

ГНЦ РФ – ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РАН
SSC RF – INSTITUTE OF BIOMEDICAL PROBLEMS OF RAS



Научный проект «Бион-М» №1

Science project
«Bion-M» №1



40 лет
полета первого
биоспутника
серии «Бион»
(«Космос-605»)

40 years
from the flight
of the first biosatellite
«Bion» («Cosmos-605»)

Москва
2013 год
Moscow, 2013

О проекте «Бион-М»

В XXI столетии научно-технический прогресс вплотную приближает нас к все более полному познанию фундаментальных основ материального мира, в том числе и познанию живой материи. Освоение космического пространства открывает новые возможности для исследования механизмов, лежащих в основе эволюции и функционирования живых систем. Это позволяет по-новому рассматривать представления о происхождении и эволюции жизни во Вселенной, о существовании и адаптации организмов в агрессивной среде обитания, о роли гравитационных механизмов в функционировании всех основных физиологических систем многоклеточных организмов.

В период, когда в нашей стране начались работы по созданию долговременных орбитальных станций, был накоплен лишь незначительный материал о действии факторов космического полета, прежде всего невесомости, на структуру и функцию различных тканей, органов и физиологических систем организма. В то же время разработчики космической техники требовали от медиков и биологов научных обоснований возможности длительных космических полетов человека. Учитывая необходимость комплексного подхода к решению данной проблемы, ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли 13 января 1970 г. Постановление о проведении биологических исследований в полетах специализированных спутников «Бион» для решения задач медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов различной продолжительности и различного назначения. При этом на Институт медико-биологических проблем (ИМБП) была возложена ответственность за разработку и реализацию программ научных исследований и разработку биолого-технических требований к бортовой научной аппаратуре. Первый запуск спутника серии «БИОН» («Космос-605») был осуществлен 31.10.1973 г.

В дальнейшем к исследованиям в полетах биоспутников в рамках программы «Интеркосмос» присоединились специалисты Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии и Чехословакии, а также ученые из США, Франции, Германии, Голландии, Канады, Китая.

К настоящему времени в космос успешно запущено 11 биоспутников «Бион», именуемых в научной лите-

ратуре как биоспутники «Космос», «Биокосмос» или просто «Бион», а также два космических аппарата (КА) типа «Фотон-М», где также были проведены биологические эксперименты (см. табл.).

Таким образом, в полетах продолжительностью от 5 до 21,5 суток были проведены исследования на культурах клеток и тканей, одноклеточных организмах, насекомых, рыбах, амфибиях, рептилиях, яйцах птиц и таких млекопитающих, как крысы линии Вистар и обезьяны макаки-резусы. Основными задачами исследований являлись изучение биологических эффектов невесомости, искусственной силы тяжести и комбинированного действия невесомости и ионизирующей радиации в больших дозах. Полученные результаты внесли большой вклад не только в науку о жизни, но и в решение практических задач медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов.

Применительно к будущим полетам экипажей на Луну и Марс становятся актуальными такие нерешенные проблемы, как биологические эффекты лунной и марсианской силы тяжести, биологические последствия комбинированного воздействия невесомости и длительного облучения ионизирующей радиацией, создание перспективных средств профилактики неблагоприятного влияния факторов полета на различные физиологические системы организма.



Общая характеристика полетов автоматических космических биоспутников

Год запуска	Биоспутник	Биологические объекты	Орбита		Длительность полета (сут.)
			Апогей, км	Перигей, км	
1973	«Бион-1» («Космос-605»)	Крысы, черепахи, дрозофилы, мучной хрущак, грибы, микроорганизмы.	424	214	21,5
1974	«Бион-2» («Космос-690»)	Крысы, черепахи, дрозофилы, проростки, микроорганизмы, семена.	389	223	20,5
1975	«Бион-3» («Космос-782»)	Крысы, черепахи, рыбы, дрозофилы, культуры клеток, проростки, яйца ракообразных, семена, грибы.	405	227	19,5
1977	«Бион-4» («Космос-936»)	Крысы, дрозофилы, проростки, грибы.	419	224	18,5
1979	«Бион-5» («Космос-1129»)	Крысы, дрозофилы, яйца птиц, грибы, культуры клеток.	406	226	18,5
1983	«Бион-6» («Космос-1514»)	Обезьяны, крысы, рыбы, проростки, растения.	288	226	5
1985	«Бион-7» («Космос-1667»)	Обезьяны, крысы, растения, культуры клеток, простейшие, семена.	297	222	6,9
1987	«Бион-8» («Космос-1887»)	Обезьяны, крысы, рыбы, насекомые, простейшие, земноводные, черви.	406	224	13
1989	«Бион-9» («Космос-2044»)	Обезьяны, крысы, рыбы, насекомые, культуры клеток, простейшие, земноводные, проростки, растения, семена.	294	216	14
1992	«Бион-10» («Космос-2229»)	Обезьяны, земноводные, проростки, культуры клеток, проростки, растения, семена.	372	216	12
1996	«Бион-11»	Обезьяны, земноводные, простейшие, проростки, растения.	375	217	15
2005	«Фотон-М» № 2	Микроорганизмы, амфибии, рептилии, тритоны, ящерицы, улитки.	302	261	16
2007	«Фотон-М» № 3	Песчанки, микроорганизмы, тритоны, ящерицы, улитки.	304	262	12

About the «Bion-M» project

Advances in science and technology of the 21st century bring us closer to profound understanding of the foundations of matter, including living matter. Space exploration provides new opportunities for exploring novel concepts of the origin and evolution of life in the Universe, for elucidating intricate mechanisms underlying the structure and function of living systems, for studying their adaptation to inhospitable environments, and for understanding the crucial role gravity plays in the activities of various organisms.

At the time, when the USSR initiated the development of orbital space stations, the information concerning potentially deleterious effects of spaceflight factors, particularly microgravity, on the structure and function of various organs, tissues and physiological systems was limited. Nonetheless, spacecraft designers needed scientifically justified data demonstrating that humans would be able to perform long-duration space missions. Realizing that the problems could be solved through a multi-disciplinary approach, the USSR Communist Party Central Committee and Council of Ministers decreed, on January 13, 1970, that a series of dedicated Bion satellites be manufactured and flown in order to carry out biological investigations, which would contribute to the medical support of manned space missions of different duration. The Institute of Biomedical Problems (IMBP) was made responsible for the development and implementation of research programs as well as the development of specifications for the science research equipment. The first satellite of the Bion series (Cosmos-605) was launched on October 31, 1973.

Dozens of Soviet agencies were invited to participate in the Bion project implementation and hardware development. Within the framework of the Interkosmos program, scientists from Bulgaria, Hungary, GDR, Poland, Rumania and Czechoslovakia joined the project; cooperation was then expanded to include the participation of the USA, France, Germany, the Netherlands, Canada and China.

Altogether 11 biosatellites of the Bion series were successfully flown. In the pertinent publications they were referred to as Cosmos, Biocosmos or Bion space missions. They were followed by two flights of the Foton-M spacecraft that also carried biological experiments (see Table).

Biosatellite flights of 5 to 22.5 days in duration made it possible to carry out experiments on cell cultures, tissues,

unicellular organisms, insects, fish, amphibians, reptiles, avian eggs, as well as mammals, viz., Wistar rats and rhesus monkeys. The major objective of the investigations was to study biological effects of microgravity, artificial gravity, and microgravity combined with high doses of ionizing radiation. The experimental results made important contributions not only into life sciences but also into medical support of manned space missions.

When discussing manned missions to the Moon and to Mars, particular attention should be given to such open issues as biological effects of the altered gravity on the Moon and Mars, combined effects of microgravity and chronic exposure to ionizing radiation, as well as development of efficient countermeasures against adverse effects of long-duration space missions.



