

# Обезьяны прокладывают

## дорогу на Марс

О. В. Волошин

*Эксперимент – краеугольный камень науки. Ведь только с его помощью можно опровергнуть гипотезу или подтвердить ее, перевести в разряд теории и нового знания. Как выглядит эксперимент в естественных науках сегодня? Об этом мы и хотим рассказывать нашим читателям в новой рубрике «Эксперимент».*



**И**нститут медико-биологических проблем РАН – самый известный и самый уважаемый научный центр в мире, в котором занимаются не только подготовкой космонавтов, но и космическими экспериментами с живыми системами, а также тщательными и долгими исследованиями воздействия космоса на организм животных. И все ради того, чтобы защитить космонавтов от потенциальных космических опасностей.

Пилотируемый полет на Марс, который должен состояться в недалеком будущем, поставил перед исследователями новые сложные задачи. Ведь прежде чем пускать человека в 500-дневное путешествие по космосу, надо точно знать, какие опасности его подстерегают и как можно за-

щитить от них. Один из главных рисков, подстерегающих космонавтов на борту корабля, – риск радиационный.

Казалось бы, еще российский врач-космонавт Валерий Поляков, который работал на борту орбитальной станции «Мир» в течение 438 дней, блестяще доказал, что человек может пребывать в условиях космоса в течение долгого времени без значительного ущерба для здоровья и психики. Однако не стоит забывать, что все это время станция находилась внутри магнитного поля Земли, которое защищало ее обитателей от космического излучения. В межпланетном пространстве такой защиты не будет, поэтому суммарная доза радиации, полученная космонавтом в межпланетном перелёте, может оказаться в 4–10 раз больше, чем

*На обед «космонавты» получают фрукты, овощи, хлеб и специальные комбикорма*

при околоземных полетах. А это не может не отразиться на здоровье космонавта.

Американские исследователи провели эксперимент, в котором регистрировали фосфены – вспышки света, вызванные попаданием частиц высоких энергий на сетчатку глаза: их видно даже с закрытыми глазами и в затемненном помещении. А в материале шлемов, которыми были оснащены астронавты лунных экспедиций, исследователи обнаружили следы воздействия тяжелых заряженных частиц. Если взять полученную среднюю интенсивность этого воздействия, выявленную в американских экспериментах, то получается,



Старший научный сотрудник лаборатории Ю.В.Гордеев проверяет состояние своих подопечных



ЭКСПЕРИМЕНТ

что за время полета к Марсу у человека могут оказаться невосполнимо пораженными 0,12% клеток коры головного мозга (в сетчатке – 0,05%), а полное число пораженных нервных клеток составит примерно 1%.

Соответственно возникает закономерный вопрос – что станет с функцией высшей нервной деятельности (ВНД) космонавта и как именно отразится на организме столь длительное воздействие излучения?

Один из способов узнать это – провести модельный эксперимент, в котором длительному облучению будут подвергнуты организмы обезьян. Сегодня общество крайне болезненно реагирует на эксперименты над животными, но ученые далеко не во всех случаях могут отказаться от этих экспериментов. И подопытные обезьяны – один из таких случаев. Дело в том, что обезьяна – это полный двойник человека, можно сказать, его биологическая модель. В данном случае важно, что люди и обезьяны обладают примерно схожей чувствительностью к малым и большим дозам радиации, вот почему эксперименты на них позволят предсказать, как поведет себя организм человека в схожих условиях. Использование же, к примеру, культуры ткани таких возможностей не дает. И еще: все исследования с участием человека или жи-



вотных, выполняемые в нашем Институте медико-биологических проблем, в обязательном порядке проходят биоэтическую комиссию, регламентирующую подобную деятельность.

Задач, которые должен решить эксперимент с обезьянами, очень много. Ученые хотят выяснить, какова вероятность появления лучевой болезни в зависимости от общей дозы облучения, как снижается работоспособность в результате острой реакции, сколь сильно уменьшается общая подвижность из-за влияния общих фак-

*Часть экспериментальной группы обезьян привыкает к длительному нахождению в приматологических креслах. Сотрудники лаборатории ласковым, теплым отношением к своим питомцам помогают им сократить срок адаптации*

торов космического полета, один из которых – невесомость, и многое другое. А это значит, что в процессе эксперимента ученые должны будут исследовать радиобиологические реакции основных регуляторных систем организма животного – нервной, эндокринной, иммунной, сердечно-сосу-



*Джойстик имеет размеры, соответствующие лапке макаки*

*Обезьяны не только привыкают к виду компьютерных систем, но и при первой же возможности стараются исследовать новую «игрушку»*



*Почему необходимо держать обезьян в приматологических креслах? Именно так имитируется гипокинезия, неизбежная при длительных межпланетных перелетах. Однако приматологическое кресло не фиксирует обезьяну намертво – оно только лишает макаку возможности совершать активные движения, вынуждая ее находиться примерно в одном положении*



дистой, кроветворной, спермато- и цитогенетический ответ на облучение и анализ отсроченных эффектов облучения (продолжительность жизни и канцерогенез). После всего этого, с учетом новых экспериментальных данных, можно будет сделать новую оценку лучевого риска в полёте.

