



ОБ АВТОРАХ

Ашвин Васавата (Ashwin Vasavada) — заместитель руководителя научной группы проекта *Mars Science Laboratory* («Марсианская научная лаборатория»). Он в восторге от мысли, что когда-нибудь люди смогут пешком взойти на марсианскую гору Шарп, повторив путь марсохода *Curiosity*. Работая в Лаборатории реактивного движения (JPL NASA), он также участвует в проектах *Galileo*, *Cassini* и *Lunar Reconnaissance Orbiter*.



Джон Гротцингер (John P. Grotzinger) — руководитель научной группы проекта MSL и геолог Калифорнийского технологического института. Он изучает условия на поверхности Земли и Марса. Член Национальной академии наук США.

Ашвин Васавата и Джон Гротцингер

К ЗАГАДКАМ МАРСА

5 августа в 10:31 вечера по тихоокеанскому времени марсоход *Curiosity* (NASA) начнет поиски условий для жизни на Марсе

Любое научное исследование начинается как в фильме «Звездный путь»: нужно проникнуть туда, где еще никто не бывал, и открыть то новое, о чем никто и не подозревал. Когда же этап первичного обзора завершен и накоплен длинный список вопросов, ученые начинают действовать в стиле Шерлока Холмса: формулируют конкретные гипотезы и думают, как их проверить. Исследователи Марса сейчас близки к этому переходу. С орбиты получены глобальные карты с деталями географии и состава поверхности, а спускаемые аппараты собрали данные, в общих чертах рассказавшие о геологической истории планеты. Настало время перейти к более тонким исследованиям.

Для проверки гипотезы, что Марс когда-то был пригоден для жизни, наша команда создала аппарат *Mars Science Laboratory*, более известный как марсоход *Curiosity* («Любознательность»). Он снабжен аналитической лабораторией для проверки нашей идеи о том, что в прошлом климат Марса был значительно мягче. Важнейшие условия для жизни — это вода, энергия и углерод. Усилия прошлых экспедиций были сконцентрированы на первом условии и подтвердили, что на Марсе в прошлом была и до сих пор еще иногда наблюдается жидкая вода (см.: Белл Д. *Водное прошлое Красной планеты* // ВМН, № 4, 2007). Были замечены также намеки

на геохимические градиенты, способные дать энергию для обмена веществ. Но никто пока не видел углерода в форме, потенциально пригодной для жизни.

Как и аппараты-близнецы *Viking* в середине 1970-х гг., *Curiosity* имеет газовый хроматограф/масс-спектрометр, способный обнаруживать органические соединения как биологического, так и абиогенного происхождения. Но, в отличие от «Викингов», *Curiosity* мобилен и направлен в гораздо более перспективное место. Однако его задача — не просто найти углерод, а понять, как нужно вести эти поиски. Даже на Земле мы не всегда знаем, где добыть геологические образцы, сохранившие следы жизни. Парадоксально, но именно то, что необходимо для поддержания жизни (вода, окислители, химический и температурный градиенты), способствует также и разрушению органических соединений. Однако палеонтологи знают, где искать благоприятные для консервации следов жизни места, например — какие геохимические условия способствуют быстрой минерализации. Как известно, кремнезем, фосфаты, глина, сульфаты и реже карбонаты хорошо сохраняют органические осадки. По наблюдениям с орбиты составлены карты некоторых из этих минералов в районе посадки *Curiosity*, которые помогут вести разведку. ■

Перевод: В.Г. Сурдин

Illustrations by Don Foley

! ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

- После нескольких десятилетий изучения геологии и гидрологии Марса ученые сейчас планируют более конкретно искать признаки того, что на планете когда-либо были условия для жизни.
- Марсоход *Curiosity* в поисках органических соединений будет обследовать кратер Гейл, чтобы решить давний спор о том, могут ли эти соединения сохраниться на поверхности Марса.
- Марсоход установит несколько рекордов: крупнейший аппарат, вошедший в атмосферу планеты; первое использование зависающей реактивной платформы для доставки зонда на поверхность; самая совершенная химическая лаборатория-робот, посланная на другую планету.

Этапы посадки

ИЗ КОСМОСА НА ГРУНТ ЗА СЕМЬ МИНУТ

«Продвинутый марсоход» означает большой и тяжелый. *Curiosity* размером с *Mini Cooper* и весит около тонны. Капсула, несущая его через межпланетное пространство, больше той, которая доставляла астронавтов «Аполлона» на Луну. Соответственно, и способ посадки марсохода на поверхность совершенно новый и смелый.

Упакованный в капсулу, марсоход первым делом освобождается от двигателей коррекции и системы питания **1**. Капсула сбрасывает балласт (куски вольфрама), чтобы сместить центр масс и превратиться в крыло для управляемого полета. Она сталкивается с верхней атмосферой Марса на гиперзвуковой скорости около 6 км/с. Тепловой экран поглощает огромную энергию, выделяющуюся при торможении **2**. Затем аппарат летит горизонтально, гася скорость, а ракетные двигатели направляют его к месту посадки **3**.

На высоте 10 км открывается парашют диаметром 21,5 м и длиной 50 м **4**. К этому моменту скорость полета еще сверхзвуковая. Разработка парашюта стала особенно сложной частью проекта. Как на этой скорости парашют раскроется (или не раскроется, или станет трепетать), было не очень понятно и с трудом поддавалось моделированию.

