

# **«БИОН-М» № 1**

**19 апреля –  
19 мая  
2013 г.**

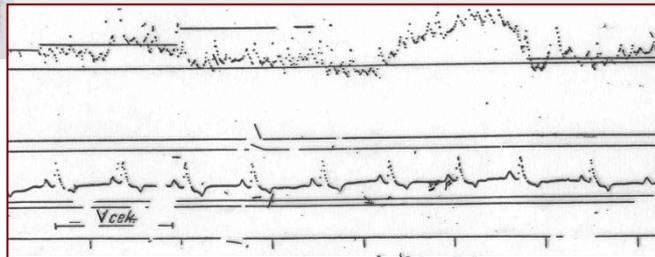
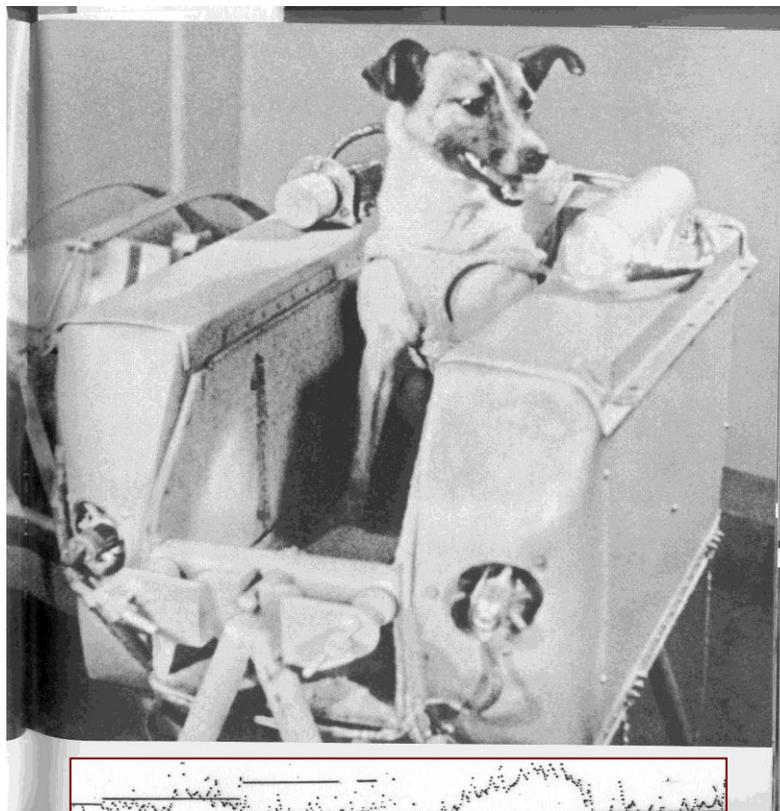
**Первые  
результаты**



# Собака ЛАЙКА



Первое живое существо,  
совершившее полет в  
космос в ноябре 1957 г. на  
втором ИСЗ



Исследуемые параметры:

- частота дыхания
- артериальное давление
- ЭКГ в одном отведении

Планируемая длительность  
эксперимента: 7 дней

Реальная длительность  
эксперимента : 5 часов

**Полет показал, что  
жизнь в космосе  
возможна**



# Полеты животных на космических кораблях-спутниках (беспилотные модифицированные корабли «Восток»)

Корабль-спутник (КС)	Дата запуска	Длительность полета, часы	Биообъекты	Параметры, регистрируемые у собак
КС-2	19.08.1960	27	Две собаки и грызуны	- ЧСС - АД - Частота дыхания - Температура тела
КС-3	01.12.1960	24	Две собаки и грызуны	
КС-4	09.03.1961	1,92	Одна собака и грызуны	
КС-5	25.03.1961	1,92	Одна собака и грызуны	

Примечание: КС – 3 сгорел в плотных слоях атмосферы при возвращении на Землю



Белка и Стрелка

**Полеты показали, что возможно безопасное возвращение животных на Землю.**



# Космический корабль «Космос-110» (22.02.1966-16.03.1966)



Экспериментальные исследования на 2-х собаках (Уголек и Ветерок) в первом самом длительном (22 дня) полете живых существ в космосе продемонстрировали, что длительное пребывание в невесомости приводит к существенным, но обратимым функциональным, структурным и метаболическим изменениям в мышцах, костях, миокарде и нейро-сенсорной системе млекопитающих. Возникла необходимость более детального изучения этих изменений с целью разработки и внедрения в пилотируемую космонавтику средств профилактики неблагоприятного действия невесомости на организм человека.

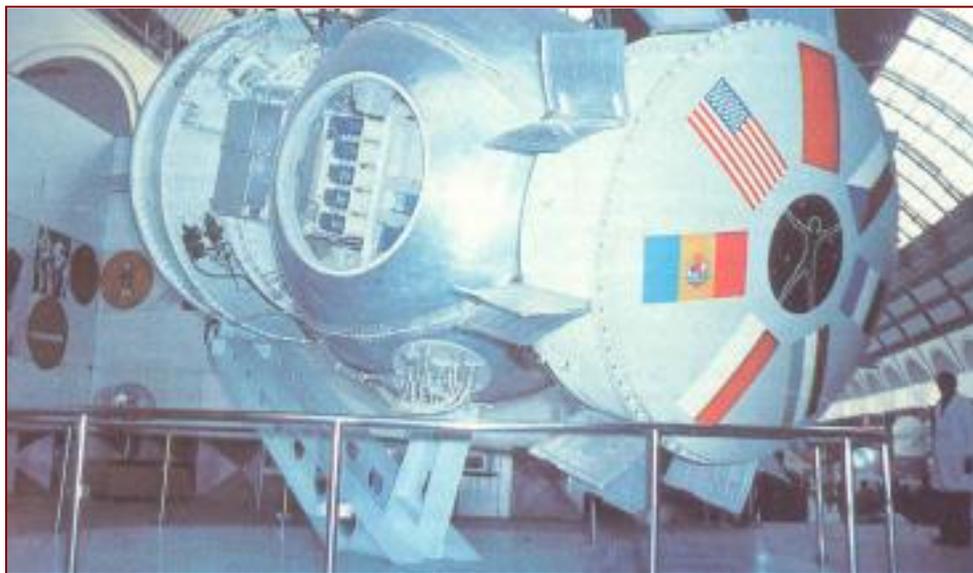


## ПРОГРАММА «БИОН» (1973 – 1996 гг.)

Проведение комплексных физиологических, морфологических, биохимических, генетических исследований на животных и растительных организмах в полетах специализированных спутников (биоспутников), специально предназначенных для проведения биологических исследований.

