



# ИМБП: Полвека на службе пилотируемого космоса

Институт медико-биологических проблем (ИМБП) – крупнейший российский центр медико-биологических и физиологических исследований, связанных с комплексным решением проблем освоения человеком космического пространства, носящих междисциплинарный характер и имеющих большое народно-хозяйственное значение.

В настоящее время ИМБП, входящий в структуру Российской академии наук (РАН) и относящийся к «Отделению физиологии и фундаментальной медицины» РАН, стал одним из наиболее авторитетных и имеющих мировое признание научно-исследовательских центров, охватывающих все узловые проблемы современной биологии и физиологии космических полетов различной продолжительности.

Предлагаем вниманию читателей интервью с директором ИМБП, доктором медицинских наук, профессором, членом – корреспондентом РАН, действительным членом Российской академии медицинских наук И.Б. Ушаковым.

## – Игорь Борисович, каковы были предпосылки к созданию вашего института?

– ИМБП был создан на основании постановления ЦК КПСС и Совета министров СССР от 28 октября 1963 г. и приказа министра здравоохранения СССР от 4 ноября 1963 г. как головное учреждение страны по проблемам космической биологии и медицины. Инициатива в его создании принадлежала выдающимся ученым – главному конструктору первых космических кораблей С. П. Королёву и президенту АН СССР М. В. Келдышу при активном участии заместителя министра здравоохранения А. И. Бурназяна.

С самого начала космической эры достижения космонавтики и жесткая конкуренция с США в космической гонке вызвали большой международный резонанс. Это потребовало повышенного внимания к человеческому фактору и изучению адаптационных возможностей организмов по отношению к экстремальным факторам среды обитания, разработке методов и средств профилактики расстройств состояния здоровья и работоспособности космонавтов, выявляемых в космических полетах.

В связи с разработкой проектов орбитальных станций к началу 1970-х годов открылась перспектива роста длительности полетов и объема космической деятельности (выходы в открытый космос, научно-прикладные исследования и эксперименты, испытания новых систем и технологий), что потребовало расширить и углубить научные исследования в области космической медицины и биологии, разработать новую медицинскую технику и системы жизнеобеспечения космических аппаратов. Для решения поставленных задач были привлечены

специалисты самых разных областей науки и техники, в том числе те, кто проводил исследования на животных по программам первых искусственных спутников Земли, готовил первые пилотируемые полеты.

## – Как был образован институт?

– Ядро ИМБП составили лаборатории Государственного научно-исследовательского испытательного института авиационной и космической медицины Минобороны и Института биофизики Минздрава. Наряду с этим коллектив пополнялся квалифицированными специалистами из научных учреждений Академии наук и Академии медицинских наук, Минздрава и других ведомств, а также выпускниками вузов и работниками промышленных предприятий космической отрасли.

В разные годы ИМБП возглавляли ведущие ученые в области физиологии, космической биологии и медицины: А. В. Лебединский (1963–1965), В. В. Парин (1965–1968), О. Г. Газенко (1969–1988), А. И. Григорьев (1988–2008), внесшие значительный вклад в развитие отечественной космонавтики.

В 1994 г. институту был присвоен статус Государственного научного центра РФ, а с 2000 г. мы входим в систему РАН. За половину столетия своего существования ИМБП сформировался и проявил себя как ведущая российская организация по фундаментальным исследованиям в области космической биологии и медицины.

## – В чем состоят сегодняшние функции института?

– Помимо решения фундаментальных проблем, ИМБП является головной организацией по медико-биологическому обеспечению пилотируемых космических полетов, послеполетной реабилитации космонавтов (совместно с учреждениями Роскосмоса), разработке методов и средств обеспечения безопасности (в том числе радиационной) и жизнедеятельности, сохранения здоровья и поддержания работоспособности человека в экстремальных условиях.

В состав уникальной экспериментальной базы ИМБП входят:

- ◆ наземный экспериментальный комплекс для проведения исследований, связанных с пребыванием человека в условиях длительной изоляции и искусственной среды обитания, дополненный универсальным динамическим стендом виртуальной реальности;
- ◆ центр физиологических испытаний, оснащенный специальными стендами для имитации и изучения физиологических и биологических эффектов невесомости, других факторов космического полета;
- ◆ центрифуга (радиус плеча 2.5 и 9 м);
- ◆ глубоководный водолазный комплекс для имитации погружения человека на глубину до 250 м.

При ИМБП функционирует также специальное КБ экспериментального оборудования.

