

# «БИОНОВ КОВЧЕГ»

**Ученые анализируют результаты полета спутника  
медико-биологического назначения «Бион-М» № 1.**

**О**тносительное затишье, наступившее в Институте медико-биологических проблем РАН после завершения проекта «Марс-500», было нарушено сообщением о запуске специализированного российского биологического спутника. Это особенно отраднo, потому что последний такой аппарат, «Бион-11», выводился на орбиту почти 17 лет назад — в 1996 году...

## ПРОГРАММА ВЫПОЛНЕНА

На этот раз в ЦСКБ «Прогресс» создали «Бион-М» нового поколения, принципиально отличающийся от своих предшественников системой электропитания с солнечными батареями, модернизированной конструкцией агрегатно-приборного отсека с ЖРД многоразового использования, новой системой обеспечения жизнедеятельности (СОЖ) с запасами кислорода в баллонах высокого давления и т.д.

Научную программу с учетом приоритетов российской науки, как всегда, готовили специалисты ИМБП. В проекте принимали участие десятки НИИ, КБ, предприятий, университетов и академий, в том числе зарубежных. Программа включала исследования по гравитационной физиологии животных и влиянию факторов космического полета и открытого космоса на микроорганизмы и растения, биотехнологии, радиобиологии и радиационной безопасности пилотируемых полетов.

На борту первого аппарата серии «Бион-М» находились 45 мышей, восемь песчанок, 15 гекконов, улитки, ракообразные, рыбы и различные микроорганизмы. Некоторые образцы, а также шесть малых спутников, в том числе самарский студенческий аппарат «Аист», размещались на внешней поверхности. Ученые ждали возвращения космического





аппарата с большим нетерпением. Но оказалось, что из-за отказа аппаратуры часть мышей погибла. Расследованием причин сейчас занимается специальная комиссия.

Тем не менее, по мнению ученых, программа «Биона-М» № 1 полностью выполнена, так как потери не превысили прогноз. К тому же имеются данные, полученные до отказа аппаратуры.

### ПЕРВЫЕ ВЫВОДЫ

Осмотрев контейнеры, специалисты провели экспресс-тесты с мышами. По словам старшего научного сотрудника ИМБП Александра Андреева-Андриевского, «разные системы организма по-разному адаптируются к земным условиям. Чтобы оценить, как работают вестибулярные системы животных, мы сразу после приземления аппарата провели экспресс-тест. Как известно, кошки при падении с высоты падают на лапы. То же самое свойственно мышам. Эксперимент показал, что животные не переворачивались в воздухе, т.е. они еще не адаптировались. Но уже через сутки эта способность ко многим вернулась».

После этого контейнеры отправили в Москву. И уже через 11 часов они оказались в руках специалистов. Великолепная организация проекта, поисковых и эвакуационных работ вызвала восхищение зарубежных партнеров.

— Я в восторге от состояния животных и от той скорости, с которой их доставили в Москву, — сказал представитель космического центра NASA им. Эймса Ричард Бойл. — Это экстра-

ординарное событие с точки зрения дальнейшего изучения результатов полета.

Команда американских специалистов провела большой комплекс самых разных научных исследований — функциональных, биохимических, в области клеточной биологии. Одни изучали функции слюнных желез, другие — артерии, обеспечивавшие кровью головной мозг и другие органы. Третьи — крупные сочленения мышц и сухожилий, которые несут очень большую нагрузку (коленные, плечевые и локтевые суставы), а также межпозвоночные диски и хрящевую ткань в некоторых суставах.

Научный руководитель проекта, заместитель директора ИМБП по науке Владимир Сычѳв рассказал, ради чего это делается:

— Хотя сегодня полеты стали обычными, человеку непросто находиться в невесомости. Эксперименты на животных позволили раскрыть механизмы воздействия гравитации на организм человека и разработать средства профилактики. Сейчас мы ставим более трудную задачу — понять, что

произойдет, когда люди будут летать еще дольше и при полном отсутствии магнитного поля. Негативные изменения могут проявиться не сразу, а в конце жизни. Изучение молекулярных и клеточных механизмов позволяет увидеть это.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕННОЙ ЭКСПРЕССИИ

Несколько слов о животных, которых выбрали для космического эксперимента. Монгольские песчанки привлекли ученых своей неприхотливостью и маленьким весом



**«Бион-М»  
провел на орбите  
30 суток. Так долго  
в автоматическом  
режиме с живыми  
биологическими  
объектами не летал  
еще ни один спутник**



(40–50 граммов), что позволило снизить массу экспериментальной установки «Контур-БМ». А вот мыши оказались совсем не простыми — они генетически чисты (линия C57black/6) и выведены специально для молекулярно-генетических исследований, при этом у каждой черной мышки есть собственный генетический паспорт. На такой уровень исследований ученые вышли впервые.

Главный научный сотрудник ИМБП, заместитель руководителя научного проекта «Бион-М» Евгений Ильин:

— До этого мы никогда не запускали в космос мышей, в основном использовали крыс и обезьян. Теперь абсолютно все их ткани и органы будут исследованы вдоль и поперек. Нас очень интересуют генетические изменения под влиянием невесомости. Мы считаем, что их быть не должно. Но меняется экспрессия, активность генов, регулирующих различные функции в организме. Геном этих мышей на 99 % аналогичен геному человека, что позволяет проводить очень важные эксперименты не на людях, а на лабораторных животных.