Bion Flight Experiments: Specimens and Goals and Flight Information

Launch year	Biosatellite	Specimens Flown	Orbit		Flight duration, days
			Apogee, km	Perigee, km	
1973	Bion-1 (Cosmos-605)	Rats, reptiles, insects, bacteria, seedlings and plants.	424	214	21,5
1974	Bion-2 (Cosmos -690)	Rats, insects, seedlings and plants.	389	223	20,5
1975	Bion-3 (Cosmos-782)	Rats, insects, unicellular organisms, fish eggs, cell and tissue cultures, seedlings and plants.	405	227	19,5
1977	Bion-4 (Cosmos-936)	Rats, insects, seedlings and plants.	419	224	18,5
1979	Bion-5 (Cosmos-1129)	Rats, insects, unicellular organisms, avian eggs, cell and tissue cultures, seedlings and plants.	406	226	18,5
1983	Bion-6 (Cosmos-1514)	Rhesus monkeys, rats, fish, seedlings and plants.	288	226	5
1985	Bion-7 (Cosmos-1667)	Rhesus monkeys, rats, fish, seedlings and plants.	297	222	6,9
1987	Bion-8 (Cosmos-1887)	Rhesus monkeys, rats, amphibians, insects, worms, cell and tissue cultures, seeds, seedlings and plants	406	224	13
1989	Bion-9 (Cosmos-2044)	Rhesus monkeys, rats, amphibians, insects, unicellular organisms, cell and tissue cultures, seeds, seedlings and plants.	294	216	14
1992	Bion-10 (Cosmos-2229)	Rhesus monkeys, amphibians, insects, unicellular organisms, cell and tissue cultures, seeds, seedlings and plants.	372	216	12
1996	Bion-11	Rhesus monkeys, amphibians, insects, unicellular organisms, seedlings and plants.	375	217	15
2005	Foton-M №2	Geckos, newts, snails, microorganisms, unicellular organisms.	302	261	16
2007	Foton-M №3	Gerbils, geckos, newts, snails, microorganisms.	304	262	12

Общая характеристика космического аппарата «Бион-М» № 1

Космический аппарат «Бион-М» имеет ряд принципиальных отличий от предшественников, что позволяет назвать его аппаратом нового поколения. В его состав включены:

- система электропитания с использованием солнечных батарей, что позволит повысить энергопотребление как обеспечивающей, так и научной аппаратуры и тем самым увеличить срок службы КА на орбите;
- модернизированная конструкция приборно-агрегатного отсека с жидкостным двигателем многоразового использования, что даст возможность вывести КА на более высокие орбиты;
- новая система обеспечения жизнедеятельности, основанная на использовании запаса кислорода в баллонах высокого давления.

Полет КА будет проходить в режиме постоянной солнечной ориентации.

Сбор, преобразование, запоминание и передача на наземные приёмные средства значений телеметрических параметров научной аппаратуры осуществляется радиотелеметрической системой (РТС) КА в следующих режимах:

- в режиме непосредственной передачи телеметрической информации – не реже 1 раза в сутки;
- в режиме воспроизведения – не реже 1 раза в сутки (передача информации, зарегистрированной в режиме дискретной записи и записи по запросу НА МЛЖ-01).

Система обеспечения жизнедеятельности (СОЖ) КА «Бион-М» № 1 обеспечивает поддержание газового состава и влажностного режима:

- парциальное давление кислорода – от 18,7 до 24,0 кПа (от 140 до 180 мм рт. ст.) при среднесуточном потреблении кислорода животными до 175 литров при нормальных условиях;
- парциальное давление углекислого газа не более 1 кПа (7 мм рт. ст.) при его среднесуточном выделении животными, не превышающем 149 литров при нормальных условиях;

- относительная влажность газовой среды – от 40 до 70 % (при температуре 20 °С и давлении 760 мм рт.ст.);
- сбор и хранение конденсата (суммарное выделение влаги животными не более 500,0 г/сут);
- температура внутри СА – 22-25 °С.

СОЖ обеспечивает поглощение из газовой среды вредных газообразных примесей до уровней предельно допустимых концентраций для пилотируемых КА.

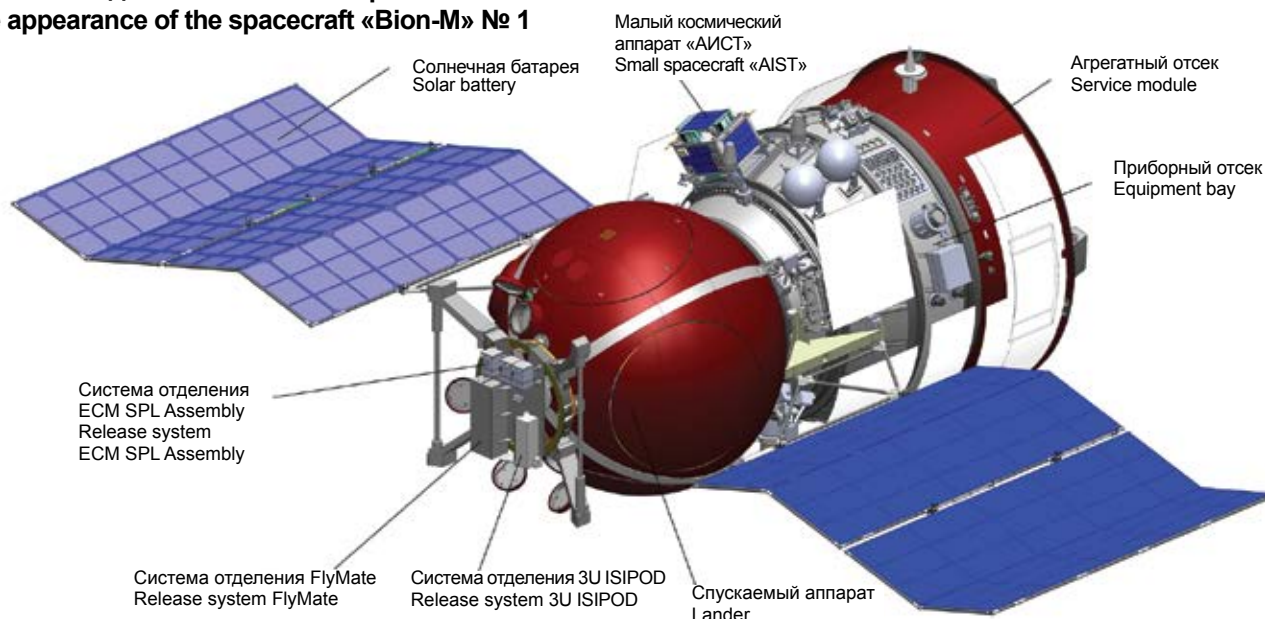
Технические характеристики космического аппарата «Бион-М» № 1

Характеристики	Значение
Параметры рабочих орбит:	
- околокруговая со средней высотой	575 км
- наклонение плоскости орбиты	64,9 град.
Масса космического аппарата	6440-6840 кг
Масса научной аппаратуры:	
- внутри спускаемого аппарата	до 650 кг
- снаружи космического аппарата	до 250 кг
Среднесуточное энергопотребление:	
- обеспечивающей аппаратуры	не более 550 Вт
- научной аппаратуры	не более 450 Вт
Ракета-носитель	«Союз-2»
Срок активного существования	до 30 суток
Космодром запуска	Байконур
Доставка научной информации на Землю:	<ul style="list-style-type: none"> - по телеметрическим каналам на приёмные станции, расположенные на территории России; - в спускаемом аппарате с использованием системы «мягкой» посадки

Разработчиком и изготовителем ракетно-космического комплекса «Бион-М» является Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс»

Внешний вид космического аппарата «Бион-М» № 1

The appearance of the spacecraft «Bion-M» № 1



«Bion-M» № 1 Spacecraft

«Bion-M» № 1 is characterized by a number of features that make it superior to its predecessors, due to which it can be viewed as a new generation spacecraft. It is equipped with:

- Solar cell panels as a power source which will allow greater power consumption by support and science payloads and, consequently, increased flight duration;
- Modernized service module equipped with a multiple-use liquid engine which will make it possible to launch the spacecraft to higher-altitude orbits;
- New life support system, which will operate using high-pressure oxygen tanks.

Throughout the entire flight the spacecraft will be oriented towards the Sun.

Scientific data from the payloads will be collected, converted, stored, and a daily summary downlinked to the ground receiving stations by the radiotelemetric system:

- Health status summary data for both equipment and animals at least once a day;
- Detailed animal health information will be available at least once a day (data transferred upon request).

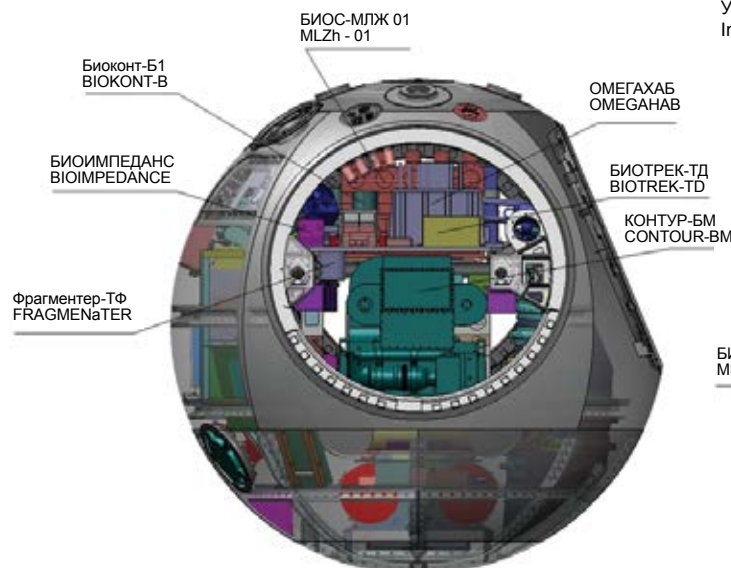
The life support system will maintain the following environmental parameters:

- pO_2 within 18.7-24.0 kPa (140-180 mm Hg), assuming the animals will consume up to 175 liter of O_2 per day;
- pCO_2 not higher than 1 kPa (7 mm Hg), assuming the animals will produce no more than 149 liter of CO_2 per day;
- relative humidity within 40-70% (at 20 °C and 760 mm Hg);
- moisture capture and storage, assuming the animals will produce no more than 500.0 g/day;
- temperature within 22-25 °C.

