Российская академия наук
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Государственный научный центр Российской Федерации –
Институт медико-биологических проблем Российской академии наук

Per aspera ad astra

ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ:

полвека на службе науке и человеку в Космосе и на Земле

Ответственные редакторы
А.И. Григорьев, И.Б. Ушаков

Москва, 2013

УДК 061.62 (091): 629.78 + 612: 613, 693+616-057: 626.02
ББК 39,6г+58+68,9+28,089+39,49
И 712

Под общей редакцией академика РАН и РАМН **А.И. Григорьева** и члена-корреспондента РАН, академика РАМН **И.Б. Ушакова**

Редакционная коллегия: **М.В. Поляков**, д.м.н., профессор; **Н.Г. Зорина**, д.т.н.; **С.Л. Денисов**, к.м.н.; **А.П. Нечаев**, к.т.н.; **В.В. Круговых**, **О.В. Волошин**

И 712 **Институт медико-биологических проблем: полвека на службе науке и человеку в Космосе и на Земле** / Отв. ред. А.И. Григорьев, И.Б. Ушаков. – М.–Воронеж: Издательско-полиграфический центр «Научная книга», 2013. – 488 с. : ил.

ISBN 978-5-902119-31-9

Коллектив авторов: Б.Л. Аветисянц, А.Н. Агуреев, И.В. Алферова, Е.Р. Андреева, А.В. Асейчев, В.М. Баранов, М.С. Белаковский, Е.Ю. Берсенев, В.П. Боровикова, Ю.А. Бубеев, Л.Б. Буравкова, О.Л. Виноградова, Ю.И. Воронков, Н.А. Галанина, В.И. Гущин, Н.В. Дегтеренкова, Е.П. Демин, Е.И. Доброквашина, А.А. Иванов, В.К. Ильин, Е.А. Ильин, В.И. Кожаринов, Е.В. Кантемирова, В.П. Катунцев, И.Б. Козловская, В.Н. Комаревцев, Л.М. Комарова, А.Р. Котовская, В.П. Кротов, В.В. Круговых, М.П. Кузьмин, Х.А. Курданов, А.Р. Куссмауль, И.М. Ларина, Г.А. Мановцев, Э.И. Мацнев, Б.В. Моруков, Л.Н. Мухамедиева, Т.С. Мысловская, А.П. Нечаев, С.О. Николаев, Н.Д. Новикова, В.С. Оганов, В.А. Орлов, О.И. Орлов, Ю.Ю. Осипов, В.М. Петров, А.В. Поляков, М.В. Поляков, Д.В. Раков, Г.И. Самарин, Т.В. Семенкова, Л.В. Серова, Ю.Е. Синяк, А.В. Скороходов, И.А. Смирнов, О.А. Смирнов, Г.М. Соколов, П.С. Спирьков, С.И. Степанова, О.М. Стругов, А.В. Суворов, В.Н. Сычев, Е.С. Томиловская, И.Б. Ушаков, Л.М. Филатова, В.В. Цетлин, А.П. Шарова, Б.С. Шенкман, Т.Н. Шишкина, А.С. Штемберг, А.П. Шуленин, И.В. Шумилина, В.А. Шуршаков, Е.Н. Ярманова

Книга посвящена людям и событиям, связанным с созданием, становлением и развитием Института медико-биологических проблем, проведением фундаментальных и прикладных научно-исследовательских и испытательных работ, медицинского обеспечения космических полетов и медико-биологических экспериментов на Земле и в Космосе, разработкой медицинской аппаратуры и систем жизнеобеспечения. В книге приведены примеры использования разработок космической медицины в лечении и профилактике заболеваний взрослых и детей.

Книга предназначена для тех, кому дорога история отечественной космической биологии и медицины, водолазной медицины, будни и героические страницы работы исследователей и их соратников.

В подготовке издания к печати участвовали: С.О. Николаев, А.Д. Пипко, Т.И. Пономаренко, Г.Н. Черноморец

УДК 061.62 (091): 629.78 + 612: 613, 693+616-057: 626.02
ББК 39,6г+58+68,9+28,089+39,49

ISBN 978-5-902119-31-9

© ГНЦ РФ – ИМБП РАН, 2013

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АГ – артериальная гипертензия
АМН – Академия медицинских наук
АНОГ – антиортостатическая гипокинезия
АНОП – антиортостатическое положение
БКГ – баллистокардиограмма (-графия)
БСЖО – биологическая система жизнеобеспечения
ВВС – Военно-воздушные силы
ВДБ – высотная декомпрессионная болезнь
ВКД – внекорабельная деятельность
ВСО – водно-солевой обмен
ВСР – вариабельность сердечного ритма
ВЭД – внешнеэкономическая деятельность
ГВК – глубоководный водолазный комплекс
ГКЛ – галактические космические лучи
ГМК – Главная медицинская комиссия
ГМО – группа медицинского обеспечения
ГНИИИ АиКМ – Государственный научно-исследовательский испытательный институт авиационной и космической медицины Министерства обороны
ГОГУ – главная оперативная группа управления
ГР – гравитационная разгрузка
ДД – допустимая доза
ДОР – доза оправданного риска
ДЦП – детский церебральный паралич
ЗЭСЖО – замкнутая экологическая система жизнеобеспечения
ИД – инновационная деятельность
ИМБП – Институт медико-биологических проблем
ИСЗ – искусственный спутник Земли
ИСТ – искусственная сила тяжести
ИТС – инженерно-техническая служба
ИФЗ – индекс физического здоровья
КА – космический аппарат
КБД – космическая болезнь движения
КГК – комплекс главного конструктора

КД – критическая доза
КК – космический корабль
КФО – клинико-физиологическое обследование
КЭ – космический эксперимент
ЛИИ МАП – Летно-испытательный институт имени М.М. Громова (ранее Министерства авиационной промышленности)
МБО – медико-биологическое обеспечение
МКС – Международная космическая станция
ММСК – мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки
МОВ – медицинское обеспечение выхода
МТКК – многоразовый транспортный космический корабль
МЭК – медико-эвакуационный комплекс
НИИЯФ – Научно-исследовательский институт ядерной физики
НИОКР – научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы
НЛК – наземный лабораторный комплекс
НЭК – наземный экспериментальный комплекс
ОДНТ – отрицательное давление на нижнюю половину тела
ОИЯИ – Объединенный институт ядерных исследований
ОК – орбитальный корабль
ОМНТС – отдел международных научно-технических связей
ОС – орбитальная станция
ПДК – предельно допустимая концентрация
ППК – противоперегрузочный костюм
ПЦР – полимеразная цепная реакция
РС МКС – Российский сегмент МКС
СЖО – система жизнеобеспечения
СИ – сухая иммерсия
СКБ – Специальное конструкторское бюро
СКЛ – солнечные космические лучи
СМИ – средства массовой информации
СМК – система менеджмента качества
СМО – средства медицинского обеспечения
СРБ – Служба радиационной безопасности (космических полетов)
СРК – система радиационного контроля
СУ – система управления
УИЦ КБМ – Учебно-исследовательский центр космической биомедицины
ФМБА – Федеральное медико-биологическое агентство
ФСС КТ – Федеральная служба сертификации космической техники
ЦКБЭМ – Центральное конструкторское бюро экспериментального машиностроения
ЦКР – центрифуга короткого радиуса
ЦМЭИ – Центр медико-экологических исследований

ЦНИАГ (ЦВНИАГ) – Центральный (военный) научно-исследовательский клинический госпиталь
ЦНИИМаш – Центральный научно-исследовательский институт тяжелого машиностроения
ЦПК – Центр подготовки космонавтов
ЦУМОКО – Центр управления медицинским обеспечением космических объектов
ЦУП – Центр управления полетами
ЦФ – центрифуга
ЭК – эндотелиальные клетки
ЭМГ – электромиограмма (или, в контексте, электромиография)
ЭСК – эмбриональные стволовые клетки

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 9

Глава 1. Институт медико-биологических проблем: прошлое и настоящее 11
1.1. Директора ИМБП 17
1.2. Заместители директора ИМБП 24

Глава 2. Подразделения института (наименования, направления деятельности, история) 33
2.1. Отдел клинико-физиологических исследований и экспертизы 33
2.2. Отдел оперативного управления медицинским обеспечением космических полетов 42
2.2.1. Лаборатория управления медицинским обеспечением космических полетов 53
2.2.2. Лаборатория медицинских и физиологических проблем внекорабельной деятельности 59
2.2.3. Лаборатория телекоммуникационного и информационного обеспечения 66
2.2.4. Лаборатория разработки и реализации медико-биологических программ 70
2.3. Отдел психологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности операторов 75
2.4. Отдел физиологии гомеостатических регуляций 86
2.4.1. Лаборатория метаболизма и иммунитета 86
2.4.2. Лаборатория физиологии опорно-двигательного аппарата 90
2.4.3. Лаборатория физиологии ускорений и искусственной силы тяжести 92
2.5. Отдел сенсомоторной физиологии и профилактики с лабораториями гравитационной физиологии сенсомоторной системы, экспериментальной нейрофизиологии, профилактики гипогравитационных нарушений и вестибулярной физиологии 107
2.6. Отдел физиологии человека в экстремальных условиях 122
2.6.1. Лаборатория физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы 123
2.6.2. Лаборатория вегетативной регуляции сердечно-сосудистой систем 130

2.6.3. Лаборатория физиологии мышечной деятельности 139
2.6.4. Лаборатория «резервов здорового человека» 149
2.7. Отдел барофизиологии и водолазной медицины 153
2.8. Отдел молекулярно-клеточной биомедицины 160
2.8.1. Лаборатория клеточной физиологии 162
2.8.2. Лаборатория протеомики 170
2.8.3. Лаборатория миологии 172
2.9. Отдел радиационной безопасности пилотируемых космических полетов 178
2.9.1. Лаборатория радиобиологии тяжелых ионов 196
2.10. Отдел санитарно-гигиенической безопасности человека в искусственной среде обитания 200
2.10.1. Лаборатория санитарно-химической безопасности 204
2.10.2. Лаборатория микробиологии среды обитания и противомикробной защиты 207
2.10.3. Лаборатория микробной экологии человека 211
2.10.4. Лаборатория питания, гастроэнтерологии и гигиенического контроля физических факторов среды обитания 213
2.11. Отдел жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях 219
2.11.1. Лаборатория водообеспечения и мониторинга качества воды в экстремальных условиях 221
2.11.2. Лаборатория систем формирования искусственной газовой среды 224
2.11.3. Лаборатория биологических систем жизнеобеспечения человека 228
2.12. Отдел стендовых испытаний и исследований 239
2.13. Комплекс Главного конструктора 242
2.14. Отдел экспериментальной биологии и медицины 256
2.14.1. Лаборатория гравитационной биологии 265
2.15. Филиал ИМБП Центр медико-экологических исследований (г. Нальчик) 268
2.16. Отдел метрологического обеспечения НИОКР 274
2.17. Научно-организационный отдел 276
2.18. Отделение ученых советов и аспирантуры 281
2.19. Отдел внедрения, реализации и пропаганды научных достижений института 282
2.20. Информационно-редакционный отдел 292
2.21. Отдел международных научно-технических связей 298
2.22. Инженерно-техническая служба 302
2.23. Планово-экономический отдел 306
2.24. Отдел кадров 308
2.25. Общий отдел 319

2.26. Преобразованные подразделения 310
2.26.1. Отдел морфологии 310
2.26.2. Лаборатория физиологии развития 320

Глава 3. Институт как головное учреждение по проблемам космической биологии и медицины в СССР и России 323
3.1. Ученый совет 327
3.2. Экспериментальная и стендовая база Института 332
3.3. Подготовка научных кадров 344
3.4. Международное сотрудничество 354
3.5. Участие ИМБП в проекте «Буран» 374

Глава 4. Испытатели, космонавты и кандидаты в космонавты 379
4.1. Испытатели ИМБП 379
4.2. Отряд космонавтов ИМБП 394

Глава 5. Космическая медицина и здравоохранение (вклад Института в клиническую практику, здравоохранение, экстремальную и спортивную медицину) 403

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 415

ДОКУМЕНТЫ И ФОТОМАТЕРИАЛЫ 417

ВВЕДЕНИЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (ГНЦ РФ – ИМБП РАН) в 1963 году при образовании имело название Институт космической биологии и медицины, а в 1965 году было переименовано в Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР, поэтому и в нашей стране, и за рубежом Институт хорошо известен под исторической аббревиатурой – ИМБП.

С самого начала ИМБП предназначался для изучения влияния на человека и другие живые существа различных экстремальных факторов с целью определения их неблагоприятных воздействий и обоснования путей предупреждения развития патологических изменений в организме людей для создания адекватной среды обитания и обеспечения деятельности в таких условиях.

Именно эти направления исследований и разработок определили особую структуру ИМБП и свойства его сотрудников.

За прошедшие 50 лет структура ИМБП неоднократно видоизменялась, но сохранила целевую направленность на изучение условий обитания и деятельности при воздействии экстремальных факторов, определение и объективизацию изменений, происходящих на различных уровнях в организме живых существ (клеточном, субклеточном, тканевом, органном, системном, организменном), на поведенческом уровне, а также в процессе взаимодействия в системе «человек – человек», «человек – коллектив (экипаж)», «человек – машина – среда». Естественно, по мере развития потребностей научно-технического прогресса в освоении новых экстремальных условий (увеличение продолжительности космических полетов, освоение арктических широт и океанских глубин), совершенствования методической базы и научной аппаратуры значения параметров имитируемых экстремальных факторов расширялись и увеличивался перечень регистрируемых и анализируемых показателей. Более того, научные проблемы, решаемые специалистами ИМБП, способствовали созданию ими новых стендов, приборов и научной аппаратуры для обеспечения исследований в лабораторных, полунатурных и натурных условиях, в том числе в стационарных объектах, на летающих и плавающих лабораториях (на самолетах и космических аппаратах, над- и подводных объектах).

Специалисты ИМБП – это люди, обладающие качествами, без которых невозможно решать исследовательские задачи в экстремальных условиях повышенного риска, большой вероятности неблагоприятного воздействия самых различных

факторов среды (физических, химических, биологических, психологических и информационных). Их работа связана с постоянным поиском неизведанного и решением проблем обеспечения исследований, испытаний и разработок (инженерно-конструкторского, нормативно-технического, метрологического, информационного, материально-технического, финансового, юридического профиля и т.д.), без которых невозможно достижение стоящих перед ИМБП целей. Специалисты ИМБП – это люди одухотворенные (конечно, каждый в своей мере) мечтами человечества о покорении Космоса, глубин Океана, самых высоких горных вершин мира, Арктики и Антарктики, о преодолении недостатков человеческого организма и развитии его способностей, о создании систем, средств и методов, позволяющих достичь фантастических, на сегодняшний день, возможностей и соответствующих результатов.

Именно поэтому в данной книге читатель встретит плеяду знакомых и широко известных фамилий, а также откроет для себя многих, чьи имена по некоторым причинам не стали достоянием средств массовой информации. Конечно, жесткие рамки книги, времени на ее подготовку и многие другие обстоятельства не позволяют упомянуть всех сотрудников, которые в свое время работали в ИМБП и, тем более, осветить вклад каждого специалиста, но это ни в какой мере не умаляет вклад этих людей в достижения Института. Всем работавшим и всем работающим в ИМБП в настоящее время – *большая благодарность и признательность*!

Основываясь на достижениях прошлого, ИМБП и впредь будет находиться на острие научно-технического прогресса, выполняя предначертанные ему функции гуманистического обеспечения освоения человеком новых экстремальных условий обитания и деятельности при условии сохранения у него профессионального здоровья и долголетия. Именно эта направленность будет привлекать новое поколение ученых создавать новые научные международные кооперации, а результаты деятельности ИМБП позволят ему быть и в дальнейшем флагманом российской и мировой науки.

Глава 1
ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук (сокращенное наименование ГНЦ РФ – ИМБП РАН, далее – ИМБП) был создан согласно постановлению ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 октября 1963 года и приказу министра здравоохранения СССР от 4 ноября 1963 года как головное учреждение страны по проблемам космической биологии и медицины.

Инициатива создания ИМБП принадлежала выдающимся ученым: создателю первых советских космических кораблей С.П. Королеву и президенту Академии наук СССР М.В. Келдышу. Активное участие в этом принимал и заместитель министра здравоохранения СССР А.И. Бурназян.

В разные годы ИМБП возглавляли известнейшие ученые – академики А.В. Лебединский (1963–1965), В.В. Парин (1965–1968), О.Г. Газенко (1969–1988), А.И. Григорьев (1988–2008). С 2008 г. директором ИМБП является член-корреспондент РАН, академик РАМН И.Б. Ушаков.

В настоящее время в Институте работают более 400 научных сотрудников (всего более 800 человек), среди них 7 академиков и членов-корреспондентов РАН и РАМН, свыше 70 докторов и 190 кандидатов наук. Функционируют Ученый и диссертационные советы, проводятся защиты докторских и кандидатских диссертаций по специальностям: авиационная, космическая и морская медицина; физиология; биотехнология; безопасность в чрезвычайных ситуациях (в области медицинского обеспечения). Ведется подготовка и переподготовка высококвалифицированных научных кадров (включая докторантуру и аспирантуру).

Основными направлениями научной деятельности ИМБП являются: медико-биологическое обеспечение космических полетов (пилотируемых и биоспутников); гравитационная биология и физиология; экологическая, экстремальная, спортивная, авиационная, высокогорная физиология и медицина; психофизиология человека, психология малых групп, инженерная психология, эргономика; барофизиология, баротерапия и водолазная медицина; физиология здорового человека и механизмы адаптации к факторам внешней среды; физиология и медицина опасных профессий; космическая радиобиология и магнитобиология; клеточная

биология и биотехнология, экзобиология; проблемы медико-биологической безопасности деятельности, микробиологии и гигиены человека в гермообъектах; системы жизнеобеспечения и защиты человека; внедрение разработок в клиническую практику и здравоохранение.

ИМБП – головное научное учреждение России по медицинскому и санитарно-гигиеническому обеспечению космических полетов и реализации национальной программы медико-биологических исследований в космосе. На основании результатов фундаментальных научных исследований, комплексных наземных и летных испытаний специалисты ИМБП научно обосновали, разработали и внедрили систему медицинского обеспечения космических полетов. В настоящее время она совершенствуется в рамках работы интернациональных экипажей на борту МКС.

В пилотируемых полетах специалисты ИМБП осуществляют контроль здоровья и работоспособности экипажей; прогнозирование нарушений в состоянии здоровья космонавтов, оказание им (при необходимости) медицинской помощи; профилактику неблагоприятного влияния на организм факторов полета; регламентацию труда и отдыха, психологическую поддержку экипажей; медицинское обеспечение внекорабельной деятельности; обеспечение экипажей водой, питанием, средствами личной гигиены; обеспечение радиационной безопасности.

ИМБП является создателем системы медицинского отбора и освидетельствования космонавтов для полетов различной продолжительности.

В ИМБП разработаны методы медико-биологической, физической и профессиональной (для врачей) подготовки космонавтов, средства повышения стрессустойчивости и резервных возможностей организма; создана служба оказания космонавтам медицинской помощи на всех этапах полета; разработаны специальные бортовые средства (аптечки, медицинские укладки) и методы оказания помощи при заболеваниях и травмах в случае их возникновения во время полета.

Координация деятельности по оценке состояния здоровья экипажей космических кораблей и МКС осуществляется входящим в структуру ИМБП Центром управления медицинским обеспечением космических объектов (ЦУМОКО), а также специалистами Института – членами группы медицинского обеспечения в российском Центре управления полетами (ЦУП).

ИМБП совместно с ведущими клиническими центрами страны и Центром подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина создана и с 1975 года реализуется система медицинской реабилитации экипажей космических кораблей. Совместно с поисково-спасательной службой ВВС сотрудники ИМБП осуществляют оценку состояния здоровья космонавтов на месте приземления. Разработанный при участии ИМБП специальный полевой медико-эвакуационный комплекс, позволяющий непосредственно на месте посадки в достаточно комфортных условиях проводить обследование космонавтов, выполнять диагностические и лечебные процедуры, стал прототипом комплексов, используемых в настоящее время спасателями МЧС.

Разработанная в ИМБП система профилактики включает в себя комплекс средств и методов, предупреждающих развитие неблагоприятных изменений в

организме и обеспечивающих поддержание здоровья и достаточного уровня работоспособности космонавтов. В настоящее время на ее основе создается система профилактических мероприятий второго поколения, предназначенная для сверхдлительных (орбитальных и межпланетных) полетов, которая была апробирована при реализации научной программы проекта «Марс-500». В целом именно многолетняя деятельность ИМБП в этом направлении в значительной мере определила поступательное развитие пилотируемой космонавтики и освоение космического пространства человеком, создала реальные предпосылки к воплощению планов межпланетных полетов.

Для более полного изучения влияния факторов космического полета в ходе модельных экспериментов (гипокинезия, иммерсия, длительная изоляция и др.) были исследованы различные схемы локомоторных тренировок, испытаны новые силовые тренажеры, отработаны схемы приема водно-солевых добавок, апробированы новые профилактические средства, смоделированы и изучены перегрузки, которые испытывает человек при выводе корабля на орбиту и возвращении на Землю. В экспериментах с длительной изоляцией изучены особенности формирования психофизиологического статуса человека и его взаимодействия с искусственной средой обитания, апробированы перспективные системы жизнеобеспечения, в том числе биологические.

Результаты целого ряда международных экспериментов обеспечили решение организационных задач медицинского обеспечения интернациональных космических экипажей.

Важное направление деятельности ИМБП – исследования на специализированных биологических спутниках («Космос», «Бион», «Фотон» и др.), реализующие долговременную программу изучения влияния невесомости, космической радиации и других факторов космического полета на различные биологические системы.

В исследованиях на орбитальных станциях «Салют», «Мир», МКС получены данные о механизмах изменений функциональных систем животных, а также показана возможность полного цикла развития растительных организмов в ряду последовательных поколений.

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

Очень важную роль в осуществлении программ медико-биологических исследований, в разработке и совершенствовании системы медицинского обеспечения космических полетов играют врачи-космонавты.

В 1972 году в ИМБП был создан отряд космонавтов-врачей и космонавтов-биологов. Этому в значительной степени способствовал первый в истории Зем-

ли врач-космонавт, сотрудник Института Б.Б. Егоров, совершивший в октябре 1964 года полет на первом в истории многоместном космическом корабле «Восход».

Данные, полученные в ходе космических полетов сотрудником ИМБП врачом-космонавтом В.В. Поляковым (совершившим на орбитальной станции «Мир» в 1994–1995 годах рекордный по продолжительности 438-суточный полет), стали научной основой для разработки нормативной документации по обеспечению медицинской безопасности полетов на МКС.

Сотрудник ИМБП врач-космонавт Б.В. Моруков в 2000 году в составе экипажа корабля «Атлантис» принял участие в первой экспедиции на МКС и выполнил первые на этой станции медико-биологические и биотехнологические эксперименты.

За прошедшие 50 лет в интересах решения «космических задач» сотрудниками ИМБП были проведены также многочисленные исследования реакций, адаптационных процессов и функциональных резервов организма человека в экстремальных условиях и в различных климатогеографических зонах. К числу исторически значимых экспедиций, к которым ИМБП был причастен, относятся: первая советская экспедиция альпинистов на Эверест, экспедиция газеты «Комсомольская правда» на Северный полюс, высокоширотная трансполярная экспедиция «СССР – Канада», зимовки на антарктических научных станциях, экспедиция «Человек и пустыня» в Каракумах, женские экспедиции «Метелица» в Арктике и Антарктике, экспедиции Тура Хейердала на лодках «Ра» и «Тигрис». Участником ряда экспедиций был сотрудник ИМБП, известный ученый и популяризатор науки Ю.А. Сенкевич.

