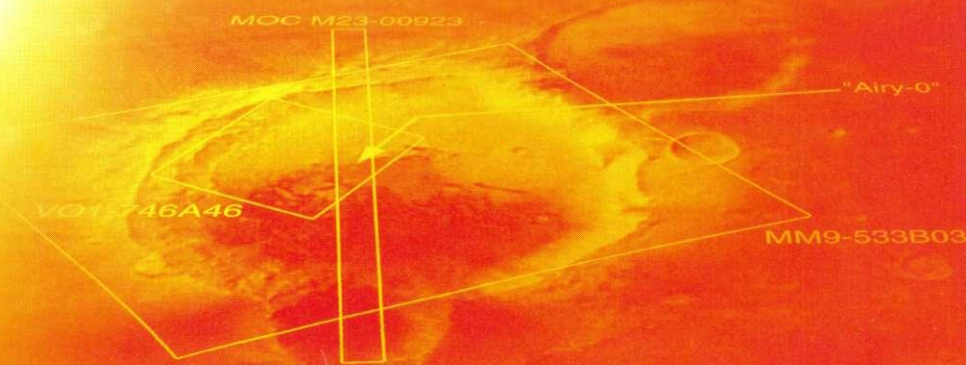


# На МАРС за ВОДОЙ

Спустя семь лет после первой миссии, осуществленной марсоходом "Проезжий" (Sojourner) в 1996 году, два новых геологических робота-исследователя Красной планеты отправляются на **КОСМОС** борту космических кораблей с мыса Канаверал. Первый стартовал в июне. Запуск второго запланирован на июль. Через семь месяцев капсулы со "Скитальцами" (по-английски – "Rover") "примарсят" в кратере Гусева и на плато Меридиана, где, по предположению ученых, могут найтись свидетельства существования на Марсе в прошлом жидкой воды. Кратер считается бывшим крупным озером, а на плато имеются запасы минерала гематита ( $Fe_2O_3$ ), который встречается на Земле вблизи горячих источников.



## Марсианские скачки

Если в капсуле с "Проезжим" находилась посадочная платформа и сам маленький робот (10,6 кг), то в капсуле "Скитальца" главное место занимает большой (весом в 180 кг) робот-исследователь, способный передвигаться за марсианский день на расстояние до 100 м ("Проезжий" прошел столько за всю свою марсианскую жизнь). "Скитальцы" должны прожить на поверхности Марса 90 местных дней (примерно 92 земных суток).

Посадка "Скитальцев" будет выполнена по той же схеме, что и у "Проезжего": пройдя верхние слои атмосферы, капсула, в которой находится робот, выпустит парашют, а у самой поверхности сработают двигатели торможения. От ударов о поверхность капсулу прикроет "кокон" из мешков безопасности: она подпрыгнет на 100 м вверх и будет "скакать" до 12 раз, удалившись от места первого касания примерно на 1 км.

Остановившись, конструкция перевернется в нужное положение, мешки сдуются и отсоединятся, а капсула раскроется, как цветок с тремя лепестками, освободив сложенный робот. Часть за частью, он начнет разворачиваться, выдвигая мачту с видеокамерой, антенны, колеса и солнечные батареи. Затем робот "осмотрит" свою "посадочную площадку", передав на Землю в цвете и инфракрасном

изображении 360-градусную панораму, а ученые выберут целевые участки почвы и камни для исследования.

## Крутой маршрут

Запуск "Скитальцев" будет произведен разными модификациями одноразового носителя Delta II, которые используются более 10 лет и участвовали в 90 проектах NASA. В 1996 году на орбиту Красной планеты они доставили Mars Global Surveyor и Mars Pathfinder (с первым марсоходом на борту), в 1998-м Mars Climate Orbiter, в 1999-м Mars Polar Lander и в 2001-м Mars Odyssey.

Разница во времени пуска объясняется тем, что на космодроме не хватает персонала и мощностей для совместного пуска. Ко времени второго расстояния между Землей

и Марсом изменится и потребуется более мощная ракета. Первую капсулу понесет стандартная Delta II 7925, а вторую – Delta II 7925 "H" ("H" означает "heavy" – "тяжелая"), у которой девять съемных твердотопливных двигателей первой ступени длиннее и толще и создают на четверть большую силу тяги. У обоих носителей шесть из твердотопливных двигателей запускаются прямо на старте вместе с основным, жидкотопливным двигателем Rocketdyne RS-27A. Остальные три – через минуту, когда выгорит топливо в первых и часть керосина с окислителем основного двигателя.

На высоте примерно 130 км, после выхода из атмосферы, первая ступень отстреливается. А после запуска второй ступени отсоединяется головной обтекатель ракеты, защищающий полезный груз (капсулу) и всю третью ступень от воздействия аэродинамических сил.

