

# Долгая дорога к Марсу

**О.В.Волошин,**  
ГНЦ ИМБП РАН

*Пилотируемый полет на Марс, который может состояться в 20—30-х годах XXI века, неизбежно ставит перед учеными множество вопросов, связанных с безопасностью миссии. Ответы на некоторые из них необходимо получить еще на Земле, проведя так называемые модельные эксперименты.*

У людей, далеких от проблем космонавтики, может возникнуть резонный вопрос: как так, в космос летаем уже почти 50 лет, и вроде все живы-здоровы, зачем же еще проводить какие-то эксперименты? Так-то оно так, но пока что все полеты, включая полугодагодовое пребывание Валерия Полякова на борту станции «Мир», проходили в непосредственной близости от Земли. Даже когда американские астронавты высадились на Луну, они все равно были «рядом» с домом, да и длительность полета не превышала нескольких недель.

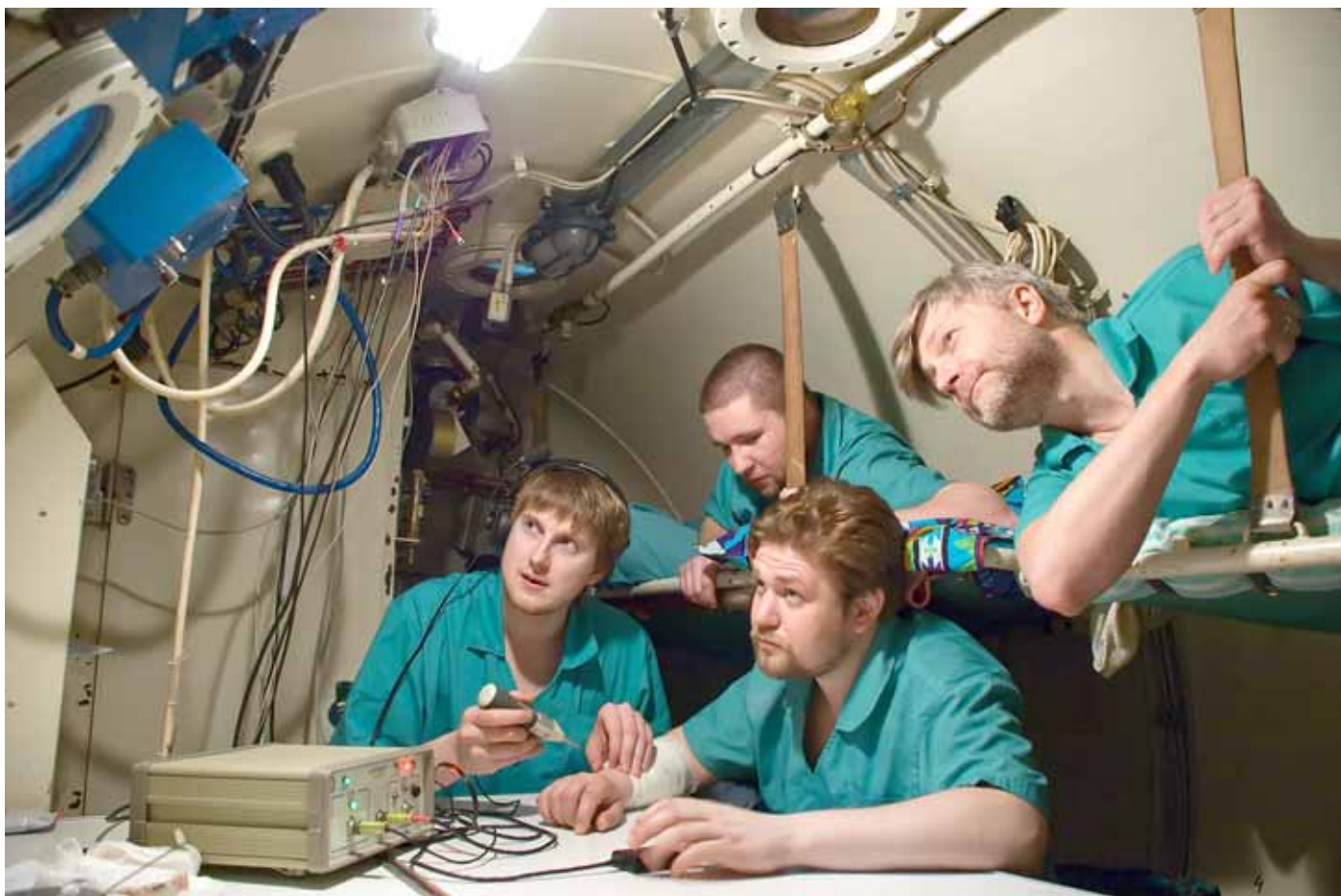
Межпланетные перелеты коренным образом отличаются от орби-