The life support system will have the capability to scrub air contaminants, reducing them to maximally allowable concentrations.

The «Bion-M» launcher and spacecraft are designed and manufactured by the State Scientific-Manufacturing Space Rocketry Center "CSDB-Progress".

Расположение научной аппаратуры внутри спутника The location scientific equipment inside the satellite

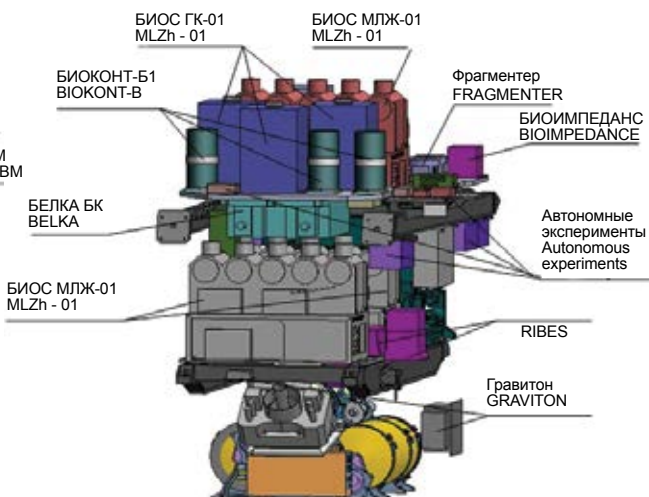


«Bion-M» № 1 Specifications

Parameter	
Orbit	
- Near-circular with an altitude of	575 km
- Inclination	64,9 deg
Spacecraft mass	6440-6840 kg
Payload mass:	
- Inside the recovery capsule	Up to 650 kg
- Outside the recovery capsule	Up to 250 kg
Average power consumption:	
- Support equipment	No more than 550 W/day
- Science hardware	No more than 450 W/day
Rocket-carrier	«Soyuz-2»
Flight duration	Up to 30 days
Launch site	Cosmodrome Baikonur
Data downlink	Telemetric channels to the receiving stations within Russia
	In the recovery capsule equipped with a soft landing system



Установка научной аппаратуры в космический аппарат «Бион-М» № 1
Installation of the scientific equipment into the space vehicle «Bion-M» № 1



Научная программа

Научная программа по проекту «Бион-М» состоит из 4 частей. Первая часть посвящена экспериментальным исследованиям по гравитационной физиологии на животных в интересах разработки фундаментальных основ создания новых технологий обеспечения жизнедеятельности человека в условиях невесомости. Вторая часть посвящена исследованиям влияния факторов космического полета и открытого космического пространства на биологию микроорганизмов и растений, а также их сообществ, что позволит выйти на общие закономерности функционирования жизни во Вселенной. Третья часть включает биотехнологические эксперименты. Четвертая часть представляет собой комплекс радиобиологических и дозиметрических экспериментов, необходимых для решения задач обеспечения радиационной безопасности новых космических пилотируемых аппаратов.

ЧАСТЬ I

Эксперименты по гравитационной физиологии животных

Программа исследований разработана с учетом приоритетов российской науки, предложений иностранных партнеров по совместным исследованиям и утверждена Советом Российской академии наук по космосу. Основная целевая установка исследований заключается в анализе механизмов восприятия гравитационного стимула, путей передачи и обработки полученной информации и закономерностей структурно-функциональных изменений исполнительных структур на уровне экспрессии генов, посттрансляционных модификаций белковых молекул и их функционирования в целостном организме млекопитающего.

Выполнение этой целевой установки требует использования новых подходов к выбору биологических объектов для такого полета. В настоящее время для корректной и наиболее полной реализации методов молекулярной и клеточной биологии необходимо животное с хорошо изученным и секвенированным геномом, с достаточно проанализированным составом белков (протеомом). При этом должна быть высокая сингенность изучаемых экспериментальных популяций (линейность). Одновременно биологический вид по своим физиологическим данным (особенности поведения, двигательной активности и питания) должен удовлетворять минимальным требованиям современной технологии обеспечения жизнедеятельности. Наиболее близки к такому идеалу лабораторные мыши *Mus musculus* линии C57black/6. В миро-

вой науке уже накоплен некоторый положительный опыт космических экспериментов с мышами линии C57black/6.

Задачи исследований на мышах в полете космического аппарата «Бион-М» № 1 сводятся к следующим:

- Продолжить исследования физиологических адаптаций к условиям длительного космического полета (до 30 суток), сосредоточивая внимание на генных и молекулярных механизмах гравирецепции в различных физиологических системах.
- Исследовать клеточные и молекулярные изменения в различных органах и тканях, включая изменения внутриклеточных сигнальных механизмов, изменения паттерна экспрессии генов и посттрансляционной модификации белков после длительного космического полета с применением новейших технологий.
- Сосредоточить внимание на исследовании молекулярно-биологических и физиологических основ поведения и двигательной активности животных с целью выявления возможных механизмов двигательных нарушений в условиях невесомости.
- Сопоставить изменения молекулярно-биологических параметров в условиях космического полета с изменениями поведения и функционального состояния животных в начальный период реадaptации.
- Выявить изменения регенераторных систем организма в условиях невесомости.

На борту биоспутника будет находиться 45 мышей. Все они размещаются в трех комплектах научной аппаратуры МЛЖ-01 по три мыши в каждой отдельной клетке. Во время полета в клетках будет обеспечиваться световой режим: 12 часов – день, 12 часов – ночь. Шесть раз в сутки в кормушки будет закачиваться пастообразный корм, приготовленный из зерновых продуктов с добавлением витаминов, минералов и воды. Круглосуточно с интервалом в среднем 2 часа будет вестись видеорегистрация поведения животных. У пяти мышей на протяжении всего полета будет непрерывно регистрироваться артериальное давление.

Другим объектом физиологических исследований на животных являются монгольские песчанки *Meriones mongolicus*. По сравнению с крысами и особенно с мышами они не столь требовательны к условиям содержания: могут длительное время обходиться без питьевой воды, невелики по размерам (масса половозрелой песчанки составляет 40–50 г), что позволяет упростить системы содержания и жизнеобеспечения животных и уменьшить массу и объем этих систем. Песчанка является хорошим объектом при проведении морфологических исследований, исследований водно-солевого обмена, физиологических исследований рецепторных систем и др. В свете вышесказанного представляется,



The scientific research program

The scientific research program consists of four parts. Part I will be dedicated to the study of animal physiology to facilitate the development of advanced systems of human support in microgravity. Part II will focus on the study of the effects of the space environment on microbes and plants as well as their biocenoses with hope that this approach will help gain better insight into the origin and evolution of life in the Universe. Part III will be related to biotechnological experiments. Part IV will encompass radiation biology and dosimetry experiments aimed at providing radiation safety of advanced space platforms.

PART I Investigations of animal physiology in microgravity

The research program has been developed to incorporate proposals by Russian scientists as well as international partners. It has been reviewed and approved by the Russian Academy of Sciences Cosmos Council. The major objective of the investigations is to decipher the mechanisms of gravity perception, pathways of signal processing and transfer as well as changes in the structure and function of executive organs at the level of gene expression, post-translational protein modifications, and their manifestations in the mammalian organism as a whole.

This objective can be reached through the use of an adequate animal model. In other words, molecular and cellular biology methods can be best applied to the animals whose genome and proteome are described in detail and whose populations prove to be highly syngeneic. In addition, existing life support systems need to be able to sustain the experimental animals with respect to their behavioral patterns, motor activity and nutrition requirements. Laboratory mice *Mus musculus* C57Bl/6 seem to be close

to the optimal choice. Moreover, C57Bl/6 mice have been successfully used in a few space biology experiments.

The goals of «Bion-M» № 1 experiments on mice can be formulated as follows:

- To continue studies of physiological adaptations to long-duration spaceflight effects (up to 30 days), concentrating on gene and molecular mechanisms of graviperception of various physiological systems;
- To investigate cellular and molecular changes in various tissues and organs, including changes in intracellular signaling pathways, patterns of gene expression and post-translational protein modifications after long-duration space flight using advanced research technologies;
- To focus on molecular-biological and physiological foundations of animal behavior and motor activity with the purpose of identifying potential mechanisms of motor disorders in microgravity;
- To compare molecular-biological changes in real flight with behavioral and functional changes at an acute stage of animal readaptation to Earth's gravity;
- To study regenerative systems in microgravity.