## – Институт – это прежде всего научное учреждение. Кто трудится в ИМБП?

– У нас работают более 430 научных сотрудников, среди них – восемь академиков и членов-корреспондентов РАН и РАМН, свыше 60 докторов и 150 кандидатов наук.

В процессе фундаментальных исследований они решают конкретные задачи, связанные с рядом направлений научно-практической деятельности ИМБП:

- ✦ исследования в области космической биологии, физиологии и медицины (экологической, экстремальной, спортивной, авиационной, высокогорной и гравитационной физиологии и медицины, биологических, физико-химических и комплексных систем жизнеобеспечения, клеточной физиологии, биотехнологии, магнитобиологии, экзобиологии);
- ✦ медико-биологическое обеспечение полетов КА, включая вопросы экологической и радиационной безопасности;
- ✦ исследования в области барофизиологии и водолазной медицины, воздействия на организм искусственных дыхательных смесей, а также гигиены и эпидемиологии гермообъектов;
- ✦ изучение функциональных резервов организма и механизмов адаптации к воз-



Эксперимент на вертикальной беговой дорожке

действию факторов внешней среды, физиологии здорового человека; медицинские проблемы опасных профессий;

❖ внедрение результатов исследований в клиническую медицину и народное хозяйство; телемедицина.

### **– Какова роль института в выполнении современной пилотируемой программы?**

– ИМБП – головное научное учреждение России по медицинскому и санитарно-гигиеническому обеспечению космических полетов и реализации национальной программы медико-биологических исследований в космосе, включая научные медико-биологические исследования и эксперименты на борту российского сегмента Международной космической станции.

Специалисты ИМБП в кооперации со смежными учреждениями и организациями страны научно обосновали, разработали и внедрили в практику длительных космических полетов систему их медицинского обеспечения. Эффективность этой системы доказана во время полетов на кораблях «Союз», орбитальных станциях «Салют» и «Мир», а сейчас активно совершенствуется в рамках работы экипажей на борту МКС.

На основании многочисленных исследований и разработок ИМБП удалось создать уникальную и доказанную практикой систему медицинского отбора и освидетельствования космонавтов для полетов различной продолжительности. Специалисты института проводят медицинский отбор и периодическое освидетельствование различных категорий специалистов, в том числе кандидатов в космонавты гражданских ведомств, а также испытателей-добровольцев для участия в специальных наземных испытаниях и исследованиях по различным аспектам космической и экстремальной медицины. Кроме того, проводится медицинское обследование лиц, желающих совершить космический полет в качестве туристов.

ИМБП разработал методы медико-биологической, физической и профессиональной (для врачей) подготовки космонавтов гражданских ведомств, средства повышения стресс-устойчивости и резервных возможностей организма. Создана и надежно функционирует служба оказания медицинской помощи космонавтам на всех этапах полета. Разработаны специальные бортовые средства (аптечки, медицинские укладки) и методы оказания медицинской помощи при возможных заболеваниях и травмах во время космического полета.

### **– Как Вы взаимодействуете со структурами Роскосмоса по программе пилотируемых полетов?**

– Координированную оценку состояния здоровья экипажей кораблей и МКС осуществляют Центр управления медицинским обеспечением космических объектов, входящий в структуру ИМБП, а также специалисты нашего института – члены группы медицинского обеспечения в подмосковном ЦУПе.

Совместно с ведущими клиническими центрами страны и Научно-исследовательским испытательным центром подготовки космонавтов (НИИ ЦПК) имени Ю.А. Гагарина ИМБП создал и с 1975 г. реализует си-

стему медицинской реабилитации экипажей космических кораблей. Совместно с поисково-спасательной службой Минобороны сотрудники института оценивают состояние здоровья космонавтов на месте приземления. Послеполетное обследование космонавтов с выполнением диагностических и лечебных процедур проводится непосредственно на месте посадки в достаточно комфортных условиях в полевом медико-эвакуационном комплексе, разработанном при участии наших специалистов.

