

Проведение физиологических и биологических исследований на монгольских песчанках в условиях космического полета. Изделие "КОНТУР-БМ"

После длительного перерыва в запусках биоспутников «Бион» наконец-то в 2004 г. была утверждена Федеральная космическая программа России на период с 2005 по 2015 гг., в которой было предусмотрено создать и запустить в космос два биоспутника «Бион-М». Третий биоспутник должен был полететь в космос в 2016 г.

Полет биоспутника «Бион-М» №1 был запланирован на 2010 г. В тот период времени эта дата казалась слишком далекой, а медико-биологических проблем накопилось слишком много, чтобы их решение отложить на пять лет. Это заставило руководителя программы «Бион» Ильина Е.А., который в те годы являлся заместителем директора ИМБП по науке, искать какие-то дополнительные возможности для реализации научных задач и формирования коллектива, который станет опорой для дальнейшей работы по программе «Бион».

Выход был найден. В 2005 и 2007 гг. планировался запуск КА «Фотон-М» №2 и «Фотон-М» №3, предназначенных изначально для технологических исследований. Ильину Е.А. при поддержке директора ИМБП академика Григорьева А.И. удалось убедить руководство Роскосмоса и ЦСКБ-Прогресс в целесообразности использования ограниченных объемов внутри спускаемого аппарата для проведения биологических экспериментов. При этом было согласовано, что все затраты на подготовку научной аппаратуры и проведение экспериментов будут осуществляться за счет проекта «Бион-М» №1.

Поскольку времени на подготовку экспериментов было мало, решили в полете КА «Фотон-М» №2 ограничиться простыми экспериментами, которые можно провести в контейнерах, не требующих электрического питания и телеметрии. Это были эксперименты с микроорганизмами, тритонами, ящерицами-гекконами и виноградными улитками.

На борту КА «Фотон-М» №3 было очень сильное желание провести эксперимент с млекопитающими. Однако на пути реализации этого намерения сразу возникло много проблем. Первая - КА «Фотон-М» в отличие от биоспутников не имеет на борту какой-либо системы формирования и поддержания газовой среды в спускаемом аппарате. Вторая - выделенные нам весо-габаритные размеры были небольшими. Третья - количество потребляемой электроэнергии было тоже ограниченным. Четвертое - это всего лишь полтора года на создание и испытание бортовой научной аппаратуры.

Выход из сложившейся трудной ситуации был найден. Решили создать герметичный модуль с автономной системой жизнеобеспечения.

Поскольку одной из самых сложных технических задач является система водообеспечения животных, которая к тому же требует резервирования массы и объема, которых и так не хватает, возникла идея использовать в эксперименте животных, которые могут длительное время обходиться без питьевой воды.

Как ни покажется удивительным, такие млекопитающие есть. Это песчанки, обитатели полупустынь и пустынь, организм которых эволюционно приспособлен к очень жесткой экономии воды. Вполне домашней считается монгольская песчанка (*Meriones unguiculatus*). Это небольшие зверьки семейства хомякообразных, массой не более 70-80 грамм. В России ее можно встретить в степях Тувы, Южного и Восточного



Монгольская песчанка.

Забайкаля, часто в населенных пунктах. Активна она и в сумерки, и днем. Зимой выходит из норы только в теплые солнечные дни. Длина тела этого мелкого зверька - 14-16, хвоста - 12-14 сантиметров. Песчанки могут обходиться без воды, им хватает влаги в составе твердых сочных кормов (коренья, зерно).

Использование песчанок в результате позволило обойтись без системы водообеспечения и значительно упростить конструкцию кормушки. Кроме того, песчанки выделяют весьма небольшое количество мочи и кала и не обладают неприятным запахом, таким как, например мыши. Эти обстоятельства сильно облегчили также разработку системы очистки атмосферы и системы удаления твердых отходов жизнедеятельности.

Для специалистов по космической биологии и для разработчиков космической техники монгольская песчанка была объектом практически неизученным.

Прежде всего, под руководством зав. лабораторией д.м.н. Капланского А.С. были проведены сравнительные морфо-биохимические исследования внутренних органов песчанок и крыс линии Вистар, что было учтено при составлении программы послеполетного обследования песчанок. Для того чтобы создать специализированную аппаратуру для их содержания, потребовалось провести огромный объем работ. Было необходимо уточнить параметры их жизнедеятельности - начиная с количества потребляемого кислорода и заканчивая фракционным составом фекалий. Было необходимо отработать условия содержания песчанок в условиях герметичной камеры - от уточнения комфортного температурного диапазона до размеров ячейки сетки, из которой сделана клетка, до подбора спектра светильников. Этот огромный объем работ был выполнен ведущим научным сотрудником, д.м.н. Солдатовым П.Э. Оптимальная рецептура корма была разработана в Институте ст.н.с. Медниковой Е.И. и вед.н.с. к.б.н. Гурьевой Т.С.

Было необходимо решить чисто технические вопросы – от способа хранения запасов кислорода до выбора материала для ленты сборника отходов. Как и для любого изделия космического назначения на создаваемую научную аппаратуру было изначально наложено требование минимизации массо-габаритных и энергетических характеристик (т.е. массы, объема и энергопотребления). Затем все это надо было воплотить в чертежи.

Техническая разработка изделия была осуществлена в (ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН» (Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при Институте медико-биологических проблем Российской академии наук) под руководством к.т.н. Иванова С.А. Разработка получила название модуль КОНТУР.

Изготовление модуля было осуществлено на производственной базе РНИИ Космического приборостроения (РНИИ КП) под руководством очень грамотного и ответственного инженера Горностаева И.Н.

Неоценимую помощь в разработке модуля оказали сотрудники Института Голов Виктор Константинович, практически всю свою жизнь посвятивший биологическим спутникам, и глубокий специалист по гравитационной биологии Таирбеков Мурат Гарунович (на правой фотографии). К сожалению, их с нами уже нет.

В результате за чрезвычайно короткое время (за 1,5 года), модуль «КОНТУР» был создан практически «с нуля». Надо сказать, что для изделий космического назначения такая работа обычно занимает порядка 5 лет. Модуль



Создатели модуля КОНТУР.

*Слева направо:
Солдатов П.Э., Иванов С.А., Горностаев И.Н.*

является автономным, с полномасштабной системой жизнеобеспечения, полностью герметичным устройством для поддержания полноценной жизнедеятельности 12 монгольских песчанок в течение 14 суток в условиях непилотируемого космического орбитального полета. Модуль имеет массу 62 кг и среднесуточное энергопотребление 61 ватт. По миниатюрности и функциональности модуль «КОНТУР» является уникальным изделием. В 2007 году с помощью модуля был успешно проведен эксперимент на 12 монгольских песчанках в 14-суточном полете КА ФОТОН-М №3.

В 2008-2012 годах модуль был модифицирован применительно к условиям полета КА БИОН-М №1. Работы по модификации модуля, его предполетным испытаниям и подготовке песчанок к полету ведутся под руководством д.м.н. Солдатова П.Э.

В сегодняшней модификации модуль КОНТУР-БМ предназначен для содержания 8 песчанок в течение 30-суточного полета.



Перед техническим испытанием модуля.



Перед отправкой на Байконур.



Модуль КОНТУР, смонтированный в составе КА ФОТОН-М №3.



Анализ уникальной непрерывной видеозаписи поведения песчанок, полученной в полете КА ФОТОН-М №3.

Слева Солдатов П.Э., справа Ильин Е.А.