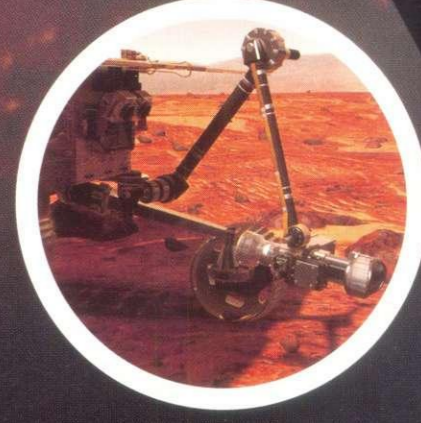
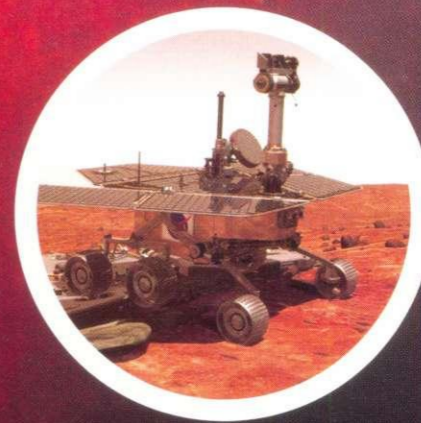
Установленный во второй ступени двигатель Aerojet AJ10-118K включается дважды:

для вывода носителя на орбиту Земли и для подготовки ухода с орбиты в направлении Марса. В этот момент вторая ступень отстреливается от третьей, и двигатель последней Star-48B придает ей за 90 сек дополнительное, достаточное для перехода с орбиты на траекторию полета к Марсу ускорение – 66 тыс. ньютонов (1 Н – единица силы, необходимая для ускорения массы в 1 кг до скорости 1 м/с). После входа в марсианскую атмосферу обязанности навигации и ориентирования берет на себя сама капсула. Она, как платформа для гоночного автомобиля, доставляет самодвижущийся груз до места – с момента вхождения капсулы в марсианскую атмосферу и до посадки. Весь спуск должен занять около шести минут.

## Гусь на колесах

Роботы "Скитальцы", напоминающие длинными "шеями" – мачтами и "крыльями" – солнечными батареями гусей на колесах, "анатомически" и функционально похожи на живых существ. У них есть "кожа" – слой изоляции, "голова с глазами" – телекамеры на мачте-"шее", "ноги", "мозг" – компьютер, "тело", защищающее жизненно важные органы. Отличия состоят в том, что "ноги" заканчиваются колесами, а "мозг" находится внутри "тела".

"Тело", называемое еще "теплым электронным ящиком", можно сравнить также с автомобилем-кабриолетом: "ящик" покрыт треугольной крышей, позволяющей мачте с камерами обозревать окрестности, находясь довольно высоко над поверхностью планеты. Термоизоляционные стены "ящика" сохраняют внутри тепло, даже когда ночная температура воздуха падает до  $-96^{\circ}\text{C}$ . В "ящике" находится компьютер, электронные системы и батареи. Другими словами – "мозг" и "сердце" робота.



## Шея с глазами

"Шея" – мачта панорамных камер, способная вращаться на 360° вокруг своей оси и обеспечивающая угол наклона камер на 180°, поддерживает на высоте 1,4 м "голову"-штангу, на которой закреплены шесть телекамер. Во время полета мачта лежит сложенная на крышке корпуса. После открытия капсулы приземления пиропатроны отстреливают удерживающие мачту задвижки.

Две из закрепленных на штанге камер полноцветные стереоскопические. Они не только воссоздают эффект трехмерного человеческого зрения, но и обеспечивают разрешение телевизионной картинки высотой 4 тыс. пикселей и длиной 24 тыс. Каждая камера имеет набор светофильтров и солнечные фильтры. Первые предназначены для получения мультиспектральных изображений, а вторые – для навигации. Сопоставив положение Солнца в небе и время марсианского дня, ученые смогут определить направление движения робота.

Две другие, черно-белые камеры также создают трехмерную "картинку", используемую для управления передвижениями робота.

Мачта выполняет еще и роль перископа, передающего через систему зеркал инфракрасное изображение еще с одной пары "глаз" на спектрометр, установленный сразу под мачтой, внутри корпуса робота. Спектрометр нужен для определения минерального строения окружающей почвы и камней. Одна из его задач – найти возникшие под действием воды минералы, глины и карбонаты.

У робота есть еще пять "глаз". Это четыре "сторожевые" камеры, закрепленные на нижней части корпуса, по два спереди и сзади. Трехмерная картинка с них выводится на компьютер самого "Скитальца", позволяя заложенной программе быстро выбирать маршрут и избегать опасных столкновений. Пятый "глаз", вмонтированный прямо в "руку"-манипулятор, дает возможность разглядывать предметы очень близко. Например, давать оценку качеству почвы: насколько она просядет под весом робота и не станет ли "Скиталец" буксовать.