Ведущее научное учреждение: **ФГБУН ГНЦ РФ - ИМБП РАН** (г. Москва)

Конструкторское бюро: **ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»** (г. Самара)





# Программа «БИОН»

С 1973 г. по 1996 г. запущено в космос 11 биоспутников

Длительность полетов: от 5 до 22,5 суток

Место запуска: космодром Плесецк

Район приземления: Казахстан

Страны-участницы: СССР, Россия, Болгария, Венгрия, Германия, Канада, Польша, Румыния, США, Франция, Чехословакия, Китай, Нидерланды.



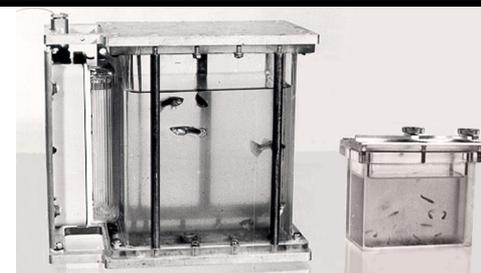
Крысы



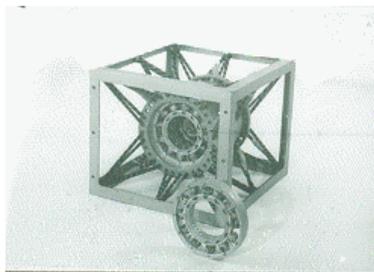
Обезьяны



Земноводные и рептилии



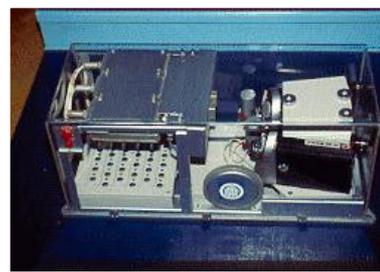
Рыбы



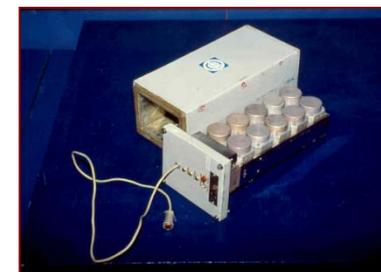
Яйца птиц



Растения



Микроорганизмы, насекомые, черви, культуры клеток и тканей





# Основные объекты исследований в полетах биоспутников «БИОН»

Био-спутник	Год запуска	Продолжительность полета (сутки)	Основные объекты исследований
Бион - 1	1973	21,5	Крысы
Бион - 2	1974	20,5	Крысы
Бион - 3	1975	19,5	Крысы
Бион - 4	1977	18,5	Крысы
Бион - 5	1979	18,5	Крысы
Бион - 6	1983	5	Обезьяны - Крысы
Бион - 7	1985	7	Обезьяны - Крысы
Бион - 8	1987	12	Обезьяны - Крысы
Бион - 9	1989	14	Обезьяны
Бион - 10	1992	11,6	Обезьяны
Бион - 11	1996	13,7	Крысы

Исследования на крысах и обезьянах в полетах биоспутников показали, что пребывание в невесомости приводит к существенным, но обратимым функциональным, структурным и метаболическим изменениям в мышцах, костях, миокарде и нейро-сенсорной системе млекопитающих.

Описана феноменология и изучен механизм развития этих изменений. На основе этих данных, а также на основе данных полученных в пилотируемых полетах, разработаны меры профилактики негативного действия невесомости на организм человека. Это явилось основой для осуществления долговременных пилотируемых орбитальных полетов.

# КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ «БИОН-М» № 1

Система отделения  
ECM SPL Assembly (Германия).  
Масса 9,3 кг, в том числе  
3 МКА массой 1 кг каждый.

Спускаемый  
аппарат

МКА «АИСТ»