Фундаментальные и прикладные исследования в области гипербарической физиологии и водолазной медицины, проведенные в ИМБП, позволили: а) выявить специфическое биологическое действие на организм индифферентных газов при различном сочетании их концентрации и давления; б) разработать методологию управления реакциями человека при адаптации к условиям гипербарии; в) изучить механизмы действия на организм дыхательных смесей с различными газами (азот, гелий, неон, аргон, ксенон, криптон, водород), что позволило осуществить рекордные имитационные «спуски»; г) разработать и внедрить оптимальные режимы декомпрессии при проведении водолазных работ; д) доказать безопасность длительного пребывания человека в кислородно-неоновой и кислородно-аргоновой гипербарической средах; е) обосновать принципы и методы лечения соматических и профессиональных заболеваний дыхательными газовыми смесями.

Применяемые при разработке космических систем жизнеобеспечения аппаратура, методы анализа, а также биологические модели являются перспективными также для экологической экспертизы и оценки последствий хозяйственной деятельности, для изучения взаимоотношений человека и окружающей среды. Например, установление того факта, что у микроорганизмов, населяющих длительно находящиеся на орбите космические аппараты, происходят своеобразные эволюционные изменения, способствующие освоению ими (микроорганизмами) конструкционных материалов МКС в качестве среды обитания (что потенциально способно привести к биоповреждениям размещенного на объекте оборудования

со всеми вытекающими из этого негативными последствиями), послужило основанием для разработки фундаментальной эколого-технологической концепции микроэкологического риска при создании и использовании высоких технологий, разработке и внедрении новых методов и средств защиты среды обитания различных объектов от негативного влияния микробного фактора.

Методические подходы и программы, разработанные в ИМБП, позволяют оценивать и прогнозировать санитарно-гигиеническую и радиационную обстановку, определять зависимость возможных изменений здоровья человека от условий окружающей среды, а также давать рекомендации по оптимизации производственного микроклимата.

Ряд созданных для решения космических задач технических средств с успехом используются в различных отраслях земной медицины. В их числе оригинальные бегущие дорожки, велоэргометры, универсальные комплексные тренажеры, комплекты эспандеров, различные мониторы и приборы слежения за витальными функциями, медицинские и санитарно-гигиенические укладки, новые средства кислородообеспечения и другие элементы систем жизнеобеспечения для гермообъектов с нормальным и повышенным давлением, а также аппараты для лечения с использованием подогреваемых газовых смесей. Для их создания в ИМБП использовали возможности своего Специального конструкторского бюро экспериментального оборудования (СКБ ЭО). Кроме того, ИМБП участвовал в создании полевых медицинских мобильных комплексов на базе пневмомодулей, системы обеспечения кислородом для передовых этапов эвакуации, в разработке мягких транспортировочных барокамер для водолазов, барокомплексов длительного пребывания, применяющихся при лечении отсроченных форм декомпрессионной болезни. Широкий набор медицинской аппаратуры, созданной в ИМБП для проведения исследований на орбитальных станциях, прошел успешную апробацию в специальных передвижных автоматизированных лабораториях для массовых (сотни тысяч человек) обследований населения – технология «Навигатор здоровья».

С 1994 года Институт имеет статус Государственного научного центра Российской Федерации, который неоднократно подтверждался в последующие годы. С 2000 г. Институт входит в систему научных учреждений Российской академии наук. Главная цель деятельности Института состоит в проведении фундаментальных и прикладных научных исследований в области космической медицины и биологии, дальнейшем совершенствовании на этой основе системы медицинского обеспечения орбитальных полетов.

Научная деятельность ИМБП проводится по приоритетным направлениям «Науки о жизни», «Информационно-телекоммуникационные системы», «Транспортные и космические системы» и осуществляется в рамках критических технологий «Биомедицинские и ветеринарные технологии», «Геномные, протеомные и постгеномные технологии», «Клеточные технологии», «Нано-, био-, информационные, когнитивные технологии», «Технологии биоинженерии», «Технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний», «Технологии создания ракетно-кос-

мической и транспортной техники нового поколения» Перечня критических технологий Российской Федерации. Разработки Института направлены на решение ключевых задач обеспечения эффективной и безопасной работы человека в экстремальных условиях, сохранения его здоровья и профессионального долголетия.

ИМБП участвовал и продолжает работу по выполнению Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы, Федеральной целевой научно-технической программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», Программ Президиума РАН («Фундаментальные науки – медицине», «Механизмы интеграции молекулярных систем при реализации физиологических функций», «Мировой океан», «Поддержка инноваций»), Программ фундаментальных исследований Отделения биологических наук («Физиологические механизмы регуляции внутренней среды и организации поведения живых систем», «Механизмы физиологических функций: от молекулы до поведения») и Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН («Интегративная физиология»).

Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы Института выполняются на основе бюджетного (РАН) и внебюджетного финансирования (государственные контракты с Федеральным космическим агентством, Министерством образования и науки РФ, Федеральным медико-биологическим агентством, в том числе по договорам с российскими и зарубежными заказчиками, грантам РФФИ и РГНФ и др.).

Совместными решениями РАН, Российского авиационно-космического агентства и Минздрава России на Институт возложена головная роль по медицинскому и санитарно-гигиеническому обеспечению здоровья членов экипажей и реализации российской программы медико-биологических исследований и экспериментов на МКС, созданию штатных средств и научной аппаратуры, используемых для решения задач медицинского обеспечения полетов.

В 2013 году ИМБП исполняется 50 лет. Результаты деятельности Института за этот период позволили ему действительно стать флагманом российской науки в области космической биологии, физиологии и медицины, а вклад ИМБП в формирование основ, становление и всестороннее развитие как теоретических, так и прикладных аспектов этих наук обусловили создание в нашей стране самой передовой в мире системы медико-биологического обеспечения полетов на пилотируемых и автоматических космических аппаратах.

2 февраля 2013 года своим распоряжением № 29-рп Президент Российской Федерации В.В. Путин объявил благодарность коллективу ФГБУ науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук «За большой вклад в развитие космической биологии, физиологии и медицины, создание современной системы медико-биологического обеспечения полетов на пилотируемых и автоматических космических аппаратах».

1.1. Директора ИМБП

Лебединский Андрей Владимирович (12 мая 1902 г. – 3 января 1965 г.) – первый директор Института медико-биологических проблем МЗ СССР (с 1963 по 1965 гг.), выдающийся деятель отечественной науки, крупнейший физиолог и радиобиолог, один из основоположников радиационной физиологии и медицины, доктор медицинских наук, профессор, действительный член Академии медицинских наук СССР, заслуженный деятель науки, генерал-майор медицинской службы, участник Великой Отечественной войны.

А.В. Лебединский принадлежал к физиологической школе академика Л.А. Орбели и на протяжении всей своей научной деятельности творчески развивал его фундаментальные идеи в различных областях нормальной и патологической физиологии, биофизики, радиобиологии, физиологии человека, находящегося в особых условиях существования. Его блестящая книга «Влияние ионизирующих излучений на нервную систему» (М.: Атомиздат, 1960) многие годы являлась настольной для специалистов по радиационной физиологии.

Острый ум, колоссальная работоспособность, широкая эрудиция, огромный научный опыт и талант организатора позволили А.В. Лебединскому определить основные задачи и направления научных исследований в созданном Институте медико-биологических проблем МЗ СССР.

А.В. Лебединский увлеченно работал в области космической биологии и медицины. Вместе с учениками и единомышленниками наряду с решением практических вопросов медико-биологического обеспечения полетов человека в космос занимался разработкой основных теоретических проблем космической биологии и медицины. Андрей Владимирович и руководимый им коллектив с успехом решали важные практические задачи по обеспечению радиационной безопасности

в космических полетах, изучали реакции человека на экстремальные воздействия, которые могут возникнуть во время космических полетов, разрабатывали способы их предотвращения. Многие идеи А.В. Лебединского не утратили своей актуальности и продолжают разрабатываться его многочисленными учениками.

Парин Василий Васильевич (18 марта 1903 г. – 15 июня 1971 г.), директор ИМБП с 1965 по 1969 гг. Выдающийся ученый, основоположник новых научных направлений в физиологии, медицине и биологии, один из основателей космической биологии и медицины, академик АН и АМН СССР, действительный член Международной академии астронавтики, Почетный член Академии наук Румынии, Чехословацкого медицинского общества, Карлова университета в Праге и других зарубежных обществ и университетов.

В.В. Парин гордился своим участием в подготовке и медицинском обеспечении первых космических полетов. Он принимал непосредственное участие в подготовке и реализации экспериментальных исследований в космосе, начиная с полетов животных на ракетах. Значительным вкладом в развитие космической кардиологии в тот период стал 22-суточный полет двух собак – Ветерка и Уголька, в котором были получены ценные научные данные о реакциях системы кровообращения в условиях космического полета. Ему довелось сопровождать Ю.А. Гагарина на пусковую площадку космодрома. Он принимал непосредственное участие в медицинском контроле состояния здоровья первого космонавта Земли.

В.В. Парин уделял большое внимание исследованиям влияния факторов космического полета на сердечно-сосудистую систему. Он участвовал в разработке ряда новых методик, необходимых для получения информации о состоянии гемодинамики у космонавтов в условиях полета.

Среди них можно назвать сейсмокардиографию, разработанную специально для космических исследований. Другой важный метод, который также впервые был применен в космических полетах и в значительной мере своим развитием обязан В.В. Парину, это математический анализ сердечного ритма. Этот метод был использован в длительных полетах на ОС «Салют» для оценки степени адаптации организма к условиям полета как метод раннего выявления напряжения регуляторных механизмов.

Встреча с космонавтами А.А. Леоновым и В.М. Комаровым (1966 г.)

Предметом особого внимания В.В. Парина были медицинская электроника и кибернетика, методы биотелеметрии и математического анализа функциональных показателей с использованием электронно-вычислительной техники. Он был активным сторонником создания бортовых вычислительных устройств для оценки состояния космонавта в полете и передачи на Землю информации в «сжатом виде». Ряд исследований в этом направлении был осуществлен под его руководством.

Мемориальный кабинет академика В.В. Парина

По инициативе В.В. Парина в 1967 г. был создан журнал «Космическая биология и медицина», главным редактором которого он являлся в течение ряда лет.

В 2002 г. в ИМБП открыт мемориальный кабинет академика В.В. Парина с обширной библиотекой, обстановкой, в которой он жил, работал и писал свои труды; с его большой перепиской с учеными всего мира.

Газенко Олег Георгиевич (12 декабря 1918 г. – 17 ноября 2007 г.), директор ИМБП с 1969 по 1988 гг., академик Российской академии наук, генерал-лейтенант медицинской службы, участник Великой Отечественной войны. На посту директора в полной мере проявились его большой научный опыт, эрудиция и организаторский талант. Основные научные работы О.Г. Газенко в этот период были посвящены фундаментальным проблемам космической биологии и медицины. Исследования реакций организма человека на условия космического полета, раскрытие механизмов биологического воздействия невесомости на живые организмы позволили обосновать принципы и методы защиты человека от действия неблагоприятных факторов полета, а также комплекс физиологических, гигиенических и психологических мероприятий по поддержанию здоровья и работоспособности космических экипажей в полете и при возвращении к условиям земной гравитации, которые были положены в основу системы медицинского обеспечения космических полетов.

О.Г. Газенко – выдающийся организатор науки. По его инициативе и под его непосредственным руководством была выполнена серия биологических исследований на специализированных биоспутниках «Космос». В этих исследованиях принимали участие ученые Болгарии, Венгрии, Германии, Чехословакии, Польши, США, Франции и других стран.

Для быстрого и эффективного решения проблем космической биологии и медицины О.Г. Газенко всегда удавалось привлекать лучших специалистов Академии

наук, высшей школы и других ведомств. На протяжении нескольких десятилетий он объединял работу этих организаций и во многих случаях являлся фактическим руководителем многих научных программ.

Среди важнейших публикаций О.Г. Газенко книги «Животные в космосе» (1960), «Жизнь и космос» (1961), «Космическая кардиология» (1967), «Человечество и космос» (1987) и др. Убежденный в необходимости широкого обмена информацией по медико-биологическим проблемам освоения космоса, О.Г. Газенко активно участвовал в организации выхода в свет многотомного серийного издания «Проблемы космической биологии» (начиная с 1963 г. по настоящее время вышло в свет более 80 томов). Он являлся инициатором и соредактором двух изданий (1977 г. и 1999–2000 гг.) российско-американского труда «Основы космической биологии и медицины», главным редактором журнала «Успехи физиологических наук», ответственным редактором серии «Научные результаты исследований в космических полетах», членом редколлегий и редакционных советов ряда журналов («Известия РАН. Серия биологическая», «Наука и жизнь», «Авиакосмическая и экологическая медицина» и др.), председателем Научного совета Российской академии наук по космической биологии и медицине.

С 1984 по 2000 гг. О.Г. Газенко был президентом Всесоюзного (ныне Российского) физиологического общества им. И.П. Павлова, в течение многих лет являлся членом совета директоров Международного фонда имени Г. Галилея (США, с 1982 г.), одним из руководителей комитета «Биоастронавтика» Международной астронавтической федерации. При его участии неоднократно организовывались международные симпозиумы «Человек в космосе».

В 1989–1991 гг. О.Г. Газенко являлся народным депутатом СССР, входил в состав Комитета по науке и образованию Верховного Совета СССР. Лауреат Государственной премии СССР (1978) и премии Правительства РФ (1997).

Григорьев Анатолий Иванович (родился 23 марта 1943 г.) директор ИМБП с 1988 по 2008 годы, с 2008 г. является научным руководителем ИМБП, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки, академик РАН и РАМН, член Президиума РАН, вице-президент РАН.

Научная деятельность А.И. Григорьева после окончания 2-го Московского медицинского института им. Н.И. Пирогова в 1966 г. вплоть до наших дней тесно связана с Институтом медико-биологических проблем, в котором развивался его талант ученого и администратора и где он прошел путь от аспиранта до директора. С первых дней научной деятельности А.И. Григорьев проявил себя как одаренный специалист в области физиологии почек и водно-солевого обмена и его эндокринной регуляции. Одновременно он принимал активное участие в исследованиях по моделированию воздействия невесомости на организм человека, которые стали важным

шагом в разработке системы профилактики в космических полетах. Впоследствии в круг его интересов вошли многие вопросы организации и проведения медицинских и научных исследований в космических полетах.

При непосредственном участии и под руководством А.И. Григорьева:

– разработана система медико-биологического обеспечения длительных космических полетов и выполнены программы медико-биологических исследований на ОС «Салют», «Мир» и МКС, позволившие исследовать в невесомости основные функции человека, научно обосновать и внедрить в практику полетов методы медицинского мониторинга, прогноза, профилактики и коррекции состояния человека, осуществить рекордные по длительности орбитальные космические полеты (до одного года и более);

– в экспериментах на биоспутниках «Бион» по изучению воздействия факторов космического полета на биообъекты, включая обезьян макака-резус, обнаружены функциональные и структурные изменения в сенсорной, мышечной, костной, сердечно-сосудистой, иммунной системах, которые рассматриваются как проявление адаптации организма к условиям невесомости и не являются биологическими ограничениями для дальнейшего освоения человеком космоса;

– при моделировании действия факторов космического полета на человека и животных в наземных условиях (микрогравитация – сухая и влажная иммерсия, ортостаз, динамические перегрузки, длительное ограничение двигательной активности в герметичных объемах) выявлены изменения чувствительности органов к биологически активным веществам, определена роль сдвигов водно-солевого обмена в развитии вестибулярных расстройств, ортостатической неустойчивости и снижении переносимости ускорений; выяснены механизмы перестройки систем транспорта воды и ионов в почках; установлены особенности кальций-фосфорного обмена и состояния костной ткани;

– создан медико-эвакуационный комплекс и медицинская аппаратура для оказания помощи и обследования космонавтов на месте приземления космических аппаратов;

– на основании проведенных фундаментальных исследований внедрены в практическую медицину методы и средства реабилитации в неврологии и травматологии, рекомендации для ранней диагностики и лечения остеопороза, методы лечения декомпрессионных расстройств кислородно-гелиевыми смесями, методология количественной экспресс-оценки уровня здоровья различных возрастных групп, включая детей;

– разработаны медико-биологические технологии повышения работоспособности человека, обеспечивающие медицинское сопровождение подготовки спортсменов высокой квалификации.

В 1990-е годы А.И. Григорьев внес большой вклад в становление и развитие отечественной телемедицины. При его участии была испытана инфраструктура телемедицинских сетей для медицинского обеспечения космических полетов и реализации телемедицинских услуг клиническим учреждениям страны.

В качестве Главного координатора Программы Президиума РАН «Фундаментальные науке – медицине» А.И. Григорьев активно содействует использованию научного потенциала ИМБП и других институтов Академии наук в интересах практической медицины.

А.И. Григорьев возглавляет отечественную научную школу по космической медицине. С 1996 г. заведует кафедрой экологической и экстремальной медицины на факультете фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова. Ему принадлежит большая заслуга в реализации научно-технического сотрудничества с США, Канадой, странами Европейского космического агентства и странами Азии. На протяжении многих лет он проводит большую работу в Международной астронавтической федерации, участвует в международных конгрессах и конференциях. Он является сопредседателем Многостороннего Совета по медицинской политике на МКС.

Анатолий Иванович Григорьев является всемирно известным ученым и заслуженно признан ведущим специалистом в области космической биологии, физиологии и медицины, гравитационной физиологии, медицинского обеспечения длительных космических полетов, физиологии почек и водно-солевого обмена в экстремальных условиях. Лауреат Государственной премии СССР (1989), Российской Федерации (2002) и премий Правительства РФ (1996, 2003).

Ушаков Игорь Борисович (родился 28 октября 1954 г.) директор ИМБП с 2008 г., доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, академик РАМН, Заслуженный врач РФ, известный специалист в области авиакосмической и радиационной физиологии, психофизиологии, физиологии труда и стресса. С 2010 г. Заведующий отделом молекулярно-клеточной биомедицины.

Основными направлениями научных исследований И.Б. Ушакова являются проблемы физиологии в экстремальных условиях и психофизиологии различных видов стресса, в частности оценка работоспособности и здоровья человека при раздельном и комбинированном воздействии ионизирующей и неионизирующей радиации, гипо- и гипероксии, гиперкапнии, перегрузок, вибрации, шума, различных фармакологических веществ.

На основе систематических физиологических, поведенческих, психофизиологических, морфологических и нейрофармакологических исследований на 4 видах животных и у человека им проанализированы механизмы комбинированного воздействия различных экстремальных факторов, разработаны методы многофакторного планирования таких исследований и физиологического нормирования подобных воздействий и способы повышения устойчивости функциональных систем человека в этих условиях. Подробно описал изменения гематоэнцефалического барьера и водно-солевого обмена мозга при комплексном влиянии экстремальных факторов.

И.Б. Ушаков развил новое научное физиологическое направление в исследовании влияния экстремальных факторов – моделирование синдромосходных состояний, позволяющее изучать закономерности деятельности различных систем «человек – машина». Значительное место в его исследованиях занимают отдаленные последствия воздействия Чернобыльской катастрофы. В 1986–1987 гг. он обеспечивал радиационную безопасность населения и ликвидаторов последствий аварии, проводил многочисленные медико-биологические обследования. Предложил и опубликовал две перспективные современные эколого-физиологические концепции, обосновал новую актуальную системную область знаний – экологию человека опасных профессий, включающую проблематику выделенного и описанного им смертельно опасного стресса. По этой тематике проведено девять Всероссийских симпозиумов с международным участием.

И.Б. Ушаков – член Президиума РАМН и бюро ОФФМ РАН, сопредседатель Главной медицинской комиссии Роскосмоса и ФМБА России, председатель Научного совета РАМН по космической медицине, руководитель секции «Космическая физиология» Совета РАН по космосу, главный редактор журнала «Авиакосмическая и экологическая медицина», генерал-майор медицинской службы запаса. Лауреат премии Совета Министров СССР (1990) и премий Правительства РФ (2004, 2010).

1.2. Заместители директора ИМБП

Адамович Борис Андреевич (12 января 1926 г. – 19 августа 2013 г.) – доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники, член-корреспондент Международной академии астронавтики.

Заместитель директора и главный конструктор ИМБП с 1964 по 1991 гг.

Являлся заместителем председателя Секции НТС МОМ СССР, председателем диссертационного совета по техническим наукам, членом редколлегии журнала «Космическая биология и медицина».

Принимал непосредственное участие в формировании направлений научной деятельности и создании экспериментальной базы ИМБП. Под его руководством были проведены многочисленные исследования по изучению процессов формирования искусственной газовой среды гермообъектов, разработаны принципы построения максимально замкнутых физико-химических систем ее регенерации на основе извлечения кислорода из продуктов жизнедеятельности человека – углекислого газа и воды. Результаты этих работ были использованы для создания систем жизнеобеспечения летательных аппаратов и гермообъектов различного назначения.

Автор и соавтор более 130 научных работ, 12 авторских свидетельств на изобретения. Под его руководством защищено более 20 кандидатских диссертаций.

Награжден орденами Трудового Красного Знамени, Знак Почета, медалью «За доблестный труд».

Баранов Виктор Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН, лауреат Премии Правительства РФ, лауреат премии МЧС России за научные и технические разработки, член НТС Роскосмоса по вопросам жизнеобеспечения пилотируемых космических аппаратов, член научного совета РАМН по космической медицине, член бюро НТС и Коллегии ФМБА, член ряда специализированных советов по защите диссертаций, член редколлегий журналов «Авиакосмическая и экологическая медицина», «Медицина экстремальных ситуаций», действительный член Международной академии астронавтики.

Первый заместитель директора ИМБП по науке с 1988 по 2008 гг. В ИМБП работал с 1969 по 2008 гг.

Возглавлял направление, связанное с обеспечением жизнедеятельности человека, находящегося в экстремальных условиях (космический полет, глубоководные погружения, катастрофы, экспедиции в неблагоприятные климатогеографические районы). Исследовал механизмы влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на организм человека, в частности на сердечно-сосудистую и дыхательную системы, участвовал в разработке средств и методов, повышающих устойчивость и работоспособность человека.

Разработал основные направления концепции организации экспериментов с длительной изоляцией, сформулировал гипотезу о вкладе факторов гермообъекта в формировании полетного и послеполетного статуса космонавтов, принимал непосредственное участие в разработке гипотезы о фазовом характере изменений в организме человека в условиях длительной изоляции. Впервые выявил физиологически значимые изменения биомеханики дыхания и газообмена в невесомости, установил главные причины этих изменений, описал возможные механизмы; сформулировал гипотезу о вкладе обнаруженных изменений в реадаптационный синдром, наблюдаемый у космонавтов после длительных космических полетов. Лично участвовал в испытаниях и эксплуатации медико-эвакуационного комплекса на месте посадки космонавтов, при ликвидации эпизоотии чумы в зимнее время в труднодоступных горных районах Тувы, в условиях Крайнего Севера России и США, а также при оказании медицинской помощи пострадавшим в результате региональных конфликтов.

В течение ряда лет был руководителем медико-биологических исследований программы «Интеркосмос» с российской стороны; осуществлял руководство комплексными экспериментами, в том числе международными, по изучению эффектов длительного воздействия факторов герметично замкнутых объектов на психофизиологическое состояние человека, российской программы медико-биологических исследований на МКС.

Автор и соавтор около 190 научных трудов, 11 патентов.

Награжден орденом Дружбы, медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, медалью «850-летие Москвы», знаком «За содействие космической деятельности», медалью «За заслуги перед отечественным здравоохранением», золотой медалью Чехословацкой Академии наук, золотой медалью Г. Оберта (ФРГ), наградами Федерации космонавтики РФ.

Бояринцев Валерий Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, действительный член Академий военных наук и медико-технических наук. В 2010–2012 гг. являлся заместителем директора по научной работе. Руководил подготовкой и осуществлением медико-биологических исследований на автоматических космических аппаратах (биоспутниках «Бион-М» и «Фотон-М»).

