

11.05.2011

НАУКА

Николай Дорожкин

## Секреты искусственного марсодрома

Выход экипажа на поверхность Красной планеты – только часть пилотируемой экспедиции



На марсодроме отработывалось и такое действие, как падение астронавта.  
Фото Зои Цыганковой

В эксперименте «Марс-500», проходящем сейчас в Институте медико-биологических проблем РАН, воспроизводятся в лабораторных условиях те особенности полета к Марсу, которые отличают его от георбитального полета сопоставимой продолжительности. В программу входили «посадка» на планету и выход экипажа из посадочно-взлетного модуля (ПВМ). Недавно этот этап 500-суточного эксперимента благополучно завершился. Подробнее о выходе землян на «поверхность Марса» в беседе с Николаем ДОРОЖКИНЫМ рассказывает ведущий научный сотрудник РКК «Энергия», доктор технических наук, профессор Олег ЦЫГАНКОВ.

– Олег Семенович, как моделируются эти условия в эксперименте «Марс-500»?

– Для некоторого приближения организмов испытателей к состоянию после перелета в условиях нулевой гравитации члены десантной группы в течение трех суток под наблюдением бортового врача, снаряженные во фрагменты противоперегрузочного костюма «Кентавр», во время сна находились в наклонном положении, под углом 15 градусов к горизонтали. Скафандр «Орлан-Э», предоставленный разработчиком НПП «Звезда» и заявленный как прототип будущего марсианского защитного снаряжения, почти в два раза легче орбитального скафандра «Орлан».

В эксперименте был использован комплект «лунных» инструментов, созданный в свое время для советской программы Н1-Л3. В состав оборудования входят два электроперфоратора.

В моделировании внекорабельной деятельности (ВКД) использован опыт, накопленный в РКК «Энергия», НПП «Звезда», ИМБП РАН, включая подготовку испытателей.

– Кто из экипажа выходил на поверхность «Марса»?

– Группа ВКД состояла из трех испытателей. А.Смолеевский (Россия) и Д.Урбина (Европейское космическое агентство) выходили 14 февраля, А.Смолеевский и Ванг Юа (КНР) – 18 февраля, А.Смолеевский и Д.Урбина – 22 февраля 2011 года. Испытатели выполнили операции, соответствующие задаче взятия геологических проб на случай внезапного и срочного старта взлетно-посадочного модуля. Они взяли пробы сыпучих фракций с поверхности; прокопали канавку и отобрали образцы фракций с ее дна; переворачивали крупные камни и брали пробы «грунта дня творения», как геологи называют место под камнем; скалывали образцы от монолитных образований и бурили монолиты для взятия проб образовавшегося песка.

В сценарии содержались еще имитация случайного падения испытателя на грунт и самостоятельный или с помощью товарища подъем на ноги. Эпизод был неоднократно с успехом проигран, но, разумеется, при земном состоянии организмов испытателей, не перенесших тягот межпланетного перелета.

– Программа работ на поверхности «Марса» была выполнена?

– Да, в полном объеме цели программы достигнуты. Скафандр «Орлан-Э» обеспечил реализацию двигательной активности и выполнение всех движений, необходимых для целевых операций. Снижение массы системы человек–скафандр было достаточным даже для земной силы тяжести и позволяло испытателям перемещаться без затруднений. Технические и эргономические свойства всех инструментов были подтверждены.

**– В среде американских и иных специалистов бытует мнение, что для отработки марсианской экспедиции должны быть использованы земные природные объекты...**

– Действительно, американцы имеют станцию Марсианского общества MDRS (Mars Desert Research Station), установленную в пустынной местности штата Юта. Аналогичная станция находится в кратере Хоутон на острове Девон (Канадский Арктический архипелаг). Станции эти рассчитаны на проживание шести человек со сменой экипажей каждые две недели. Такая технология подготовки экспедиции, техническая и экономическая ее целесообразность, по моему мнению, отнюдь не очевидна. Необходимы дифференциация задач и применение соответствующих им методов отработки.

Например, выход из посадочно-взлетного модуля, его обход и осмотр, фоторегистрация не потребуют площадки радиусом более 5–6 метров. Операции взятия проб грунта, бурения, установки приборов и т.п. могут быть отработаны на рабочем месте такого же радиуса. Утомляемость при ходьбе может быть оценена на замкнутых маршрутах. Для определения устойчивости на склонах можно соорудить макет микрорельефа.

Искусственный марсодром, разумно ограниченный по размерам и стоимости, вполне позволит выполнить отработку технологических операций и верификацию оборудования индивидуального применения, в том числе разворачивания индивидуальных защитных средств на случай вспышки на Солнце. Природные же объекты понадобятся для испытаний транспортных средств. Изыскать такой полигон в России вполне возможно, по крайней мере в определенный сезон года.

**– Какие методы поисковых работ будут использоваться на «Марсе»?**

– Очевидно, это будут методы ядерно-геофизические, бескерновые, каротажные и т.п. Для экспедиции на Марс (Луну, астероид) уже сейчас можно начать формирование специальных требований к геолого-поисковому оборудованию с целью его адаптации к космическим условиям и человеку в скафандре. Создание оборудования для проведения экспресс-анализов в области геохимии, биохимии, биологии позволит экипажу оперативно получать результаты и использовать их для корректировки направления и характера поисковых и исследовательских работ.