Заведующий лабораторией гравитационной физиологии профессор Борис Шенкман пояснил:

— Речь идет о действительно новых задачах. Сейчас изучение молекулярных механизмов изменений тканей, органов и клеток млекопитающих и, естественно, человека, уже невозможно без исследований генной экспрессии. Но далеко не все животные изучены так хорошо, как человек. А вот у мышей известна полная последовательность ДНК и соответствующих копий РНК. Поэтому мы взяли этих линейных мышей, которые генетически почти идентичны.

Большая часть программы (почти 70 экспериментов) относится к генной молекулярной биологии, молекулярной физиологии и клеточной биологии. При этом используются самые разные современные методы. Уже известно, что изменения ДНК в полете минимальны. А вот их работа может меняться. Мы проводили исследования спинного мозга, ряда структур головного мозга, изменений экспрессии генов в мышцах, печени и других органах. Надеюсь, мы сможем

получить полную картину экспрессии генов, регуляции метаболизма, строения и работы тканей, органов, клеток и важных систем животных. Все это важно и для человека.

Еще одним удобным и неприхотливым объектом для изучения являются гекконы, которые также находились на борту «Биона-М» № 1. Эти ящерицы помогут проверить гипотезу о том, что неблагоприятное воздействие невесомости связано не столько с отсутствием тяжести, сколько с так называемой «опорной разгрузкой» — отсутствием воздействия на нервные рецепторы



### ВКЛАД САМАРСКИХ УЧЕНЫХ

Участие в научной программе медико-биологического спутника «Бион-М» № 1 приняли и самарские ученые. На биоспутнике находилась аппаратура «БИОИМПЕДАНС», созданная для Самарского государственного медицинского университета учеными Самарского государственного аэрокосмического университета им. С. П. Королёва. Эксперимент был посвящен клеточным технологиям, без которых уже невозможно представить современную медицину. Изучалось состояние живых клеток в условиях космического полета. Более 500 тыс. клеток костной и хрящевой ткани, подготовленных институтом экспериментальной медицины и биотехнологий СамГМУ, в течение всего полета находились на специально разработанном носителе в контейнерах, заполненных особым раствором. В этой среде в земных условиях клетки живут от 4 до 6 дней, но на «Бион-М» № 1 они без смены среды находились целый месяц. Две из трех запущенных в космос культур выжили! То есть факторы космического полета так повлияли на клетки, что увеличилась их жизнеспособность. Теперь ученым предстоит провести серию наземных исследований и узнать, почему это произошло.

Исследователи надеются, что этот эксперимент позволит медицине продвинуться в решении проблем опорно-двигательного аппарата, возникающих у космонавтов, встать на путь создания технологий по восстановлению утраченных или поврежденных тканей. Эксперимент «Фито» был инициирован кафедрой «Фармакогнозия с ботаникой и основами фитотерапии» СамГМУ при поддержке «ЦСКБ-Прогресс». На орбиту впервые были отправлены лекарственные растения — плоды расторопши пятнистой, семена Melissa лекарственной и лимонника китайского. Изучалось воздействие условий микрогравитации на химический состав и физиологическое состояние плодов и семян. Все объекты благополучно вернулись на Землю. Теперь ученым предстоит их высевать (параллельно с контрольной группой) и наблюдать за их свойствами путем углубленного изучения химического состава.

Прибор «Гравитон», разработанный и созданный в лаборатории СГАУ им. С. П. Королёва, анализировал микрогравитационную обстановку на борту космического аппарата. Эксперимент «Карбон», проводимый учеными Самарского государственного университета под руководством Института проблем управления сложными системами, был направлен на изучение стойкости карбидокремниевых структур и чувствительных элементов на их основе в условиях открытого космоса.

стоп. На пальцах гекконов находятся микроскопические волоски, которые позволяют этим ящерицам буквально «приклеиваться» к любой, даже очень гладкой поверхности. Кадры видеосъемки подтвердили, что гекконы провели большую часть времени, прикрепившись к стенке. То есть у гекконов в отличие от человека опорная нагрузка сохраняется. Это позволит специалистам проверить гипотезу о роли опорных разгрузок конечностей в развитии неблагоприятных изменений.

### МЕЧТА УЧЕНЫХ

«Бион-М» № 1 летал на высоте пилотируемых КА — 575 км. Ученые мечтают следующий спутник этой серии «загнать» на 10 тыс. км, где условия жестче по радиации и другим параметрам. Но он обязательно должен возвратиться на Землю, потому что все серьезные научные исследования начинаются здесь. Вначале в дальний космос отправятся простейшие организмы и одноклеточные типа инфузорий, дафний и т.д. Затем очередь дойдет до линейных мышей.

Если Роскосмос примет решение о создании такого КА, аппаратуры, программы, на это уйдет 3–5 лет.

*Екатерина Тимофеева*

Фото Олега Волошина (ИМБП РАН)