

Сергей Никольцев

# ПРОЩАЛЬНАЯ УЛЫБКА МАРСА

**Ж**изнь на Марсе похоронили рано. Хотя «рассол», когда-то покрывавший Меридианное плато, был слишком кислым и соленым, в других районах планеты условия для развития жизни были «благоприятными», говорят ученые. Там остались глины, а в них могли остаться следы жизни.

В феврале 2008 года ученые, казалось, похоронили всякую надежду на то, что Марс когда-то мог быть пригодным для жизни. Да, вода здесь была в достаточно значительных количествах, подтвердили они на основании данных, собранных марсоходом Opportunity на Меридианном плато Марса. Но жить в этой воде было невозможно, поскольку она представляла собой насыщенный раствор солей серной кислоты, в котором образовывались сульфаты, дошедшие до наших дней. Раствор представлял чрезвычайно кислую среду, жить в которой известные нам микробы не в состоянии, и этот «рассол» наверняка погубил все возможные формы жизни.

Однако судить об условиях на всей планете по ее крохотному участку, который до сих пор исследует Opportunity, — значит делать слишком сильное обобщение. Как показывают данные, собранные инструментами космического аппарата Mars Reconnaissance Orbiter, гидросфера древнего Марса была куда разнообразнее, чем может показаться с первого взгляда. Более того, некоторые ученые считают, что 4 миллиарда лет назад условия на Марсе вполне подходили для развития жизни, и утверждают, что в течение долгого времени Марс был не горячим кипящим котлом, а благотворной водной средой для развития живых организмов.

По предлагаемой ими гипотезе, в некоторых водных резервуарах температура долгое время составляла около 100-200°C, а среда была совсем не кислой. Это вполне подходит для некоторых форм жизни.

На такие размышления команду американских и французских ученых числом почти в 40 человек навело изучение глинистых минералов, содержащих молекулы воды или гидроксильные группы в своей кристаллической структуре. Для формирования таких минералов нужен длительный контакт алюмосиликатов с водой, способной вымыть и заместить атомы металлов, существенно «разбавив» их концентрацию в камне.

Впервые эти соединения в конце 2005 года разглядела в выходах древнейшей марсианской породы спектроскопическая аппаратура OMEGA, установленная на европейской исследовательской станции Mars Express. Однако замечены они были лишь в нескольких местах, а возможностей прибора не хватило, чтобы точно определить состав этих минералов. Спектры мно-

Глинистые минералы — группа водных силикатов, слагающих основную массу глин и определяющих их физико-химические, механические и другие свойства. Глинистые минералы являются продуктом выветривания преимущественно алюмосиликатов и силикатов магматических и метаморфических горных пород на дневной поверхности. В процессе выветривания испытывают стадийные преобразования структуры и химического состава в зависимости от изменения физико-химических условий среды выветривания и седиментации. Размеры частиц глинистых минералов в глинах большей частью не превышают 0,01 мм.

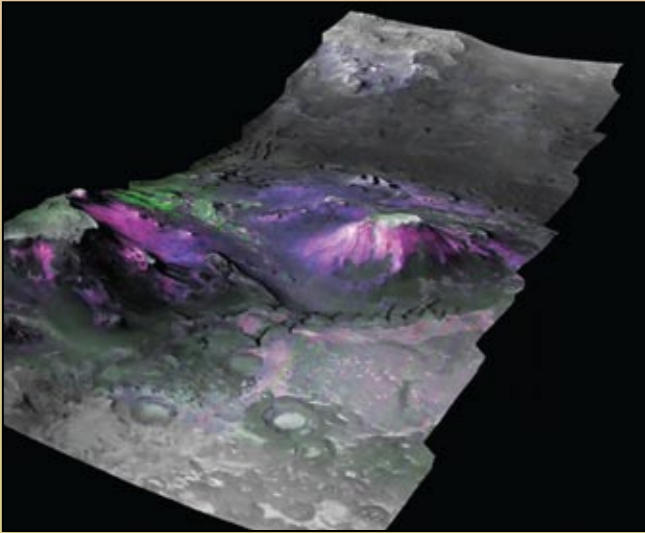
По кристаллической структуре эти минералы относятся к слоистым или псевдослоистым силикатам. В кристаллических решетках типичных представителей чередуются сетки кремнекислородных тетраэдров (ионы кремния в четверной координации) с сетками гидроксильных октаэдров, в центре которых располагается атом алюминия, железа или магния, причем двухвалентный магний выполняет все октаэдры (триоктаэдрические силикаты), а трехвалентный алюминий только два из трех (диоктаэдрические силикаты).