В.В. Бояринцев – член экспертного совета ВАК, двух диссертационных советов, редколлегии «Военно-медицинского журнала», почетный член Хирургического общества Н.И. Пирогова. Автор и соавтор более 300 научных работ, в том числе 3 монографий, 2 учебников, 6 методических указаний, 12 патентов.

Награжден Орденом Мужества и 6 ведомственными медалями и наградными знаками.

Григорьев Юрий Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, председатель Российского национального комитета по защите от неионизирующих излучений, член Консультативного комитета ВОЗ по международной программе «Электромагнитные поля и здоровье населения», член правления Научного Совета РАН по проблеме радиологии, член редколлегии журнала РАН «Радиационная биология. Радиоэкология».

В 1964–1977 гг. являлся заместителем директора ИМБП. Под его руководством были разработаны научно-методические основы радиационной безопасности космических полетов, проведены многочисленные исследования по изучению воздействия ионизирующих и неионизирующих излучений на живые системы, в том числе на биологических спутниках серии «Космос», в которых установлены закономерности формирования дозы космических лучей в биологической ткани, острые и отдаленные соматические последствия облучения биообъектов, коэффициенты относительной биологической эффективности космической радиации, результаты которых использованы для решения проблем радиационной безопасности длительных орбитальных и межпланетных пилотируемых полетов.

Один из организаторов созданной в 1975 г. на базе ИМБП межведомственной Службы радиационной безопасности космических полетов.

Автор и соавтор более 300 научных работ, в том числе 15 монографий.

Участник Великой Отечественной войны, участник ликвидации последствий аварии на ЧАЭС.

Награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Отечественной войны, «Знак Почета», 10 медалями (2 из которых – «За боевые заслуги») и ведомственными наградами.

Ильин Евгений Александрович – доктор медицинских наук, профессор, действительный член Международной академии астронавтики, заместитель председателя секции «Космическая биология и физиология» Совета РАН по космосу, член научного совета РАМН по космической медицине, заместитель главного редактора журнала «Авиакосмическая и экологическая медицина».

Заместитель директора ИМБП по научной работе с 1990 по 2006 гг.

Работает в ИМБП фактически с момента его создания, с 1964 года. В 1965–1966 гг. проходил подготовку к полету в космос на корабле «Восход» в качестве врача-экспериментатора. В 1967–1969 гг. участвовал в работе 13-й Советской антарктической экспедиции в качестве врача-физиолога. С 1970 г. и по настоящее время является одним из руководителей работ по программе биомедицинских исследований на животных в полетах беспилотных космических аппаратов «Бион». Областью научных интересов является микрогравитация и ее влияние на организм, экологическая физиология.

Являясь членом различных международных комитетов и комиссий в области космической биологии, физиологии и медицины, активно участвует в международной космической деятельности.

Автор и соавтор более 120 научных работ, в том числе монографии «Биологические исследования на биоспутниках “Космос”» и фундаментального 5-томного Совместного российско-американского издания «Космическая биология и медицина».

Награжден орденом Трудового Красного Знамени, орденом почета ГДР и многочисленными медалями. Лауреат премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Нефедов Юрий Герасимович (23 ноября 1924 г. – 26 июля 1996 г.) – доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР в области науки и техники.

Являлся председателем секции Межведомственной комиссии по спецпроблемам при Минздраве СССР, членом Научного совета «Спецфизиология» при Академии наук СССР, членом многих ученых советов и редколлегий научных журналов.

Первый заместитель директора ИМБП с 1964 по 1988 гг. В ИМБП работал до 1996 г.

Принимал непосредственное участие в становлении и развитии ИМБП, формировании направлений его научной деятельности. Внес значительный вклад в решение фундаментальных и прикладных проблем обитаемости пилотируемых космических аппаратов и гермообъектов различного назначения, в разработку методологии и реализацию мероприятий по обеспечению их экологической безопасности. Под его руководством был проведен ряд экспериментов по различным проблемам медико-биологического обеспечения космических полетов, результаты которых были использованы при создании систем жизнеобеспечения пилотируемых космических аппаратов.

Основатель нового направления – гигиены среды обитаемых герметично замкнутых объектов различного назначения.

Награжден орденами Ленина и Трудового Красного Знамени.

Пестов Игорь Дмитриевич (25 августа 1928 г. – 15 мая 2010 г.) – доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, действительный член Международной академии астронавтики и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, член Союза писателей России.

Являлся членом Консультативно-экспертного совета при Роскосмосе (Комиссия Анфимова-Стаффорда); членом редколлегий ряда отечественных и совместных российско-американских изданий по космической биологии и медицине; председателем Комиссии по биомедицинской этике ИМБП; членом Многостороннего наблюдательного совета по проведению исследований на человеке (HRMRB), членом Российского Комитета по биоэтике при Комиссии РФ по делам ЮНЕСКО.

Заместитель директора ИМБП с 1988 по 1989 гг. В ИМБП работал до 2010 г.

Принимал непосредственное участие и руководил проведением исследований, направленных на изучение механизмов воздействия на организм реальной и имитированной невесомости, на разработку и внедрение комплекса методов и средств профилактики нежелательных последствий длительных космических полетов.

Участвовал в организации и проведении работ по медицинскому обеспечению пилотируемых космических полетов, в налаживании международного сотрудничества в области подготовки и реализации программ совместных медико-биологических исследований.

Автор и соавтор более 150 научных трудов, 6 авторских свидетельств на изобретения.

Награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалью «За боевые заслуги», нагрудным знаком «Жителю блокадного Ленинграда», Золотым крестом «За заслуги перед Австрийской республикой», юбилейными медалями, «Золотой Есенинской медалью», а также медалями Федерации космонавтики и ВДНХ.

Поляков Валерий Владимирович – доктор медицинских наук, космонавт-исследователь, инструктор-космонавт-исследователь 2-го класса.

Заместитель директора ИМБП по научной работе с 1989 по 2002 гг.

В ИМБП работал с 1971 по 2006 гг.

В 1980 г. был назначен командиром отряда космонавтов ИМБП. В 1980 г. был дублером космонавта Г.М. Стрекалова; в 1984 г. – дублером космонавта-исследователя О.Ю. Атькова.

Свой первый 241-суточный космический полет с 29.08.1988 г. по 27.04.1989 г. совершил в качестве космонавта-исследователя вместе с В.А. Ляховым и Ахадом Момандом на корабле «Союз ТМ-6».

С 8.01.1994 г. по 22.03.1995 г. совершил рекордный по продолжительности 438-суточный космический полет на орбитальном комплексе «Мир».

Высококвалифицированный специалист и эксперт в области космической биологии и медицины. Принимал непосредственное участие в работах по подготовке и медицинскому обеспечению многих космических полетов. В качестве заместителя директора ИМБП по научной работе возглавлял направление работ по проблемам космической медицины, являлся заместителем руководителя полета по медицинскому обеспечению. Внес существенный вклад в совершенствование системы медицинского обеспечения и безопасности длительных полетов, развитие международного научного сотрудничества в области космической медицины.

В.В. Полякову присвоены звания Героя Советского Союза и Героя Российской Федерации. Он награжден также орденом «Офицер Почетного Легиона» Франции.

Яздовский Владимир Иванович (24 июня 1913 г. – 17 декабря 1999 г.) – доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР и лауреат (Большая золотая медаль) Международной авиамедицинской академии, действительный член Международной академии астронавтики.

Заместитель директора ИМБП с 1964 по 1967 гг.

Является одним из основоположников космической биологии и авиакосмической медицины. Под его руководством в 1950–1960-х годах проведены исследования в полетах собак на геофизических ракетах, на втором искусственном спутнике Земли и возвращаемых космических кораблях-спутниках Земли, результаты которых доказали возможность безопасного полета человека в космическое пространство. Научный коллектив, возглавляемый В.И. Яздовским в ГНИИИ АиКМ, осуществлял медицинскую подготовку Ю.А. Гагарина и других космонавтов Первого отряда. Работая в ИМБП, В.И. Яздовский занимался проблемой жизнеобеспечения человека в космическом полете.

Автор и соавтор более 270 научных трудов, в том числе монографии «На тропах Вселенной». Под его руководством выполнены многие кандидатские и докторские диссертации.

Участник Великой Отечественной войны. Награжден 6 орденами, в том числе орденами Ленина, Красной Звезды, Трудового Красного Знамени, Отечественной войны I степени и более чем 30 медалями.

Орлов Олег Игоревич – первый заместитель директора по научной работе с 2009 г., доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, член Совета РАН по космосу, член Межведомственного научного совета по космической медицине, член Комиссии РАН по созданию Единой информационной системы фундаментальных космических исследований, заместитель председателя научного совета РАМН по космической медицине, сопредседатель Международной группы по разработке средств профилактики для межпланетных космических полетов, сопредседатель подгруппы российско-американской Рабочей

группы по космической биологии и медицине, член правления Международного общества по телемедицине и электронному здравоохранению, действительный член Международной академии астронавтики, член редколлегий журналов «Клиническая информатика и телемедицина» и Telemedicine and e-Health.

Как первый заместитель директора курирует все направления исследований, в которых участвует ИМБП, в том числе и по линии международного научного сотрудничества.

За время работы в ИМБП (с 1984 г.) внес заметный вклад в следующих направлениях: исследование механизмов регуляции водно-солевого обмена, функции почек и состояния костной ткани при моделировании факторов космического полета и при воздействии гипербарии; решение вопросов гравитационной биологии; оценка эффективности различных средств профилактики вегетативных расстройств на начальных этапах космического полета; совершенствование системы медицинского обеспечения космических полетов на основе новых методов обработки клинико-физиологической информации и ее передачи по информационным сетям, в том числе – создание космических телемедицинских технологий.

Автор и соавтор более 70 научных работ, в том числе 7 учебных пособий, 2 монографий и ряда глав в коллективных монографиях, 5 изобретений и патентов.

Награжден 4 ведомственными наградами.

Богомолов Валерий Васильевич – заместитель директора ИМБП по научной работе с 1994 г., доктор медицинских наук, заслуженный врач РФ, заместитель председателя Главной медицинской комиссии ФМБА по освидетельствованию космонавтов, ответственный представитель Роскосмоса в многостороннем Совете по медицинским операциям на МКС (ISS MMOP), альтернативный член многостороннего Совета по космической медицине МКС (ISS MSMB), член бюро научного совета РАМН по космической медицине, действительный член Международной академии астронавтики.

Возглавляет работы ИМБП по организации медицинского обеспечения безопасности экипажей пилотируемых космических объектов, а также по реализации полетных программ медико-биологических исследований, в том числе в рамках международного научного сотрудничества.

За время работы в ИМБП (с 1972 г.) внес существенный вклад в совершенствование систем обеспечения безопасности пилотируемых космических полетов и оказания медицинской помощи космонавтам в полете и после его завершения, в решение проблемы медицинской реабилитации космонавтов.

Автор и соавтор более 80 научных трудов, в том числе 3 монографий и руководств, 6 изобретений.

Награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени, медалями Федерации космонавтики России имени Ю.А. Гагарина, С.П. Королева, К.Э. Циолковского.

Моруков Борис Владимирович – заместитель директора ИМБП по научной работе с 2006 г., доктор медицинских наук, член-корреспондент РАМН, космонавт-исследователь, заместитель председателя секции «Космическая медицина и биология» Роскосмоса, член бюро секции Совета РАН по космосу, заместитель председателя научного совета РАМН по космической медицине, заместитель председателя совместной рабочей группы с ЕКА, заместитель председателя координационного совета ИМБП по МКС, председатель экзаменационной комиссии ИМБП по специальности «физиология», член диссертационного совета ИМБП, председатель секции «Космическая биология и физиология» Ученого совета ИМБП, действительный член Международной академии астронавтики.

Осуществляет общее руководство медико-биологическими, биологическими, микробиологическими и радиобиологическими исследованиями на пилотируемых космических объектах, в том числе координацию работ по этим направлениям с Роскосмосом и международными партнерами. За время работы в ИМБП (с 1978 г.) внес большой вклад в развитие методологии исследования минерального обмена, усовершенствование комплекса методов исследования функционального состояния почек, решение ряда проблем гравитационной физиологии, биохимии, иммунологии. Участвовал в проведении научных экспериментов и медицинском обеспечении полетов на ОС «Салют-6», «Салют-7», «Мир» и МКС. В 2009–2011 гг. являлся директором проекта «Марс-500».

Был дублером сотрудника ИМБП, врача-космонавта В.В. Полякова в рекордном 438-суточном космическом полете на ОС «Мир». В сентябре 2000 г. в составе международного экипажа космического корабля Shuttle «Atlantis» совершил космический полет в составе первой экспедиции на МКС.

Автор и соавтор более 150 научных работ, 4 изобретений.

Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, медалью NASA «За космический полет», медалью «За заслуги в освоении космоса».

Сычев Владимир Николаевич – заместитель директора ИМБП по научной работе с 2013 г., доктор биологических наук, член секции Совета РАН по космосу, член научного совета РАМН по космической медицине, заместитель председателя секции «Космическая физиология и биология» Ученого совета ИМБП, член экзаменационной комиссии ИМБП по специальности «Авиационная, космическая и морская медицина», действительный член Международной академии астронавтики.

Возглавляет работы ИМБП по организации и проведению исследований на беспилотных космических аппаратах, в области экспериментальной биологии и физиологии, комплексных систем обеспечения жизнеде-

ятельности человека в специальных условиях; по координации взаимодействия с российскими и иностранными партнерами по курируемым направлениям.

За время работы в ИМБП (с 1978 г.) внес заметный вклад в развитие гравитационной биологии, создание технологий, приборов, устройств и моделей биологических систем жизнеобеспечения человека в космосе. При его непосредственном участии, а с 1992 года под его руководством, на борту ОС и биоспутников проведено более 50 космических экспериментов с различными животными и растительными организмами общей длительностью более 3000 суток.

Автор и соавтор более 110 научных работ, в том числе ряда глав в коллективных монографиях, 2 изобретений и патента.

Награжден медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» II степени, медалью «850-летие Москвы», Почетной грамотой Роскосмоса, Почетной грамотой Федерального медико-биологического агентства России.

Романов Александр Николаевич – заместитель директора ИМБП по организационной работе и режиму с 1997 г., председатель балансовой комиссии ИМБП, председатель комиссии ИМБП по основным средствам и центральной постоянно действующей комиссии по контролю за учетом и хранением наркотических средств и психотропных веществ, Заслуженный работник здравоохранения РФ, член-корреспондент Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского.

Координирует работы, связанные с деятельностью инженерно-технической службы, службы управления недвижимостью, объединенной службы хозяйственного обеспечения, отдела оборудования и материально-технического обеспечения, производственно-транспортного отдела, службы таможенного обеспечения и отдела охраны.

За время работы в ИМБП (с 1978 г.) принимал участие в разработке методов и средств оказания медицинской помощи космонавтам, в отборе космонавтов, в исследованиях с моделированием факторов космического полета, в реализации научных программ на биоспутниках, послеполетной реабилитации космических экипажей, медико-биологическом обеспечении пилотируемых космических полетов на кораблях серии «Союз», орбитальных станциях «Салют» и «Мир».

Проводит плодотворную работу по совершенствованию и развитию служб и лабораторий ИМБП, осуществляет организационное обеспечение пилотируемых космических полетов и наземных экспериментов, в том числе – проекта «Марс-500». Награжден Почетными грамотами Министерства по атомной энергии РФ, Федерации космонавтики России, профсоюзов РАН, медалями Федерации космонавтики России имени Ю.А. Гагарина и К.Э. Циолковского.

Глава 2
ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ИНСТИТУТА
(наименования, направления деятельности, история)

2.1. Отдел клинико-диагностических исследований и экспертизы

Воронков Юрий Иванович, заведующий отделом клинико-физиологических исследований и экспертизы, д.м.н., профессор

Отдел клинико-физиологических исследований и экспертизы является структурным подразделением ИМБП.

Основные задачи, решаемые отделом:

– разработка принципов и клинико-физиологических методов отбора в целях совершенствования системы врачебной экспертизы космонавтов-исследователей, космонавтов-испытателей, водолазов, летчиков, спортсменов и других специалистов;

– участие в изучении влияния факторов космического полета, гипербарии и других экстремальных факторов на организм человека по данным полетных исследований и модельных экспериментов в целях совершенствования системы медицинского отбора космонавтов-исследователей, космонавтов-испытателей, водолазов, летчиков;

– уточнение медицинских требований к состоянию здоровья космонавтов-исследователей, космонавтов-испытателей, водолазов, летчиков;

– проведение амбулаторного и стационарного этапов отбора космонавтов-исследователей, космонавтов-испытателей, водолазов, летчиков;

– освидетельствование кандидатов в космонавты во врачебно-экспертной комиссии ИМБП и представление материалов клинико-физиологического обследования (КФО) в Главную медицинскую комиссию России;

– проведение ежегодного и внеочередного стационарного обследования космонавтов-исследователей, космонавтов-испытателей, водолазов, летчиков;

– изучение заболеваемости в межкомиссионный период и разработка вопросов санации при некоторых заболеваниях, наблюдаемых у кандидатов в космонавты, космонавтов, водолазов и летчиков, изучение профпатологии;

– отбор, врачебная экспертиза и медицинский контроль за штатными и нештатными испытателями-добровольцами, участвующими в экспериментальных исследованиях, проводимых в Институте;

– изучение последствий участия в испытаниях и уточнение критериев допуска испытателей-добровольцев к повторному участию в различных исследованиях (испытаниях);

– участие в КФО космонавтов до и после полета и в оперативном медицинском контроле во время полета;

– участие в разработке и клинико-экспериментальной апробации методов и средств профилактики и оказания медицинской помощи членам экипажей во время полета;

– участие в разработке методов и средств оказания реабилитационной медицинской помощи космонавтам и водолазам, а также добровольцам-испытателям после длительных наземных исследований.

В состав отдела входят:

– лаборатория клиники здорового человека (заведующий – д.м.н., профессор Ю.И. Воронков);

– лаборатория функциональной диагностики (заведующая – к.м.н. Г.П. Степанова);

– клинико-диагностическое отделение (заведующий – д.м.н. Л.Х. Брагин);

– отделение физиологии и патологии слуховой и вестибулярной систем (заведующий – д.м.н., профессор Э.И. Мацнев);

– отделение клинической физиологии (заведующий – д.м.н., профессор В.Н. Ардашев).

С освоением человеком космоса и проведением научных исследований на орбите для решения задач эффективного выполнения программ возрастающих по продолжительности полетов возникла необходимость медицинского обеспечения космических экипажей, а также отбора и подготовки космонавтов. Клинический отдел, одной из основных функций которого являлся отбор и подготовка космонавтов-исследователей гражданских ведомств, был создан в январе 1964 г., сразу после образования ИМБП. Для формирования отдела на должность заведующего был приглашен полковник медицинской службы, к.м.н. Г.П. Михайловский. И уже в феврале 1964 г. для проведения работ по медицинскому отбору и подготовке кандидатов в космонавты был сформирован сектор клинического отбора и подготовки космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей гражданских ведомств, который разместился на базе 6-й Клинической больницы 3-го ГУ МЗ СССР. На заведование сектором был приглашен член-корреспондент АМН СССР профессор П.И. Егоров, имевший большой опыт освидетельствования летного состава. После его смерти заведующей сектором была профессор Т.Н. Крупина.

В марте 1964 г. из ГНИИИ авиационной и космической медицины (ГНИИИ АиКМ) МО СССР был переведен психологический отдел доктора медицинских наук Ф.Д. Горбова, состоящий из двух лабораторий, которыми руководили канди-

даты медицинских наук В.И. Мясников и М.А. Новиков. Были приняты на работу опытные терапевты Н.П. Ермакова, Л.М. Филатова, кардиолог Е.Н. Кочина, окулист М.П. Кузьмин, гематолог М.Б. Реутова, биохимик Н.И. Цыганова. В отделе был организован стационар на 20 коек. Вначале были сформированы лаборатории «17А» и «18Б», сегодня преобразованные в «Клинику здорового человека» и лабораторию функциональной диагностики. В лаборатории «17А» работали врачи практически всех клинических специальностей, а заведовала ею опытный клиницист-невролог, Заслуженный деятель науки, профессор Т.Н. Крупина. Лабораторию «18Б» несколько лет возглавляла Т.В. Беневоленская, а в конце 1960-х гг. заведующим стал д.м.н., профессор Х.Х. Яруллин, один из создателей метода реоэнцефалографии, автор монографии «Клиническая реоэнцефалография», ставшей для многих специалистов настольной книгой. После смерти Х.Х. Яруллина заведующим стал невролог, д.м.н. А.Я. Тизул. В лаборатории работали Е.И. Соколов, Н.М. Боглевская, О.И. Байкова, Ю.С. Мдинарадзе, Т.Д. Васильева, Н.П. Артамонова, В.А. Горнаго, Л.А. Фотина. В сектор входила также лаборатория разработки методов и средств оказания медицинской помощи на борту, возглавляемая подполковником медицинской службы И.П. Неумывакиным. В эту лабораторию по инициативе О.Г. Газенко из МГУ им. М.В. Ломоносова пришел талантливый психофармаколог Л.Г. Полевой, который за разработку нового способа получения производных ГАМК, позволяющего расширить сырьевую базу производства, получил Государственную премию. Под его руководством было проведено тестирование на животных препарата фенигамма (впоследствии фенибут), введенного в аптечку космонавта. В фармакологической группе работали научные сотрудники Л.А. Семейкина, В.Н. Кальянова, Т.А. Венцлавская, В.И. Калош и старший лаборант Л.П. Подобуева. Именно этой группой комплектовались первые бортовые медицинские аптечки космонавтов.

Одновременно с организацией и комплектацией сектора медицинского отбора и подготовки была создана группа испытателей-добровольцев, впоследствии – штатных испытателей, которые являлись как бы прообразами первых космонавтов-исследователей. В числе первых были С.М. Кузнецов (старший группы), М.А. Маликов, В.И. Лобачик, Р.Н. Коцан, Г.В. Цитович, А.В. Гаврилин, А. Огурцов, Б.В. Хромов. Позднее пришли М.И. Гришков, Б.В. Перов, Г.В. Дружинин, С.И. Нефедов, Е.А. Кирюшин, Г.В. Завадовский, Г.Н. Лагоша, И.И. Харачебан, В. Волков, М.В. Ходжаков, Г.В. Дружинин. Важным направлением работы сектора с их участием являлось изучение переносимости человеком смоделированных на Земле практически всех разнообразных факторов космического полета. Причем в такой степени, которая заведомо превосходила ожидаемые эффекты в реальном полете. Определялись возможности и резервы организма здорового человека. «Эти гуманнейшие люди подвергали себя воздействию крайних степеней разрежения атмосферы, взрывной декомпрессии, ускорениям, катапультированию, высоким температурам, электромагнитным полям большой напряженности и т.д.», – отмечали директор ИМБП академик В.В. Парин и профессор И.М. Хазен.

Е. Кирюшин, С. Нефедов, В. Волков, М. Ходжаков, Х. Хобихожин, М. Гришков

Е.И. Доброквашина на космической подготовке

За мужество и героизм, проявленные при испытаниях, связанных с освоением космического пространства, звание Героя России присвоено Е.А. Кирюшину и С.И. Нефедову, а Орденом Мужества награждены Ю.Г. Данец, В.А. Добыко, Г.В. Завадовский, Р.Н. Коцан, С.М. Кузнецов, Б.В. Марычев, И.К. Палатов, Ю.Ф. Савочкин.

В модельных исследованиях в качестве испытателей-добровольцев и исследователей одновременно участвовали научные сотрудники клинического отдела и других подразделений Института: М.П. Кузьмин, Э.И. Мацнев, В.А. Горнаго, Е.И. Доброквашина, Л.Г. Пожарская, Л.Х. Брагин. Все это позволило оценить возможные факторы риска, разработать надежную систему диагностики состояния человека и необходимые меры защиты в условиях космических полетов, обеспечить их надежность. В 1984–1985 гг. Е.И. Доброквашина вместе с С.Е. Савицкой и Е.А. Ивановой прошла подготовку в качестве космонавта-исследователя к полету по программе экспедиции посещения ОС «Салют-7» в составе женского экипажа.

