

## ОБЗОР МАРСОХОДА ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ «CURIOSITY»

Розанов М. С.

Научный руководитель – Сиротин Ф.Л., к.т.н, доцент

Исследование небесных тел является одной из самых важных в освоении внеземного пространства. Очевидно, что на данный момент исследование таких небесных тел, как планет, спутников, астероидов и т.д. производится с помощью высокотехнологического наземного (либо околоземного) оборудования. Однако существует ряд задач для исследования, которые не под силу даже такому оборудованию. В частности, подробное исследование грунтов, которое может пролить свет на раннюю историю планеты. Именно для этого был инициирован проект «Марсианская научная лаборатория» под управлением НАСА, целью которого стала доставка на поверхность Марса ровера для исследования почвы и компонентов атмосферы.

Технические характеристики ровера следующие:

1. Масса: после мягкой посадки - 899 кг, в том числе 80 кг научного оборудования (вес на Земле), 340 кг (на Марсе).
2. Размер: марсоход имеет длину 3 м, высоту с установленной мачтой 2,1 м и ширину 2,7 м. «Curiosity» гораздо больше своих предшественников — марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити», которые имели длину 1,5 м и массу 174 кг (в том числе 6,8 кг научной аппаратуры).
3. Скорость передвижения: максимальная скорость на твёрдой ровной поверхности составляет 144 метра в час. Максимальная скорость на пересечённой местности составляет 90 метров в час при автоматической навигации. Средняя же скорость составляет 30 метров в час. [1]

В состав марсохода входят следующие узлы:

1. Передвижение: «Curiosity» имеет платформу с научным оборудованием, всё это установлено на шести колёсах, каждое из которых имеет свой электродвигатель, причём два передних и два задних колеса будут участвовать в рулении, что позволит аппарату разворачиваться на 360 градусов, оставаясь при этом на месте.[1][2]
2. Источник питания: «Curiosity» питается от радиоизотопного термоэлектрического генератора (РИТЭГ). РИТЭГ является генератором, который производит электроэнергию от естественного распада изотопа плутония-238; рассчитан на производство 125 Вт электрической из примерно 2 кВт тепловой. Энергоустановка генерирует 2,5 кВт·ч каждый марсианский день.[1][2]
3. Система отвода тепла: температура области, в которой находится «Curiosity», может колебаться от +30 до -127 °С. Система отвода тепла прокачивает жидкость через трубы общей длиной в 60 м в корпусе ровера,

чтобы чувствительные элементы системы находились в оптимальной температуре.[1][2]

4. Компьютер: на марсоходе установлено два одинаковых бортовых компьютера (Side-A и Side-B) под названием «Rover Compute Element» (RCE) под управлением процессора RAD750 с частотой 200 МГц; они содержат радиационнотойкую память. Каждый компьютер включает в себя 256 кБ EEPROM, 256 МБ DRAM, и 2 ГБ флэш-памяти. Используется многозадачная ОСРВ VxWorks. Компьютер сам может повысить или понизить температуру в те моменты, когда это необходимо, даёт команды на фотографирование, вождение марсохода, отправку отчёта о техническом состоянии приборов. Команды марсоходу передаются операторами с Земли.[1][2]

5. Навигация: марсоход имеет инерциальное измерительное устройство (Inertial Measurement Unit), оно предоставляет информацию о местоположении марсохода, используется как навигационный прибор.

6. Связь: «Curiosity» имеет две системы связи. В первую входят передатчик и приёмник X-диапазона, с помощью которых марсоход связывается напрямую с Землёй, со скоростью до 32 кбит/с. Вторая работает в диапазоне дециметровых волн (ДМВ) и создана на базе программно-определяемой радиосистемы Electra-Lite, разработанной в JPL специально для космических аппаратов.[1][2]

7. Манипулятор: на марсоходе установлен трёхсуставный манипулятор длиной 2.1 м, на котором смонтированы 5 приборов общей массой около 30 кг. Они смонтированы на конце манипулятора в крестовидной башне-турели, способной поворачиваться на 350 градусов. Диаметр башни с приборами составляет около 60 см. Во время движения манипулятор складывается.[1][2]

Основная тактика исследований состоит в поиске интересных пород камерами высокого разрешения. Если таковые появляются, то марсоход издалека облучает лазером исследуемую породу. Результат спектрального анализа определяет, нужно ли доставать манипулятор с микроскопом и рентгеновским спектрометром. Далее «Curiosity» может извлечь и загрузить образец во одну из 74 чашечек внутренней лаборатории для дальнейшего анализа.[3]

На марсоходе установлено сразу несколько различных типов камер. Mast Camera — это система из двух неодинаковых камер обычной цветопередачи, которые могут делать снимки (в том числе стереоскопические) разрешением 1600×1200 пикселей и записывать аппаратно сжатый 720p-видеопоток (1280×720). Для хранения полученного материала система имеет 8 гигабайт флэш-памяти для каждой из камер — этого достаточно, чтобы уместить несколько тысяч снимков и пару часов видеозаписи. [3][4]

Также на мачте закреплена часть системы ChemCam. Это лазерно-искровой эмиссионный спектрометр и блок формирования изображения, которые работают в паре: после испарения крошечного количества исследуемой породы 5-наносекундным импульсом лазера производится

анализ спектра полученного плазменного излучения, что позволит определить элементный состав образца. Система состоит из лазера на мачте и трех спектрографов внутри корпуса, излучение к которым подводится по оптоволоконному световоду. [3]

На манипуляторе марсохода установлена Mars Hand Lens Imager, способная получать снимки размером в 1600×1200 пикселей, на которых могут быть видны детали в 12,5 микрон. Камера имеет белую подсветку для работы как днем, так и ночью. Ультрафиолетовая подсветка необходима для вызова излучения карбонатных и эвапоритных минералов, наличие которых позволяет говорить о том, что в формировании поверхности Марса принимала участие вода. [4]

Основным инструментом для исследования полученных образцов является Sample Analysis at Mars (SAM), масса которого составляет половину от массы всей научной аппаратуры. В SAM включен масс-спектрометр, газовый хроматограф и настраиваемый лазерный спектрометр. Также в работе используется рентгеновский спектрометр альфа-частиц. Образцы будут облучаться альфа-частицами, и за два-три часа будет получен их полный элементный состав, а десяти минут хватает для обзора основных составляющих. [3][4]

### **Литература**

1. Mars Science Laboratory: Curiosity Rover // MSL [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа: <https://mars.nasa.gov/files/resources/MSLLithoSet2013.pdf>. — Дата доступа : 20.04.2019.
2. Learn about me: Curiosity // Learn about me [Электронный ресурс]. — 2013. — Режим доступа : <https://mars.nasa.gov/msl/multimedia/interactives/learncuriosity/index-2.html>. — Дата доступа : 24.04.2019.
3. Что внутри марсохода Curiosity // Habr [Электронный ресурс]. — 2012. — Режим доступа : <https://habr.com/ru/post/149168/>. — Дата доступа : 25.04.2019.
4. MSL Rover Overview // SpaceFlight [Электронный ресурс]. — 2019. — Режим доступа : <http://spaceflight101.com/msl/msl-rover-overview/>. — Дата доступа : 25.04.2019.