Приборный  
отсек

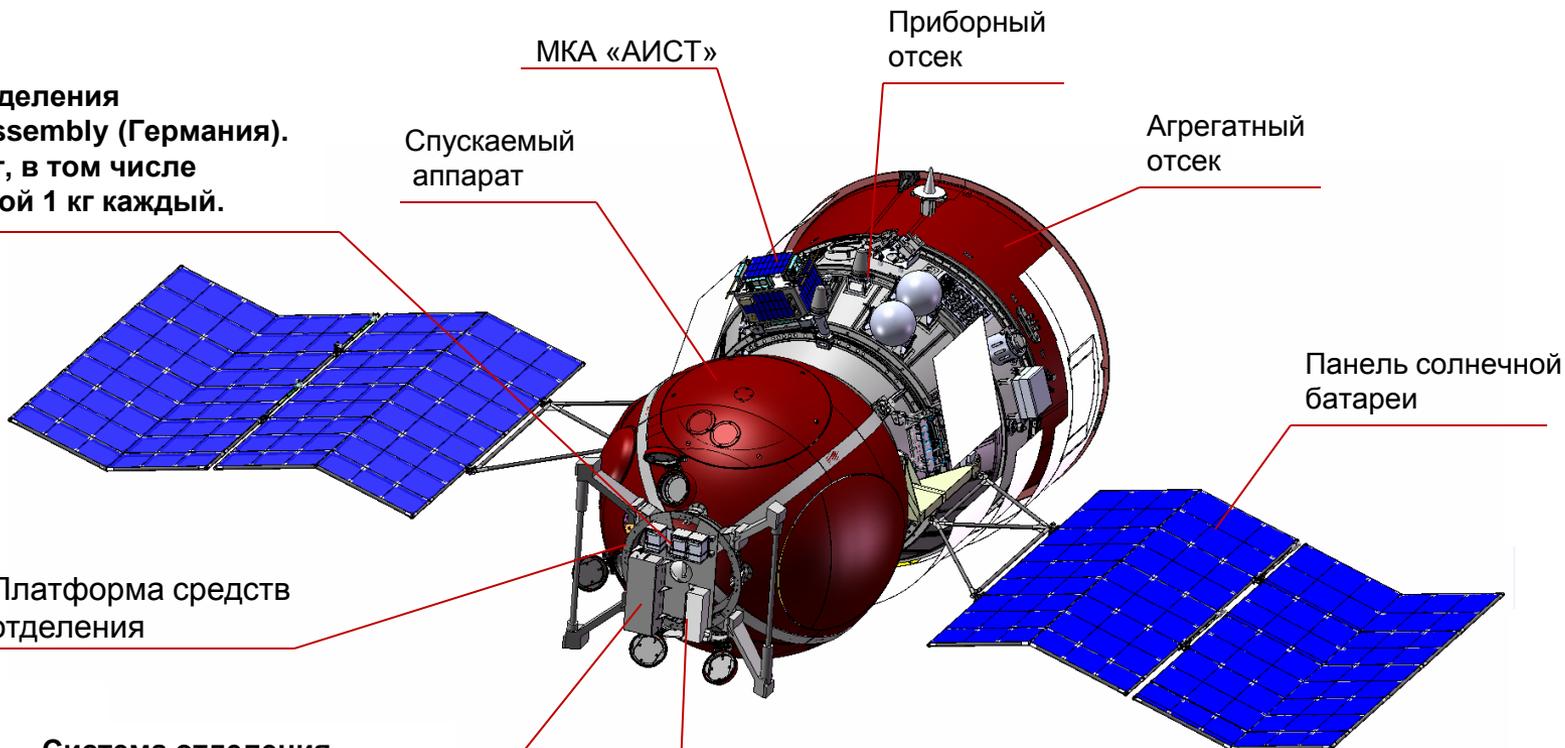
Агрегатный  
отсек

Платформа средств  
отделения

Система отделения  
FlyMate (Франция).  
Масса 8,5 кг, в том числе  
1 МКА массой 1 кг.

Система отделения  
3U ISIPOD (Нидерланды).  
Масса 6 кг, в том числе  
1 МКА массой 4 кг.

Панель солнечной  
батареи





# Программа фундаментальных и прикладных экспериментов и исследований по проекту «БИОН-М» № 1



## 1. Биомедицинские эксперименты

**Цель:** комплексное исследование влияния невесомости на организм и его отдельные функциональные системы. **Изучение структурных и функциональных реакций животных на действие факторов космического полета с использованием методов исследований на клеточном, молекулярном и системном уровнях организации живого.**

### **Объекты исследований:**

- монгольские песчанки (*Meriones unguiculatus*) – 8 самцов;
- мышь С 57bl – **45 самцов**, из которых 5 мышам имплантированы датчики артериального давления;
- 15 гекконов.

## 2. Исследования по гравитационной биологии, биотехнологии и экзобиологии

**Цель:** исследование влияния невесомости и факторов открытого космического пространства на внутриклеточные процессы жизнедеятельности

### **Объекты исследований:**

- низшие беспозвоночные животные (улитки);
- низшие позвоночные животные (рыбы);
- микроорганизмы, семена, высшие растения, культуры клеток и тканей;
- биопрепараты.

## 3. Радиобиологические и радиационно-физические исследования

**Цель:** изучение биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения и эффектов его воздействия на живые системы в условиях открытого пространства и внутри космического аппарата, а также исследование и отработка новых методов и средств космической дозиметрии для их последующего применения в перспективных космических миссиях.

**Размещение:** дозиметры и укладки с биообъектами на внешней поверхности и внутри КА



# Состав научной аппаратуры, предназначенной для реализации программы фундаментальных и прикладных экспериментов и исследований по проекту «БИОН-М» № 1



- **МЛЖ-01** - 3 модуля, каждый из которых включает модуль для 15 мышей
- **БИОС-ГК** - модуль для гекконов
- **Контур-БМ** –эксперименты на монгольских песчанках
- **Биоконт-Б** – (7 контейнеров) - эксперименты по гравитационной биологии
- **ББ-1М** – (4 шт.) исследования влияние невесомости на биологические объекты с различным уровнем эволюционного развития
- **Фрагментер** – микробная утилизация целлюлозы в аппаратуре «Фрагментер»
- **Биоимпеданс** –изучение морфофункционального состояния культур клеток в условиях комического полета путем биоимпедансных характеристик пробы культур клеток
- **Биотрек-ГД** – определение ОБЭ воздействия ионизирующего облучения на микроорганизмы
- **Дозиметр-РДЗ-БЗ** – радиационно-физические исследования
- **СПД** – радиационно-физические исследования
- **ФИТО** – эксперименты с плодами и семенами высших растений
- **ППН** – 8 плат – группа радиобиологических, радиационно-физических экспериментов
- **Эксперимент Карбон** (в составе **ППН 4К**) – исследование физико-химических свойств образцов карбида кремния в условиях космического полета
- **Метеорит** – эксперименты по астробиологии
- **«Экзобиофрост»** и **«Экзомикология»** – эксперименты с пробами грунтов из вечной мерзлоты с использованием контейнеров «Экзобиофрост», закрепленных в наружном автоматическом контейнере
- **Абиогенез** – синтез пептидов и нуклеотидов в открытом космосе
- **Белка** – эксперименты по выращиванию кристаллов белков методом жидкостной диффузии и диффузии из газовой среды
- **Гравитон** – решение задач оперативного анализа гравитационной обстановки на борту
- **ОМЕГАХАБ** – проведение исследований с клетками и малыми цикловыми рыбами в водной среде
- **RIBES** – изучение ростовых процессов биологических образцов