### **– Расскажите о перспективных работах, которые проводятся в институте.**

– Система профилактики, разработанная сотрудниками ИМБП совместно со специалистами Института авиационной и космической медицины Минобороны, Института биофизики Минздрава, НПО «Звезда» и НИИ ЦПК, позволила создать комплекс средств и методов, предупреждающих развитие неблагоприятных изменений в организме, а также обеспечивающих поддержание здоровья и достаточного уровня работоспособности космонавтов. В настоящее время на ее основе разрабатывается система профилактических мероприятий нового поколения, направленная на обеспечение деятельности космонавтов не только при длительных, но и при сверхдлительных (орбитальных и межпланетных) полетах. Многолетняя деятельность ИМБП по медицинскому обеспечению длительных космических полетов в значительной мере определила поступательное развитие пилотируемой космонавтики и освоение космического пространства человеком, создала реальные предпосылки к воплощению планов межпланетных полетов и позволила реализовать международный медико-биологический эксперимент (ММБЭ) «Марс-500» продолжительностью 520 суток.

ММБЭ был посвящен изучению механизмов адаптации человека к моделируемым факторам сверхдлительной пилотируемой экспедиции на Марс, работоспособности и состояния здоровья испытателей в моделируемых уникальных условиях. Изучались взаимодействия на разных уровнях системной организации функций (физиологические, психофизиологические, инженерно-психологические, эргономические, микробиологические и другие аспекты изменения регуляции) в системе «человек – искусственная среда обитания».

Успешное завершение этого мегаэксперимента (к слову, ему предшествовали предварительные 14- и 105-суточные ММБЭ) демонстрирует огромный творческий и научно-технологический потенциал ИМБП.

В ходе эксперимента мы получили уникальные данные по ряду принципиальных проблем длительного автономного пребывания изолированной группы лиц



Александр Смолевский выполняет тест на беговой дорожке во время эксперимента «Марс-500»

в условиях искусственной среды обитания и даже решили не отдельные вопросы моделирования элементов такой среды, а целый фрагмент искусственной космической техносферы, которая (как мы полагаем) будет ожидать экипаж в сверхдлительном полете к Марсу, за исключением микрогравитации и некоторых других факторов (в том числе космического излучения и гипомагнитной обстановки). Для этого на территории института был построен и всесторонне испытан уникальный наземный медико-технологический экспериментальный комплекс (МТЭК), не имеющий мировых аналогов.

В целом ММБЭ «Марс-500» – показательный пример успешной реализации методов и технологий интегративной физиологии человека и биомедицины, позволяющий на различных уровнях организации и функционирования систем организма оценивать значимость разнообразных физиологических маркеров и характеристик при выполнении высокомотивированной социально значимой деятельности в экстремальных условиях.

### **– Ход эксперимента «Марс-500», широко освещавшийся в СМИ (в том числе и на страницах нашего журнала), вызвал ряд вопросов, касающихся принципиальной возможности максимально точной имитации факторов космического полета на Земле.**

– Вы правы. Влияние факторов космического полета на организм человека изучается не только в ходе пилотируемых полетов, но и в наземных лабораториях. В модельных экспериментах (гипокинезия, иммерсия, длительная изоляция и др.) специалисты ИМБП исследуют различные схемы локомоторных тренировок; были также испытаны новые силовые тренажеры, отработаны схемы приема водно-солевых добавок, апробированы новые профилактические средства. На центрифуге большого радиуса были смоделированы и изучены перегрузки, которые испытывает организм человека на этапах вывода корабля на орбиту и возвращения на Землю.



Возвращение спутника «Бион-М» №1

В экспериментах с длительной изоляцией были изучены особенности формирования психофизиологического статуса человека и его взаимодействия с искусственной средой обитания, апробированы перспективные системы жизнеобеспечения, в том числе биологические.

Результаты экспериментов, проведенных в том числе с участием испытуемых-добровольцев из России, Германии, Канады, Франции, Японии и ученых из Австрии, Германии, Канады, Норвегии, России, США, Чехии, Швеции и Японии, используются для решения ряда организационных задач медицинского обеспечения интернациональных экипажей.

**– В последнее время в России возобновились запуски спутников для биологических и медико-технологических исследований в космосе. Какова роль ИМБП в этих работах?**

– Научно-технологический и методологический потенциал института широко используется при разработке проектов, методик и комплексного оснащения биологических и физиологических экспериментов на биоспутниках нового поколения.

Это важное направление деятельности ИМБП. Оно реализует долговременную научную стратегию изучения влияния невесомости, космической радиации и других факторов космического полета на различные биологические системы. Принципиальный подход в реализации программы – ее комплексный характер: сочетание разнообразных видов и методов исследований, использование большого числа биологических объектов различного уровня эволюционного и индивидуального развития (культуры клеток, растения, насекомые, рыбы, земноводные, крысы, обезьяны).