«Bion-M» № 1 will carry 45 mice located in three habitats (MLZh-01), i.e., 15 specimens per habitat, each containing five cages with three animals per cage. During flight the 12 hour/12 hour day/night cycle will be maintained. Paste-like diet made of cereals and enriched with vitamins, minerals and water will be pumped 6 times a day into food bowls placed in each cage. Video recordings of animals will be made every 2 hours. In addition, blood pressure will be recorded in 5 mice.

«Bion-M» № 1 will also carry 8 Mongolian gerbils *Meriones unguiculatus*. In comparison with rats and mice, gerbils are more resistant to unfavorable environments and can long survive without water; their small size (an adult specimen weighs about 40-50 g) enables them to be housed in a habitat of lower mass and dimensions. In summary, gerbils may serve as suitable specimens for morphological, metabolic,



Научная аппаратура для изучения песчанок «КОНТУР-БМ»
Scientific equipment for studying gerbils "Counter-BM"

что использование песчанок в полетных экспериментах вполне оправданно. В 12-суточном эксперименте на борту КА «Фотон-М» № 3 было исследовано влияние невесомости на структуру и функцию органов и тканей монгольской песчанки. Получены и опубликованы уникальные материалы, свидетельствующие о большом значении специфики изменений водно-солевого обмена в организме в развитии гравитационно-зависимых изменений в других органах и тканях. Понятно, что в интересах космической медицины необходимо получить данные о зависимости выраженности изменений в организме от длительности полета. Предполагается, что эта задача будет решена в полетном эксперименте длительностью до 30 суток путем сравнения результатов исследований с теми, что были получены в эксперименте с песчанками после 12-суточного полета на КА «Фотон-М» № 3.

Наряду с этим, в эксперименте с монгольскими песчанками в проекте «Бион-М» № 1 планируется также решить следующие задачи:

- Продолжить исследования механизмов развития изменений структуры и функции органов и тканей с использованием традиционных экспериментальных методов и методов, основанных на новейших исследовательских технологиях.
- Проанализировать особенности структурно-функциональных изменений системы водно-солевого обмена у песчанок в условиях 30-суточного космического полета и сопоставить полученные данные с результатами исследований в 12-суточном полете спутника «Фотон-М» № 3 с целью выяснения зависимости возникающих изменений от длительности полета.
- Сопоставить выраженность изменений в органах и тканях под влиянием невесомости у песчанок и крыс (по данным предыдущих исследований на биоспутниках серии «Бион») и, с учетом особенностей водно-солевого обмена в организме песчанок, проанализировать значение специфики водно-солевого обмена в адаптационных процессах в других физиологических системах.

В полете биоспутника «Бион-М» № 1 песчанки в количестве 8 голов будут размещены в научной аппаратуре «Контур-БМ», которая представляет собой герметичный модуль с автономной системой жизнеобеспечения. Световой режим в клетке с животными – 12 часов – день, 12 часов – ночь. Для кормления животных изготовлены брикеты, содержащие зерновые культуры, овощи, фрукты и другие добавки, включая воду. В дневное время суток будет проводиться видеорегистрация поведения животных.

Обширная программа исследований морфофункциональных адаптаций к условиям невесомости будет также реализована на ящерицах-гекконах *Chondrodactylus turneri* Gray. Малые размеры, выносливость и относительная неприхотливость к условиям содержания делает гекконов привлекательным объектом исследований в космических полетах. Особенность гекконов состоит в том, что они в условиях невесомости, как показали эксперименты в полете КА «Фотон-М» № 3, могут сохранять естественное положение в пространстве благодаря способности прикрепляться лапами к любой поверхности независимо от вектора силы тяжести.

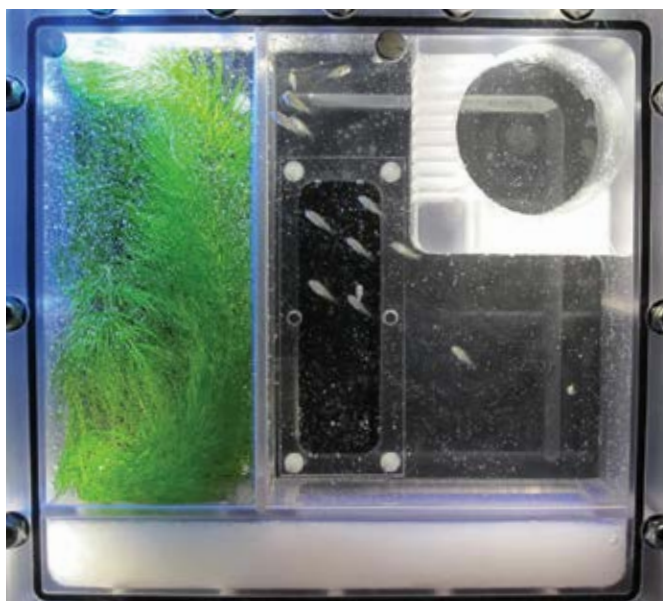
В полете гекконы будут находиться по 5 особей в трех контейнерах, входящих в состав аппаратуры МЛЖ-01. В контейнерах будет поддерживаться оптимальный температурно-влажностный режим, освещение день –

ночь, автоматическое кормление и видеосъемка поведения животных.

С целью выявления изменений гравичувствительности организма в целом, отдельных нервных волокон и рецепторов в экспериментах на биоспутнике «Бион-М» № 1 будут использованы виноградные улитки *Helix pomatia* Linnaeus – классические объекты для исследований поведения и возбудимости гравирецепторов статоциста (аналог вестибулярного аппарата). В полете улитки будут находиться в двух вентилируемых контейнерах ББ-1М. Поведенческие тесты с регистрацией электрофизиологических показателей реакции статоциста на изменение положения тела улитки в пространстве будут проводиться в период реадaptации после окончания полета.



Геккон и контейнер для их пребывания в космосе (в составе научной аппаратуры МЛЖ-01)
Gecko and container for their staying in space (is a part of the scientific equipment MLZH-01)



Космический аквариум для эксперимента «Омегахаб».
Space aquarium for the experiment "Megahab".

physiological and other investigations. It is therefore believed that gerbils housed in adequate habitats can be successfully used in spaceflight experiments. Studies of the structure and function of various organs and tissues of gerbils flown on Foton-M3 for 12 days produced important data, which showed that water-electrolyte changes could impact gravity-dependent modifications in other systems. Obviously, it is important to understand whether the changes seen will vary as a function of flight duration. This is why it will be of great importance to compare the findings from the 30-day and the 12-day experiment.

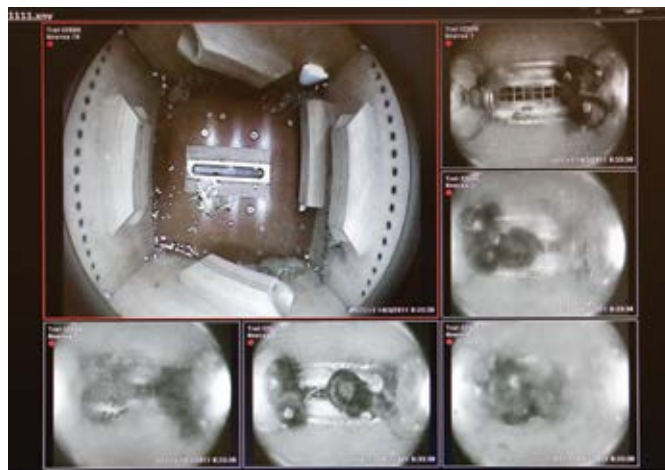
The objectives of the «Bion-M» № 1 experiment on Mongolian gerbils will be as follows:

- To continue studies of chronic changes in the structure and function of organs and tissues using both traditional methods as well as novel advanced techniques;
- To identify water-electrolyte changes after the 30-day flight in comparison with those seen after the 12-day flight;
- To compare microgravity-related changes in gerbils and rats (observed in previous Bion flights); considering gerbil specific metabolism, to examine the effect of water-electrolyte changes upon other physiological systems.

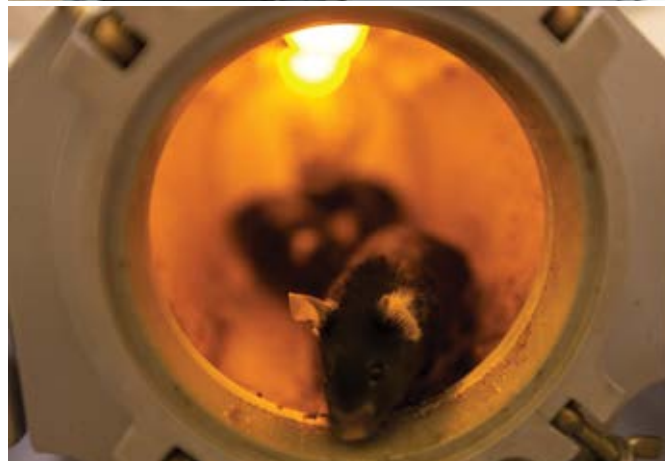
The gerbils will be housed in an enclosed Kontur-BM habitat equipped with its own life support system. During flight the 12 hour/12 hour day/night cycle will be maintained. The animals will be provided with food bars made of cereals, vegetables, fruit and other supplements, including water. Video recordings will be performed during the daytime.