тальных — в них экипаж будет находиться в полностью автономном режиме. Обычному читателю подобное заявление может показаться странным: а разве на орбите как-то иначе? Да, иначе. Космонавты на станции работают в тесном сотрудничестве с работниками наземных центров управления полетом (ЦУПов), и сказать, что кто-то из них главнее, нельзя. Можно привести аналогию с работой городского транспорта, где

*Шлюзование.  
Во время эксперимента передать что-либо из барокамеры или в барокамеру можно только через специальный шлюз, который позволяет избежать перепадов давления или изменения состава атмосферы внутри объекта*

*Эксперимент по определению порога болевой чувствительности (алгометрия). Вид изнутри камеры*





*Эксперимент по алгометрии:  
вид через иллюминатор*

*Исследователи общаются с испытуемыми по громкой связи. Но поскольку аппаратура подключена к компьютерам, расположенным снаружи барокамеры, экспериментатор получает данные мгновенно: это позволяет при необходимости корректировать условия исследования. На снимке, кроме компьютерного пульта, хорошо видны входной люк, люк иллюзоровой камеры (с манометром) и иллюминатор*

водитель и диспетчер неразрывно связаны друг с другом. Мелкие проблемы решает водитель на месте своими силами, а общие вопросы решаются только в диспетчерской.

При полете на Марс все будет по-другому: за наземным ЦУПом останется только совещательная функция, а все решения (в том числе и жизненно важные) будут принимать непосредственно капитан корабля и его команда. Однако самое главное отличие межпланетного перелета — невозможно будет допустить что-либо на борт. С собой придется



## ЭКСПЕРИМЕНТ

брать все, начиная от вещей и еды и заканчивая атмосферой.

Это означает, что на Земле нужно предусмотреть все (или почти все) трудности и проблемы, с которыми могут столкнуться космонавты. Одна из самых серьезных проблем — пожар на борту корабля. Он может быть для экипажа смертельным, так как в замкнутом пространстве опасен не только сам огонь, но и токсичные продукты горения.

В истории космонавтики, к сожалению, подобные случаи бывали. Две наиболее известных — в 1961 году, когда во время плановых тренировок в сурдобарокамере Валентин Бондаренко, советский кандидат в космонавты, получил ожоги, несовместимые с жизнью, и в 1967-м, когда во время наземных тренировок по программе «Аполлон» сгорел в кабине корабля американский астронавт



Вирджил Гриссом. Да и пожар на станции «Мир» в 1997 году (по счастью, он обошелся без жертв) до сих пор свеж в памяти.

Известная в медицине аксиома «профилактика – лучшее лечение» работает и здесь: вместо того чтобы тушить пожар и бороться с его последствиями, лучше предупредить его возникновение. Один из способов такой профилактики – снижение концентрации кислорода в атмосфере. Чем она ниже, тем с меньшей вероятностью происходит возгорание. Следовательно, нужна газовая среда, пригодная для активной жизнедеятельности человека и в то же время не поддерживающая горение.

Разработки подобных сред ведутся достаточно давно, и одной из наиболее перспективных оказалась среда с высоким содержанием инертного газа аргона (кислородно-азотно-аргоновая среда, КААрСр). К наиболее интересным особенностям аргона относится то обстоятельство, что, кроме собственно пожаротушающего эффекта, он обладает еще и антигипоксическими свойствами (в отличие от того же  $\text{CO}_2$ ). Если же вернуться к началу статьи и вспомнить про пилотируемую миссию на Марс, то станет ясно, что аргон перспективен вдвойне – ведь он содержится в атмосфере Красной планеты. Значит, можно не брать с собой запасы ар-



гона на обратную дорогу, а пополнить их непосредственно на Марсе.