Глинистые минералы с двухэтажной структурой образованы тетраэдрической и октаэдрической сетками — группа каолинита, например каолинит, диксит, накрит, галлазит; минералы с трехэтажной структурой состоят из двух внешних тетраэдрических и средней октаэдрической сеток — группа гидрослюд, например гидромусковит и глауконит (в межслоевых промежутках расположен атом калия); группа монтмориллонита, например Al-монтмориллонит и Fe-монтмориллонит (нонтронит) (в межслоевых промежутках — вода и обменные катионы); группа хлоритов — в структуре чередуются трехэтажные слои и межслоевые промежутки (октаэдрические сетки). Известны также глинистые минералы более сложной структуры.

Кристаллохимическим различиям в структуре глинистых минералов отвечают определенные отличия в их химическом составе. В силу этого свойства разных минералов резко различаются. Так, например, монтмориллонитовые минералы обладают очень высокой обменной способностью и адсорбционными свойствами, тогда как у каолинитовых минералов эти свойства выражены слабо. Минералы, относящиеся к группе гидрослюд, при нагревании резко увеличиваются в объеме. Для диагностики глинистых минералов используют инфракрасную спектроскопию, химический рентгеновский, электронографический, электронномикроскопический, термический методы.

гих из них похожи, и отличить по ним один минерал от другого сложно, к тому же пространственное разрешение OMEGA невелико, и в итоге он получал спектр участков поверхности Марса, на которых могли присутствовать одновременно разные минералы.

Инструмент CRISM американского космического аппарата Mars Reconnaissance Orbiter в поисках глины на Красной планете оказался гораздо удачливее. Анализируя спектральные данные, собранные им за последние годы, Мастард и его колле-



**Трехмерная реконструкция впадины в марсианском районе Nili Fossae. Глинистые материалы, представленные синими и фиолетовыми оттенками, сконцентрированы на склонах столовой горы в центре изображения и вдоль стен каньона. // NASA/JPL/JHUAPL/University of Arizona/Brown University**

ги, в числе которых и Франсуа Пуле, открывший 2,5 года назад первую марсианскую глину, нашли тысячи мест на Марсе, где на поверхность выходит глина.

Более того, здесь нашлись следы присутствия нескольких типов глины, для образования которых нужны совершенно различные гидрологические условия.

Большинство районов выхода глинистых минералов на поверхность лежат в южных — гористых и испещренных кратерами — районах Марса, которые совсем непохожи на Меридианное плато, по которому до сих пор ползает Opportunity. Если под колесами марсохода нашлись минералы, для образования которых нужна кислая среда, то большая часть глинистых минералов, описанных в статье Мастарда, образуются в среде нейтральной или умеренно щелочной.

В некоторых районах относительное обилие разных видов глины нельзя объяснить выветриванием потоками жидкости с каким-то одним значением pH, а значит, химические условия для образования минералов менялись со временем. Возможно, из-за постепенного вымывания разных солей из породы или просто ввиду того, что разные виды глины образовывались на различных этапах марсианской истории.

Хотя образованные взаимодействием с водой минералы широко распространены по планете, вода по поверхности Марса растекалась или недолго, или недалеко.

Ученые нашли лишь несколько участков поверхности планеты, на которых присутствуют следы каолинита — известной всем «белой глины», которая образуется при длительном взаимодействии минералов-предшественников с большими объемами текущей воды. Все выходы каолинита на поверхность — не более двух сотен метров в поперечнике, а то и десятки метров. Выходы минералов группы монтмориллонита простираются на километры и десятки ки-

лометров; для них также нужно много воды, однако она может быть стоячей.