Study of structural and functional adaptations to the effects of microgravity will also be conducted on lizards, i.e. geckos *Chondrodactylus turneri* Gray. Foton-M3 experiments showed that geckos could remain adhered to the walls of their habitat in microgravity, which together with their small size and moderate environmental requirements make them suitable for space biology studies. «Bion-M» № 1 will carry 3 habitats each containing 5 specimens, in which adequate temperature, humidity, lighting and food supply will be maintained.

«Bion-M» № 1 will also carry two BB-1M units containing snails *Helix pomatia* Linnaeus that are classical specimens used to study the statocyst, a balance sensory receptor which is an analog of the vestibular apparatus in mammals. Snail behavioral tests and electrophysiological responses of the statocyst to changes in the spatial position of the specimens will be performed after flight.



Научная установка «Омегахаб», общий вид.
Scientific plant «Omegahab», general view.



Научная аппаратура для изучения мышей «БИОС МЛЖ 01»
Scientific equipment for studying mice «BIOS MLZH 01»

ЧАСТЬ II. Биологические исследования на микроорганизмах и растениях

В последние годы в космической биологии основное внимание уделяется исследованию механизмов структурно-функциональных изменений на клеточном и молекулярном уровнях, возникающих в условиях невесомости. Интенсификации таких исследований способствует появление современных методов молекулярной биологии, позволяющих идентифицировать гены в различных клетках и изучать модификацию их экспрессии в результате влияния факторов полета. Разработанная программа предусматривает проведение экспериментов с культурами микроорганизмов и микробными ассоциациями, а также с высшими растениями на генетическом и молекулярном уровнях для решения задач планетарного карантина, астробиологии, космической биологии и биотехнологии, регенеративных систем жизнеобеспечения.

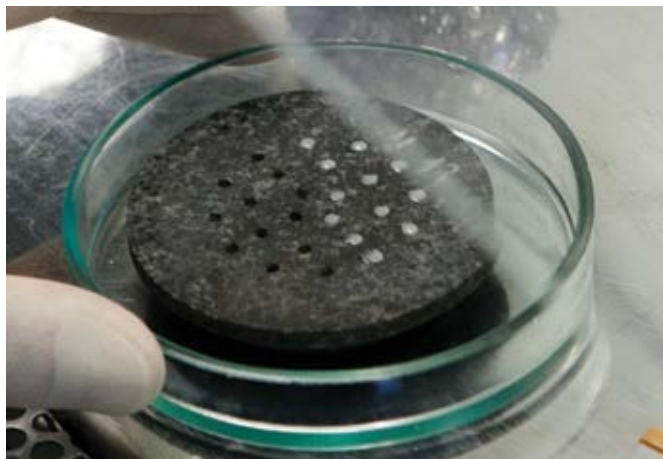
Этот раздел программы имеет пять различных направлений фундаментальных и прикладных исследований:

1. Исследования в интересах астробиологии (возможность сохранения жизненной активности термоустойчивых микроорганизмов и лишайников в минералах при экспозиции в открытом космосе), а также исследование стабильности микробных ассоциаций в естественных условиях.
2. Исследование биологических свойств микроорганизмов, экспонированных в условиях открытого космоса, и возможности сохранения жизнеспособности термофильных культур при прохождении их минерального носителя через плотные слои атмосферы.
3. Оценка влияния факторов космического полета на биологические свойства некоторых биотехнологически ценных культур.
4. Оценка эффективности микробной декомпозиции органических субстратов в условиях космического полета.
5. Исследование влияния факторов космического полета на свойства высших растений.

Предполагается решить следующие задачи:

- Оценить особенности рекомбинации генов стрептомицет и частоту передачи экстрахромосомных факторов наследственности.
- Изучить продукцию антибиотиков культурами стрептомицет.
- Изучить лизогенные свойства стрептомицет.
- Изучить влияние факторов космического полета на биологические свойства микроорганизмов, в том числе в составе исследуемых образцов почвогрунта.

Эксперименты по данному разделу программы будут проводиться в термостатируемых контейнерах, а также в аппаратуре, которая будет установлена внутри и снаружи космического аппарата.



Эксперимент «Метеорит» (базальт с биоматериалами внутри образца)
Experiment "Meteorite" (basalt with biomaterials in the sample)



Подготовка эксперимента «Метеорит»
Preparation of the experiment "Meteorite"

PART II

Biological investigations of microorganisms and plants

In recent years particular attention has been given to studies of changes at the cellular and molecular level. Progress in these studies has been achieved thanks to the use of advanced molecular biology techniques that help identify genes in various cells and examine their expression modifications in response to spaceflight effects. Due to this, the «Bion-M» № 1 science program includes experiments on microbial cultures and microbial associations as well as higher plants at the genetic and molecular level that will facilitate further developments in planetary quarantine, astrobiology, space biology and biotechnology, as well as regenerative life support systems.

The program encompasses five areas of fundamental and applied research:

- Perform astrobiology-related investigations to see whether thermophilic microbes and lichens in minerals will remain viable after exposure to open space and whether microbial associations will remain stable in natural loci
- Examine biological properties of microbes exposed to open space and study the viability of thermophilic cultures after their mineral carriers penetrate dense layers of Earth's atmosphere
- Identify spaceflight effects on biological properties of selected biotechnologically valuable cultures

- Evaluate the efficacy of microbial decomposition of organic substrates onboard the biosatellite
- Investigate spaceflight effects on higher plants.

It is planned to address the following issues:

- Study gene recombinants of Streptomyces and transfer rates of extrachromosomal hereditary factors
- Determine antibiotic production by Streptomyces cultures
- Examine Streptomyces lysogenic properties
- Investigate spaceflight effects on microbial properties, including those of soil microbes.

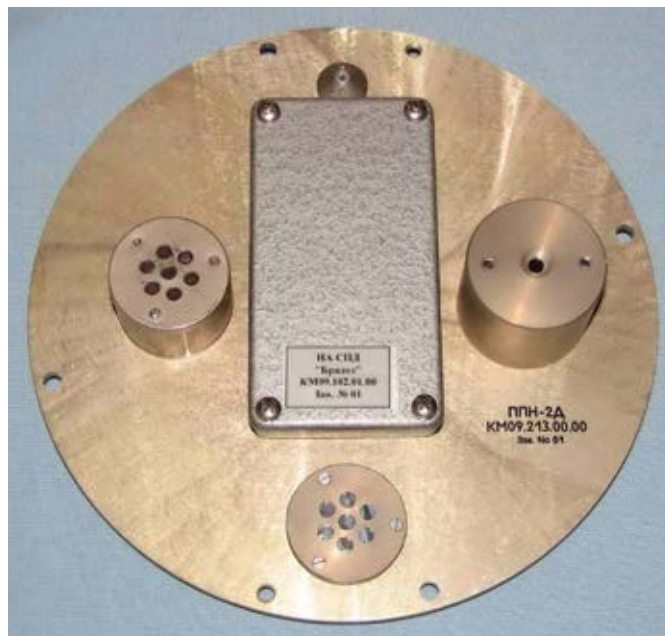
The pertinent experiments will be performed in temperature-controlled containers located inside the spacecraft or on its outer walls.



Плата полезной нагрузки (ППН) с установленной научной аппаратурой «Абиогенез» (образец оргстекла с биоматериалами, нанесенными на его поверхность) и «Экзобиофрост» (образцы мерзлотных грунтов). Слева – 3D-модель, справа – реальный образец.
Board with installed scientific equipment «Abiogenesis» (pattern Plexiglas with biomaterials deposited on the surface) and «Exobiofrost» (samples of frozen soil). On the left - 3D-model, of the right - the real sample.



Вверху: плата полезной нагрузки (ППН) с установленным изделием «Метеорит».
Слева: она же, установленная на спутнике «Бион-М» № 1.
Above: board with installed «Meteorite».
Left: it is installed on the satellite «Bion-M» № 1.



Вверху: плата полезной нагрузки (ППН) с установленными пассивными детекторами «Брадоз», внутри которых располагаются биообъекты, не требующие поддержания жизнедеятельности в полете, а также термолуминесцентные и трековые детекторы.
Above: The board with installed passive detectors «Bradoz» (inside there biological objects that do not require life support in flight, as well as thermoluminescent and track detectors).

ЧАСТЬ III.