В 60-х годах XX века у клинического отдела еще не было своей стендовой базы, поэтому многие функциональные пробы проводились в других организациях. В частности, не было поворотного ортостатического стола. Стараясь выйти из положения, Г.П. Михайловский предложил проводить активную ортостатическую пробу длительностью в 30 минут, которая затем эффективно применялась многие годы. Сегодня пассивная орто-антиортостатическая проба проводится на современном поворотном столе, снабженном пультом управления. Стенд ОДНТ был передан клиническому отделу из ГНИИИ АиКМ МО СССР.

Решая проблемы космической медицины, специалисты отдела использовали опыт военной и гражданской авиационной медицины, а также сведения, касающиеся морской медицины, высокогорной, высокоширотной (полярной) физиологии и многих других разделов медицинской науки и практики. Постепенно накапливались экспериментальные знания. Каждый космический полет вносил свои корректировки в последующие исследования, что позволяло постоянно совершенствовать требования к отбору, подготовке и реабилитации космонавтов. Разрабатывались все более надежная система диагностики функционального состояния человека, а также необходимые меры профилактики и коррекции со-

стояния здоровья космонавтов. При организации подразделений ИМБП в секторе шло комплектование функциональных групп по основным клиническим специальностям. Ведущие специалисты подбирали кадры в свои группы.

М.П. Кузьмин проводит осмотр космонавта В.И. Севастьянова

В августе 1964 г. в клиническом отделе была сформирована офтальмологическая группа в составе старшего научного сотрудника к.м.н. Т.А. Петровой, офтальмолога М.П. Кузьмина и лаборанта Л. Прониной. Основной задачей группы являлась оценка воздействия факторов космического полета на орган зрения и поиск способов моделирования их с изучением состояния кровообращения и внутриглазного давления, обеспечивающих нормальную зрительную деятельность космонавта. С помощью достаточно простой аппаратуры (щелевой лампы, таблицы для определения остроты зрения, адаптометра для исследования темновой адаптации глаз, прибора для определения рефракции глаза и тонометра Маклакова) изучалось влияние моделируемых факторов полета на зрительные функции, состояние сосудов сетчатой оболочки глаза и диска зрительного нерва, внутриглазное давление. Были установлены закономерности адаптации сосудистой системы сетчатки глаза и внутриглазного давления к длительной невесомости, позволившие прогнозировать состояние органа зрения в длительных космических полетах и послеполетный период. Это дало возможность уточнить программы медицинского обследования и медицинские требования к состоянию здоровья кандидатов в космонавты-испытатели и космонавты-исследователи для полетов различной продолжительности. Экспериментальные данные были использованы и при разработке «Положений по медицинскому освидетельствованию и контролю за состоянием здоровья кандидатов в космонавты, космонавтов и инструкторов-космонавтов». Ответственными за подготовку проектов Положений, их согласование и утверждение были Г.П. Михайловский, Ю.И. Воронков и М.П. Кузьмин.

И.Я. Яковлева, Э.И. Мацнев и Л.М. Филатова с группой журналистов, проходивших отбор по программе «Космос – детям»

В группу оториноларингологов И.Я. Яковлева в качестве своего помощника пригласила на должность научного сотрудника В.П. Баранову, врача-оториноларинголога с большим клиническим опытом. В 1965 г. на должность младшего научного сотрудника-оториноларинголога был принят Э.И. Мацнев. Собственно, с этого небольшого коллектива врачей, одного

инженера и лаборантов Н.И. Лобановой и Т.А. Балихиной началась научная и практическая деятельность ЛОР-группы, приступившей к разработке нового раздела медицины – «Космической оториноларингологии». Позднее в этой группе работали Т.Н. Захарова и В.Б. Евстратова.

Ведущие специалисты клинического отдела в канун 10-летия ИМБП. Слева направо сидят: И.Я. Яковлева, Т.Н. Крупина, Л.М. Филатова, В.П. Баранова; стоят: М.М. Коротаев, Э.И. Мацнев, Г.П. Михайловский, М.П. Кузьмин, А.Я. Тизул

Первичный вестибулометрический отбор кандидатов в космонавты проводился на базе профилактория знаменитого предприятия ЦНИИМаш (в ту пору «закрытого») в г. Королеве. В этих целях использовали вестибулометрическое кресло Барани. Позднее на основе технического задания, разработанного ЛОР-специалистами отдела, на ЦНИИМаш был изготовлен вестибулометрический стенд, который создавался с учетом всех инновационных технологий того времени, позволял проводить исследования вестибулярной функции с воздействием Кориолисовых (прецессионных) ускорений, оптокинетической стимуляции, перевода кресла на неустойчивую опору и т.п. На этом легендарном стенде в течение нескольких десятилетий осуществлялось вестибулометрическое обследование многих ныне знаменитых отечественных и зарубежных космонавтов.

Заседание врачебно-экспертной комиссии в отделе клинико-диагностических исследований и экспертизы

Амбулаторный и стационарный отбор кандидатов в космонавты в отделе курировала Л.М. Филатова. Учитывая большое количество желающих пройти медицинский отбор, была сформирована выездная группа врачей-экспертов для амбулаторного обследования на базе медсанчастей по месту их работы: в ЦКБЭМ (ныне РКК «Энергия»), ЦКБН и его филиале, Академии наук, ЛИИ МАП (отряд летчиков-испытателей для программы «Буран»). Организация этих выездов и дальнейшее экспертное обследование были поручены Л.М. Филатовой. Более 30 лет она является секретарем врачебно-экспертной комиссии, оформляя эти материалы и докладывая их на Государственной медицинской комиссии.

Поскольку многие специалисты имели определенный опыт по экспертизе лиц летных профессий, обследование первых групп космонавтов проводилось с уче-

том опыта отбора летчиков-испытателей и летчиков истребительной авиации. Использовались как апробированные нагрузочные пробы и тесты, так и специальные тесты, учитывающие особенности работы в условиях невесомости. В 1965 г. сотрудники сектора участвовали в первом эксперименте с моделированием эффектов невесомости – «Влияние 7-суточной гипокинезии и рациона питания из гомогенизированных продуктов на функциональное состояние организма». В последующих модельных экспериментах отрабатывались вопросы экспертизы для длительных космических полетов, прогнозирования состояния здоровья и работоспособности космонавтов. Большое место занимало изучение комбинированного воздействия длительной (49-суточной, 62-суточной, 120-суточной и 365-суточной) антиортостатической гипокинезии (АНОГ) и поперечно направленных перегрузок, а также влияния на орган зрения испытателей-добровольцев факторов, связанных с их пребыванием в течение года в условиях полной изоляции. В 1968 г. впервые проведено экспериментальное исследование по оценке эффективности средств медицинского обеспечения длительных полетов – 120-суточная гипокинезия.

Стенд «Вега» клинического отдела

Обследование после 120-суточной АНОГ (проведена впервые), 1968 г.

Исследования с участием женщин по программам 7- и 49-суточной АНОГ с профилактикой объективно показали возможность участия женщин в космических полетах продолжительностью более 7 суток. В частности, эти данные были использованы при подготовке к повторному 11-суточному полету С.Е. Савицкой.

В 1972 г. сектору было предоставлено двухэтажное здание реконструированного детского садика. По сути, в этом «детском садике» и начинался профессиональный путь космонавтов из различных гражданских ведомств (ЦКБЭМ, ЦКБМ, Академии наук, ИМБП).

В составе клинического отдела была также сформирована лаборатория, а впоследствии – отдел по разработке методов и средств медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов, который с 1972 по 1987 гг. возглавлял заведующий отделением реанимации НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Л.Л. Стажадзе. В этом отделе работали научные сотрудники: В.В. Бо-

гомолов, И.Б. Гончаров, В.Е. Воробьев, И.В. Ковачевич, Л.Г. Репенкова, А.А. Титов, В.В. Ленский, Ю.А. Матвеев, В.Н. Кальянова; инженеры: В.В. Гальчин и И.В. Владимиров; средний медицинский персонал: Г.И. Ильина, Н.С. Есипова, И.В. Константинова, О.В. Колдаева, В.В. Пиганов, И.А. Андриянова, В.И. Седов, Л. Белобров, И.П. Пономарева. Из сотрудников отдела комплектовались бригады неотложной хирургической помощи при поисковой спасательной службе, которые выезжали в места посадки спускаемых аппаратов космических кораблей.

Амбулаторные, стационарные обследования и экспериментальные работы выполнялись при участии инженеров, лаборантов и медицинских сестер. Так, инженеры В.В. Гальчин и Н.Д. Вихарев неоднократно принимали участие в проведении функциональных нагрузочных проб, были в составе группы, участвовавшей в пред- и послеполетных КФО космонавтов на Байконуре и в ЦПК им. Ю.А. Гагарина.

В стационар отдела был набран штат среднего медицинского персонала различного профиля с большим опытом практической работы в клинических больницах Москвы: И.Н. Соколова, Т.А. Степанова, И.Е. Панферова, В.Ф. Цветлюк, Л.В. Нефедова, Г.К. Мальцева, В.А. Шишкина, В.Г. Шадина, Л.Ю. Кобзева, А.С. Султанова, В.И. Ревтова, Т.Н. Демидкина, Е.В. Панарина. В их задачи входило осуществление динамического наблюдения за состоянием здоровья испытателей-добровольцев во время и после проведения модельных экспериментов, участие в проведении функциональных нагрузочных проб и лабораторных исследований, координация исследований при отборе и переосвидетельствовании спецконтингента, что очень важно в сжатых временных рамках. От их знаний, умений, навыков во многом зависела точность получения научных данных.

Со временем увеличивалась частота и длительность космических полетов, возникали новые проблемы, появлялись новые направления исследований, усложнялись экспериментальные наземные исследования, и в связи с этим изменялись штат и структура Института. Некоторые группы становились лабораториями, лаборатории – отделами. Изменения коснулись и клинического отдела. Не стало в ИМБП структурной единицы «сектор». Стал самостоятельным отдел Л.Л. Стажадзе. В отделе клинико-физиологических исследований и экспертизы остались лаборатория «Клиника здорового человека», которую с 1983 г. по настоящее время возглавляет врач-кардиолог, д.м.н., профессор Ю.И. Воронков, и лаборатория функциональной диагностики, которой заведует к.м.н. Г.П. Степанова. Группа оториноларингологов во главе с Э.И. Мацневым стала отделением физиологии и патологии слуховой и вестибулярной системы. С целью внедрения результатов исследований в области космической, авиационной и морской медицины в клиническую практику в 2003 г. было создано отделение клинической физиологии (заведующие – Л.Х. Брагин, И.В. Саенко, О.С. Акимова (сотрудник ЦКБ РАН), в настоящее время – В.Н. Ардашев). Было сформировано новое клинико-диагностическое отделение, которым заведует д.м.н. Л.Х. Брагин. Сейчас в отделе имеется стендовая база «Клиника», в состав которой входит стационар на 30 коек.

Увеличение продолжительности полетов и необходимость сохранения постоянной высокой работоспособности космонавтов обусловливают актуальность проблемы прогнозирования функционального состояния человека применительно к задачам космической медицины. Космонавты – здоровые люди, но и здесь важно предвидеть вероятность функциональных нарушений в ходе полета (которые могут ухудшить общее состояние или работоспособность) с таким временем упреждения, которое было бы достаточным для проведения соответствующих профилактических или защитных мероприятий.

Разработанная коллективом отдела система медицинского отбора позволяет успешно проводить практически все экспериментальные исследования с участием человека, включая 520-суточный эксперимент с международным участием по проекту «Марс-500».

В настоящее время в отделе работают высококвалифицированные специалисты: профессора В.Н. Ардашев, Э.И. Мацнев, доктора и кандидаты наук, ведущие, старшие научные и научные сотрудники Л.Х. Брагин, А.Г. Гончарова, Л.М. Филатова, М.П. Кузьмин, Е.И. Доброквашина, О.А. Смирнов, Г.П. Степанова, С.П. Буйлов, Н.В. Дегтеренкова, Г.А. Тихонова, Д.А. Алексеев, Л.А. Кашенкова, Т.И. Морева, Е.С. Криушев, О.Б. Пасекова, З.А. Кривицина, И.Ю. Косорева, А.А. Погожев, М.В. Чувакова, Н.А. Бобкова, инженеры, лаборанты, медицинские сестры и другие специалисты.

Коллектив отдела клинико-физиологических исследований и экспертизы (2013 г.)

Участвуя за прошедший период в работах по программам «Салют», «Буран», «Мир», МКС, «Космос – детям», а также в отборе практически всех космических туристов (включая иностранных представителей), сотрудники отдела внесли достойный вклад в становление и развитие пилотируемой космонавтики.

2.2. Отдел оперативного управления медицинским обеспечением космических полетов

Поляков Алексей Васильевич, заведующий отделом оперативного управления медицинским обеспечением космических полетов, к.м.н.

Отдел оперативного управления медицинским обеспечением космических полетов предназначен для оперативного медицинского обеспечения космических полетов, создания средств и методов оказания медицинской помощи в экстремальных условиях, разработки программ научных медико-биологических исследований в полете, организации и проведения до- и послеполетных КФО и медицинского контроля состояния космонавтов на всех этапах полета и на месте посадки спускаемого аппарата.

Отдел оперативного управления медицинским обеспечением космических полетов объединяет:

– лабораторию управления медицинским обеспечением космических полетов;

– лабораторию медицинских и физиологических проблем внекорабельной деятельности;

– лабораторию разработки средств и методов оказания медицинской помощи в экстремальных условиях и телемедицины;

– лабораторию телекоммуникационного и информационного обеспечения;

– отделение специальной подготовки космонавтов-исследователей.

До 2010 г. в составе отдела функционировал отряд космонавтов-исследователей, последним руководителем которого был космонавт-исследователь С.Н. Рязанский.

Решение задач по разработке средств и методов оказания медицинской помощи в космическом полете и на месте приземления космических экипажей в настоящее время возложено на лабораторию разработки средств и методов оказания медицинской помощи в экстремальных условиях и телемедицины. Оказание медицинской помощи на борту пилотируемых космических аппаратов является одной из задач медицинского обеспечения профессиональной деятельности космонавтов.

Первоначально при обеспечении полетов экипажей КК «Восток» и «Восход» за оказание медицинской помощи отвечали специалисты ГНИИИ АиКМ МО СССР. Для оказания медицинской помощи в длительных космических полетах на ОС и КК нового поколения, а также для организации и проведения отбора и подготовки космонавтов гражданских учреждений в ИМБП в конце 1963 г. был создан клинический отдел, первым начальником которого являлся Г.П. Михайловский.

Инициатива создания отдела медицинского обеспечения космических полетов принадлежала директору ИМБП академику А.В. Лебединскому, который в январе 1964 г. определил научную тематику отдела и основные задачи: отбор и подготовка космонавтов-исследователей (в первую очередь из числа сотрудников ОКБ-1), а также разработка методов и средств оказания медицинской помощи на борту КК.

Сотрудники лаборатории разработки средств и методов оказания медицинской помощи в экстремальных условиях и телемедицины

В марте 1964 г. в ИМБП из ГНИИИ АиКМ МО СССР был переведен психологический отдел во главе с д.м.н. Ф.Д. Горбовым в составе двух лабораторий, которыми руководили кандидаты медицинских наук В.И. Мясников и М.А. Новиков, участвовавшие в отборе первых космонавтов. Из этого и клинического отдела ИМБП был сформирован сектор отбора и подготовки космонавтов. В сектор также вошли лаборатория разработки методов и средств оказания медицинской помощи на борту, которой руководил И.П. Неумывакин, стационар на 20 коек и группа испытателей.

В конце 1965 г. на должность заведующего отделом была приглашена д.м.н. Т.Н. Крупина. В этот период в лаборатории интенсивно велись экспериментальные исследования по разработке средств медицинского обеспечения полетов применительно к длительному пребыванию на ОС, решались вопросы взаимодействия с ОКБ-1, руководимым С.П. Королевым. При этом одним из важных вопросов было создание бортовых аптечек КК. В результате И.П. Неумывакин и сотрудники его лаборатории уже в 1964 г. осуществили их разработку и поставку в ОКБ-1 и в ЦПК (для обучения), а затем аптечки были приняты в качестве штатных средств КК.

В начале 1967 г. Т.Н. Крупина была назначена заведующей сектором отбора и подготовки космонавтов и оказания медицинской помощи космонавтам. Большое внимание в этот период уделялось организации медицинского обеспечения длительных пилотируемых космических полетов. ИМБП стало лидирующим учреждением в этих вопросах. В этот период на базе сектора под председательством Т.Н. Крупиной многократно проводились совместные совещания с представителями ЦПК, ГНИИИ АиКМ МО СССР и ЦНИАГ, на которых обсуждались вопросы организации и проведения медицинского обеспечения предстоящих полетов.

Увеличение продолжительности полетов выявляло новые проблемы. Так, 18-суточный полет А.Г. Николаева и В.И. Севастьянова на КК «Союз-9» (1–19.06.1970 г.) сопровождался развитием у них после приземления выраженного послеполетного «реадаптационного синдрома», который стал следствием ограниченного пространства в корабле и отсутствия эффективных средств профилактики, из-за чего экипаж постоянно пребывал в условиях гипокинезии, гиподинамии и сенсорной депривации. Решение данной проблемы было особенно важно, т.к. именно в этот период в стране шла интенсивная подготовка к длительным и сверхдлительным космическим полетам на ОС «Салют».

Ряд специалистов в области авиакосмической медицины и космонавтов были убеждены, что летать более двух недель опасно для здоровья. Позиция же сотрудников ИМБП состояла в том, что при условии проведения в полете специальных профилактических комплексов длительные полеты возможны и послеполетный реадаптационный синдром может быть сведен к минимуму. Объем ОС «Салют» позволял разместить в ней соответствующее оборудование и организовать выполнение профилактических мероприятий в полете. В итоге победила точка зрения специалистов ИМБП, подкрепленная результатами большого числа наземных научных экспериментов с участием человека, направленных на оценку влияния неблагоприятных факторов космического полета на организм человека и совершенствование системы медико-биологического обеспечения космических полетов. Исследования выполнялись в рамках широкой кооперации с ведущими научными центрами страны, в том числе с НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Центра реаниматологии, Института кардиологии, Института курортологии и физиотерапии и др.

Существенный вклад в решение этих проблем внесли результаты полетов врачей-космонавтов, сотрудников ИМБП: Б.Б. Егорова, В.В. Полякова и Б.В. Моруков, а также полета врача космонавта-исследователя О.Ю. Атькова. Выполненные при их непосредственном участии медико-биологические исследования и эксперименты позволили существенно пополнить знания о неблагоприятном влиянии факторов космического полета на состояние и работоспособность космонавтов, подготовить научную базу для обоснования способов повышения устойчивости человеческого организма в полете и сформулировать требования к средствам защиты.

Одной из важнейших задач обеспечения пилотируемых космических полетов является организация медицинского обеспечения поисково-спасательных работ в районах приземления космических экипажей. При приземлении на космические экипажи воздействует комплекс неблагоприятных экстремальных факторов (длительные перегрузки, высокие температуры, угловые ускорения и ударные перегрузки). Вследствие этого весьма вероятно ухудшение состояния космонавтов на этом этапе, а также высока степень риска их травмирования. Наиболее остро эта проблема может проявиться в случаях нештатных и аварийных посадок (приводнений) пилотируемых КК в труднодоступных местах, вдали от населенных пунктов (суши и кораблей). Поэтому особое внимание специалисты ИМБП уде-

ляют вопросам организации оказания неотложной медицинской помощи экипажам на месте приземления.

Изначально задачи по поиску и спасению космических экипажей были возложены на поисково-спасательную службу ВВС страны. При этом медицинское обеспечение поисково-спасательных работ осуществляли бригады неотложной хирургической помощи (БНХП) Минобороны с привлечением специалистов ГНИИИ АиКМ МО СССР, ЦНИАГ и ЦПК. В БНХП входили: хирург, терапевт, невропатолог и операционная медицинская сестра. Базировалась бригада на переоборудованных под медицинские цели вертолетах Ми-6 или Ми-8.

Бригада специалистов ИМБП размещается в вертолете Ми-8, предназначенном для поиска и оказания медицинской помощи возвращающимся экипажам КК

В период 1970–1971 гг. к работам поисково-спасательных служб на месте приземления космических экипажей стали привлекаться анестезиологи-реаниматологи ведущих клинических центров г. Москвы: НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского и Центра хирургии им. Б.В. Петровского.

Л.Л. Стажадзе во время работы с экипажем КК

В августе 1970 г. для усиления БНХП была сформирована группа из реаниматологов-анестезиологов, в которую вошли Л.Л. Стажадзе (руководитель), В.В. Богомолов, А. Мещеряков, Юшков и Родионов.

Группа прошла специальную подготовку в ИМБП и ЦПК. В ее подготовке принимали участие О.Г. Газенко, Т.Н. Крупина, И.П. Неумывакин и специалисты-разработчики космической техники. Представитель НПО «Энергия» А.И. Халутин провел практическую подготовку по спецснаряжению космонавтов, скафандрам и всему тому, что необходимо знать на месте приземления КК. В апреле 1972 г. в секторе, руководимом Т.Н. Крупиной, была сформирована лаборатория «37Б» по разработке методов и средств оказания реанимационно-анестезиологической помощи для различных этапов пилотируемых космических полетов. Заведующим лабораторией был назначен к.м.н. Л.Л. Стажадзе, старшими научными сотрудниками – к.м.н. В.В. Богомолов и И.Б. Гончаров.

Решение о создании в ИМБП лаборатории по разработке методов и средств оказания реанимационно-анестезиологической помощи для различных этапов космических полетов было принято после трагедии с КК «Союз-11», на котором совершали полет Г.Т. Добровольский, В.Н. Волков и В.И. Пацаев (1971 г.). Специ-

алисты лаборатории (врачи-реаниматологи и лаборанты-анестезисты) пользовались большим авторитетом среди специалистов поисково-спасательной службы. Во всех штатных и нештатных ситуациях они проявляли высокий профессионализм и разумную инициативу. Действуя в экстремальных условиях при приводнении спускаемого аппарата, приземлении в горной местности, в сложнейших климатических условиях, а также при баллистических вариантах спуска, медицинские специалисты, включенные в состав поисково-спасательных групп, оперативно и четко выполняли поставленные перед ними задачи.

В 70–80-е гг. XX века отделом оказания медицинской помощи проводились ежегодные учебные циклы занятий со специалистами поисково-спасательной службы по анестезиологии и реаниматологии на базе клинических центров г. Москвы и ИМБП.

В связи с постоянным увеличением длительности пилотируемых космических полетов, а также обобщением опыта медицинского обеспечения уже выполненных полетов требовалось проведение работ, направленных на совершенствование имеющихся средств и методов диагностики состояния космонавтов и оказания им медицинской помощи на борту пилотируемых КК.

Специалисты лаборатории «37Б» оперативно включились в разработку методов и средств диагностики состояния космонавтов и оказания медицинской помощи космонавтам до-, во время и после космических полетов, а также к подготовке предложений по комплексу восстановительно-лечебных мероприятий (медицинской реабилитации) космонавтов после приземления. Был выполнен комплекс работ, направленных на разработку эффективных средств и методов оказания медицинской помощи и лечения космонавтов в полете. Особое внимание уделялось вопросам использования в космическом полете различных способов обезболивания (местная и общая анестезия), методов гемосорбции, гипотермии, созданию медико-диагностической аппаратуры для оценки состояния здоровья и лечения космонавтов.

Первый вариант медико-эвакуационного комплекса ИМБП, разворачиваемого на месте приземления спускаемого аппарата КК

Усилиями сотрудников лаборатории был разработан и внедрен в практику медицинского обеспечения поисково-спасательных работ медико-эвакуационный комплекс (МЭК). Благодаря использованию МЭК удалось обеспечить вблизи от места приземления создание приемлемых условий для проведения необходимых для космонавтов санитарно-гигиенических мероприятий, диагностических процедур, а также подготовить приземлившийся экипаж к эвакуации. При необходимости в МЭК можно было оказать и неотложную медицинскую помощь.