## **Экспериментальная программа в полете «БИОН-М» №1**

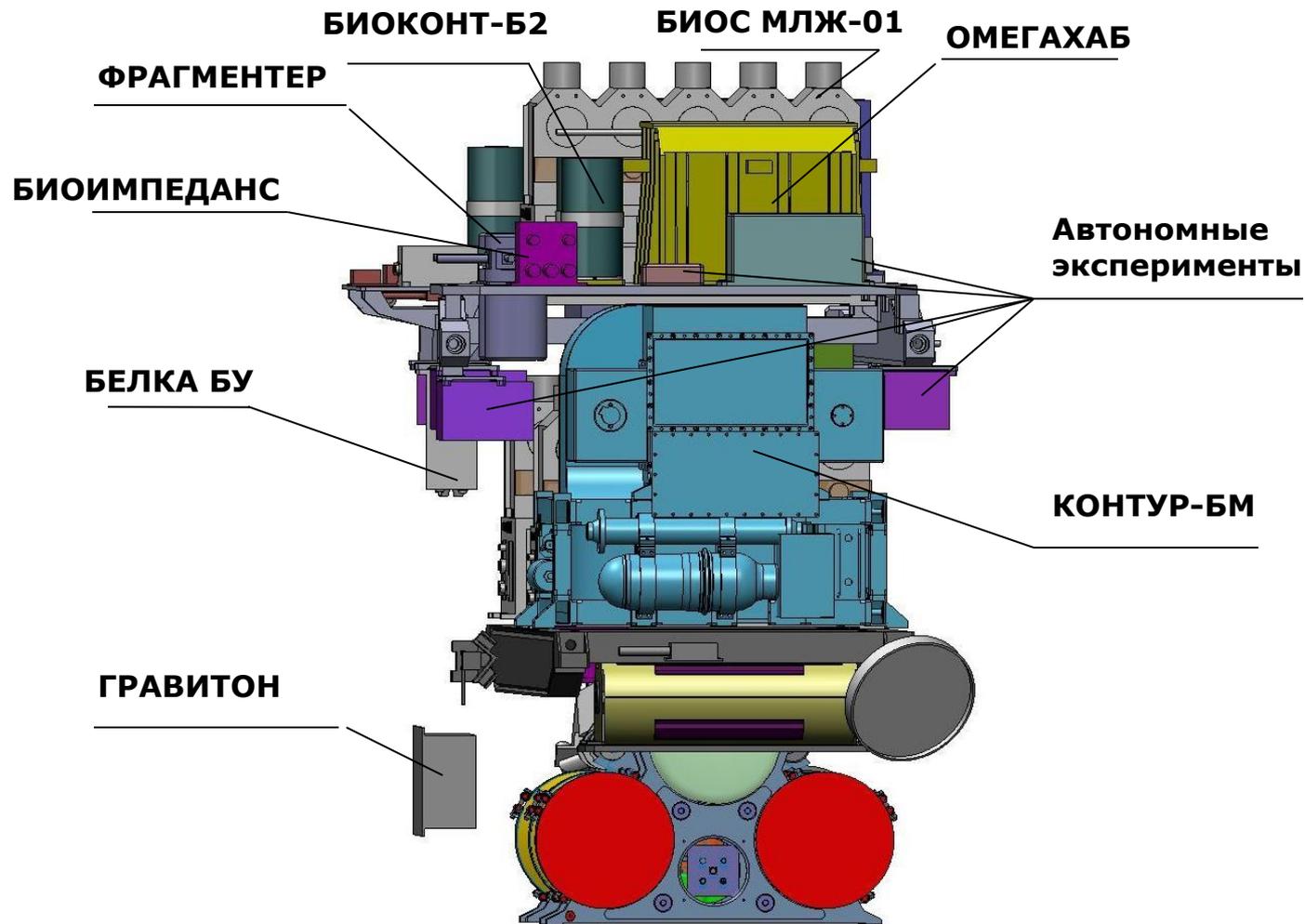
**ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО ГРАВИТАЦИОННОЙ ФИЗИОЛОГИИ НА ЖИВОТНЫХ – 5 экспериментов в полете БИОН-М №1, 78 послеполетных исследований**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА МИКРООРГАНИЗМАХ И РАСТЕНИЯХ – 8 экспериментов в полете БИОН-М №1**

**БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ – 5 экспериментов в полете БИОН-М №1**

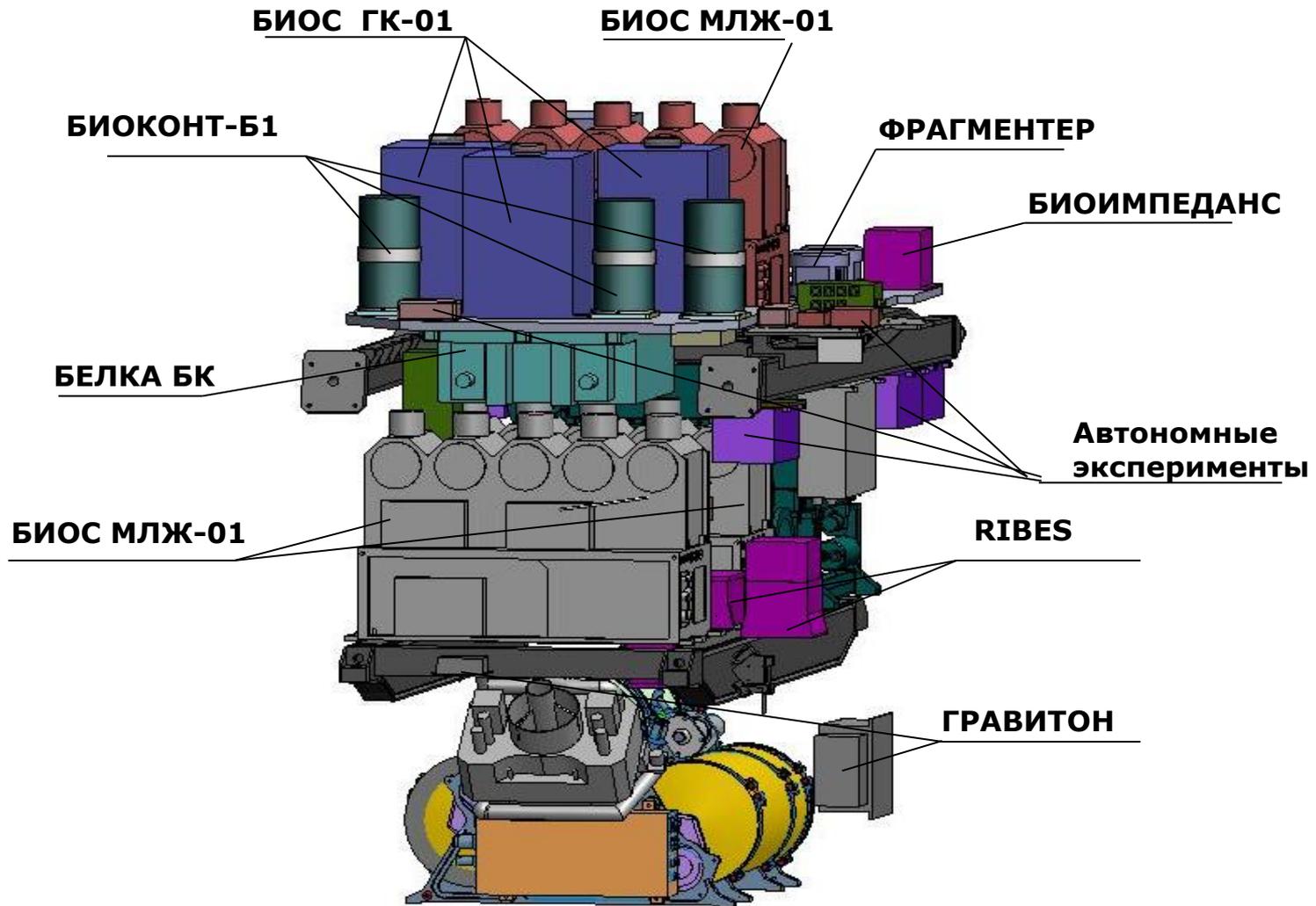
**ЭКЗОБИОЛОГИЧЕСКИЕ И АСТРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ - 4 эксперимента в полете БИОН-М №1**