Биотехнологические исследования

Роль биотехнологии в различных отраслях экономики (в особой мере в здравоохранении, сельском хозяйстве и охране окружающей среды) непрерывно возрастает, и исследования, проводимые в космосе, могут принести существенный экономический эффект, поэтому биотехнология является одной из интенсивно развивающихся отраслей космических исследований. Эксперименты, проводимые при воздействии различных факторов космического полета (микрогравитация, ионизирующая радиация, электромагнитное излучение, вакуум), позволяют глубже понять фундаментальные физические процессы, влияющие на эффективность биотехнологий, применяемых на Земле.

Планируется провести ряд экспериментов, задачами которых являются:

- изучение влияния факторов космического полета на декомпозицию органического материала;
- изучение химического состава растений (плодов расторопши пятнистой, семян лимонника китайского, семян Melissa лекарственной) с акцентом на биологически активные соединения и оценка изменения их состава и уровня содержания биологически активных веществ под воздействием факторов космического полета;
- изучение процессов выращивания кристаллов белков методами жидкостной диффузии и диффузии из газовой среды;
- изучение особенностей развития различных микроорганизмов – продуцентов биологически активных веществ (БАВ).

Для проведения этих экспериментов была специально разработана уникальная аппаратура.



Подготовка научной аппаратуры «Биоконт-Б»
Preparation of the scientific equipment «Biokont-B»

ЧАСТЬ VI.

Исследование радиобиологических эффектов и биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения

Целью исследований по данному разделу научной программы является изучение биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения и эффектов его воздействия на биообъекты в условиях открытого пространства и внутри биоспутника, а также исследование и отработка новых методов и средств космической дозиметрии для их последующего применения в перспективных космических полетах. Предлагаемые исследования на биоспутнике направлены на получение новых знаний как в фундаментальных областях науки - радиобиологии, космической физики, так и в прикладной области - радиационной безопасности пилотируемых космических полетов.

Оборудование, установленное на биоспутнике, обеспечивает широкие возможности проведения радиационно-физических и радиобиологических экспериментальных исследований. Так, внутри биоспутника в условиях защищенности, аналогичных обитаемым отсекам пилотируемых космических аппаратов, будут изучаться характеристики как первичного, так и вторичного космического излучения, возникающего при взаимодействии излучения с материалами конструкции биоспутника. При этом будут оцениваться радиобиологические эффекты.

На внешней поверхности биоспутника в специальных контейнерах научной аппаратуры (КНА) обеспечиваются условия открытого космического пространства, что позволяет изучать биологические эффекты низкоэнергетического космического ионизирующего излучения и его радиационно-физические характеристики.

Заключение

Реализация программы научных исследований в длительном полете космического аппарата (биоспутника) «Бион-М» № 1 должна стать новым этапом на пути познания механизмов действия факторов космического полета, прежде всего невесомости, на живые системы, в первую очередь на организм млекопитающих. Проект «Бион-М» № 1 будет первым в ряду намеченных в XXI веке полетов российских автоматических космических аппаратов с программой медико-биологических исследований.



3D-модель научной аппаратуры «Фрагментер»
3D-model of the scientific equipment «Fragmenter»

PART III Biotechnological investigations

The contributions of biotechnology to such areas as public health care, agriculture and environmental protection become more and more important; therefore, relevant space research may yield significant economic benefits. Pertinent experiments that address the effects of microgravity, ionizing radiation, electromagnetic radiation, and space vacuum help gain better insight into such physical phenomena as sedimentation, buoyancy, gravity-dependent convection and, consequently, increase the efficacy and efficiency of biotechnology methods used on Earth.

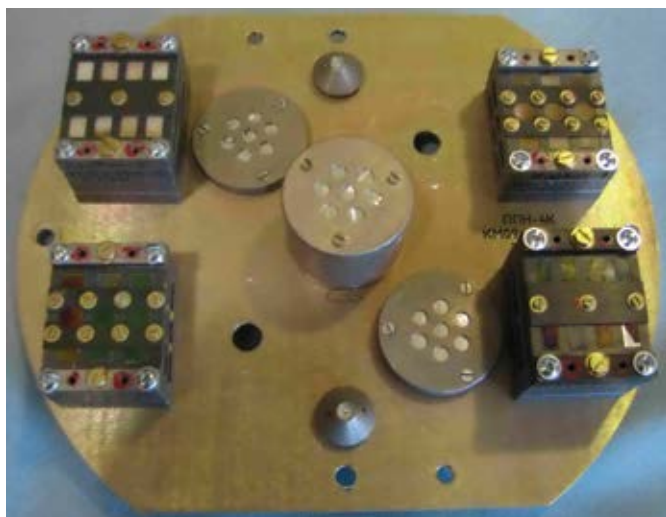
With respect to biotechnology, it is planned to carry out the following:

- To study spaceflight effects on organic matter decomposition
- To study plant chemical compositions (fruits and seeds of milk thistle, garden melissa and Chinese magnolia-vine), focusing on their biologically active compounds and their changes in the space environment
- To study protein crystal growth using fluid diffusion and gas diffusion methods
- To study various microorganisms-producers of biologically active compounds.

The above experiments will be performed using custom-made hardware.



Платы полезной нагрузки с установленными пассивными детекторами радиационного излучения.
Boards with installed passive radiation detectors.



Плата полезной нагрузки с установленной аппаратурой для эксперимента «КАРБОН» (натурные исследования комплексного воздействия факторов космического полета).
Board with installed equipment for experiment «Carbon» (field research complex effects of space flight).

PART VI Radiobiological effects and biologically significant parameters of cosmic ionizing radiation

The objectives of «Bion-M» № 1 experiments in this area are to study biologically significant parameters of cosmic ionizing radiation and its effects on various specimens inside and outside the spacecraft, as well as to develop new methods of radiation dosimetry that can be used in future space missions. The proposed experiments will help accumulate detailed knowledge in both theoretical and applied sciences, i.e., radiobiology and space physics, as well as in radiation safety of manned space missions.

The onboard equipment will allow a large number of radiation physics and radiation biology investigations. Among other things, it will make it possible to concentrate on both primary and secondary cosmic radiation resulting from primary radiation interactions with structural materials located in the biosatellite areas shielded similarly to the habitable modules of manned space vehicles.

The biosatellite will carry containers located on its outer walls to allow the study of the radiobiological effects of low-energy cosmic ionizing radiation and its characteristics in outer space. Analysis of radiation-induced changes in various biological specimens will help identify major areas of radiobiology research in an environment that cannot be simulated on the ground.

Conclusion

Implementation of the «Bion-M» № 1 science research program will be a significant contribution to our knowledge of the effects of the space environment, particularly microgravity, on living systems, including mammals. The «Bion-M» № 1 project will be the first in the series of missions of Russian unmanned space vehicles dedicated to biomedical investigations to be accomplished in the 21st century.

Научная аппаратура, установленная в космическом аппарате «Бион-М» № 1

№	Наименование	Назначение	Разработчик
1	КОНТУР-БМ	Проведение экспериментов на песчанках в условиях космического полета.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН (ЗАО СКБ ЭО при ИМБП РАН)
2	МЛЖ-01 (№ 1, № 2, № 3)	Проведение биомедицинских исследований на мелких лабораторных животных (мышь) и гекконах в условиях космического полета и получение новых данных по фундаментальным проблемам космической и гравитационной биологии.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН (ФГУП СКБ «Биофизприбор» ФМБА России)
3	БЕЛКА	Проведение экспериментов для выращивания кристаллов белков методом жидкостной диффузии и диффузии из газовой среды.	Филиал ФГУП «ЦЭНКИ»-НИИСК
4	БИОКОНТ-Б	Проведение исследований влияния факторов космического полета на жизнедеятельность и продуктивную активность микроорганизмов и на естественный субстрат.	ФГУП ЦНИИМаш
5	ФРАГМЕНТЕР	Получение биомассы микроорганизмов и биологически активных веществ без внесения дополнительных ингредиентов и принудительного удаления продуктов метаболизма в условиях космического полета.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН (ООО НПП «БиоТехСис»)
6	RIBES	Проведение биологических исследований.	Кайзер-Италия
7	ОМЕГАХАБ	Проведение экспериментов с гидробионтами и малыми цикловыми рыбами в водной среде в условиях космического полета.	Кайзер-Треде
8	ГРАВИТОН	Решение задачи оперативного анализа микрогравитационной обстановки на борту космического аппарата.	СГАУ
9	БИОИМПЕ-ДАНС	Получение новых научных данных о морфофункциональном состоянии культур клеток в условиях космического полета путем мониторинга биоимпедансных характеристик пробы культур клеток.	СГАУ

Автономная научная аппаратура (внутри СА)