Большой вклад в разработку методов и средств оказания медицинской помощи в полете и на месте приземления внесли: В.И. Ахапкина, И.В. Владимиров, А.Н. Воробьев, И.В. Ковачевич, Е.А. Макарычева, В.И. Милявский, И.П. Неумывакин, Л.П. Подобуева, Л.Г. Полевой, Л.Г. Репенкова, Л.А. Семейкина, В.С. Шашков.

И.Б. Гончаров (в центре) на месте приземления космического экипажа

В период с 1979 по 2010 гг. лабораторией руководил к.м.н. И.Б. Гончаров. В этот период сотрудники лаборатории продолжали интенсивно развивать клиническое направление космической медицины, уделяя особое внимание разработке эффективных средств и методов оказания неотложной медицинской помощи космическим экипажам при возникновении нештатных медицинских ситуаций в полете. При этом прорабатывались и вопросы поддержания жизненно важных функций у пострадавшего (заболевшего) космонавта в ходе его эвакуации с ОС на этапе спуска космического корабля-спасателя.

По результатам выполненного в полете врачом космонавтом-исследователем, сотрудником ИМБП В.В. Поляковым космического эксперимента «Инфузия» была отработана методика парентерального введения лекарственных средств в условиях невесомости. Это позволило разработать и включить в состав штатных средств ОС «Мир» специализированную медицинскую укладку «НП-2», предназначенную для оказания неотложной медицинской помощи в полете.

Врач-космонавт В.В. Поляков проводит космический эксперимент «Инфузия»

Для совершенствования состава средств оказания медицинской помощи в космическом полете в лаборатории был выполнен большой объем работ по изучению фармакокинетики лекарственных средств в наземных исследованиях с моделированием факторов космического полета. Были отобраны наиболее подходящие формы перспективных лекарственных средств для использования в космических полетах, с минимальным побочным влиянием на гемодинамику человека.

Методики фармакокинетических исследований, предусматривающие многократное взятие венозной крови, ее заморозку и длительное хранение до возвращения на Землю, очень трудоемки, требуют поставки и эксплуатации на борту специального оборудования, а также большого времени на подготовку космонавтов. В связи с этим лабораторией был предложен неинвазивный метод, основанный на изучении концентрации фармпрепаратов в слюне, как наиболее перспективный для изучения особенностей фармакокинетики лекарственных средств в полете. Были отобраны препараты, кинетические характеристики которых можно изучать этим методом. С использованием этого метода российскими космонавтами на ОС «Мир» и МКС было выполнено несколько серий экспериментов по изучению фармакокинетики препарата из группы нестероидных противовоспалительных средств. В результате были выявлены особенности его фармакокинетики в условиях микрогравитации по сравнению с данными, полученными на Земле.

В лаборатории проводятся исследования по изучению сохранности лекарственных препаратов в длительных космических полетах. Результаты этих работ позволят обосновать потребный грузопоток медицинского имущества, а также подготовить предложения по разработке технических устройств для хранения лекарственных препаратов на борту ОС.

Сотрудниками лаборатории выполнен комплекс широкомасштабных изысканий по изучению механизмов неблагоприятного влияния факторов космического полета на организм человека, сформулированы патогенетически обоснованные рекомендации по профилактике и купированию изменений, возникающих в результате воздействия этих факторов.

Специалисты лаборатории активно внедряют в практику медицинского обеспечения пилотируемых полетов современные автоматизированные технологии.

Специалистами лаборатории И.И. Поповой и Л.Д. Анохиной был разработан вариант единой электронной базы полетных данных, обеспечивающей получение, хранение, оперативный поиск и обработку информации в интересах медицинского обеспечения космических полетов, а также позволяющей производить расчеты и сопоставление результатов различных медицинских обследований.

Важным разделом работ подразделения является участие специалистов лаборатории в медицинском обеспечении космонавтов при выполнении внекорабельной деятельности (ВКД). В предыдущие годы в группу медицинского обеспечения ВКД входили: В.В. Богомолов, И.Б. Гончаров, В.В. Ленский и Л.Л. Стажадзе. В настоящее время специалисты ИМБП участвуют в медицинском обеспечении ВКД российских членов экипажей МКС.

Результаты медицинского обеспечения уже выполненных полетов различной продолжительности показали адекватность и эффективность поставляемых российской стороной средств оказания медицинской помощи.

Сотрудники лаборатории принимали активное участие в разработке принципов медицинского обеспечения международных экипажей, создании интегрированной системы оказания медицинской помощи на МКС.

Слева: члены группы медицинского сопровождения ВКД, слева направо: А.С. Барер (НПП «Звезда» им. академика Г.И. Северина), В.В. Богомолов, В.П. Катунцев и А.В. Поляков (все – ИМБП); справа: космонавты при выполнении ВКД

Бортовые аптечки КК «Союз ТМА» и медицинские укладки РС МКС

Большой вклад специалисты лаборатории внесли в разработку нормативно-методической медицинской документации для экипажей МКС. В лаборатории разработаны и внедрены в практику адаптированные для всех членов международных экипажей «Методические указания по использованию фармакологических средств и медицинского оснащения РС МКС». При участии сотрудников лаборатории разработан проект документа «Концепция операций: Экстренная медицинская помощь на МКС» (2003 г.), оказана помощь американским специалистам при подготовке бортового справочника по медицинским операциям Medical Checklist.

Силами сотрудников лаборатории осуществляется комплектация штатных медицинских укладок, поставляемых на КК типа «Союз ТМА» и РС МКС.

Приемка ОТК бортовых медицинских укладок, укомплектованных специалистами лаборатории

Завершаются работы по созданию электронного справочника по использованию российских средств медицинской помощи в полете, что облегчит поиск необходимых препаратов в медицинских укладках. Он также должен помочь экипажу (при отсутствии связи с Землей) сориентироваться и принять решение при постановке диагноза.

Большое внимание специалисты подразделения уделяют созданию перспективных технических устройств для диагностики и оказания медицинской помощи в полете. В 2011 г. создан макет устройства (инфузоматор) для внутримышечного и подкожного введения жидких лекарственных форм в условиях космического полета (И.В. Владимиров), разрабатываются диагностические системы: «БИМС», монитор витальных функций (И.И. Попова). Одновременно с работами по совершенствованию средств оказания медицинской помощи на РС МКС в лаборатории ведутся работы, связанные с оптимизацией организации оказания неотложной медицинской помощи экипажу непосредственно в районе приземления спускаемого аппарата: в соответствии с современными требованиями Минздрава России дооснащаются носимые укладки специалистов ИМБП, командируемых для участия в поисково-спасательных работах, разработан проект технического задания на создание современных носимых комплектов средств оказания неотложной медицинской помощи приземлившемуся экипажу, а также носимого телемедицинского комплекса для поддержки медицинских специалистов ОТГ при принятии решения в случаях возникновения экстренных медицинских ситуаций в точке приземления спускаемого аппарата.

Большое внимание в работе лаборатории уделяется разработке и внедрению в практику медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов перспективных медицинских технологий. С 1999 г. началась реализация утвержденной Роскосмосом научно-технической программы «Телемедицина РС МКС», направленной на создание опытного сегмента системы телемедицинского обеспечения длительных пилотируемых полетов (руководитель работ – И.Б. Гончаров, отв. исполнитель – И.И. Попова).

В рамках программы совместно с Учебно-исследовательским центром космической биомедицины (УИЦ КБМ) и ИКИ РАН отрабатываются технические и организационные решения по использованию современных телемедицинских технологий в системе медицинского обеспечения космических полетов. Проведенные телемедицинские обследования показали возможность оценивать в динамике состояние здоровья испытателей, назначать корригирующую терапию и оценивать динамику изменений здоровья при проведении лечебно-профилактических мероприятий.

Послеполетное обследование космонавта Ю.И. Маленченко по методике эксперимента «БИМС» проводит с.н.с. И.И. Попова

В 2010 г. завершен первый этап космического эксперимента «БИМС», результаты которого подтвердили перспективность использования телемедицинских технологий для оценки состояния здоровья космонавтов. В дальнейшем предусматривается доставка на РС МКС дополненного комплекта телемедицинской аппаратуры и отработка вопросов двухстороннего информационного взаимодействия в контуре «РС МКС – Земля – РС МКС».

В 2002–2003 гг. в рамках междисциплинарного проекта «Диагностика и оказание неотложной медицинской помощи членам экипажа МКС с помощью средств телемедицины» был проведен большой комплекс экспериментальных исследований, направленных на оценку возможности применения методов и средств оказания неотложной помощи экипажам МКС при возникновении острых функциональных нарушений или заболеваний на этапе орбитального полета и при эвакуации пострадавшего члена экипажа на корабле-спасателе «Союз». В работе принимала участие большая кооперация специалистов Университета Гуттенберга в Майнце, Университета Ерлангера, Международного космического университета в Страсбурге, ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ЦУП и Российской ассоциации телемедицины. Были разработаны типовые алгоритмы и сценарии возможных клинических случаев нарушений функций сердечно-сосудистой системы и дыхания в полете, осуществлено моделирование алгоритмов оказания экстренной медицинской помощи в условиях пилотируемых космических аппаратов, в ситуациях, приближенных к реальным медицинским рискам в космическом полете. Работа проводилась в полноразмерных макетах служебного модуля МКС и ТПК «Союз ТМА», в скафандре для внекорабельной деятельности «Орлан-Д», в условиях моделировании микро- и гипергравитации, а также в полевых условиях, близких к условиям на месте приземления космических экипажей (исп. И.Б. Гончаров, И.И. Попова). В качестве «пациентов» в работе использовались медицинские манекены с физиологической обратной связью.

Использование манекена для отработки методов оказания неотложной помощи на месте приземления экипажа КК

Результаты этих исследований позволили разработать концепцию оказания неотложной медицинской помощи на РС МКС, в том числе и при ВКД.

В 2003 г. в Институте была создана лаборатория «Телемедицина» (заведующий М.В. Баранов). Для отработки телемедицинских технологий и внедрения их в практику медицинского обеспечения профессиональной деятельности космонавтов был создан телемедицинский стенд, технические средства которого активно используются и для оценки состояния здоровья испытателей-добровольцев при проведении модельных наземных экспериментов. Так, в эксперименте «Марс-500», моделирующем некоторые элементы межпланетного полета на Марс, оборудование телемедицинского стенда использовалось для передачи, накопления и хранения медицинской и физиологической информации, получаемой в результате медицинского контроля состояния здоровья испытуемых и при выполнении научной программы эксперимента. Специалистами этой лаборатории в кооперации с УИЦ КБМ был разработан макет носимого телемедицинского комплекта для организации оказания медицинской помощи в полевых условиях, который успешно прошел испытания.

В 2010 г. в результате организационно-штатных преобразований специалисты лаборатории «Телемедицина» вошли в состав лаборатории разработки средств и методов оказания медицинской помощи в экстремальных условиях и телемедицины (заведующий – А.В. Поляков). При этом на подразделение была возложена задача, связанная с отработкой телемедицинских технологий, в том числе и в интересах космической медицины. Большое внимание при этом было уделено изучению возможности использования телемедицинских технологий в интересах медицинского обеспечения поисково-спасательных работ на месте приземления космических экипажей.

В ходе обеспечения поисково-спасательных работ в 2010–2011 гг. под руководством О.И. Орлова сотрудники лаборатории при участии специалистов Росавиации и РКК «Энергия» провели оценку возможности использования телемедицинских систем на месте приземления космических экипажей. По результатам работы были подготовлены предложения по разработке носимых телемедицинских комплектов, которые могут быть использованы не только в интересах космической медицины, но и при организации оказания медицинской помощи в удаленных районах и в полевых условиях (МЧС, Минобороны и др.).

В лаборатории совместно со службой Главного конструктора ИМБП проводится работа по комплектованию штатных бортовых аптечек КК «Союз» и медицинских укладок, поставляемых на РС МКС.

С.н.с. отдела А.З. Кабулова (справа) участвует в эвакуации космонавта А.И. Борисенко с места приземления

Специалисты лаборатории активно участвуют в работах по совершенствованию методов и средств оказания медицинской помощи в полете и в районах приземления космических экипажей. Из состава лаборатории формируются врачебно-сестринские бригады, участвующие в медицинском обеспечении поисково-спасательных работ в районах приземления космических экипажей.

В обеспечении этих работ также принимает участие и группа специалистов лаборатории, привлекаемая для развертывания МЭК в основном районе приземления спускаемого аппарата. Развернутый МЭК обеспечивает практически при любых внешних климатических условиях поддержание приемлемых санитарно-гигиенических условий на все время подготовки космического экипажа к эвакуации с места приземления. Ряд специалистов лаборатории включен в состав международных рабочих медицинских групп, в том числе и в группу по оказанию медицинской помощи экипажам МКС (ICMWG).

Сотрудники лаборатории активно участвуют в выполнении научно-исследовательских работ по собственной тематике, привлекаются к выполнению исследований по тематике других подразделений, участвуют в медицинском обеспечении проводимых в ИМБП экспериментов с участием человека.

Группа специалистов отдела, обеспечивающая развертывание МЭК. Слева направо: старший инженер А.С. Ковалев, ведущие инженеры В.В. Поляков, И.В. Владимиров, С.В. Фомин, Л.И. Бычков

Развитие клинической медицины, появление более эффективных лекарственных препаратов, создание перспективных бортовых медицинских технических средств и технологий требуют не останавливаться и продолжать совершенствовать российскую систему оказания медицинской помощи космонавтам в полете и после приземления.

2.2.1. Лаборатория управления медицинским обеспечением космических полетов

Одним из ведущих направлений деятельности Института является медицинское обеспечение пилотируемых космических полетов, для эффективного выполнения которого была создана специализированная лаборатория.

История создания лаборатории восходит к началу пилотируемой космонавтики, когда под руководством А.Д. Егорова группа сотрудников ИМБП стала работать в ЦУП в г. Евпатории (А.П. Шуленин, А.П. Полякова, З.А. Голубчикова, В. Дзержановская, Е. Спицина, В.Р. Лямин и др.). В этот же период для участия в оперативном управлении полетами сотрудники лаборатории выезжали на наземные измерительные пункты, расположенные в Уссурийске, Джезказгане, на Камчатке (С.Б. Гюльазизов, Л.А. Михайлов, А.А. Чирков, А.П. Полякова) и на корабельно-командные измерительные пункты (В.Р. Лямин, А.А. Чирков, В.И. Бернадский, В.А. Талавринов, В.И. Богданов, А.В. Сергеев).

Егоров Анатолий Дмитриевич, доктор медицинских наук, профессор

В 1977 году управление полетами КК и орбитальных станций (ОС) было возложено на ЦУП в г. Королеве. В эти годы была создана Главная оперативная группа управления (ГОГУ), в состав которой вошла Группа медицинского обеспечения (ГМО). Основные задачи, которые возлагались на ГМО, включали комплексную оценку состояния здоровья и работоспособности космонавтов, а также основных параметров среды обитания, контроль за соблюдением РТО и использованием средств профилактики, проведение оперативного медицинского контроля, выполнение профилактических и при необходимости лечебных мероприятий, подготовка и формирование решений по медицинскому обеспечению, выдача медицинских заключений о степени годности членов экипажа к выполнению запланированных элементов программы полета.

В основном ГМО была сформирована из сотрудников ИМБП. Ее возглавил д.м.н., профессор А.Д. Егоров, под руководством которого была создана система медицинского обеспечения космонавтов, включающая комплекс медицинских, санитарно-гигиенических, технических и организационных мероприятий, направленных на сохранение здоровья членов экипажа для эффективного выполнения полетных программ.

В течение первых 5 лет проводились работы по медицинскому обеспечению экипажей ОС «Салют-6». Впервые, используя результаты многочисленных экспериментов по моделированию влияния эффектов микрогравитации на организм здорового человека и теоретических схем главных механизмов влияния невесомости на различные системы организма, были выделены основные направления медицинского обеспечения:

– медицинский контроль (мониторинг) за здоровьем, физической работоспособностью и функциональными резервами организма космонавта на всех этапах полета;

– реализация комплекса мероприятий по профилактике неблагоприятных влияний факторов космического полета на организм человека, включая физические тренировки на бортовых тренажерах, ношение нагрузочных костюмов, профилактические приемы фармакологических средств, прием пищевых и водно-солевых добавок, использование средств противоперегрузочной защиты при завершении полета и др.;

– контроль за психофизиологическим состоянием космонавтов в полете, регламентация режима труда и отдыха, психологическая поддержка с целью профилактики развития психической астенизации в полете;

– диагностика возможных нарушений в состоянии здоровья членов экипажа и оказание в случае необходимости медицинской помощи;

– медицинское обеспечение внекорабельной деятельности экипажа;

– обеспечение и контроль системы питания космонавтов в полете;

– обеспечение средствами личной гигиены космонавтов в полете;

– контроль за санитарно-гигиеническим состоянием условий обитаемых отсеков орбитального комплекса;

– радиационный контроль и обеспечение радиационной безопасности экипажей.

Для высококвалифицированной работы по обеспечению всех направлений медицинского обеспечения в состав ГМО вошли сотрудники лаборатории со следующими функциональными обязанностями:

– руководитель группы;
– заместители руководителя группы;
– дежурные смены (сменный руководитель, специалист по космической медицине, лаборант-документалист), с круглосуточной работой;
– ведущие терапевты;
– подгруппа по управлению медицинскими обследованиями, расшифровке и анализу медицинской информации, поступающей по каналам ТМ-связи;
– подгруппа медицинского обеспечения внекорабельной деятельности (привлекались сотрудники подгруппы анализа З.А. Голубчикова, Г.Г. Сидоренко, А.П. Полякова, И.В. Алферова, Г.В. Копчикова, В.И. Бакушина).

Принципиальный подход к формированию ГМО был использован и в дальнейшем, при полетах в 1982–1991 годах ОС «Салют-7» и «Мир». Этот же подход лег в основу медицинского обеспечения полетов на МКС.

А.Д. Егоров – заведующий отделом и лабораторией, стал первым заместителем руководителя полетов по медицинскому обеспечению и руководителем ГМО, в дальнейшем его заменил к.м.н. О.Д. Анашкин, а с 1995 г. работой ГМО руководит к.м.н. И.В. Алферова.

В работе группы активно участвовали д.м.н. И.И. Касьян, к.м.н. В.И. Бернадский. Они плодотворно сотрудничали с группой планирования ГОГУ и ее оперативными службами по координации текущей деятельности космонавтов на борту, сопоставляя текущую работу с их функциональными возможностями.

При полетах на МКС большую роль играет работа по планированию и интегрированию медицинских операций. В настоящее время координацией этих работ занимаются заместители руководителя группы В.В. Криволапов и Е.Г. Хорошева. Это специалисты высокого уровня, имеющие огромный опыт работы в качестве врача космического экипажа (В.В. Криволапов) и ведущего терапевта (Е.Г. Хорошева).

За прошедшие годы в состав дежурных смен ГМО всегда входили высококвалифицированные врачи, хорошо разбирающиеся как в клинической, так и в космической медицине. В их числе В.А. Андрецов, В.И. Богданов, В.А. Волгин, Л.Х. Брагин, Б.Ф. Демида, С.С. Каниовский, С.В. Поздняков, А.А. Монастырев, В.А. Талавринов, М.П. Бобровницкий, А.А. Чирков, А.Д. Буртовой, И.В. Алферова, В.И. Бернадский, А.В. Сергеев, М.В. Домрачева, Е.Г. Хорошева, С.Н. Бубнов, В.Ю. Пукарев, А.А. Дрожжин. Их незаменимыми помощниками были лаборанты-документалисты О.П. Плаунова, Л. Миролюбова, Н. Ерофеева, В.В. Волохова, Н. Филиппова, М. Ключникова. На их плечах лежала трудоемкая, ответственная, ежедневная забота о здоровье и работоспособности космонавтов, работающих и живущих на орбитальных станциях.

В настоящее время в состав дежурных смен включены новые сотрудники, имеющие большой опыт клинической работы: С.Т. Руденко, С.В. Иванов, И.А. Юрченко, А.В. Абоимов. Они проходят подготовку по космической медицине в процессе работы. Учителями их являются опытнейшие «старейшины» лаборатории.

Одной из ключевых фигур в решении вопросов медицинского обеспечения летающих экипажей всегда являлся ведущий терапевт, в обязанности которого входят обобщение материалов медконтроля и медицинских обследований, составление недельных и этапных заключений, итогового отчета и многие другие вопросы по оказанию медицинской помощи, формированию медицинских укладок. В различные годы ведущими терапевтами были И.А. Евдокимова, А.В. Вабищевич, Е.М. Романов, Ю.В. Конев, В.А. Турбасов, В.Р. Лямин, Е.Г. Хорошева.

Под руководством А.Д. Егорова было сформировано одно из главных направлений в медицинском обеспечении – медицинский контроль за состоянием здоровья космонавтов на различных этапах полета с использованием медицинской аппаратуры, позволяющей получать физиологическую информацию в реальном масштабе времени. Для этих целей была создана подгруппа по управлению медицинскими обследованиями, расшифровке и анализу медицинской информации, поступающей по каналам ТМ-связи. В состав подгруппы входили специалисты, врачи и ученые А.П. Полякова, В.Ф. Турчанинова, И.В. Алферова, М.В. Домрачева, З.А. Голубчикова со своими незаменимыми помощниками лаборантами-расшифровщиками Г.В. Копчиковой, В.И. Бакушиной, Г.Г. Сидоренко, О.В. Храпачевой, Н. Поздняковой и Н. Коляскиной. Руководителем подгруппы долгие годы был к.м.н. О.Г. Ицеховский.

На ОС «Салют-6» медицинский контроль проводился с помощью аппаратуры «Полином-2М». В.А. Дегтярев, Л.Я. Андрияко, В. Рогозин, В.Г. Дорошев передавали опыт работы сотрудникам подгруппы по медицинскому контролю. Одновременно для расширения диагностических возможностей при активном участии И.Б. Тихомирова, В.Ф. Турчаниновой, Е.П. Миловой был разработан прибор «Реограф-2».

Для ОС «Салют-7» была разработана, изготовлена в СКТБ «Биофизприбор» при участии сотрудников ИМБП И.С. Шадринцева и В.И. Сомова и поставлена на борт новая аппаратура для штатного медицинского контроля «Аэлита-01». С этого времени управление УМО полностью перешло в подгруппу по медицинскому контролю.

Для ОС «Мир» в СКТБ «Биофизприбор» (кураторы работ В.И. Сомов, О.Г. Ицеховский, И.В. Алферова) был создан многофункциональный, не имеющий аналогов в мире комплекс медицинской аппаратуры «Гамма-01», позволивший проводить обследование в режиме реального времени как в покое, так и при выполнении функциональных нагрузочных проб. С усовершенствованием блока артериального давления появилась возможность контролировать давление по тонам Короткова непосредственно во время пробы с физической нагрузкой на велоэргометре.

Результаты данных периодических обследований в ходе полетов становились основой рекомендаций по профилактике возможных отклонений в здоровье кос-

монавтов в ходе полета и оценке возможности продолжения и выполнения программ полетов.

В настоящее время подгруппой по медицинскому контролю руководит к.м.н. В.Ф. Турчанинова. В состав подгруппы входит врач-кардиолог функционалист Т.Г. Шушунова.

Результатом многолетнего кропотливого труда подгруппы явилось создание системы современного медицинского мониторинга за состоянием здоровья космонавтов на МКС.

Практическая деятельность лаборатории, направленная на медицинское сопровождение длительных космических полетов, оперативную диагностику, лечение расстройств здоровья и профилактическую работу в период функционирования ОС «Мир», всегда была неразрывно связана с научными поисками. Динамика изменения медицинских параметров в ходе длительных космических полетов заставляла уточнять само понятие «медицинской нормы», по-новому, творчески подходить к проявлению специфической индивидуальной симптоматики в условиях полета.