В эксперименте участвуют здоровые самцы макаки-резус в возрасте от трех до пяти лет, разделенные на



*Сотрудники время от времени предлагают своим питомцам попить воды, так как самостоятельно обезьяны сделать этого не могут*

две группы по 10–15 обезьян. Одна группа – контрольная. Схема экспериментального радиационного воздействия имитирует реальное облучение космонавта при полете к Марсу и включает в себя острую и хроническую фазы. В качестве источника радиоактивного излучения используют радиоактивный изотоп цезия –  $Cs^{137}$ . Облучению обезьяны подвергаются постоянно, так же, как и будущие космонавты на борту корабля, летящего к Марсу.

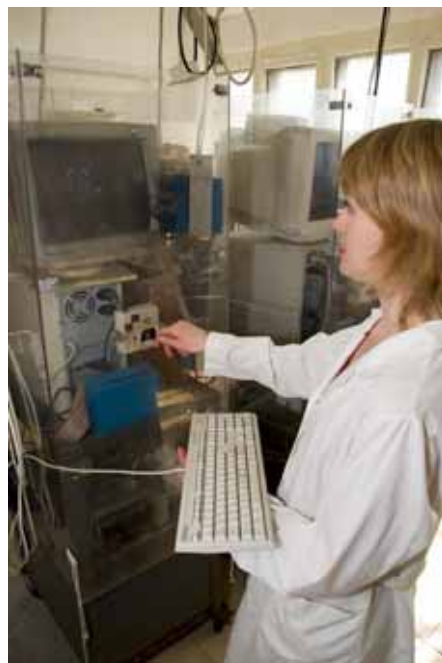
Одна из самых важных задач эксперимента – выяснить, как влияет длительное облучение на функции высшей нервной деятельности. Такое

*Первый этап – привыкание к приматологическому креслу завершен, и обезьяну возвращают в клетку*



исследование проводят с помощью специальной автоматической компьютерной системы. На экране монитора животному предъявляют видеостимул. Если обезьяна реагирует правильно, то есть совмещает на экране курсор с мишенью, то в качестве подкрепления получает вкусную пищу. При этом специальные приборы регистрируют физиологические условно-рефлекторные реакции. На самом деле всё выглядит просто: обезьяны, находясь в домашней клетке или приматологических креслах, обращают внимание на экран и

*Сотрудник лаборатории проверяет компьютерную систему на предмет готовности к предстоящим исследованиям*



Все фото: Волошин О.В., архив ИМБП



## ЭКСПЕРИМЕНТ

находят необходимый для компьютерной игры элемент – джойстик, рычажок, приводящий в движение курсор на экране.

Основной принцип предложенной им «компьютерной игры» обезьяны постигают достаточно быстро, однако детальное обучение «работе на компьютере» гораздо дольше – от двух до шести месяцев. В частности, за это время обезьяны узнают, что мишень может менять свои свойства в широких пределах, и это позволяет предлагать макакам задачи разнообразной сложности. Например, мишенью может служить неподвижная фигура с меняющейся конфигурацией или объект, перемещающийся с большей или меньшей скоростью, лабиринт, ограничивающий свободу перемещения курсора по экрану, задачи с выбором и т. д. Обезьяны охотно включаются в игру-обучение, так как она разнообразит их скучную лабораторную жизнь. Компьютерная установка доступна обезьяне в течение всего светового дня, а длительность игры определяется мотивацией животных и их активностью. Результат обучения и характер нарушений ВНД оцениваются по трем основным параметрам: общей целенаправленной активности животного, проценту успешных инструментальных двигательных реакций (то есть завершившихся получением подкрепления) и среднему времени выполнения задачи.

Эксперимент, о котором мы рассказали, только начался и будет длиться не меньше 500 дней. Именно столько времени понадобится пилотируемому кораблю, чтобы добраться до Марса и вернуться на Землю. Пока что говорить о каких бы то ни было результатах рано. Однако ничто не мешает нам рассказать о них, когда эксперимент завершится. На фотографиях представлены несколько эпизодов из жизни обезьян в условиях эксперимента.