**ИССЛЕДОВАНИЕ РАДИОБИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ И БИОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ХАРАКТЕРИСТИК КОСМИЧЕСКОГО ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ - 8 экспериментов в полете БИОН-М №1**





# Размещение научной аппаратуры в СА «БИОН-М» №1



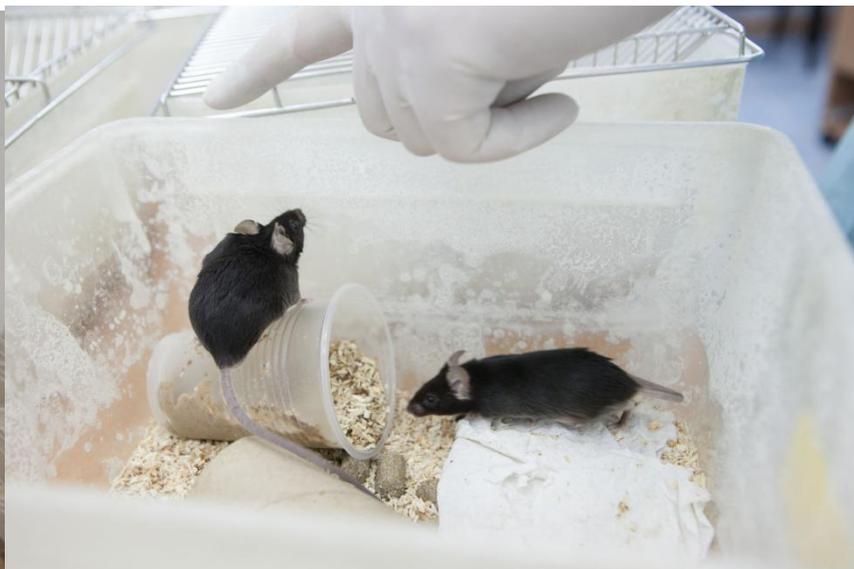


# Начало пути (ИМБП – аэродром «Чкаловский» – космодром «Байконур» 12 апреля 2013 г.)



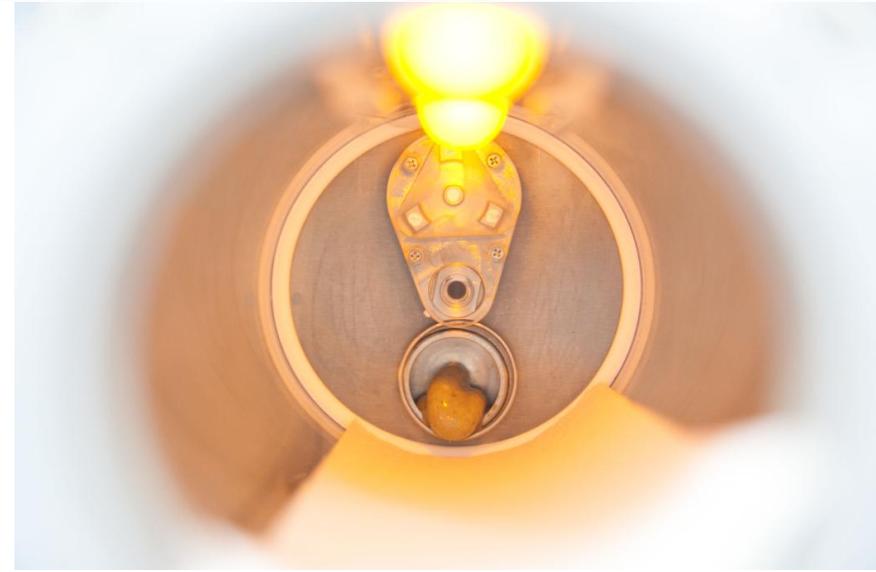
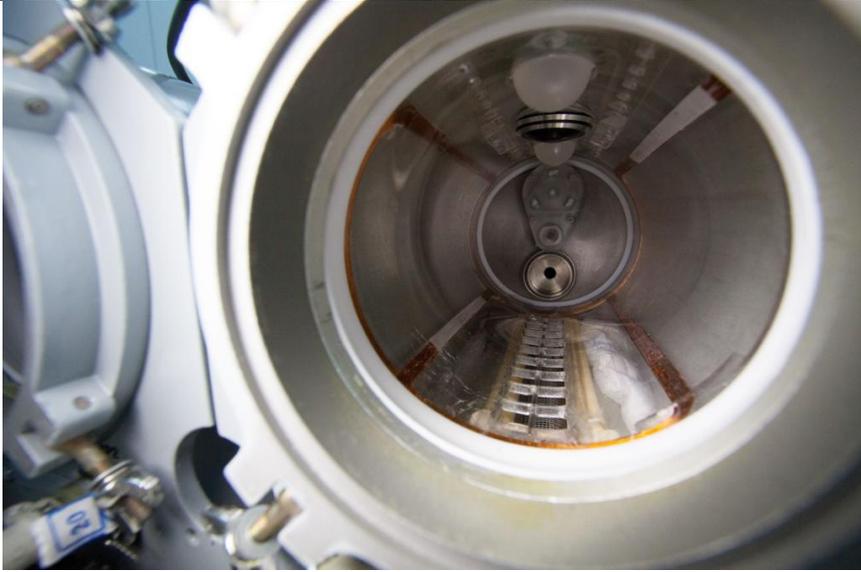


# Космодром «Байконур» - лаборатория, предназначенная для работ с мышами и снаряжения аппаратуры МЛЖ-01 (3 модуля с 15-ю мышами каждый)





# Космодром «Байконур» - лаборатория, предназначенная для работ с мышами и снаряжения аппаратуры МЛЖ-01 (3 модуля с 15-ю мышами каждый)