Для стандартизации методик обследования и анализа результатов, полученных до и во время полета, сотрудниками была разработана «Инструкция по методикам расшифровки, анализа и оценки физиологической информации при проведении медицинских обследований в натурных испытаниях», в которой изложены требования к условиям проведения обследования, методики расшифровки физиологических кривых, расчета гемодинамических показателей, их диагностическая значимость, критерии оценки переносимости проб с ДФН и воздействием ОДНТ, показания к прекращению пробы (О.Г. Ицеховский, В.Ф. Турчанинова, И.В. Алферова, З.А. Голубчикова).

Для расширения диагностических возможностей медицинского контроля критерии оценки переносимости функциональных проб дополнены актуальной в настоящее время информацией о возрастных особенностях гемодинамических реакций на условия микрогравитации и штатные функциональные нагрузки (В.Ф. Турчанинова, И.В. Алферова).

Весомым вкладом в копилку знаний о влиянии микрогравитации на сердечно-сосудистую систему космонавтов были результаты эксперимента «КАРДИО-ОДНТ» на МКС, который курировали В.Ф. Турчанинова, И.В. Алферова, Г.В. Копчикова.

Текущий этап работы лаборатории связан с реализацией полетов на МКС. Он характеризуется рядом организационных особенностей и координацией деятельности с международными партнерами. Медицинское обеспечение экипажей МКС обеспечивает интегрированная медицинская группа, в которую входят специалисты всех международных партнеров, а также представители лаборатории И.В. Алферова, В.В. Криволапов, Е.Г. Хорошева. Эти особенности явились основанием для разработки новых требований к организации и реализации медицинского контроля, многочисленных обсуждений и согласований для создания международной концепции организации медицинского мониторинга состояния здоровья членов

экипажей и написания документов International Space Station Medical Operations Requirements Documents (ISS MORD) SSP 50260 и Medical Evaluation Document MedVolume C – Medical Standards for Space Flight (MED, SSP 50667) (И.В. Алферова, В.В. Криволапов, Е.Г. Хорошева).

Сотрудники Группы медицинского обеспечения в Главном зале управления ЦУП. Слева направо, в первом ряду: В.Ф. Турчанинова, И.А. Юрченко, С.Т. Руденко, Т.Г. Шушунова; во втором ряду: В.В. Криволапов, Л.С. Шуева, В.Ф. Нестеров, И.Ф. Сараев, И.В. Алферова, М.В. Баранова

Проведение фоновых обследований по программе медицинского контроля с использованием штатной аппаратуры медицинского контроля «Гамма-01» в ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Слева направо: В.Ф. Турчанинова, И.В. Алферова, Т.Г. Шушунова

Сотрудники лаборатории осуществляют медицинское обеспечение полетов на МКС, также и в ЦУП Хьюстона в Российской региональной группе управления, участвуя в постоянном информационном сопровождении полета, обеспечивают оперативный обмен медицинскими данными и информацией по вопросам медицинского обеспечения с медицинскими службами международных партнеров. При необходимости они также принимают участие в осуществлении «резервного» управления полетом на МКС. В Хьюстоне периодически работают В.В. Криволапов, Е.Г. Хорошева, А.А. Монастырев, А.В. Сергеев, М.В. Домрачева, В.Ю. Пукарев, С.Н. Бубнов.

Возложенные на сотрудников лаборатории работы высокой государственной важности выполняются профессионально и всегда высоко оцениваются руководством ЦУП и российскими космонавтами. Главным же результатом работы по оперативному медицинскому обеспечению является успешное выполнение космонавтами программ их полетов при сохранении здоровья и работоспособности на высоком профессиональном уровне.

2.2.2. Лаборатория медицинских и физиологических проблем внекорабельной деятельности

Медицинское сопровождение подготовки и выполнения космонавтами ВКД является важной составной частью системы медико-биологического обеспечения пилотируемых космических полетов. Непосредственному участию специалистов ИМБП в решении этих вопросов уделялось самое пристальное внимание уже с первых лет образования Института.

Лаборатория выполняет исследования по изучению медицинских и физиологических проблем внекорабельной деятельности (ВКД), а также проводит работы по организации и координации по осуществлению медицинского обеспечения космонавтов в процессе ВКД.

Осипов Юрий Юрьевич, к.м.н. с Ершовой Татьяной Александровной, м.н.с. лаборатории

Заведует лабораторией Ю.Ю. Осипов.

Основные задачи лаборатории:

– совершенствование средств и методов медицинского обеспечения ВКД;

– координация работ, проводимых в подразделениях Института и сторонними организациями по медицинским и физиологическим проблемам ВКД;

– исследование особенностей функционирования основных физиологических систем организма человека в условиях наземного моделирования факторов ВКД;

– исследование воздействия на организм человека основных параметров искусственной атмосферы кабин космических кораблей;

– изучение физиологических реакций адаптации организма человека к условиям выполнения ВКД в процессе тренировок в гидролаборатории и термобарокамере и в космических полетах;

– организация, подготовка медицинского обеспечения ВКД космонавтов;
– создание, поддержание и наполнение банка данных «Результаты медицинского обеспечения ВКД космонавтов».

В состав группы медицинских специалистов, отвечающей за медицинский контроль во время первого в мире выхода в открытый космос А.А. Леонова в скафандре «Беркут» (март 1965 г.), были включены: директор ИМБП В.В. Парин, А.С. Барер и Г.И. Северин (Машиностроительный завод «Звезда»), Л.Г. Головкин (ГНИИИ АиКМ). В январе 1969 г. при реализации второго выхода в открытый космос во время совместного полета кораблей «Союз-4» и «Союз-5» оперативный контроль за состоянием здоровья участников ВКД А.С. Елисеева и Е.В. Хрунова, облаченных в скафандры «Ястреб», осуществлялся В.В. Париным, А.С. Барером, Л.Г. Головкиным и И.И. Касьяном (ГНИИИ АиКМ).

Начиная с полета ОС «Салют-6», для работы экипажей в открытом космосе стал использоваться скафандр полужесткого типа «Орлан» с регенерационной автономной системой жизнеобеспечения, в которой для поддержания теплового баланса организма был применен костюм водяного охлаждения. Это создало все предпосылки для более производительного труда космонавтов и значительного расширения сферы ВКД. В целях обеспечения предстоящих широкомасштабных работ по ВКД в 1977 г. по итогам серии совещаний, проведенных в Минздраве СССР, Институте биофизики МЗ СССР и Академии медицинских наук СССР, решением А.И. Бурназяна в ЦУПе при главной оперативной группе была сформирована межведомственная подгруппа медицинского обеспечения выхода (МОВ), в которую вошли: А.С. Барер (руководитель) и С.Н. Филипенков (Машиностроительный завод «Звезда»), М.И. Вакар как заместитель руководителя подгруппы (Институт биофизики МЗ СССР), В.В. Щиголев и Э.Г. Сванидзе (ЦПК им. Ю.А. Гагарина), Л.Г. Головкин (ГНИИИ АиКМ) и Л.Л. Стажадзе (ИМБП) как эксперт по вопросам оказания медицинской помощи. В этом составе подгруппа МОВ участвовала в медицинском сопровождении трех операций ВКД, выполненных в полете ОС «Салют-6» в период с 1977 по 1979 гг.

Начиная с третьего выхода в открытый космос регистрация и обработка медицинских параметров осуществлялись бригадой поддержки в составе 7 человек, которая располагалась в зале регистрации графиков телеметрии. Ежеминутно, под руководством Ю.Ю. Осипова, в темпе сеанса связи подсчитывались частота сердечных сокращений, частота дыхания, измерялась температура тела, оценивалась форма ЭКГ каждого из участников операции «Выход», и по локальной громкой связи эта информация транслировалась специалистам подгруппы МОВ. Состав бригады определялся специальным решением руководителем ГМО А.Д. Егоровым. В бригаду чаще всего входили следующие сотрудники ИМБП: В.Р. Лямин, А.П. Полякова, З.А. Голубчикова, В.Д. Турбасов, В.М. Турчанинова, Н.В. Артамонова, Г.В. Копчикова, О.П. Плаунова, А.Н. Спичков, А.Э. Акчурин.

В начале 80-х годов прошлого столетия вместо М.И. Вакара в состав подгруппы был введен В.И. Чадов (ИБФ МЗ СССР), от ГНИИИ АиКМ вместо Л.Г. Го-

ловкина – В.И. Продин, от ЦПК – Ю.В. Катаев, а от ИМБП вместо Л.Л.Стажадзе – И.Б. Гончаров, Е.А. Коваленко и Ю.Ю. Осипов. В 1989 г. заместителем руководителя подгруппы МОВ был назначен сотрудник ИМБП В.П. Катунцев.

На протяжении последующих лет большую и полезную работу в подгруппе МОВ выполняли также специалисты ЦПК им. Ю.А. Гагарина А.Н. Краснов и Г.Г. Тарасенков, а от Машиностроительного завода «Звезда» – Н.К. Гноевая. В настоящее время в состав подгруппы МОВ входят представители четырех организаций: ИМБП (Ю.Ю. Осипов, А.В. Поляков), ОАО НПП «Звезда» (С.Н. Филипенков), ЦПК им. Ю.А. Гагарина (А.Н. Краснов, К.С. Киреев) и НИИ космической медицины ФНКЦ ФМБА России (В.П. Катунцев).

Члены подгруппы МОВ. Слева направо: В.П. Катунцев, А.С. Барер, И.Б. Гончаров, Ю.Ю. Осипов, Г.Г. Тарасенков

Техническое переоснащение подмосковного ЦУПа привело к ликвидации графической регистрации медицинских параметров и необходимости разработки соответствующей аппаратуры. Под руководством А.П. Шуленина (аппаратное обеспечение) и В.П. Зинченко (алгоритм обработки) старшие инженеры И.В. Чуйков и Е.А. Павлов составили техническое задание на аппаратуру оперативного медицинского обеспечения «Карт», которая была разработана в СКТБ «Биофизприбор». После завершения испытаний аппаратура «Карт» была внедрена в практику оперативного приема и отображения телеметрической информации для специалистов подгруппы МОВ, что привело к ликвидации бригады поддержки. В последующие годы была разработана усовершенствованная модификация аппаратуры «Карт» в виде аналогового комплекса «Астра», позволяющего не только отображать, но и регистрировать медицинскую информацию. С появлением персональных компьютеров Ю.Ю. Осиповым был предложен алгоритм приема, обработки, отображения и регистрации как медицинских параметров космонавта во

время ВКД, так и параметров системы жизнеобеспечения выходного скафандра. Программное обеспечение, основанное на этом алгоритме, используется в ЦУПе в штатном порядке и позволяет следить за динамикой параметров медицинского контроля, а также характером ЭКГ обоих участников ВКД в режиме реального времени.

За период с 1965 г. по настоящее время специалисты ИМБП совместно с представителями вышеуказанных организаций примали участие в медицинском сопровождении ВКД по 6 космическим программам: при полетах космических кораблей «Восход-2» (1 ВКД), «Союз-4» и «Союз-5» (1 ВКД), ОС «Салют-6» (3 ВКД), «Салют-7» (13 ВКД), «Мир» (78 ВКД) и МКС (35 ВКД). Необходимо подчеркнуть, что функции бессменного руководителя подгруппы МОВ вплоть до конца 2012 г. выполнял один из лучших представителей отечественной школы космической медицины д.м.н., профессор А.С. Барер. Профессор А.С. Барер обладал широкой научной эрудицией, отличался исключительной нацеленностью на успешное выполнение задач ВКД, деликатностью в общении с космонавтами, интеллигентностью и доброжелательностью в работе с коллегами.

Помимо непосредственного участия в работах по обеспечению ВКД специалистами ИМБП проведена большая аналитическая и организационная работа по разработке и согласованию документации, регламентирующей ее деятельность. В частности, было разработано «Положение о межведомственной подгруппе МОВ», включающее требования и функциональные обязанности ее членов, а также пакет Инструкций по действию подгруппы при возникновении нештатных ситуаций, при получении из скафандра неполного объема медицинской информации, по оказанию неотложной медицинской помощи участникам ВКД.

Опыт обеспечения ВКД, накопленный при эксплуатации ОС «Салют-6» и «Салют-7», явился основой для разработки многоэтапной системы медицинского сопровождения подготовки и реализации ВКД. Эта система включала в себя медицинское сопровождение дополетных тренировок космонавтов в гидролаборатории по отработке циклограммы ВКД и вакуумных камерах по обучению космонавтов работе в выходных скафандрах, проведение в полете за 1,5–2 недели до ВКД углубленного медико-психологического обследования участников ВКД, включающего выполнение двух специальных экспертных проб на велоэргометре для оценки общей работоспособности и состояния мышечного аппарата верхних конечностей участников ВКД, утреннего медицинского обследования в день ВКД, передачу приоритета управления медицинским обеспечением космического полета коллективу подгруппы МОВ на период пребывания космонавтов в скафандрах, оперативного медицинского контроля во время ВКД и краткого обследования их после завершения работы в открытом космосе. Эффективность этой системы была подтверждена результатами медицинского обеспечения ВКД на ОС «Мир».

Успешному выполнению задач способствовало тесное взаимодействие специалистов ИМБП с сотрудниками гидролаборатории ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ОАО НПП «Звезда», РКК «Энергия», СКТБ «Биофизприбор». Параллельно с работой

в подгруппе МОВ специалисты ИМБП принимали участие в проведении приемо-сдаточных испытаний аппаратуры медицинского контроля «Бета» выходных скафандров серии «Орлан». На основе данных, полученных в длительном полете с участием врача-космонавта В.В. Полякова, программа медицинского обследования космонавтов в период подготовки и после завершения ВКД была расширена за счет включения в нее методики измерения массы тела и клинического анализа мочи. Данные этих измерений позволили более точно оценивать степень нагрузки на организм космонавта при ВКД и выдавать медицинские рекомендации по режиму труда и продолжительности отдыха в период восстановления космонавта после работы в открытом космосе.

На этапе выполнения международной программы «Мир – НАСА» и в последующие годы при подготовке и реализации совместных полетов на МКС в составе международной рабочей группы по ВКД была проведена большая работа по согласованию со специалистами НАСА «Полетных правил» в части, касающейся протоколов проведения ВКД в скафандрах «Орлан» и «EMU», методов и критериев оценки состояния космонавтов и астронавтов перед, во время и после ВКД, а также ряда других документов, регламентирующих ВКД. Результаты этой работы были использованы при обосновании следующих принципов организации работ по подготовке и выполнению ВКД на МКС с учетом конструктивных различий скафандров «Орлан» и «EMU». При использовании для ВКД американского скафандра «EMU» ответственными за подготовку, техническое и медицинское сопровождение этой операции являются американские специалисты, а функции ведущего Центра управления полетом (ЦУП) выполняет американский ЦУП-Х, расположенный в г. Хьюстоне. При использовании для ВКД российского скафандра «Орлан» ответственными за подготовку, техническое и медицинское сопровождение ВКД являются российские специалисты, а функции ведущего ЦУП выполняет российский ЦУП-М, расположенный в г. Королеве Московской области. При выполнении ВКД с участием иностранных членов экипажа к работе по медицинскому обеспечению привлекаются медицинские представители соответствующего иностранного космического агентства.

Важным разделом работ, направленных на повышение безопасности ВКД, явились также проводимые в ИМБП модельные исследования. Впервые такие исследования были начаты в конце 60-х годов прошлого столетия в отделе профессора А.Г. Кузнецова по оценке риска возникновения высотной декомпрессионной болезни (ВДБ) при переходе человека из нормобарической атмосферы к давлению 170 мм рт. ст., как наиболее низкому из физиологически допустимых уровней рабочего давления выходного скафандра. С приходом в 1970 г. в ИМБП профессора П.М. Граменицкого исследования по проблеме декомпрессионной безопасности ВКД в виду ее актуальности и остроты были существенно расширены. В высотных барокамерных экспериментах с участием обследуемых лиц были подробно изучены индивидуальные факторы риска ВДБ, провоцирующая роль различных типов мышечной работы, повышенной концентрации во вдыхаемом

воздухе углекислого газа, длительности пребывания в условиях гипобарии, величины конечного пониженного давления. Большое внимание в отделе П.М. Граменицкого было уделено изучению особенностей развития ВДБ при умеренных степенях разрежения атмосфере (0,4–0,3 атм), соответствующих величине давления в отечественных и американских выходных скафандрах, оценке профилактического эффекта разной по продолжительности и условиям проведения предварительной десатурации организма от азота путем дыхания чистым кислородом, изысканию газовых сред для кабин космических кораблей с пониженным давлением, а также с заменой в искусственной нормобарической атмосфере азота на гелий. Функции ответственного исполнителя в большинстве этих сложных и опасных экспериментов выполнял И.П. Полещук при активном участии в качестве членов дежурной бригады исследователей (а порой и испытателей) С.И. Токарева, В.П. Катунцева, А.А. Антонова, Ю.П. Порохова, Р.Т. Казаковой. Исследования по оценке защитного эффекта гелиево-кислородных газовых сред на риск ВДБ проводились под руководством А.Г. Дианова при участии Л.А. Брянцевой, И.П. Шинкаревской, Р.И. Финогеновой, А.В. Суворова, А. Е. Михненко. Исследования, выполненные в этом коллективе Г.П. Гороян, И.Н. Захаровой и А.А. Антоновым под руководством Л.В. Калюжного, показали, что в период воздействия на организм человека высотной декомпрессии еще до развития клинических проявлений ВДБ у обследуемых появляются и начинают усиливаться сдвиги ряда электрофизиологических показателей, свидетельствующие об изменении функционального состояния центральной нервной системы, что могло быть обусловлено формированием в крови и тканях в этих условиях так называемых «немых» газовых пузырьков.

В 1975 г. при реализации международного проекта «Союз – Аполлон» результаты выполненных в отделе П.М. Граменицкого исследований наряду с данными, полученными в ГНИИИ АиКМ, были использованы в качестве обоснования необходимости использования в кабине КК «Союз» пониженного давления (520 мм рт. ст.) для обеспечения декомпрессионной безопасности перехода космонавтов из атмосферы корабля «Союз» в атмосферу корабля «Аполлон» с давлением 258 мм рт. ст.

В последующие годы под руководством профессора А.М. Генина сотрудниками лаборатории медицинских проблем ВКД (заведующий лабораторией В.П. Катунцев) были проведены исследования по изучению влияния моделированной невесомости на вероятность развития у человека ВДБ при имитации протокола ВКД в высотной барокамере. Углубленные исследования В.П. Николаева, посвященные физическим процессам образования, роста и динамики газовых пузырьков в тканях организма методами математического моделирования, привели к разработке теории безопасности декомпрессии. Как итог многолетнего творческого сотрудничества с Институтом прикладной физики РАН, был создан специальный аппаратно-программный комплекс, предназначенный для обнаружения и регистрации газовых пузырьков в кровеносном русле. Эта аппаратура была внедрена в практику экспериментальных исследований лаборатории (О.И. Анисимов, М.А. Ске-

дина) и показала перспективность ее применения в целях объективного контроля за интенсивностью поступления в кровоток газовых пузырьков при отработке различных режимов перехода человека к пониженному давлению и обосновании оптимальных уровней рабочего давления выходного скафандра.

А.С. Барер, В.П. Катунцев и И.Б. Ушаков контролируют параметры медицинского контроля космонавтов при ВКД

Совместно со специалистами НПП «Звезда» была разработана и внедрена в практику медицинского обеспечения полетов на ОС «Мир» и МКС «Инструкция по тактике лечения ВДБ у космонавтов в условиях космического полета с использованием выходного скафандра как средства, позволяющего проводить гипербарическую оксигенацию с давлением 1,4 ата».

В перспективном плане проанализированы основные проблемы медицинского обеспечения ВКД межпланетных экспедиций с десантированием экипажа на поверхность Луны и Марса и намечены пути их решения.

Результаты исследований регулярно публиковались в отечественной и зарубежной научной печати, докладывались на конференциях и симпозиумах. Опыт практического обеспечения ВКД представлен в российско-американском руководстве.

Таким образом, как видно из представленного материала, за прошедшие годы сотрудниками лаборатории была проделана огромная работа по превращению ВКД в достаточно обычную (хотя до сих пор чрезвычайно сложную и опасную) процедуру деятельности космонавтов на орбите.

2.2.3. Лаборатория телекоммуникационного и информационного обеспечения

В состав лаборатории телекоммуникационного и информационного обеспечения в настоящее время входят 3 функциональные группы:

– группа оперативных дежурных по сбору, обработке научной информации и ее дифференцированному распределению специалистам, участвующим в медико-биологическом обеспечении космических полетов (к.х.н. В.П. Боровикова, Е.Г. Чернова, к.х.н. Г.А. Котова, Е.Я. Кожина, Л.И. Миролюбова);

– группа администраторов информационных серверов телекоммуникационной сети (А.В. Скороходов, Е.В. Кантемирова, Н.Н. Савченко);

– группа технического обслуживания аппаратуры сетевых телекоммуникационных каналов, связи, телеви-

Шуленин Анатолий Павлович, заведующий лабораторией, научно-технический руководитель ЦУМОКО

дения и вычислительной техники (К.А. Любимов, Д.И. Макаров, И.Р. Суходолов, Т.Н. Шишкина).

Сотрудники лаборатории непосредственно участвуют в обеспечении работы Центра управления медицинским обеспечением космических объектов (ЦУМОКО).

И.И. Спица, начальник ЦУМОКО в 1975–2003 гг.

ЦУМОКО был создан в ИМБП в 1975 г. по инициативе академика О.Г. Газенко, врача-космонавта Б.Б. Егорова и И.И. Спицы, который ранее руководил командно-измерительным комплексом РВСН и впоследствии был назначен его первым начальником. Знания и опыт И.И. Спицы во многом способствовали эффективной работе подразделения.

Начиная с обеспечения полетов по программе «Салют – Союз», а затем по программе «Мир», дежурные оперативные службы ЦУМОКО осуществляли постоянный сбор и обработку медицинской, научной и радиационной информации на всех этапах подготовки и проведения медицинского обеспечения пилотируемых полетов, а также техническое и методическое сопровождение медико-биологических исследований, проводимых космонавтами на борту ОС. Дежурные медицинские группы ЦУМОКО совместно с врачами группы медицинского обеспечения ЦУП осуществляли круглосуточный контроль за состоянием здоровья членов экипажей, изменениями параметров систем жизнеобеспечения и радиационной обстановкой на трассе полета.

Первыми специалистами с позывным «105-е» (существующим до сих пор в ЦУМОКО), работавшими под руководством к.м.н. И.Б. Свистунова, были: М.Ю. Буткина, С.А. Исаева, В.И. Купче, Л.М. Соломко, Н.К. Суходольская, И.И. Туркина.

Инженерная служба ЦУМОКО

При решении проблем медицинского обеспечения длительных космических полетов большое внимание уделялось созданию и развитию комплекса технических средств оперативного получения медицинской информации. Для прогнозирования состояния здоровья членов экипажей при увеличении продолжительности полетов и связанного с этим значительного возрастания объемов получаемых данных активно внедрялись электронная аппаратура и вычислительная техника. В 1980-х годах ЦУМОКО был оснащен аппаратурой прямого приема телеметрической, телевизионной и речевой информации с борта космических объектов.

Первый состав врачей и операторов группы медицинского обеспечения

Базовая лаборатория ГМО ГОГУ в ЦУП, которой руководил А.Д. Егоров

Проведенная модернизация позволила обеспечить:

– межмашинный обмен с вычислительным центром в ЦУП и получение бортовой научной и служебной информации при проведении медицинского контроля и медико-биологических исследований;

– взаимодействие между организациями, принимающими участие в обеспечении полета;

– прием радиопереговоров наземных служб с космонавтами с последующим выделением сообщений по медицинскому обеспечению: питанию, гигиене, физическим нагрузкам, водопотреблению и т.п.;

– поступление информации о солнечной активности от Гидрометеослужбы для составления радиационного прогноза специалистами Службы радиационной безопасности.