10	БИОКОН	Проведение экспериментов в космосе, связанных с ростовыми процессами биологических образцов.	Кайзер-Италия
11	БИОТРЕК-ТД	Определение относительной биологической эффективности воздействия ионизирующего облучения на экспериментальные микроорганизмы.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН (ОАО «Биохиммаш»)
12	ББ-1М	Проведение биологических экспериментов для изучения влияния невесомости на живые системы различных уровней эволюционного развития.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН
13	ДОЗИМЕТР РДЗ-БЗ	Проведение радиационно-физических и радиобиологических экспериментов в условиях космического полета.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН
14	СПД		ГНЦ РФ – ИМБП РАН
15	ФИТО	Проведение экспериментов с растительными объектами с целью изучения влияния факторов космического полета на химический состав и физиологическое состояние плодов и семян некоторых высших растений.	СамГМУ

Автономная научная аппаратура (снаружи СА в КНА-Б)

16	КАРБОН	Проведение радиационно-физических, радиобиологических, биологических экспериментов, исследований физико-химических свойств образцов на основе структур карбида кремния в условиях космического полета.	СГАУ
----	---------------	--	------

Автономная научная аппаратура (снаружи СА на ТЗП СА)

17	МЕТЕОРИТ	Проведение исследований базальта с биоматериалами (спорообразующие культуры в лиофилизированном виде) внутри образцов.	ГНЦ РФ – ИМБП РАН
18	ЭКЗОБИОФРОСТ и ЭКЗОМИКОЛОГИЯ	Эксперименты с пробами грунтов из вечной мерзлоты с использованием контейнеров «Экзобиофрост», закрепленных в наружном автоматическом контейнере.	СКБ ИКИ РАН в кооперации с ГНЦ РФ – ИМБП РАН
19	АБИОГЕНЕЗ	Синтез пептидов и нуклеотидов в открытом космосе.	СКБ ИКИ РАН в кооперации с ГНЦ РФ – ИМБП РАН

«Bion-M» № 1 Payloads: Their Use and Manufacturer

№	Title	Use	Manufacturer
1	CONTOUR-BM	Experiments on gerbils in space.	SSC RF – IBMP RAS (CSJC SDB EO at IBMP RAS)
2	MLZh - 01 (№ 1, № 2, № 3)	Experiments on small laboratory animals (mice) and geckos.	SSC RF – IBMP RAS (SKTB “Biophyspribor” of FBMA of Russia)
3	BELKA	Experiments for growing protein crystals.	Branch of FSUE “TSENKI” – NIISK
4	BIOKONT-B	Study of spaceflight effects on microbial activity and natural substrate.	FSUE TSNIIMASH
5	FRAGMENTER	Study of microbial utilization of organic materials in space.	SSC RF – IBMP RAS (JSC SPE “BioTechSys”)
6	RIBES	Biological investigations.	Kayzer-Italia, Italy
7	OMEGAHAB	Biological experiments in the aqueous environment.	Kayser-Threde GmbH, Germany
8	GRAVITON	Express analysis of the microgravity level.	Samara Medical University
9	BIOIMPEDANCE	Study of the structure and function of cell cultures by monitoring their bioimpedance.	Samara Medical University

Self-contained experiments (inside capsule)

10	BIOCON	Study of growth processes in space.	Kayzer-Italia, Italy
11	BIOTREK-TD	Measurement of RBE of ionizing radiation.	SSC RF – IBMP RAS (OJSC “Biochimmash”)
12	BB-1M	Study of microgravity effects on snails.	SSC RF – IBMP RAS
13	DOSIMETER RD3-B3	Radiation physics and radiation biology experiments.	SSC RF – IBMP RAS
14	SPD		SSC RF – IBMP RAS
15	PHYTO	Study of spaceflight effects on higher plants (seeds & fruits).	SamGMU

Self-contained experiments (outside the SV in KNA-B)

16	CARBON	Physical and chemical properties of silicone carbide structures.	Samara Medical University
----	--------	--	---------------------------

Self-contained experiments (outside the SV on TZP SV)

17	METEORITE	Study of basalt samples containing freeze-dried spore-forming cultures.	SSC RF IBMP RAS
18	EXOBIOFROST and EXOMICROLOGY	Study of permafrost samples placed in the Exobiofrost container.	Institute of Space Research & SSC RF – IBMP RAS
19	ABIOGENESIS	Study of peptide and nucleotide synthesis in space.	Institute of Space Research & SSC RF – IBMP RAS

Руководство проекта «Бион-М» № 1

Функциональные обязанности	Должность	ФИО
Научный руководитель проекта	И.о. заместителя директора по науке	Сычев Владимир Николаевич
Заместитель научного руководителя проекта	Главный научный сотрудник	Ильин Евгений Александрович
Заместитель научного руководителя проектов в части создания и эксплуатации бортовой научной аппаратуры	Начальник комплекса Главного конструктора – Заместитель Главного конструктора	Ярманова Евгения Николаевна
Заместитель научного руководителя проекта в части логистики, таможенного обеспечения и подготовки помещений.	Заместитель директора по организационной работе и режиму	Романов Александр Николаевич
Ответственный исполнитель работ по проекту, менеджер проекта.	Заведующий лабораторией	Раков Денис Вячеславович
Ответственный за разработку, подготовку, сопровождение и реализацию программы исследований по гравитационной физиологии.	Заведующий лабораторией	Шенкман Борис Стивович
Ответственный за разработку, подготовку, сопровождение и реализацию научной программы исследований на беспозвоночных животных, микроорганизмах и растениях, а также за подготовку и проведение биотехнологических экспериментов.	Заведующий отделом, заведующий лабораторией	Ильин Вячеслав Константинович
Ответственный за разработку, подготовку, сопровождение и реализацию программы радиобиологических исследований.	Заведующий отделом, заведующий лабораторией	Петров Владислав Михайлович
Ответственный за разработку, подготовку, сопровождение и реализацию программы радиационно-физических исследований	Заведующий лабораторией	Шуршаков Вячеслав Александрович
Ответственный за решение вопросов обитаемости животных в космическом полете, организацию и проведение наземных биолого-технических испытаний бортовой научной аппаратуры.	Заведующий лабораторией	Смирнов Игорь Алексеевич
Ответственный за отбор и подготовку песчанок, подготовку и проведение полетного эксперимента с песчанками, а также контрольных наземных экспериментов по научной программе «Бион-М» № 1.	Ведущий научный сотрудник	Солдатов Павел Эдуардович
Ответственный за отбор и подготовку мышей, организацию имплантации датчиков артериального давления, предполетный отбор, проведение физиологических исследований в группе мышей, оставленных на реадaptацию и обработку результатов российско-французского эксперимента.	Старший научный сотрудник	Андреев-Андриевский Александр Александрович
Ответственный за разработку, приготовление и поставку кормов для млекопитающих.	Ведущий научный сотрудник	Гурьева Тамара Сергеевна
Ответственный за обработку результатов исследований двигательной активности песчанок и мышей в космическом полете по данным видеорегистрации и анализ изменений артериального давления у мышей.	Заведующая лабораторией	Виноградова Ольга Леонидовна
Ответственный за организацию работ по информационному (сопровождение сайта проекта) и телеметрическому обеспечению проекта (прием и передачи данных)	Заместитель заведующего отделом, начальник лаборатории	Шуленин Анатолий Павлович
Ответственный за подготовку и развертывание на месте посадки полевой экспериментальной лаборатории.	Ведущий инженер	Поляков Виктор Васильевич
Ответственный за организацию работ по пропаганде проекта, сопровождению контрактов с зарубежными специалистами, защите интеллектуальной собственности проекта.	Заведующий отделом	Белаковский Марк Самуилович
Ответственный за организацию работ по приему иностранных специалистов в Институте.	И.о. заведующего отделом	Шумилина Ирина Владимировна



«Bion-M» № 1 Project management

Responsibilities	Name	IMBP Position
Project Director for Science	Sychev, Vladimir N.	Deputy Director for Science (Acting)
Project Deputy Director for Science	Ilyin, Eugene A.	Lead Researcher
Project Deputy Director for Research Hardware	Yarmanova, Eugenia N.	Chief Designer Deputy
Project Director for Logistics	Romanov, Alexander N.	Deputy Director for Management
Project Manager	Rakov, Denis V.	Laboratory Head
Gravitational Physiology Research Program	Shenkman, Boris S.	Laboratory Head
Research on Invertebrates, Microbes, Plants & Biotechnology Experiments	Ilyin, Vyacheslav K.	Department and Laboratory Head
Radiobiology Research Program	Petrov, Vladislav M.	Department and Laboratory Head
Radiation Physics Research Program	Shurshakov, Vyacheslav A.	Laboratory Head
Animal Habitability in Space, Ground Bioengineering Tests	Smirnov, Igor A.	Laboratory Head
Gerbil Experiments in Space, Ground Control Experiments	Soldatov, Pavel E.	Lead Researcher
Mouse Studies: Selection, BP Probe Implantation, Russian/ French Experiment	Andreev-Andrievsky, Alexander A.	Senior Researcher
Foodstuffs for Mice and Gerbils	Gurieva, Tamara S.	Lead Researcher
Video Recording of Mouse and Gerbil Motor Activity in Space	Vinogradova, Olga L.	Laboratory Head
Project Site Support, Telemetry Data Receipt and Transfer	Shulenin, Anatoly P.	Deputy Department Head, Laboratory Head
Field Laboratory at the Landing Site	Polyakov, Victor V.	Lead Engineer
Project Information, Contacts with Foreign Scientists, Intellectual Property Protection	Belakovskiy, Mark S.	Department Head
Visits of Foreign Scientists	Shumilina, Irina V.	Department Head (Acting)