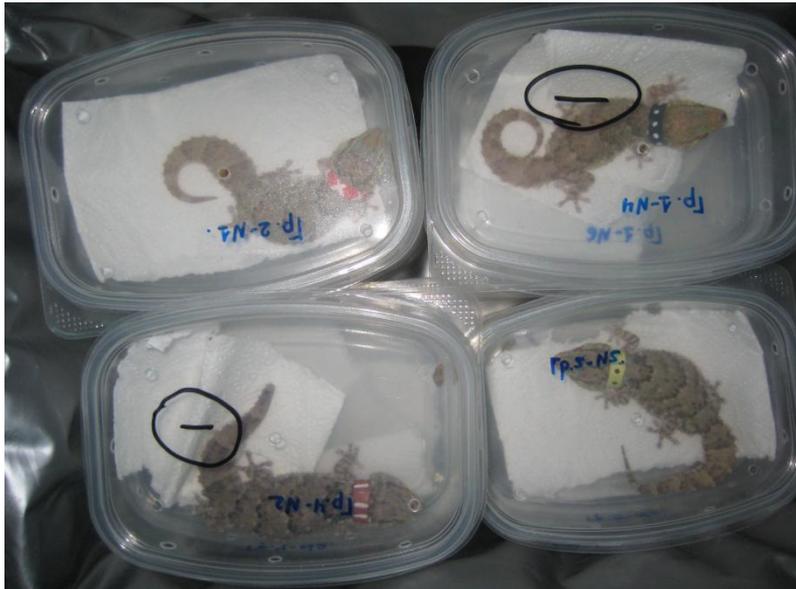
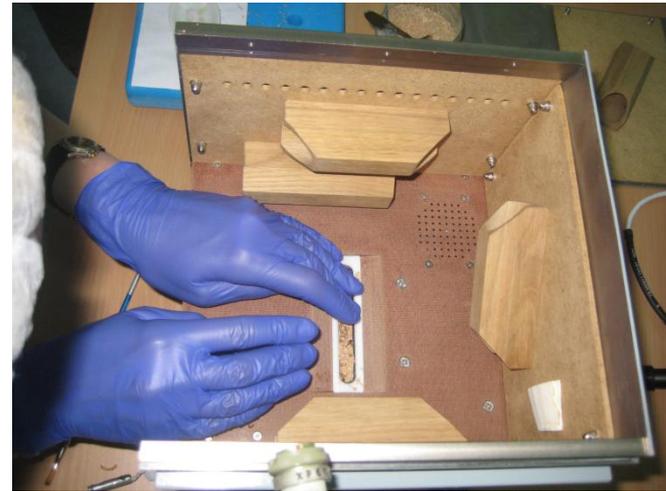
# Космодром «Байконур» - лаборатория, предназначенная для работ с мышами и снаряжения аппаратуры МЛЖ-01 (3 модуля с 15-ю мышами каждый)





# КОНТУР-БМ –эксперименты на монгольских песчанках









# ОМЕГАХАБ – проведение исследований с цикловыми рыбами в закрытой системе на основе фотосинтеза микроводорослей





# БИОКОНТ-Б – (7 контейнеров) - эксперименты по гравитационной биологии





# ФРАГМЕНТЕР – микробная утилизация целлюлозы



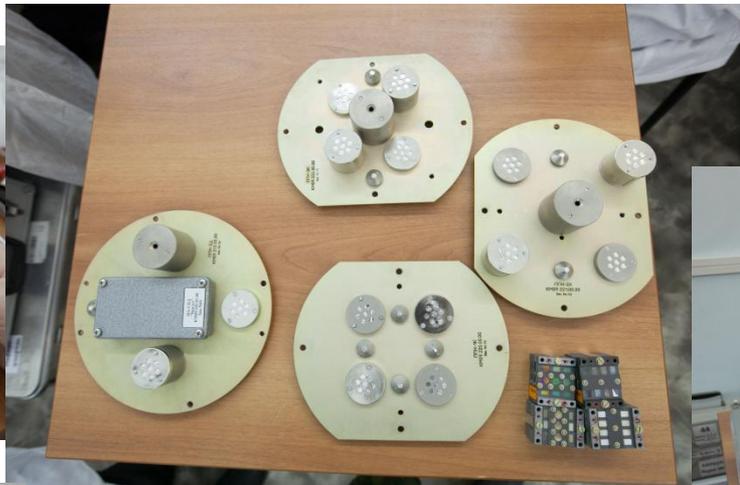
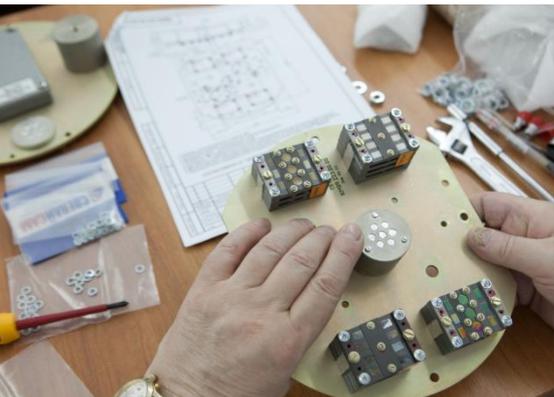