Однако надо смотреть на этот вопрос шире. В Федеральной космической программе (ФКП) России на 2006–2015 гг. запланировано выполнение более двух десятков проектов научного назначения, среди которых разработки специализированных КА с целевыми комплексами научной аппаратуры. В разделе «Космические средства для фундаментальных космических исследований» предусмотрен раздел исследований в области космической биологии и физиологии. На исполнителей научных проектов возлагаются сложные обязанности не только выдвинуть новые оригинальные научные гипотезы, спроектировать эксперименты в условиях микрогравитации, обеспечить

объективную регистрацию информативных параметров протекающих процессов для последующей систематизации и обобщения, но и скомпоновать программы и оснащение экспериментов. Это нужно для максимально эффективного использования полезных объемов и оптимизации массогабаритных характеристик дорогостоящей научной аппаратуры. При этом надо иметь в виду, что новейший тренд – это реализация перспективных научных проектов с максимальным использованием унифицированных космических платформ, создающих необходимые условия работы целевой аппаратуры для научных исследований.

Такой подход является плодом усилий нескольких поколений отечественных исследователей, целых научных школ ИМБП. Он сформирован на протяжении продолжительной истории создания и реализации научно-прикладных медико-биологических экспериментов и исследований на отечественных орбитальных станциях и комплексах «Салют» и «Мир», которые позволили получить новые данные о механизмах изменения функциональных систем животных, а также показали возможность полного цикла развития растительных организмов в невесомости в ряду последовательных поколений.

В целом же биологические эксперименты позволили исследовать в невесомости механизмы реакций живых систем, глубже понять закономерности адаптации организма к воздействию космического полета на различных уровнях организации, оценить роль генетических факторов, существенно продвинулись в понимании многих фундаментальных проблем естествознания, в частности биологической роли гравитации, что способствовало развитию новых отраслей науки – гравитационной физиологии и космической биотехнологии.

**– Какую роль в исследованиях, проводимых вашим институтом, играют врачи-космонавты?**

– Их роль невозможно переоценить: они были не просто участниками, но в ряде случаев и авторами программ медико-биологических исследований, разработок системы медицинского обеспечения космических полетов.

Так, первый в истории Земли космонавт-врач, сотрудник нашего института Б. Б. Егоров, совершивший в октябре 1964 г. полет на многоместном корабле «Восход», значительно способствовал созданию в ИМБП в 1972 г. отряда космонавтов-врачей и космонавтов-биологов.



Сергей Рязанский готовится к эксперименту «Марс-500»

Особенно ценные данные о механизмах изменения функциональных систем человека в условиях микрогравитации, об особенностях процессов адаптации к условиям космического полета и реадaptации к земным условиям после его завершения получил сотрудник ИМБП космонавт-врач В. В. Поляков. Он совершил два полета на орбитальной станции «Мир»: в 1988–1989 гг. – 241-суточный, а в 1994–1995 гг. – рекордный по продолжительности (и до настоящего времени) 438-суточный. Собранные в ходе его полетов данные стали научной основой для разработки нормативной документации по обеспечению медицинской безопасности полетов на МКС.

В 2000 г. сотрудник ИМБП космонавт-врач Б. В. Моруков в составе российско-американского экипажа корабля «Атлантис» участвовал в первой экспедиции на МКС и провел первые на международном комплексе медико-биологические и биотехнологические эксперименты.

Их эстафету продолжит космонавт-испытатель С. Н. Рязанский, который включен в состав основного экипажа МКС-37/38 в качестве бортинженера корабля «Союз ТМА-10М» и отправится на орбиту в конце сентября этого года.

**– Какие цели перед институтом ставятся сейчас, на переломном для российской космонавтики этапе?**

– Сегодня специалисты ИМБП участвуют в развитии науки и технологий, обеспечивая переход к инновационному пути развития на основе избранных приоритетов ФКП на 2006–2015 гг. и дополнений к ней, отраженных в решениях и предложениях Роскосмоса на перспективу до 2020 г. Для этого первоочередное внимание обращается на развитие фундаментальной биологической и физиологической науки, образования и подготовки кадров высшей квалификации, способных к выполнению на современном уровне важнейших прикладных исследований и разработок в области отечественной космонавтики, а также по программе Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине». Особое значение придается развитию международного научно-технического сотрудничества (более 30 стран-партнеров) и достижению приоритетных результатов в совместных проектах с другими странами в космической области.

**– Спасибо за интервью и разрешите пожелать Вам и вашему институту дальнейших успехов и свершений. – И. Б.**



Борис Егоров готовит экипаж биоспутника «Космос-110»