## Космический внедорожник

Устройство подвески робота такое же, как и у предшественника "Скитальцев" "Проезжего", – система "тележка-качалка" ("rocker-bogie").

Устройство "тележки" ("bogie") позаимствовано на железной дороге. Так была устроена шестиколесная паровозная тележка, позволявшая колесам вписываться в повороты пути. Rocker'ом, или "качалкой", называется устройство дифференциала, позволяющее роботу сохранять равновесие во время движения по каменистой поверхности. Если одно из колес резко въезжает на препятствие, система подвески заставляет другие опуститься, чтобы распределить нагрузку на все колеса. "Тележка-качалка" позволяет механизму преодолевать препятствия в виде камней или впаден диаметром больше колеса (25 см) с максимальной скоростью до 5 см/с. Однако установленная программа безопасности передвижения заставляет его останавливаться через каждые 10 сек и "осматриваться". Поэтому в целом он движется со скоростью 1 см/с.

## Ноутбук для "Скитальца"

"Мозг" робота находится в корпусе, в специальном электронном модуле. Обмен информацией с инструментами и сенсорами происходит через стандартную шину. Сам компьютер можно сравнить с хай-эндским ноутбуком, оснащенным специальным блоком памяти, который способен противостоять высокой радиации, и системой, предохраняющей данные и программы после отключений энергии в ночное время. Оперативная память (DRAM) составляет 128 МБ (это в одну тысячу раз больше, чем "оперативка" предшественника "Скитальца" – "Проезжего").

Как и человеческий мозг, компьютер робота постоянно отслеживает его "здоровье", работу систем жизнеобеспечения. В электронный блок входят также "нервы", предоставляющие информацию о положении робота в пространстве и перемещениях по горизонтали и вертикали.

Как только капсула с роботом входит в марсианскую атмосферу или когда робот сходит с платформы после приземления, компьютер проводит проверку наличия команд для исполнения, поддерживает связь с Землей, отправляя собранные на Марсе сведения и получая новые команды о фотографировании объектов, передвижении и работе инструментов. По запросам центра управления он передает накопившиеся сведения о "самочувствии" робота.

## Мастер на всю руку

Титановая "рука" робота – вовсе не "подай-принеси". Как всякий манипулятор, она имеет несколько степеней подвижности – "плечевой", "локтевой" и "кистевой" суставы, благодаря которым, как завзятый геолог, робот может счищать с предметов ненужные слои, делать микрофотографии и определять химический состав. Кроме телекамеры "ближнего боя", "рука" оснащена целым набором исследовательских инструментов, закрепленных на вращающейся на 350° крестообразной револьверной головке: спектрометром для определения содержания железа, рентгеновским спектрометром для химического анализа образцов и абразивным инструментом для снятия поверхностных слоев с исследуемых камней. В "ладони" манипулятора закреплена также щетка, которой абразивный инструмент "чистит зубы" после работы. Во время полета и передвижений робота "рука", согнувшись в "локте", прячется под корпусом и надежно крепится.

## Солнечные крылья

Для передвижений, работы и связи с Землей роботу нужна энергия. Она вырабатывается "крыльями" – солнечными батареями. При полном освещении за четыре часа марсианского дня батареи вырабатывают до 140 Вт (потребность в энергии для движения не превышает мощность домашней лампочки – 100 Вт). Для сравнения, батареи "Проезжего" вырабатывали в марсианский полдень лишь 16 Вт. Энергетическая система "Скитальцев" включает также по два аккумулятора, которые обеспечивают роботов энергией, когда свет Солнца недостаточен или марсианской ночью. Со временем (примерно через 90 марсианских дней) аккумуляторы выдохнутся, а солнечные батареи покроются пылью и смогут генерировать около 50 Вт. Кроме того, Марс уйдет дальше от Солнца – наступит "осень".

## Длинные уши

"Голос" и "уши" робота – две расположенные на крышке антенны. Первая, направляющая сигнал во всех направлениях, общается с целой системой размещенных на Земле передатчиков. Вторая нацеливается на определенный приемник-передатчик. Кроме прямой связи, роботы могут передавать данные через марсианские орбитальные спутники Odyssey и Global Surveyor, которые значительно дольше находятся в пределах радиовидимости с Земли. Антенны спутников работают в сравнении с антеннами робота как утки-токи. Их, в частности, используют для передачи критичной информации во время посадки. При этом робот использует установленную на нем ультратонкую антенну, а для ретрансляции – антенну на одном из "лепестков" капсулы. Как раз во время "примарсения" Global Surveyor будет находиться в удобном для этого положении. ПМ

Александр Левинский