# БЕЛКА – эксперименты по выращиванию кристаллов белков методом жидкостной диффузии и диффузии из газовой среды





# ПШН – группа радиобиологических, радиационно-физических экспериментов



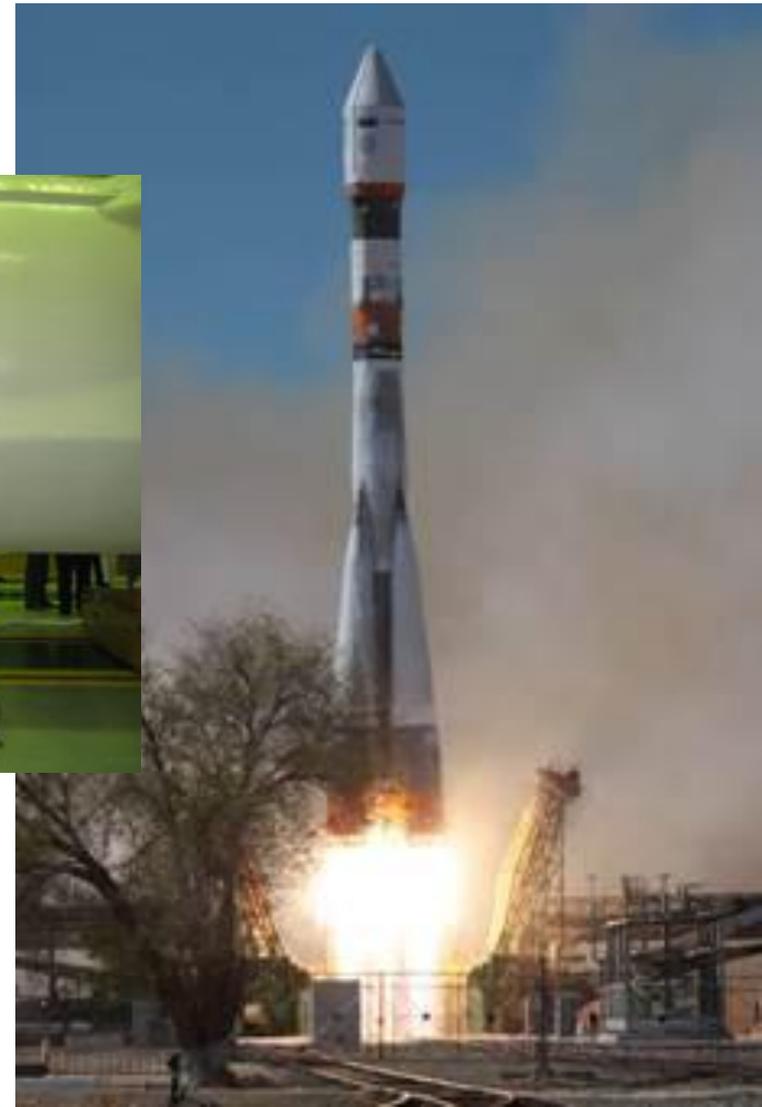


# МЕТЕОРИТ, ЭКЗОБИОФРОСТ, ЭКЗОМИКОЛОГИЯ, АБИОГЕНЕЗ – астробиологические и экзобиологические эксперименты





# Подготовка и старт ракетносителя СОЮЗ с космически аппаратом БИОН-М №1 (космодром «Байконур» 19 апреля 2013 г.)





# Начало пути к месту посадки (ИМБП – аэродром «Чкаловский» - г. Оренбург 16 мая 2013 г.)



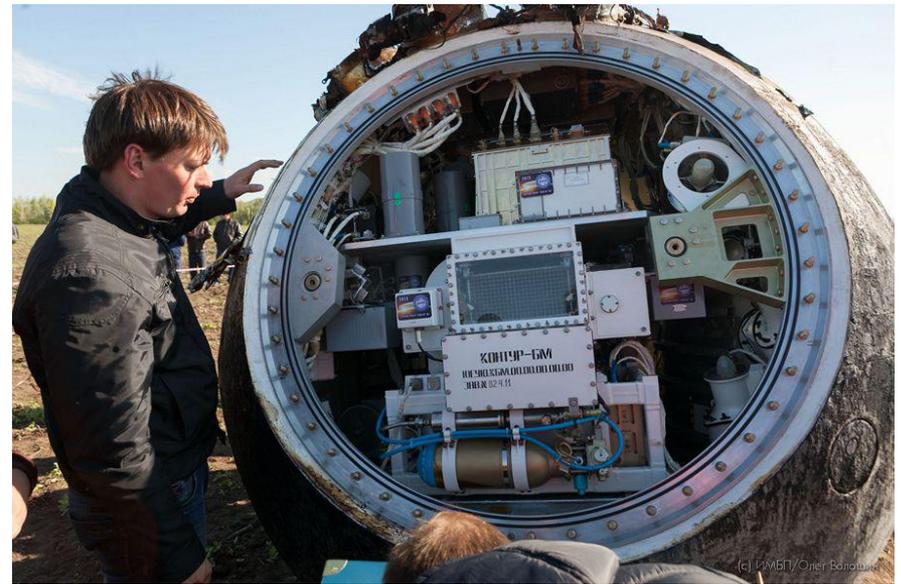


# Полет к месту посадки спускаемого аппарата БИОН-М №1 (19 мая 2013 г.)





# Начало работ по демонтажу научной аппаратуры





# Работы с аппаратурой ОМЕГАХЭБ

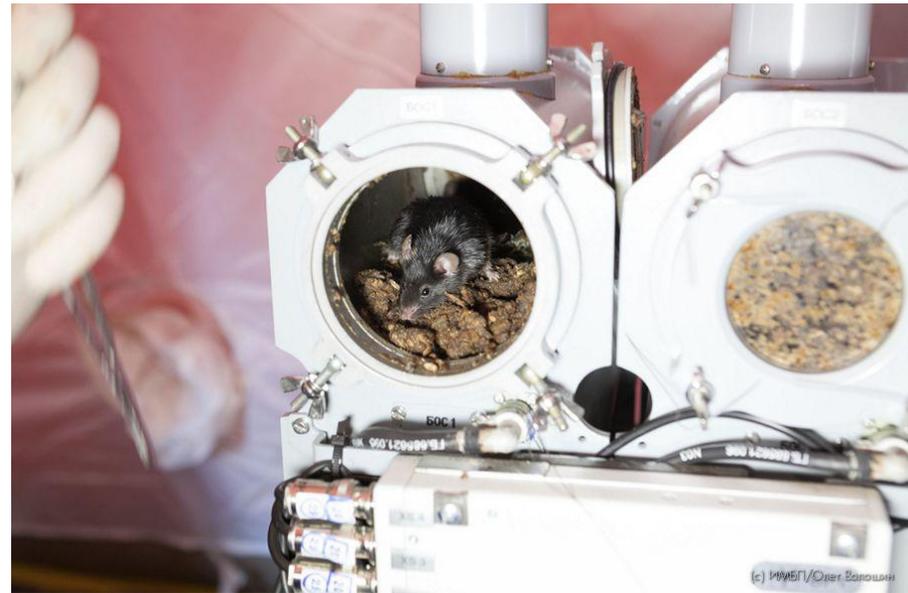


# Гекконы





# Мыши



# Мыши



# Снятие полезной нагрузки с внешней стороны спускаемого аппарата



# Снятие полезной нагрузки с внешней стороны спускаемого аппарата (эксперимент МЕТЕОРИТ)



# Возвращение в Москву с места посадки



(с) ИМБП/Олег Волошин



(с) ИМБП/Олег Волошин



(с) ИМБП/Олег Волошин



# Транспортировка мышей с аэродрома «Чкаловский» в ИМБП через 10 часов после посадки СА «БИОН-М» №1





# Работа в лабораториях ИМБП в ночь с 19 на 20 мая 2013 г. (начало работы в лабораториях ИМБП через 11 часов после посадки СА «БИОН-М» №1)