Аппаратный зал приема телеметрической информации

Постоянно пополнялся банк данных с результатами медико-биологических исследований и медицинского контроля. В ЦУМОКО имеется архив видео- и аудиозаписей экипажей всех 28 экспедиций, осуществленных за 13-летний период функционирования ОС «Мир».

В связи с подготовкой к проведению совместных полетов на ОС «Мир» международных экипажей по Программе «Мир – НАСА» (1993 г.) персоналом ЦУМОКО были выполнены работы по обеспечению телекоммуникационного обмена информацией между медицинскими специалистами ИМБП, Роскосмоса, НАСА и других партнеров; реализовано проведение аудио- и видеоконференций, включая оперативную телефонную и факсимильную связь, выход в Интернет и доступ к базам данных НАСА. В дальнейшем в ЦУМОКО были организованы рабочие места дежурного психолога, врача-специалиста, специалиста по средствам радиационной безопасности.

Зал управления ЦУМОКО

Следующий этап развития ЦУМОКО был связан с решением задач информационного сопровождения полетов на МКС. Вследствие работ по внедрению в практику обеспечения полетов современных компьютерных и сетевых технологий, выполненных техническим персоналом, аппаратно-программные комплексы ЦУМОКО позволили осуществлять сбор, обработку, распределение и хранение телеметрической, видео- и аудиоинформации с борта МКС, взаимодействие между ЦУП в Москве и в Хьюстоне (США), а также между российскими и зарубежными партнерами по МКС.

В ЦУМОКО созданы ежесуточно пополняемые информационно-справочные базы данных по медико-биологическим экспериментам и медицинским исследованиям на МКС и стенограммам радиопереговоров с экипажами.

Специалисты ЦУМОКО. Слева направо: И.Р. Суходолов, А.С. Новицкий, К.А. Любимов, Н.Н. Савченко, Е.В. Кантемирова, В.П. Боровикова, А.П. Шуленин, В.А. Бондаренко, В.В. Цетлин, Е.Я. Кожина, Т.Н. Шишкина

С использованием телекоммуникационной сети ЦУМОКО к Интернету подключено около 400 абонентов ИМБП, внедряется система электронного документооборота.

В заключение можно сказать, что внедрение современных информационных компьютерных средств, технологий и методик, разработанных в ЦУМОКО, способствует повышению эффективности медико-биологического обеспечения и безопасности полетов на МКС. Надо также отметить, что одной из основных составляющих успеха в работе ЦУМОКО является слаженный коллектив сотрудников, делающих общее дело, любящих свою работу и Институт.

2.2.4. Лаборатория разработки и реализации медико-биологических программ

В 1974 г. в составе отдела № 51, которым руководил летчик-космонавт Б.Б. Егоров, было организовано 3 лаборатории: «51А» (заведующий к.м.н. Е.Н. Бирюков), «51Б» (ЦУМОКО, начальник И.И. Спица) и «53В» (заведующая Н.В. Лаптева). Задачами отдела являлись организация и координация работ по медико-биологическому обеспечению пилотируемых космических полетов и реализации научных медико-биологических программ. После Б.Б. Егорова отделом руководил замечательный врач и ученый А.В. Еремин, затем – В.В. Богомолов.

Подразделением, которое теперь называется лабораторией разработки и реализации медико-биологических программ, с 1974 по 1985 гг. руководил Е.Н. Бирюков, с 1986 по 1989 гг. – А.Я. Тизул, с 1989 по 1990 гг. – А.А. Чирков, с 1990 по 1996 гг. – В.В. Богомолов, являясь одновременно заведующим отделом. С 1996 г. и по настоящее время лабораторию возглавляет Г.И. Самарин, к.м.н., действительный член Международной академии астронавтики, специалист в области гравита-

Самарин Георгий Иванович

ционной физиологии и исследования вестибулярной функции. Награжден орденом Трудового Красного Знамени, медалью «За трудовое отличие», почетным знаком «Отличнику здравоохранения», медалями Федерации космонавтики, имеет звание «Ветеран космонавтики».

Лаборатория, как и весь отдел, являлась одним из ключевых подразделений по координации деятельности ИМБП со смежными организациями космической отрасли, учреждениями Министерства здравоохранения страны, военными организациями.

В разное время в лаборатории работали: А.А. Глушко, В.Н. Журенко, Б.В. Козлов, Т.Д. Васильева, Т.А. Карева, А.Н. Спичков, С.Ф. Холин, Т.Б. Касаткина, а также ушедшие из жизни: Г.И. Ладыгин, Е.Н. Бирюков, А.Я. Тизул, Е.П. Милова, И.Б. Свистунов, И.Д. Пестов, А.В. Еремин, В.А. Степин, О.Д. Анашкин, Л.Е. Мелик-Осипова, Г.А. Давыдов.

На лабораторию возлагались:

– анализ предложений предприятий-заказчиков по общим Программам космического полета, определение задач и выдача исходных данных подразделениям ИМБП и смежным организациям по медико-биологическому обеспечению натурных испытаний ОС типа «Салют»;

– организация разработки предложений к программам медконтроля, медико-биологических исследований в космическом полете и КФО космонавтов до и после полетов, согласование этих разработок в подразделениях Института и со смежными организациями, контроль за их выполнением;

– организация работ специалистов ИМБП по подготовке космонавтов к выполнению медицинских исследований в ходе полетов и снятию предполетных и послеполетных клинико-физиологических данных на базах ЦПК им. Ю.А. Гагарина, технического комплекса Байконура и др.;

– участие в оперативном управлении медико-биологическим обеспечением полетов, анализе общего состояния и работоспособности космонавтов в ходе полета, выполнения ими медицинских исследований; организация подготовки рекомендаций по вопросам медико-биологического обеспечения экипажей, коррекции состояния здоровья космонавтов, выполнения ими медицинских экспериментов и профилактических мероприятий в ходе полета;

– участие в анализе результатов выполнения медико-биологических разделов программы полета, обобщение данных и оформление отчетных материалов по результатам выполнения программ медконтроля, научных экспериментов, а также медико-биологического обеспечения;

– подготовка информационных материалов по результатам текущих работ и планов-графиков по совершенствованию медико-биологического обеспечения экипажей станций типа «Салют».

Эти вопросы решались в рамках комплексных НИОКР, основной из которых была тема, посвященная реализации работ по медико-биологическому обеспечению экипажей ОС типа «Салют» и изучению влияния факторов космического полета на организм человека. Этой же темой предусматривались разработка и выдача рекомендаций по сохранению здоровья и нормативных данных к средствам жизнеобеспечения экипажей во время полета и наземных комплексных испытаний, разработка режима труда и отдыха космонавтов, а также оценка работы систем жизнеобеспечения, медицинского контроля и радиационной безопасности.

Практика работы по этой теме показала, что централизованное планирование разработок аппаратуры и методик для обеспечения полета, единство и преемственность в организации подготовки к полету, в полете и в последующий восстановительный период являются достаточно эффективными подходами как в плане контроля за выполнением работ, так и в целях обобщения результатов и внедрения в практику рекомендаций по совершенствованию медико-биологического обеспечения космонавтов.

Работы лаборатории в рамках комплексной темы проводились в тесном сотрудничестве с представителями НПО «Энергия», ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ГНИИИ АиКМ Минобороны, заводом «Звезда» и многих других организаций.

Было признано целесообразным продолжить такие работы по проблемам профилактики воздействия неблагоприятных факторов полета на организм человека, медицинской реабилитации экипажей после полета и оказания медицинской помощи космонавтам в полете и послеполетном периоде. В дальнейшем в ходе выполнения подобных тем осуществлялось медико-биологическое обеспечение экипажей КК «Союз», ОС «Салют-6 и -7», «Мир».

В своей работе лаборатория взаимодействовала со Службой главного конструктора ИМБП и научными подразделениями Института, принимающими участие в медико-биологическом обеспечении полетов, а также с проектными и медицинскими подразделениями предприятий и смежных организаций по таким вопросам, как:

– согласование программ и циклограмм научных медико-биологических исследований в полете и при проведении КФО космонавтов;

– коррекция и согласования внутри ИМБП и с внешними организациями научно-методической документации для реализации отдельных экспериментов;

– составление вместе с космонавтами после завершения полета отчетов по их замечаниям и предложениям по совершенствованию медицинского обеспечения, а в дальнейшем – планов мероприятий по их реализации;

– обобщение результатов научных исследований в полете и оформление отчетной документации.

Огромный вклад в результаты работы лаборатории внесли видные деятели отечественной пилотируемой космонавтики, среди которых И.Д. Пестов, А.В. Еремин, Е.Н. Бирюков, Г.А. Давыдов.

И.Д. Пестов

И.Д. Пестов являлся одним из первых исследователей длительного влияния невесомости на организм человека и создателей средств профилактики, за что был удостоен Государственной премии СССР. Совместно с А.М. Гениным он разработал принципы биоэтической экспертизы норм биомедицинской этики медико-биологических исследований и экспериментов с участием человека и на животных, выполняемых в наземных и полетных исследованиях как в российских программах, так и программах партнеров по МКС.

А.В. Еремин

Лауреат Государственной премии СССР А.В. Еремин после окончания работы начальником медицинского управления ЦПК им. Ю.А. Гагарина пришел на работу в ИМБП, где весь свой большой опыт работ по медико-биологическому обеспечению здоровья и работоспособности космонавтов передал сотрудникам.

Е.Н. Бирюков

Ветеран лаборатории Е.Н. Бирюков более 30 лет являлся ответственным исполнителем комплексных НИОКР, посвященных организации медицинского обеспечения экипажей КК «Союз» и ОС «Салют», «Мир» и МКС. Внес существенный вклад в организацию клинико-физиологического обследования экипажей на космодроме «Байконур» и в ЦПК им. Ю.А. Гагарина.

Г.А. Давыдов

Ветеран космонавтики Г.А. Давыдов, лауреат Государственной премии СССР в 1961 г. участвовал в снаряжении скафандра и запуске Ю.А. Гагарина. Внес вклад в изучение функции дыхания человека в измененной газовой среде, его жизнедеятельности и психофизиологической устойчивости. Им проведены фундаментальные и научно-практические исследования в условиях баро- и термокамер, высокогорья, пустынь, пещер, шахт Заполярья, Арктики и Антарктики, которые были использованы в устройствах, обеспечивающих жизнедеятельность человека в экстремальных условиях.

В настоящее время в лаборатории трудятся д.б.н. А.М. Носовский, д.б.н. Г.И. Горгиладзе, к.б.н. Н.М. Тихонравова, к.т.н. А.П. Нечаев, Е.В. Каминская, Н.В. Савина, О.Ю. Урнова, Н.А. Блинникова.

На лабораторию возложены следующие задачи:

– анализ состояния основных направлений развития медико-биологических исследований в пилотируемых космических полетах в соответствии с задачами освоения космического пространства и развития космической техники;

– разработка, формирование (на основании предложений научных подразделений ИМБП) программ медико-биологических исследований и экспериментов

на орбитальных комплексах и транспортных орбитальных системах (в том числе в рамках международного сотрудничества) и организация работ по их реализации;

– рассмотрение научно-методической документации на медико-биологические исследования и эксперименты в космических полетах;

– участие в разработке программ КФО экипажей и организация работ по его проведению;

– организация работы специалистов ИМБП по медико-биологической подготовке космических экипажей по программам научных медицинских исследований и медико-биологического обеспечения;

– организация и выполнение работ по анализу и обобщению данных по медико-биологическому обеспечению и выполнению программ научных медико-биологических исследований в пилотируемых космических полетах и составление отчетных материалов по конкретным экспедициям;

– организация работ и анализ предложений по исследованиям и экспериментам на перспективных пилотируемых космических объектах;

– медико-техническое сопровождение разработки пилотируемых космических систем;

– обеспечение взаимодействия оперативной службы управления полетами, медицинских служб ЦПК и других смежных организаций с научными подразделениями ИМБП по вопросам подготовки и реализации научных медико-биологических полетных программ.

Коллектив лаборатории, слева направо, сидят: Н.М. Тихонравова, Е.В. Каминская, Н.В. Савина; стоят: Г.И. Самарин, А.М. Носовский, А.П. Нечаев, Г.И. Горгиладзе

Основная тематика лаборатории ведется по заказам РАН, Федерального космического агентства, ФМБА, РКК «Энергия», ЦНИИМаш. В последние годы выполняются такие НИОКР, как:

«Создание, развертывание и эксплуатация российского сегмента Международной космической станции в части проведения работ по медико-биологическому обеспечению пилотируемых космических полетов на этапе эксплуатации МКС»;

«Модернизация и совершенствование экспериментальной базы ГНЦ РФ – ИМБП РАН для испытаний ракетно-космической техники»;

«Разработка научно-технической документации и выпуск отчетных материалов по реализации научных медико-биологических Программ на РС МКС»;

«Анализ материалов исследований облика пилотируемого корабля нового поколения в части обеспечения условий обитаемости экипажа, поддержки здоровья и жизнедеятельности»;

«Анализ ключевых научно-технических, технологических, организационных проблем и основных направлений развития медико-биологического обеспечения в целях исследования и освоения околоземного и дальнего космического пространства и формирование предложений по их решению»;

«Разработка и внедрение в практику медико-санитарного обеспечения длительных пилотируемых космических полетов методов и средств сохранения здоровья и профессионального долголетия космонавтов».

За прошедшие годы сотрудники лаборатории внесли существенный вклад в решение проблем медико-биологического обеспечения пилотируемых космических полетов.

2.3. Отдел психофизиологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности оператора

Отдел является ведущим подразделением ИМБП по разработке фундаментальных и прикладных аспектов проблем психологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности человека-оператора, а также методических вопросов обеспечения эффективного группового взаимодействия, психического здоровья, высокой работоспособности и профессиональной надежности оператора (экипажей) в экстремальных условиях деятельности.

Основоположником космической психологии по праву считается Федор Дмитриевич Горбов. С 1964 по 1967 год он заведовал отделом ИМБП. Под его руководством были проведены многочисленные сурдокамерные эксперименты по изучению поведения и деятельности человека в условиях одиночной изоляции и пребывания в составе малой изолированной группы. Результаты этих и других исследований послужили основой для создания методологии психологического отбора космонавтов, разработки принципов комплектования экипажей космических кораблей по признакам психологической совместимости.

Ф.Д. Горбов

В дальнейшем представления о возможных психологических и психофизиологических эффектах космического полета были расширены и дополнены сотрудниками лабораторий, возглавляемых его учениками и последователями – М.А. Новиковым и В.И. Мясниковым.

В 1973 г. в ИМБП был создан отдел разработки средств оптимизации профессиональной деятельности, в состав которого, помимо указанных лабораторий, вошли подразделения под руководством Б.С. Алякринского, Р.В. Комоцкого и Ю.А. Петрова, разрабатывавшие проблемы организации труда и отдыха космонавтов, инженерной психологии и эргономики. Организатором отдела и его руководителем вплоть до 1992 г. был один из ведущих специалистов в области космической психофизиологии В.И. Мясников, в то время кандидат, а позднее – доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации. В 1992 г. заведующим отделом стал к.т.н. В.П. Сальницкий. В период его руководства подразделение называлось отделом психофизиологии и оптимизации профессиональной деятельности операторов. С 1 июля 2010 г. руководителем отдела психологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности оператора является д.м.н., профессор Ю.А. Бубеев.

Бубеев Юрий Аркадиевич, заведующий отделом психологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности оператора, д.м.н., профессор

В состав отдела входят:

– лаборатория психологических и психофизиологических исследований профессиональной деятельности, виртуальной реальности и компьютерных психотехнологий (заведующий – д.м.н., профессор Ю.А. Бубеев);

– лаборатория когнитивной психологии и психологии малых групп (заведующий – д.м.н., профессор В.И. Гущин);

– лаборатория психофизиологического обеспечения полетов и экстремальной деятельности (заведующая – О.И. Шевченко).

Сотрудники отдела психофизиологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности оператора. Слева направо, сидят: Ю.В. Мякишева, А.Г. Виноходова, О.П. Козеренко, С.И. Степанова, О.И. Шевченко; стоят в первом ряду: Р.Р. Хайруллина, Е.И. Сухорукова, В.А. Галичий, Ю.А. Бубеев, А.Е. Смолеевский, Т.И. Котровская, Д.В. Счастливцева; стоят во втором ряду: Я.С. Боритко, Д.М. Швед, А.В. Дудукин, В.И. Гущин

На протяжении 50-летней истории ИМБП специалистами в области психологии, психофизиологии, биоритмологии, инженерной психологии и эргономики получены уникальные данные о механизмах психологической адаптации человека к экстремальным условиям, созданы и внедрены в практику методы и средства сохранения его психического здоровья и поддержания работоспособности, обеспечения профессиональной надежности. Как наиболее значимые следует выделить следующие достижения.

Разработана и реализована не имеющая мировых аналогов система медико-психологического обеспечения длительных космических полетов, в основу которой положены:

– принципы и методы психологического отбора, психологической подготовки и комплектования космических экипажей;

– медико-психологические требования к рациональной организации труда и отдыха космонавтов;

– организационные и методические подходы к оценке психического состояния, группового взаимодействия и режима труда и отдыха членов экипажей в ходе полета;

– пути и средства обеспечения психологической поддержки экипажей;

– рекомендации по использованию фармакологических средств профилактики и купирования психической астенизации в длительных полетах.

Общее руководство этой работой, в которой принимали участие многие сотрудники, осуществлял В.И. Мясников, а руководителями ее отдельных направлений были д.м.н. Б.С. Алякринский, д.м.н. К.К. Иоселиани, к.м.н. М.А. Новиков, а также к.м.н. О.П. Козеренко, которая в дальнейшем лично участвовала в реализации многоплановых мероприятий по психологической поддержке космонавтов.

Б.С. Алякринский

К.К. Иоселиани, В.И. Мясников

М.А. Новиков

Созданная система была положена в основу мониторинга режима труда и отдыха членов космических экипажей и состояния их психической сферы, который проводится на протяжении многих лет на базе ЦУП. Сегодня ее участниками являются специалисты отдела В.Ф. Нестеров, И.Ф. Сараев, И.Н. Лаврентьева, Н.М. Рудометкин, М.В. Баранова, Н.С. Филиппова.

Сеанс психологической поддержки космонавтов. На переднем плане: О.Г. Газенко, О.П. Козеренко

Итогом исследований в этой области стала концепция психической астенизации в длительном космическом полете, изложенная в книге «Проблема психической астенизации в длительном космическом полете» (В.И. Мясников, С.И. Степанова, В.П. Сальницкий и соавт., 2000). Под руководством В.И. Мясникова были разработаны средства профилактики и купирования этого состояния (Ф.Н. Усков, А.А. Герасимович, Н.М. Рудометкин, Е.А. Шапошников, Н.С. Заприса, И.Н. Лаврентьева). Существенный вклад в изучение нейрофизиологических механизмов психической астенизации внес Д.П. Матюшкин.

М.А. Новиковым и его сотрудниками – А.Ф. Быстрицкой, Ю.В. Изосимовым, А.А. Герасимовичем, К.Н. Еськовым – были разработаны оригинальные, не имеющие мировых аналогов методики «Гомеостат», «Парная словесная проба», «Зеркальный координограф», «Сенсомоторное управление дыханием», «Релаксометр», которые используются в целях комплектования космических экипажей и автономных малых групп, а также при подготовке членов национальных сборных спортивных команд. Особо необходимо отметить активное участие М.А. Новикова в организации психологических исследований во время проведения всемирно известных экспедиций Тура Хейердала на лодках «Ра» и «Тигрис», зимовок в Антарктиде, лыжного перехода Ice-Walk в Канаде, эксперимента на о. Диксон, научно-спортивных экспедиций «Метелица» и «Комсомольская правда», в работе по отбору и психологической подготовке членов спортивных команд по академической гребле, футболу и волейболу, экспедиции на Эверест.

Активное участие в выполнении научных программ, направленных на оказание методической помощи членам сборных команд страны по различным видам спорта, принимают также В.И. Гущин и О.И. Шевченко.

Под руководством академика РАМН М.М. Хананашвили – автора концепции информационного стресса – разработана методология управления коммуникацией малых групп, в основе которой лежит комплекс воздействий на четыре соподчиненных уровня информационного, психофизиологического, личностного и социально-психологического обеспечения группового взаимодействия. В рамках проблемы стресса сотрудницей отдела С.И. Степановой сформулировано теоретическое положение о блокирующем действии невесомости на стресс-индуцируемую активацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой и симпатоадреналовой систем.

Установлены закономерности, характеризующие динамику коммуникативной активности малой изолированной группы по отношению к внешним абонентам в процессе долговременной изоляции. Разработаны рекомендации по профилактике внутригрупповых конфликтов на борту космических объектов (научный руководитель – В.И. Гущин). В работах по этой тематике активное участие принимали Н.С. Заприса, Т.Б. Колиниченко, А.К. Юсупова, Д.М. Швед. Подробно результаты этой работы изложены в книге «Коммуникации космических экипажей в реальных и моделируемых космических полетах» (А.К. Юсупова, В.И. Гущин, И.Б. Ушаков, 2011).

Выполненные под руководством Б.С. Алякринского экспериментальные и теоретические исследования, посвященные изучению проблемы ритма в биологическом, медицинском, социальном и философском аспектах, были положены в основу нового научного направления – космической биоритмологии. В рамках этого направления были разработаны и обоснованы принципы рациональной организации труда и отдыха космонавтов (монографии Б.С. Алякринского «Основы научной организации труда и отдыха космонавтов», 1975; «Биологические ритмы и организация жизни человека в космосе», 1983; С.И. Степановой «Актуальные проблемы космической биоритмологии», 1977); сформулирован общебиологический закон

волнообразности адаптационного процесса, согласно которому этот процесс в любой его фазе (тревоги, резистентности, истощения) протекает в колебательном режиме (монография С.И. Степановой «Биоритмологические аспекты проблемы адаптации», 1986). Существенный вклад в космическую биоритмологию внес д.м.н. В.А. Галичий, разработавший биоритмологические подходы к оценке и прогнозированию состояния организма, а также установивший статистические характеристики циркадианной нормы физиологических показателей организма человека (частоты сердечных сокращений, частоты дыхания, температуры тела, почечной экскреции электролитов и воды), дифференцированные по условиям обитания и особенностям режима двигательной активности. Он также известен своими трудами по истории космической биоритмологии.

Участники симпозиума «Биологические ритмы и вопросы разработки режимов труда и отдыха» (Москва, 1967 год). Слева направо сидят: Н.В. Косякова, В.Г. Андреева, Е.В. Куколевская, Н.Е. Панферова, С.И. Степанова, Э. Вирс, М.А. Матова, А.Ф. Быстрицкая; стоят: В.А. Скрыпин, Ф.Д. Горбов, В.М. Михайлов, А.А. Булат, С.Г. Харабуга, В.Н. Нестеренко, А.А. Корешков, В.И. Мясников, Б.А. Душков, Б.С. Алякринский, В.А. Тишлер, В.М. Шилов, А.Н. Лицов

Результаты биоритмологических исследований, проведенных специалистами отдела на нефтедобывающем комплексе в Уренгое, позволили обосновать рекомендации по оптимизации работоспособности буровиков при вахтовом графике работы и одновременно с этим обогатили космическую медицину новыми научными фактами.

По поручению Минпромторга Российской Федерации выполнен анализ возможных медико-биологических, психологических и социально-психологических эффектов перехода к административному делению территории России на сокращенное количество временных зон. На основании полученных результатов были сформулированы рекомендации по формированию новых часовых зон на территории нашей страны.

С момента создания ИМБП и по настоящее время важным направлением работы подразделения является инженерная психология и космическая эргономика.