Российские участники программы «Бион-М» № 1

Заказчиками КА «Бион-М» являются **Совет РАН по космосу и Федеральное космическое агентство.**

Главным предприятием по разработке научной программы для КА «Бион-М», созданию комплекса научной аппаратуры для реализации научной программы и решению вопросов международного научно-технического сотрудничества в рамках ОКР «Бион-М» является **Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН).**

Разработчиком и изготовителем ракетно-космического комплекса «Бион-М» является **Государственный научно-производственный ракетно-космический центр «ЦСКБ-Прогресс» (ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс»).**

Разработчиками и изготовителями комплекса научной аппаратуры для КА «Бион-М» № 1 являются ведущие научно-производственные центры РФ:

- Санкт-Петербургский филиал федерального государственного унитарного предприятия «Экспериментально-производственные мастерские» Федерального медико-биологического агентства (Санкт-Петербургский филиал ФГУП «ЭПМ» ФМБА России – СКТБ «Биофизприбор»);
- ЗАО «Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования при Институте медико-биологических проблем Российской академии наук» (ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН»);
- ОАО Институт прикладной биохимии и машиностроения (ОАО «Биохиммаш»);
- Филиал Федерального государственного унитарного предприятия «Центра эксплуатации наземной космической инфраструктуры» «Конструкторское бюро общего машиностроения им. В.П. Бармина» (Филиал ФГУП «ЦЭНКИ» - КБОМ);
- Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ФГУП ЦНИИмаш);
- Государственное учебно-научное учреждение Биологический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова (Биологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова);
- Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института космических исследований Российской академии наук – Специальное Конструкторское Бюро Космического Приборостроения Института Космических Исследований Российской академии наук (СКБ КП ИКИ РАН);
- ООО Научно-производственное предприятие «БиоТехСис» (НПП «БиоТехСис», ООО).

Участники научной программы «Бион-М»:

- Воронежская государственная медицинская академия имени Н.Н.Бурденко;
- Ижевская государственная медицинская академия;
- Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН;
- Институт биофизики клетки РАН, Пущино;
- Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля РАН;
- Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН;
- Институт кристаллографии РАН;
- Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН, Пущино;

- Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН;
- Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, г. Санкт-Петербург;
- Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск;
- Институт цитологии РАН, г. Санкт-Петербург;
- Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН (ИЭФБ РАН), Санкт-Петербург;
- Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань;
- Казанский государственный медицинский университет, г. Казань;
- Казанский институт биохимии и биофизики КазНЦ РАН, г. Казань;
- Московский государственный медико-стоматологический университет;
- Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова;
- Научно-исследовательский институт биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича РАМН;
- Научно-исследовательский институт морфологии человека РАМН;
- Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина РАМН;
- Научно-исследовательский институт общей патологии и патологической физиологии РАМН;
- Научно-исследовательский институт прикладной и фундаментальной медицины при Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Нижегородской государственной медицинской академии»;
- Объединенный институт ядерных исследований, г. Дубна, Московской области;
- ООО «Тайфун»;
- Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН;
- Самарский государственный медицинский университет;
- Санкт-Петербургский государственный университет;
- Центральный научно-исследовательский институт машиностроения (ФГУП ЦНИИмаш);
- Ярославская государственная медицинская академия.

Russian agencies participating in the «Bion-M» № 1 Project

The **Cosmos Council of the Russian Academy of Sciences** and the **Federal Space Agency** are the sponsors of the «Bion-M» № 1 project.

The **Russian Federation State Research Center – Institute of Biomedical Problems of the Russian Academy of Sciences (IMBP)** is the lead center responsible for the development of a scientific research program, specifications of the hardware required to implement the program, and organization of international cooperation within the framework of the «Bion-M» № 1 project.

The **State Space Rocketry Center – CSDB-Progress** is the lead center responsible for the design and manufacture of the «Bion-M» launcher and spacecraft.

The following agencies are responsible for the design and production of «Bion-M» № 1 science research hardware:

- SKTB Biophyzpribor, St.-Petersburg;
- IMBP Design Bureau of Experimental Hardware;
- Institute of Applied Biochemistry and Machine-Building (BioChimMash);
- Design Bureau of Barmin General Machine-Building Institute;
- Central Research Institute of Machine-Building (TsNIIMash);
- Biology Department of the Lomonosov Moscow State University;
- Design Bureau of the Institute of Space Research, Russian Academy of Sciences;
- BioTechSys Company.

«Bion-M» № 1 Science Program Participants:

- Burdenko State Medical Academy, Voronezh;
- Izhevsk State Medical Academy, Izhevsk;
- Koltsov Institute of Developmental Biology, Russian Academy of Sciences, Moscow;
- Institute of Cell Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino;
- Emmanuel Institute of Biochemical Physics, Russian Academy of Sciences, Moscow;
- Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology, Russian Academy of Sciences, Moscow;
- Institute of Crystallography, Russian Academy of Sciences, Moscow;
- Institute of Theoretical and Experimental Biophysics, Russian Academy of Sciences, Pushchino;
- Institute of Soil Physical, Chemical and Biological Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow;
- Pavlov Institute of Physiology, Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg;
- Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk;
- Institute of Cytology, Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg;
- Sechenov Institute of Evolutionary Physiology and Biochemistry, Russian Academy of Sciences, St.-Petersburg;
- Kazan Federal University, Kazan;
- Kazan State Medical University, Kazan;
- Kazan Institute of Biochemistry and Biophysics, Russian Academy of Sciences, Kazan;
- Moscow Medical-Stomatological University;
- Lomonosov Moscow State University;

- Orekhovich Research Institute of Biomedical Chemistry, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;
- Research Institute of Human Morphology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;
- Anokhin Research Institute of Normal Physiology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;
- Research Institute of General Pathology and Pathological Physiology, Russian Academy of Medical Sciences, Moscow;
- Research Institute of Applied and Fundamental Medicine, Nizhny Novgorod State Medical Academy, Nizhny Novgorod;
- Joint Institute of Nuclear Research, Dubna, Moscow Region;
- Typhoon Company, Moscow;
- Avrorin Botanical Garden-Institute, Kola Research Center, Russian Academy of Sciences, Kirovsk;
- Samara State Medical University, Samara;
- St.-Petersburg State University, St.-Petersburg;
- Central Research Institute of Machine-Building (TsNIIMash), Korolev;
- Yaroslavl State Medical Academy, Yaroslavl.

УДК 613.693-091: 355
ББК 58 + 39.6 + 39.68
Н347

Научный проект «Бион-М» № 1
Science project «Bion-M» № 1
<http://biosputnik.imbp.ru>

Организации, реализующие проект:
Organizations implementing the project:



Авторский коллектив:

Сычев В.Н., Ильин Е.А., Раков Д.В., Белаковский М.С., Волошин О.В.

Контакты:

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт медико-биологических проблем
Российской академии наук
(ГНЦ РФ–ИМБП РАН)**

**Россия, 123007, Москва
Хорошевское шоссе, д. 76а
Тел.: +7 (499) 195-1500
+7 (499) 195-3020
Факс: +7 (499) 195-2253**

E-mail: info@imbp.ru, pressimbp@gmail.com, pressa@imbp.ru

The authors:

Sychev V.N., Ilyin E.A., Rakov D.V., Belakovskiy M.S., Voloshin O.V.

Contacts:

**State Scientific Center of the Russian Federation
Institute of Biomedical Problems
of the Russian Academy of Sciences
(SSC RF – IBMP RAS)
Russia, 123007, Moscow,
Khoroshevskoye shosse, 76a**

**Tel.: +7 (499) 195-1500
+7 (499) 195-3020
Fax: +7 (499) 195-2253
E-mail: info@imbp.ru
pressimbp@gmail.com
pressa@imbp.ru**

ISBN 978-5-4348-0018-1



9 785434 800181

ISBN 978-5-4348-0018-1

**© ГНЦ РФ – ИМБП РАН, 2013
© Фирма “Слово”, 2013**

Credits: Все права на текст данного документа принадлежат ГНЦ РФ – ИМБП РАН. При оформлении использовались фотографии из архивов ИМБП, ДЛР, Роскосмоса и ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс».

Логотипы и торговые знаки принадлежат их владельцам.
Credits: All the rights on the text of the given document belong to SSC RF - IBMP RAS. During composing the photographs were use from archives of IBMP, DLR, Roscosmos and CSDB-Progress. Logos and trade marks belong to their owners.