© ИМБП/Олег Волошин



© ИМБП/Олег Волошин



© ИМБП/Олег Волошин



© ИМБП/Олег Волошин



# Первые результаты



- **Впервые** получены данные об изменениях в регуляции тонуса сосудов различных сосудистых регионов, что свидетельствует о специфичности влияния факторов полета на кровотоки, адресованный различным тканям. Помимо этого, выявлены изменения в церебральных артериях, которыми можно объяснить увеличение скорости кровотока в сосудах головного мозга, которое наблюдали у космонавтов, и повышение внутричерепного давления, которым может обусловлено снижение остроты зрения у астронавтов.
- **Впервые** обнаружены существенные изменения экспрессии генов скорость-лимитирующих ферментов основной системы белкового распада (убиквитин-протеасомного механизма) в скелетных мышцах, а также изменения экспрессии генов изоформ тяжелых цепей миозина.
- **Впервые** показано, что для восстановления позно-тонических мышц требуется гораздо более длительное время, чем для локомоторных мышц.
- **Впервые** выполнен эксперимент по изучению структуры и функции позвоночника после 30-суточного полета. Кроме того, биоматериал, полученный у мышей полетной группы, позволит провести исследование роста в условиях невесомости костей, не несущих весовой нагрузки, на примере костей черепа.
- **Впервые** удалось визуализировать ленточный синапс эпителия утрикулуса животных, экспонированных в невесомости в течение 30 дней. Эти исследования позволят получить важнейшие данные о способности внутреннего уха к адаптации (например, сенсорному обучению) в условиях полета большой продолжительности.
- **Впервые** получены данные о влиянии 30-суточной невесомости на зону сочленения сухожилия и кости. В частности, изучены структурные, биомеханические и молекулярные изменения ротаторной манжеты и голеностопа.
- **Впервые** получены данные о воздействии 30-суточной невесомости на экспрессию генов и содержание белков в хрящевой ткани суставов;
- Впервые выполнен эксперимент по исследованию подвижности спермы, развитие которой проходило в условиях космического полета. Он также явился первым экспериментом, целью которого было установить, происходит ли в длительном космическом полете усиление нестабильности генома мужских половых клеток.
- **Впервые** показано, что пребывание животных в невесомости приводит к изменениям экспрессии катехоламинов, регулирующих адренэргические рецепторы, опосредующие продукцию секреторных белков в слюнных железах, что указывает на появление признаков организменных стресс-реакций в слюне. Идентификация в слюне биомаркеров таких реакций составит основу биохимического теста в клинике и в условиях космического полета.

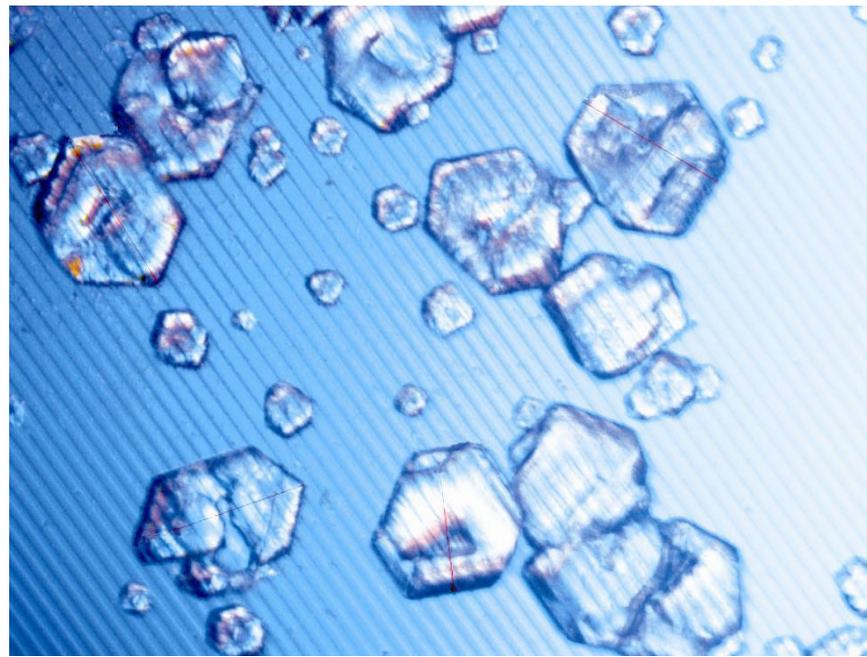
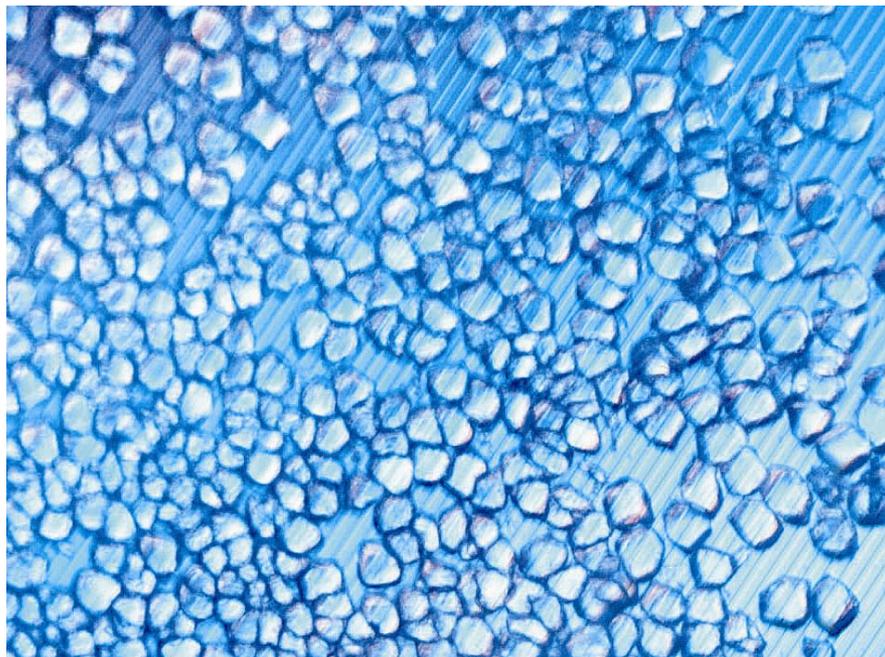


## Экзобиология

- Современные тундровые кольподы более устойчивы к воздействию условий космоса, чем ископаемые представители.
- Штаммы *Colpoda steinii* оказались более устойчивыми к условиям полета, чем штамм *Exocolpoda augustini*.

## Биотехнология

Количество выращенных в космосе кристаллов значительно превосходит количество, выращенных в ходе проведения параллельного наземного эксперимента. Особенно впечатляют результаты эксперимента по получению кристаллов глюкозоизомеразы методом диффузии из газовой фазы, получение которых на Земле связано с большими трудностями.





**Спасибо за  
внимание**