Вскоре после разворачивания парашюта будет сброшен теплозащитный экран и включится посадочный радар. На высоте 2 км аппарат снижается со скоростью около 100 м/с; сильнее атмосфера уже не может его затормозить, но это слишком быстро для мягкой посадки. На этой высоте марсоход освобождается от парашюта вместе со своим ракетным «ранцем», двигатели которого запускаются для дальнейшего контроля посадки **5**.

Примерно в 20 м над поверхностью марсоход спускается на трех тросах: эту систему называют *Sky Crane* («небесный кран»). Марсоход касается поверхности полностью развернутыми колесами со скоростью около 0,75 м/с **6**. Он ждет две секунды, чтобы убедиться, что находится на твердой почве, а затем пиропатронами обрезает тросы и кабель данных.

Ракетный «ранец» улетает в сторону на полкилометра и падает **7**. Примерно через час мы должны получить первые снимки с поверхности, а к концу второго месяца бортовая лаборатория проделает первые анализы почвы и образцов горных пород.



7



5



6



НЕ ПРОПУСКАЯ НИ КАМНЯ

Набор приборов *Curiosity* предназначен для поиска признаков благоприятной для жизни среды ныне или в прошлом. Для этого различными взаимодополняющими методами будет измеряться химический и минеральный состав пород, почвы и атмосферы.

МЕТЕОСТАНЦИЯ будет измерять параметры окружающей среды и готовить ежедневные отчеты, впервые обеспечивая непрерывную запись метеоусловий на Марсе. Помимо общего интереса, прогноз погоды поможет планировать работу марсохода.

АКТИВНЫЙ НЕЙТРОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР будет искать воду в грунте под колесами марсохода.

ДАТЧИК РАДИАЦИИ будет следить за солнечной и космической радиацией.

АНАЛИЗАТОР ПРОБ МАРСА (*Sample Analysis at Mars, SAM*) — набор приборов для химического анализа. Пробы грунта нагреваются в небольших печах до сжигания или с растворителем для выделения газов, которые анализируют газовый хроматограф/масс-спектрометр и газоанализатор, особо чувствительные к органическому углероду. Можно брать пробы и прямо из атмосферы.

Места посадок



ЦВЕТНЫЕ КАМЕРЫ могут показать как ландшафт, так и тонкую структуру поверхности с высокой четкостью. Это поможет ученым воссоздать процессы, сформировавшие горные породы и почву, возможно, при участии жидкой воды. А камера, установленная на днище марсохода и направленная вниз, покажет спуск и посадку.

ПРИБОР CheMin, просвечивая рентгеновскими лучами порошок, создает дифракционную картину, по которой определяются минералы всех типов. Спектрометры на прежних аппаратах с трудом определяли, например, железосодержащие минералы.

МАНИПУЛЯТОР вытягивается на 2 м и несет 30 кг инструментов для бурения и размельчения пород. Набор сит сортирует порошок для приборов марсохода.

ЛАЗЕРНО-ИСКРОВОЙ СПЕКТРОМЕТР будет испарять частицы горных пород и почвы на расстоянии до 7 м для дистанционного анализа их химического состава.

РЕНТГЕНОВСКИЙ и АЛЬФА-СПЕКТРОМЕТР будет на месте определять химический состав пород и почвы.

КРАТЕР ГЕЙЛ

После пяти лет изучения списка, в котором сначала было более 50 кандидатов, специалисты NASA выбрали для посадки *Curiosity* кратер Гейл. В этом древнем ударном кратере под действием длительной ветровой и метеоритной эрозии обнажились осадочные породы, древние речные отложения (следы протекавшей по поверхности воды) и богатые минералами трещиноватые местности, подобные тем, которые на Земле лежат выше подземных водоносных горизонтов.

В этом кратере диаметром 150 км доминирует центральная гора Шарп (англ. *sharp* — «крутая»), возвышающаяся более чем на 5 км над равнинами. Большинство мест на этой горе марсоход сможет достичь по нескольким путям, ведущим из района посадки. Он начнет вождение через полгода или год после приземления. Гора сложена слоями осадочных пород, которые можно читать как книгу — снизу вверх, расшифровывая хронологию древней истории планеты. Марсоход *Opportunity* изучил 15–20 м таких слоев за восемь лет работы: не так много, чтобы разгадать эволюцию марсианского климата, но достаточно, чтобы возбудить любопытство к тому, что увидит *Curiosity*.

Формирующиеся в воде осадочные породы особенно важны, поскольку могут сохранять следы жизни, если она была. Углубляясь в историю Марса, *Curiosity* сможет косвенно осветить и тот период в истории Земли, который почти полностью потерян в нашей геологической летописи: время, когда обе планеты, возможно, еще не были столь различны, т.е. когда на Марсе только началось стремительное угасание жизни, а на Земле — ее расцвет. В конце концов, высшая цель планетологии — лучше понять наш собственный дом.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Mars 3-D: A Rover's-Eye View of the Red Planet. Jim Bell. Sterling, 2008.
- Beyond Water on Mars. John Grotzinger in *Nature Geoscience*, Vol. 2, pages 231–233; April 2009.
- Paleoclimate of Mars as Captured by the Stratigraphic Record in Gale Crater. R.E. Milliken, J.P. Grotzinger and B.J. Thomson in *Geophysical Research Letters*, Vol. 37, Article No. L04201; February 19, 2010.
- Mars Science Laboratory Web site: <http://marsprogram.jpl.nasa.gov/msl>
- Интерактивные иллюстрации см. по адресу: ScientificAmerican.com/jul2012/mars-rover