Эксперимент, проведенный в ИМБП РАН (в отделе барофизиологии и водолазной медицины; научный руководитель эксперимента – А.И.Дьяченко) в рамках программы «Марс-500»,

*Эксперимент закончен, испытатели выходят из объекта*

*Александр Суворов, ответственный врач эксперимента, проводит обязательный медицинский контроль испытателей после завершения эксперимента*



Для достижения наилучших результатов испытатели и экспериментаторы должны полностью доверять друг другу, работать единой командой.

На снимке (слева направо, сверху вниз): И.Герасимец, студент МГОПУ им. М.А.Шолохова, геоботаник; Д.Петров, инженер; А.И.Дьяченко, научный руководитель эксперимента; А.В.Суворов, ответственный врач эксперимента; Р.Черногоров, врач; П.Эссаулов, инженер

Так выглядит пульт управления подачей газовых смесей в барокамеру



в отделе барофизиологии и водолазной медицины Института медико-биологических проблем, как раз и был поставлен для того, чтобы проверить, как отреагирует организм человека на длительное пребывание в такой гипоксической среде. Конечно, это не первое исследование данного вопроса — с 1996 по 2003 год в институте было проведено несколько аналогичных исследований, однако любые новые вводные требует дополнительных исследований для уточнения.

Среди задач эксперимента — определение психической и физической работоспособности испытуемых, изучение газознергообмена (потребления  $O_2$  и выделения  $CO_2$ ), оценка гематологических, метаболических и иммунологических показателей крови, исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы в покое и при выполнении физической работы различной интенсивности, а также изучение влияния длительного пребывания в КААрСр на болевую чувствительность человека (последнее важно при разработке обезболивающих средств).

В эксперименте принимали участие четверо мужчин-добровольцев, прошедших специальную медицинскую комиссию (в данном случае — водолазную). Среди обязательных



И до, и после эксперимента в барокамеру (она же «бочка») можно заходить только без обуви

требований любого эксперимента с участием людей — одобрение биоэтической комиссии и необходимость подписания так называемого информированного согласия на участие, где детально расписаны методики и процедуры. С юридической точки зрения это договор, и его подписание означает среди прочего и то, что участник обязуется соблюдать рамки, устанавливаемые экспериментом. Например, строгий распорядок дня, расписанный буквально по минутам, — в противном случае провести все необходимые исследова-



## ЭКСПЕРИМЕНТ

ния было бы невозможно. Это вовсе не означает, что у испытуемого нет свободы воли, — специально оговорено, что он имеет право добровольно покинуть эксперимент в любое время и без объяснения причин.

За время эксперимента (который продолжался чуть меньше 10 суток) состав атмосферы внутри барокамеры менялся несколько раз. В течение первых шести дней он был постоянным:  $O_2$  — 13%,  $Ar$  — 54%,  $N_2$  — 32%. Из-за повышенного давления процент содержания кислорода по парциальному давлению соответствовал привычной нам атмосфере, то есть в эти шесть дней атмосфера в объекте была нормоксической. (Повышенное давление было необходимо: оно позволяет избежать проникновения внутрь посторонних газов и примесей и сохраняет тем самым чистоту эксперимента.) На седьмые сутки содержание кислорода уменьшали до 9,9%, при этом повышая содержание азота — до 35,2%. К концу девятых суток содержание кислорода повышали до 21%, постепенно снижая давление внутри барокамеры, которое, повторяем, было выше атмосферного и соответствовало спуску на глубину 5 м. По окончании эксперимента испытуемые в обязательном порядке проходят плановый медицинский осмотр.

Об итогах говорить пока преждевременно: по словам организаторов эксперимента, результаты опубликуют не раньше конца сентября. Однако можно предположить, что они будут применены на практике гораздо раньше предполагаемого полета к Марсу (который может состояться не ранее 2020 года), например при создании пожаробезопасной атмосферы внутри подводных лодок, водолазных баз или военных бункеров.

Автор благодарит Александра Дьяченко и Юлию Попову за помощь в подготовке материала

Все фото: О.В.Волошин, архив ИМБП