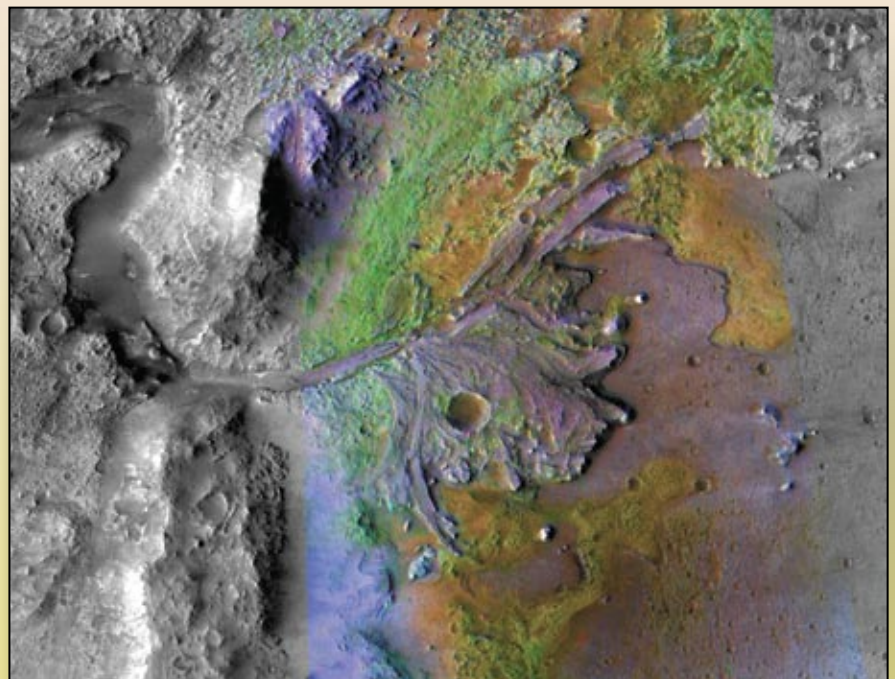
Ученые также не исключают, что значительное количество воды могло находиться под поверхностью Марса на глубине 4-5 километров: следы глинистых минералов находятся в древнейшей породе, поднятой с таких глубин при образовании крупных кратеров в период интенсивной метеоритной бомбардировки. Они покрывают и склоны ударных образований, и поверхность центральных гор.

В то же время часть глины была явно принесена разливами рек, как показывает пример кратера с подходящим названием Езеро (на языках многих западных и южных славянских народов это слово, как нетрудно догадаться, означает «озеро»). В 2008 году группа ученых, подробно исследовавшая этот кратер и разливы древней реки по его дну, опубликовала в Nature Geoscience свою работу по исследованию этого кратера. Ученые пришли к выводу, что, скорее всего, река эта текла лишь однажды — когда вал кратера был прорван водой, накопившейся в обширном каньоне, примыкающем к кратеру снаружи.

По мнению авторов исследования, отложения в «дельте» этой реки — лучшее место для поиска возможных останков живых существ, так как их следы хорошо сохраняются в глине.

Так или иначе, жидкая вода с поверхности Марса исчезла более 3,5 миллиардов лет назад (плюс-минус сотню миллионов лет), с окончанием так называемой ноевой эпохи — первого этапа геологической истории планеты. В более поздней породе следов значительного присутствия H<sub>2</sub>O не находится — по крайней мере, она никак заметным образом не сказывается на образовании новых минералов.

И хотя некоторые ученые полагают, что изредка бурные потоки воды могут прорываться из-под поверхности Марса и поныне (ну или по крайней мере в последние 10-20 миллионов лет), большинство специалистов смотрят на такие утверждения с большим сомнением. Для большинства из них вода на Марсе осталась в прошлом.



**«Дельта» древней реки в марсианском кратере Езеро, когда-то и впрямь, вероятно, бывшим озером. Глинистые минералы показаны зелеными оттенками, скальные породы — голубым и фиолетовым.**

// NASA/JPL/JHUAPL/MSSS/Brown University