмах Мюррея (кратер Гейла)



**Curiosity смотрит на красивое скальное образование за пределами Залива Йеллоунайф**

марсоход Spirit безнадежно увяз в красных песках кратера Гусева в 2010 г., он передал на Землю изображения, которые спустя пять лет были истолкованы как следы гидротермальной деятельности. На снимках ясно видны причудливые образования, напоминающие головку цветной капусты. Нечто похожее геологи встречали в Чили, и там эти «овощи» выросли благодаря гейзерам, осаждааясь из горячих растворов. Увы, более досконально изучить многообещающий район на Марсе не удалось. Вскоре Spirit прекратил свою работу. Обидно, но ровер и так сделал куда больше, чем от него ожидали.

Вторая публикация, на которую хотелось бы обратить внимание читателя, вышла 5 сентября в *Geophysical Research Letters*. Ведущий автор — Патрик Гасда (Patrick Gasda), сотрудник Лос-Аламосской национальной лаборатории (США). Работа посвящена наличию в образцах грунта в кратере Гейла такого химического элемента, как бор. Ранее на него указывали косвенные свидетельства, теперь же бор был обнаружен в грунте непосредственно при помощи камеры ChemCam (Chemistry and Camera) марсохода Curiosity, разработанной в Лос-Аламосской национальной лаборатории совместно с Французским космическим агентством. Прибор производит анализ спектра испаряемой лазером породы и сохраняет изображения места, где проба была взята, что позволяет оценить геологический контекст. Впервые бор в кратере Гейла зафиксировали в декабре 2016 г. На сегодняшний момент у нас есть данные о концентрации бора в разных образцах (всего проанализировано 98 точек наблюдения) и теории его циркуляции.

В земной коре содержание бора составляет приблизительно одну тысячную процента. В изучаемом районе Марса его на порядок больше. Особенно обогащены этим элементом часто попадающиеся на пути марсохода прожилки

сульфата кальция. Ранее мы рассказывали об открытии в кратере Гейла отложений древнего озера. Новые данные указывают на то, что в нем были растворены боросодержащие минералы. По мере того, как озеро испарялось, бор мог переходить в подземные воды. Затем растворенные соли перераспределялись в породе и выходили на поверхность в процессе эрозии. Озеро было слабощелочным, почти нейтральным, а температура воды могла быть от 0 до 60 °С.

Почему же этот факт так заинтересовал ученых? Дело в том, что бор — один из тех химических элементов, которые могли сыграть очень важную роль в процессе возникновения жизни. Согласно общепринятой теории, ранние этапы ее формирования проходили именно в щелочных растворах. Простые виды органических соединений, реагируя в щелочной среде, образуют более сложные — разные виды сахара. Беда в том, что чаще всего дальнейшего усложнения не происходит. Различных сахаров возникает слишком много, они нестабильны, вступают в реакцию между собой, и дальнейшей гармонизации не получается, только распад и хаос. Но картина может поменяться, если в растворе присутствуют определенные вещества — стабилизаторы. Они способствуют тому, что в ходе реакции в большем количестве сохраняются «правильные» виды соединений, и процесс идет по пути усложнения. Возникает и стабилизируется «правая» рибоза, потом рибонуклеиновая кислота (РНК) и так далее, до нужного результата. Исследование 2012 г. показало, что на одном из этапов таким стабилизатором могут служить соединения бора, чье присутствие замедляет распад рибозы в растворе и способствует формированию РНК. Таким образом, мы получили новое подтверждение того, что озерные системы Марса могли поддерживать пребиотические (предшествующие возникновению живой материи) химические реакции.



**Марсианский пейзаж. Фото Curiosity**