**– Это – главное преимущество человека по сравнению с автоматом...**

– Да, это креативное преимущество. Но человеку в отличие от автомата периодически нужен отдых. Следует отметить изменение в функциональной нагрузке ног по сравнению с условиями микровесомости: именно опорно-двигательный аппарат человека в условиях тяготения на Марсе надо по возможности разгружать и от веса скафандра.

**– Насколько безопасны падения космонавтов на «Марсе»?**

– Этому вопросу следует уделять особое внимание, учитывая массу связки человек–скафандр и марсианское ускорение силы тяжести –  $371 \text{ см/с}^2$ , а также характер поверхности в виде остывшей лавы. На Земле известны породы под названием «вулканическое стекло», имеющие режущие изломы или игольчатые образования. Придется позаботиться о защите органов управления, остекления гермошлема и перчаток скафандра.

**– Имеются ли проблемные задачи, которые могли бы дополнить эксперимент «Марс-500»?**

– Для подготовки десантной экспедиции на Марс ключевое значение приобретает проблема работоспособности космонавта после длительной микровесомости в период межпланетного перелета. В частности, хорошо известная в космической медицине проблема ортостатической неустойчивости. Сможет ли человек, без достаточного времени на реадаптацию к величине тяготения  $0,38 \text{ g}$ , оставаться homo erectus, то есть сохранять вертикальное положение тела и продуктивную двигательную активность?

Первым шагом в исследовании функциональных возможностей человека в заданных условиях может

стать модельный эксперимент, предложенный и обоснованный мной в 2004 году. Два этапа проводятся в следующей последовательности. Сначала – моделирование ситуации перехода организма человека к марсианской гравитации осуществляется методом антиортостатической гипокинезии (АНОГ), после чего испытатель облачается в скафандр, обезвешивается до 0,38 g и выполняет действия по программе исследований. Второе приближение к реальности – участие в эксперименте космонавтов из состава экипажа российского сегмента МКС после полугодового геоорбитального полета. Космонавты доставляются на базу испытаний, облачаются в скафандры, обезвешиваются до 0,38 g и выполняют действия по программе исследований.



Проба «марсианского» грунта: все по-серьезному.  
Фото Олега Волошина

И на первом этапе, и тем более в полете на МКС, проводятся штатные мероприятия по предупреждению снижения гравитационной устойчивости организма и отрицательного влияния невесомости на человека.

Следующим шагом в решении проблемы обеспечения работоспособности марсонавтов станет выбор или разработка пути получения положительного результата. Основой решения мог бы стать опыт, наработанный за 50 лет пилотируемой космонавтикой с учетом 437-суточного непрерывного геоорбитального полета врача-космонавта В.В.Полякова. Если в результате предлагаемых экспериментов выяснится, что существующий подход не обеспечит приемлемого уровня работоспособности марсонавтов, в повестку дня встанут вопросы о создании и использовании дополнительных или новых медико-технических средств и технологий, в том числе и искусственной силы тяжести, которая может быть получена вращением всего экспедиционного комплекса или отдельного модуля, а также применением центрифуги короткого радиуса.

#### **– Как известно, на Марсе постоянно дуют ветры, меняющие направление...**

– Там еще периодически бывают пыльные бури, порой глобального масштаба, не имеющие аналогий на Земле. Озабоченность вызывает воздействие ветровых нагрузок на марсонавта, особенно на фоне неразрешенной пока проблемы ортостатической неустойчивости. По некоторым источникам, скорость ветра на Марсе достигает 140 м/с. В таком случае, особенно при резких порывах, нагрузки на скафандр могут достигать значений, за пределами для безопасности марсонавта.

Был проведен эксперимент в наземных условиях. Испытатель в вентиляционном скафандре «Орлан» под избыточном давлением 0,4 атмосферы располагался в положении стоя на макете грунта с произвольным микрорельефом. Вес скафандра составлял около 60 кг, что близко к весу марсианского скафандра в условиях тяжести  $g=0,38$ . Сосредоточенная механическая нагрузка через динамометр

прилагалась к центру тяжести системы человек–скафандр. При наклоне на 12–15 градусов от вертикали падение испытателя «назад» происходило под действием опрокидывающей силы 30 Н, падение «вперед» – при 35 Н. Эти результаты, несмотря на отличие условий эксперимента от марсианских, дают пищу для осмысления проблемы и использования более корректных экспериментов.

Прогнозируемая ветровая обстановка на Марсе ставит в повестку дня создание и оснащение ПВМ, а может быть, и скафандров, приборами с функциями флюгера или анемометра, показывающими направление и скорость ветра. Модернизированный прибор мог бы выдавать интегрированное показание величины ветровой нагрузки на скафандр и иметь звуковую тоновую индикацию.

Но внекорабельная деятельность на поверхности Марса – только часть пилотируемой экспедиции. Исследования в этом направлении можно и целесообразно разворачивать уже сейчас. Их результаты должны быть учтены на ранних этапах проектирования элементов межпланетного экспедиционного комплекса, что позволит исключить принятие неадекватных и неэффективных решений в части учета человеческого фактора.

Проблемы обеспечения деятельности человека на поверхности Марса далеко не исчерпываются изложенными выше – более того, они во множестве своем еще не определены. Исследования и разработки по теме внекорабельной деятельности на поверхности небесных тел, опережающие проектирование конкретного экспедиционного комплекса, не будут преждевременными и могут стать вкладом России в международные проекты, в том числе в полет на Марс.