Под руководством и при непосредственном участии кандидатов технических наук Р.В. Комоцкого, А.Е. Чебышева, В.П. Сальницкого, С.А. Минаева, А.П. Не-

чаева, М.М. Скворцова, к.м.н. Ю.А. Петрова, В.В. Зефельда, Л.Н. Мельникова разработаны:

Р.В. Комоцкий

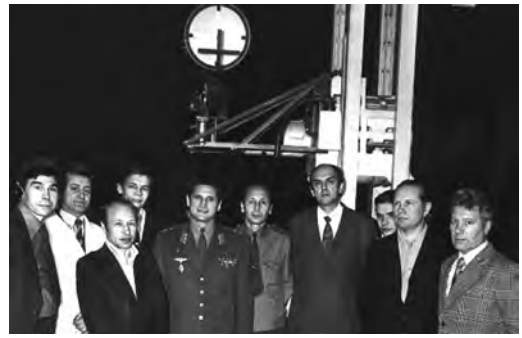
– научно-методические основы исследований системы «экипаж – космический корабль – среда обитания»;

– принципы оптимизации автоматизированных систем контроля и управления пилотируемыми космическими аппаратами;

– методы и средства оценки, прогнозирования и повышения профессиональной надежности космонавта;

– основы эстетического проектирования рабочих мест и интерьера пилотируемых космических аппаратов.

Созданы уникальные динамические стенды для имитации процессов ручного управления космическими аппаратами, которые применялись как в исследовательских целях, так и для тренировок космонавтов, в том числе членов отряда космонавтов-исследователей ИМБП. С их помощью проведена отработка алгоритмов ручного управления сближением и стыковкой КК «Союз» и транспортного корабля комплекса «Алмаз», спуском и посадкой космических аппаратов на поверхность Земли и Луны, а также эргономическая оценка органов ручного управления и средств отображения информации.



Космонавт Б.В. Волынов (в центре) после удачной «стыковки» на стенде ИМБП

Особо следует выделить не имеющий мировых аналогов тренажерно-исследовательский комплекс для изучения особенностей операторской деятельности непосредственно в условиях полета, созданный В.П. Сальницким и А.В. Дудукиным при участии специалистов РКК «Энергия» им. С.П. Королева – С.В. Бронникова и Л.Г. Шевченко. При этом виртуальное изображение орбитальной станции создавалось на бортовом видеомониторе, а космонавт выполнял имитационные задачи облета, сближения и стыковки с помощью ручек управления, сигналы с которых поступали по телеметрическим каналам на наземный вычислительный комплекс, где моделировалась динамика процесса управления и формировались соответствующие команды на перемещение изображения, также передаваемые по каналам телеметрии на борт. В дальнейшем моделирование процесса управления было осуществлено непосредственно

В.П. Сальницкий

на бортовом компьютере, а для оценки психофизиологического состояния космонавта использовался бортовой комплекс «Нейролаб», созданный специалистами России, Германии и Болгарии. Большой вклад в создание комплекса, разработку и отладку его программного обеспечения внесли немецкие специалисты Б. Йоханнес и Ф. Фишер, а также специалисты ИМБП – В.И. Кожаринов, А.Ю. Афанасьев, Ю.В. Шлыков, О.И. Шевченко.

Следует также отметить динамический стенд для изучения процесса ручного управления спуском КК «Союз», в котором были объединены центрифуга «АСЕА» и вычислительный комплекс, а оператор, размещаясь в кабине центрифуги, испытывает реальное действие перегрузок, возникающих на этапе спуска на Землю (Г.В. Хлюстиков, А.Р. Котовская, И.Ф. Виль-Вильямс, Н.А. Соловьева, В.А. Иванов, В.Я. Максин, Г.Ф. Николашин).

Сотрудники отдела участвовали в инженерно-психологическом и эргономическом сопровождении многоразового КК «Буран» (Б.Н. Рыжов), перспективных космических и обитаемых подводных аппаратов (А.П. Нечаев, И.А. Абрамов, В.А. Мартынов).

С использованием данных, полученных в долговременных экспедициях на ОС «Мир», специалисты отдела (А.П. Нечаев, В.И. Мясников, С.И. Степанова, О.П. Козеренко, И.Г. Нидеккер, Н.М. Рудометкин, А.А. Герасимович, В.Ф. Нестеров, И.Ф. Сараев) и РКК «Энергия» (С.В. Бронников, Г.Ф. Исаев) разработали вероятностный метод, позволяющий идентифицировать роль психофизиологического состояния космонавта и напряженности режима труда и отдыха в происхождении ошибочных действий экипажа и прогнозировать их появление в полете.

В.И. Панфилов в инверсионных очках – имитация зрительного восприятия

В организации, проведении и обеспечении исследований помимо упомянутых выше также принимали активное участие психологи и врачи: А.К. Попов, В.А. Пестова, Т.В. Сажина, М.А. Герд, В.М. Баранов; инженеры: А.А. Чудаков, И.В. Кашляк, Л.Г. Педорич, Э.В. Рябов, Ю.В. Рябушкин, Э.П. Асафьев, Г. Доронкина, В.И. Панфилов, Н.Г. Панфилова, Ю.В. Чеглаков, А. Евдокимов, Л.П. Плахтий, А.С. Плахтий, С.Н. Митрофанова, И.Н. Старожилова.

Результаты проведенных исследований отражены в ряде нормативно-технических документов: Руководства по эргономическому обеспечению создания космической техники РЭО КТОД и РЭО 80КТ, ГОСТ Р 50804-95 «Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования».

Опыт работы отдела в области инженерной психологии и эргономики применительно к пилотируемым космическим аппаратам был обобщен в главе «Эргономическое обеспечение деятельности космонавта» 4-го тома совместного российско-американского издания «Космическая биология и медицина» (2001).

Важным этапом международного научно-технического сотрудничества явилось участие сотрудников отдела в программе «Интеркосмос». В рамках этой программы совместно с учеными и специалистами Болгарии, Венгрии, Германии, Кубы, Монголии, Польши, Румынии и Чехословакии были подготовлены и реализованы в ходе полетов интернациональных экипажей психологические эксперименты «Восприятие», «Время», «Досуг», «Информация», «Координация», «Оператор», «Опрос», «Прогноз», «Работоспособность», «Речь», «Кортекс», «Биоритм».

Начатые в середине 60-х годов XX века под руководством Ф.Д. Горбова исследования сна на этапах отбора и подготовки космонавтов и в условиях, моделирующих различные факторы космического полета, были впервые реализованы в отечественной практике на ОС «Мир» в 1988 г. в полете болгарского космонавта А. Александрова. В исследованиях использовалась созданная болгарскими специалистами портативная система, обеспечивающая продолжительную (до 12 часов) регистрацию показателей ЭЭГ, ЭОГ, ЭМГ, ЭКГ и дыхания. В дальнейшем исследования по проблеме сна проводились в полете афганского космонавта А. Моманда и в первом длительном полете врача-космонавта СССР В.В. Полякова (1988–1989 гг.). При анализе результатов наряду с данными инструментального исследования учитывалась также субъективная оценка качества сна по специальной анкете. Исследования показали, что космический полет не вызывал грубых нарушений структуры сна, и даже в длительном полете были выявлены все фазы и стадии сна при относительной сохранности его циклической организации. С одной стороны, это свидетельствует об устойчивости мозговых структур, генерирующих сон и связанных с поддержанием жизненно важных функций человека, с другой – позволяет достаточно высоко оценить существующую систему отбора и подготовки космонавтов. Осуществление экспериментов по проблеме сна – результат труда большого коллектива ученых и специалистов ИМБП, Болгарии (Институт мозга, г. София), специалистов ЦПК им. Ю.А. Гагарина, РКК «Энергия». Позднее (1994 г.) совместно со специалистами ММА им. И.М. Сеченова под руководством А.М. Вейна был проведен расчет количественных показателей отдельных стадий сна и индекса эффективности сна.

С советской стороны руководителями, ответственными исполнителями и исполнителями медико-биологических экспериментов являлись В.И. Мясников, Б.С. Алякринский, К.К. Иоселиани, И.П. Пономарева, О.П. Козеренко, О.И. Шевченко, А.Л. Наринская, О.П. Жукова, А.В. Никонов, Ш.Р. Хисамбеев.

Результаты биологических исследований, полученные специалистами ряда стран – участниц программы «Интеркосмос» в наземных и полетных исследованиях, представлены в сборнике «Биоритмологические исследования в космической биологии и медицине» (1989). Результаты исследований по проблеме сна и изучению состояния ЦНС представлены в книге «Орбитальная станция «Мир» (Т. 2. Медико-биологические эксперименты, глава 5).

В рамках программы «Интеркосмос» в 1988 г. в Чехословакии был выполнен наземный эксперимент с 18-суточной изоляцией по изучению межличностных и межгрупповых отношений, поведения, психофизиологического состояния и опе-

раторской деятельности в двух группах испытателей-добровольцев, работавших в строго регламентированном и свободном режимах труда и отдыха (научный руководитель – Я. Сыкора). От ИМБП в его организации и проведении принимали участие А.П. Нечаев, О.И. Шевченко, В.А. Садов.

О.П. Козеренко принимала активное участие в реализации проектов «Аустромир» и «RLF» (Австрия), в рамках которых совместно со специалистами неврологической клиники г. Инсбрука был разработан компьютерный метод тестирования так называемой специфической системы когнитивных функций (познавательной работоспособности человека) в кратковременном (эксперимент «Когимир») и длительном (эксперимент «Когимир 2») полетах. Результаты исследований позволили оценить такие важные компоненты познавательной работоспособности, как: бдительность, умственная гибкость, зрительно-пространственное восприятие, образное представление, зрительно-пространственная рабочая память.

В рамках программы «Мир – НАСА» был выполнен совместный российско-американский космический эксперимент по изучению динамики психического состояния и группового взаимодействия в международных экипажах (соруководители: с российской стороны – В.П. Сальницкий, с американской – Н. Канас). В проведении эксперимента принимали активное участие В.И. Гущин и О.П. Козеренко.

Специалистами ИМБП (О.И. Шевченко, В.В. Бенгиным, И.В. Черных), Московского инженерно-физического института и Университета «Тор Вергата» (Италия, г. Рим) был осуществлен космический эксперимент «Исследование влияния космической радиации на функциональное состояние ЦНС и операторскую работоспособность» (шифр «Вспышка»).

В 2003–2010 гг. на МКС с использованием аппаратурного комплекса «Нейролаб-2000М», разработанного совместно с немецкими специалистами, был проведен эксперимент «Пилот» (научный руководитель В.П. Сальницкий, ответственный исполнитель А.В. Дудукин), в ходе которого изучалась деятельность оператора при имитации ручного управления роботом-манипулятором по захвату блока полезной нагрузки и ручного управления сближением и стыковкой с МКС. На основе результатов наземных и полетных исследований особенностей формирования и сохранности профессиональных навыков операторской деятельности были сформулированы рекомендации по оптимизации тренировочного процесса и требования к бортовым тренажерам.

Более 10 лет сотрудники отдела участвуют в работе Международной рабочей группы «Поведение и деятельность человека в космическом полете» (Spaceflight Human Behavior and Performance Working Group), которая курирует вопросы, касающиеся психофизиологического обеспечения полетов на МКС. С момента создания группы (1999 г.) до 2009 г. ее сопредседателем с российской стороны был В.П. Сальницкий, а с 2009 г. – С.И. Степанова. Активное участие в работе группы принимают О.П. Козеренко и О.И. Шевченко.

Отдел активно участвовал в организации и проведении на базе НЭК ИМБП экспериментов с длительной изоляцией, в том числе международных (HUBES-94,

ЭКОПСИ-95, SFINCSS-99), направленных на изучение поведения малых групп, внутри- и межгруппового взаимодействия, взаимодействия человека с искусственной средой обитания и возможности управления динамикой этого процесса. Этим исследованиям предшествовала серия экспериментов, выполненных сотрудниками отдела в период 1976–1989 гг., в которых изучались вопросы групповой совместимости членов изолированных малых групп, профессиональная деятельность и психофизиологическое состояние испытателей-добровольцев при имитации аварийных ситуаций (необычный режим труда и отдыха, измененная среда обитания и др.). Значительный вклад в планирование этих экспериментов внесла А.Ф. Быстрицкая.

В экспериментах был получен значительный объем уникальных научных данных, в результате чего в нашей стране и за рубежом были опубликованы многочисленные статьи и несколько монографий. Следует также отметить, что результаты эксперимента SFINCSS-99, проведенного в преддверии полетов на МКС, были использованы для решения ряда организационных задач медицинского обеспечения интернациональных экипажей.

Авторскому коллективу, в состав которого вошли сотрудники отдела А.Ф. Быстрицкая, А.Г. Виноходова и В.И. Гущин, была присуждена премия Правительства Российской Федерации 2001 года в области науки и техники за работу: «Разработка и практическая реализация методологии проведения наземных международных экспериментов с изоляцией для совершенствования медико-биологического обеспечения длительных космических полетов».

В 2010–2011 гг. специалисты отдела основное внимание уделяли подготовке и проведению 520-суточного эксперимента, моделирующего полет на Марс. В процессе этого эксперимента отдел самостоятельно выполнял работу в 9 направлениях, касающихся психологического отбора, психологической подготовки участников эксперимента и проведения научных исследований. Одновременно сотрудники отдела курировали психологические и психофизиологические эксперименты зарубежных ученых. В результате были разработаны и реализованы система психологического обеспечения эксперимента и программа исследований, включающая вопросы групповой психологии, коммуникации экипажа с внешним миром, надежности профессиональной деятельности, профилактики утомления и поддержания работоспособности.

В настоящее время на МКС продолжается космический эксперимент «Взаимодействие» (научный руководитель В.И. Гущин, ответственный исполнитель к.психол.н. А.Г. Виноходова), цель которого – исследование закономерностей поведения малой группы (космического экипажа) в длительном космическом полете и его взаимодействия с наземными службами. В эксперименте получены данные об особенностях взаимоотношений в экипаже на различных стадиях полета и влиянии на них стрессогенных ситуаций, национальных и культуральных различий, личностных характеристик космонавтов. Развернуты работы по подготовке исследований в годовой экспедиции на МКС, которая запланирована на 2015 г.

Продолжаются работы по разработке теории и методологии различных видов профессионального стресса в экстремальных условиях, изучению когнитивных и социально-психологических аспектов профессиональной деятельности операторов, осуществляющих работу в экстремальных условиях. Разработана концепция стресса смертельно опасных ситуаций (И.Б. Ушаков, Ю.А. Бубеев, 2012), согласно которой весь континуум стресс-реакций при действии факторов, несущих угрозу для жизни и здоровья, можно классифицировать в виде стресса смертельно опасных ситуаций. Чаще всего он является комбинированным стрессом, это системная многоуровневая реакция организма человека на воздействие комплекса опасных факторов с реальным осознанием высокого риска гибели или серьезной утраты здоровья, которая проявляется на личностном, психофизиологическом, эмоционально-вегетативном и соматическом уровнях, при значительной, а, возможно, и ведущей роли изменений в бессознательной сфере, заключающихся в грубой деформации базовых эгоструктур.

Создан перспективный для автономной психологической поддержки экипажей метод ритмосуггестивной коррекции состояния, учитывающий закономерности мозговой организации неосознаваемых механизмов регуляции (психологической защиты). Метод интегрирует такие способы оптимизации состояния, как: ритмическая стимуляция, бинауральные биения, вербальные внушения. Процедуры ритмосуггестивной коррекции являются индивидуально-специфичными, так как в них учитываются текущий характер функционального взаимодействия полушарий мозга, индивидуальные особенности реагирования на суггестивную информацию и индивидуальные особенности психологической защиты. За счет этого управляемое изменение активности полушарий и различных областей головного мозга сочетается с эффективной формой суггестивного воздействия.

Создана и апробирована технология оперативной коррекции функционального состояния различных категорий специалистов, подвергнувшихся воздействию экстремальных физических или психоэмоциональных нагрузок, с помощью ингаляции специальных газовых смесей на основе ксенона (медицинская технология «Метод коррекции острых и хронических стрессовых расстройств, основанный на ингаляции терапевтических доз медицинского ксенона марки КсеМед» (И.Б. Ушаков, Ю.А. Бубеев и др., 2010).

За годы существования отдела его сотрудниками были защищены 6 докторских и 11 кандидатских диссертаций. Научные результаты сотрудников отдела опубликованы в монографиях, книгах «Орбитальная станция «Мир»» (2002) и «Международная космическая станция. Российский сегмент. Космическая биология и медицина» (2011), в российских и зарубежных рецензируемых журналах, неоднократно были представлены на российских и международных научных форумах, защищены патентами.

В целом же за прошедший период сотрудники отдела внесли весомый вклад в пилотируемую космонавтику, результатом которого стала долговременная и эффективнуая работа российских и интернациональных экипажей на орбите.

2.4. Отдел физиологии гомеостатических регуляций

2.4.1. Лаборатория метаболизма и иммунитета

Моруков Борис Владимирович, заведующий отделом и заведующий лабораторией метаболизма и иммунитета, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАМН

Лаборатория метаболизма и иммунитета (заведующий – д.м.н., профессор, член-корреспондент РАМН Б.В. Моруков) входит в состав отдела физиологии гомеостатических регуляций. В предыдущие годы она называлась лабораторией водно-солевого обмена и функции почек.

Научные задачи и медико-биологические проблемы, которые успешно решались в лаборатории водно-солевого обмена (ВСО) и функции почек и так же успешно решаются сегодня в лаборатории с новым названием, теснейшим образом связаны с техническим прогрессом, «взрослением» научной мысли и расширением арсенала средств научного поиска и исследовательских горизонтов в области авиационной, космической, морской (с 1984 года) медицины и космической физиологии. Понимание важности изучения водно-солевого обмена и функции почек применительно к задачам медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов было бесспорным еще задолго до первого полета человека в космос, и решение о создании лаборатории такого профиля было принято при формировании структуры ИМБП при его создании. Руководители института академики А.В. Лебединский, В.В. Парин, О.Г. Газенко всегда уделяли должное внимание вопросам комплектования лаборатории квалифицированными научными кадрами, способствовали привлечению молодых специалистов. В первые годы в лаборатории работали Г.И. Козыревская, А.И. Григорьев, В.Б. Носков; в последующем штат лаборатории пополнили Б.В. Моруков, Г.С. Арзамазов, И.С. Скукина, Б.Р. Дорохова, Э.Н. Байчоров, Л.Д. Пожарская, В.Ю. Семенов, Ю.В. Суханов, И.А. Ничипорук, О.И. Орлов, И.М. Ларина, Д.В. Воробьев, Б.В. Афонин, Л.Х. Пастушкова, О.В. Чернова, Г.Ю. Васильева, И.В. Белоусова и Р.И. Крамаренко.

В начальный период исследовательских работ (70-е годы XX века) задачи лаборатории определялись становлением авиакосмической биологии и медицины как нового направления науки, а также научно-производственной базой, которой располагали научные и медицинские учреждения СССР, – комплексом приборов для аналитической и клинической биохимии. В эти годы в многочисленных экспериментах на лабораторных животных и в исследованиях с участием здоровых добровольцев, до и после завершения космических полетов биоспутников и пилотируемых КА сотрудники лаборатории определяли динамику биохимических показателей, характеризующих фильтрационно-секреторную и абсорбционно-концен-

трационную, осмо- и ионорегулирующую функцию почек, состав электролитов в пробах биологических материалов (кровь, моча, пот, фекалии, образцы тканей), разрабатывали методологические подходы к проведению балансовых исследований и функциональных нагрузочных проб. В дальнейшем, в 80-е годы XX века количество определяемых показателей водно-солевого обмена (ВСО) существенным образом расширилось после появления в приборном арсенале лаборатории пламенного фотометра IL-743 (США), атомно-абсорбционного спектрофотометра «Сатурн» (СССР), полуавтоматических спектрофотометрических анализаторов кальция и хлоридов фирмы CORNING (Великобритания), криометрического осмометра Osmolab 2500 (ФРГ) и, особенно, ионоселективного анализатора ионизированного кальция фирмы «Nova» (США). Эти приборы существенно снизили трудозатраты и увеличили скорость обработки биопроб, что позволило значительно увеличить точность анализа, особенно динамических определений, поскольку появилась возможность взятия большего количества биопроб в проводимых исследованиях и проводить серийные поточные измерения.

В эти годы были получены уникальные данные о функциональном состоянии почек и ВСО после кратковременных и длительных космических полетов, определены пределы колебаний показателей физиологической нормы у здоровых людей и спецконтингента при воздействии гипоксии, гиперкапнии, гипо- и гипербарии, перегрузок, положительного и отрицательного давления на нижнюю половину тела, острого и хронического перераспределения жидкостных сред организма в краниальном направлении, приема фармакологических препаратов, биологически активных добавок, витаминов, рационов различного состава, проведены обследования полярников на внутриконтинентальной антарктической станции «Восток» и др. В практику здравоохранения были внедрены «Методические рекомендации по использованию водной и водно-солевых нагрузочных проб при оценке функционального состояния почек человека» (А.И. Григорьев, Г.С. Арзамазов, Б.Р. Дорохова, Г.И. Козыревская, Б.В. Моруков, Ю.В. Наточин, В.Б. Носков и В.П. Хмельков, 1979) с обоснованием критериев оценки осмо- и ионорегулирующей функции почек у здорового человека и конкретных методик проведения различных функциональных нагрузочных проб с водой и солями натрия, калия и кальция, которые успешно использовались в клинической практике Института урологии и других лечебных учреждений СССР.

Качественным шагом в расширении научно-прикладных задач лаборатории явилось широкое внедрение в аналитический арсенал средств для проведения радиоиммунохимического и иммуноферментных методов определения концентрации гормонов в пробах биологических материалов, что позволило начать исследования динамики не только субстратов и метаболитов обмена веществ и ВСО, но и показателей нейрогормональной регуляции. Позже к этим исследованиям добавились аналитические методы определения гормон-рецепторного взаимодействия, что дало начало исследованию таких процессов в условиях космического полета и при их моделировании под руководством д.м.н., профессора Л.И. Какурина и, позднее, д.м.н., профессора А.С. Ушакова.

Одним из основных направлений работы лаборатории в эти годы являлись экспертная оценка бортовых биохимических анализов крови и мочи при проведении медицинского контроля за состоянием здоровья экипажей ОС «Салют» и «Мир» в условиях космического полета, проведение клинико-физиологических обследований космонавтов, совместные исследования в полете по программе «Интеркосмос».

Под руководством академика А.И. Григорьева (1983–1994) и к.м.н. Д.В. Воробьева (1994–1999) сотрудники лаборатории приняли активное участие в организации и проведении уникальных исследований с участием добровольцев-мужчин (120-, 180- и 370-суточная АНОГ); 120-суточной «женской» АНОГ; в многочисленных наземных экспериментах на лабораторных животных по изучению эффектов бисфосфонатов; в первом совместном международном проекте со 137-суточной изоляцией в гермообъектах «HUBES»; в исследованиях на биоспутниках «Космос»; российско-французских КП по проектам «АРАГАЦ» (1988), «АНТАРЕС» (1992) и «АЛЬТАИР» (1993), а также по проектам «ЕвроМИР-94», «ЕвроМИР-95», «МИР-97» на ОС «Мир», по международным программам «Наука – НАСА» и «Мир – НАСА»; в межведомственных исследованиях по изучению этиопатогенеза болезни движения и др. Результаты экспериментов с длительной АНОГ были использованы при подготовке и проведении годового полета с участием врача-космонавта В.В. Полякова.

Значительным событием на рубеже нового тысячелетия явилось объединение в составе лаборатории ВСО и функции почек специалистов в области нейрогуморальной регуляции обмена веществ и ВСО, иммунологических, биохимических и гематологических направлений исследований. Из лаборатории космической иммунологии, основанной академиком Р.В. Петровым в 1964 году и возглавляемой профессором И.В. Константиновой, где долгие годы успешно трудились К.А. Лебедев, В.Г. Галактионов, В.М. Земсков, А.С. Скрябин, В.Я. Ганина, В.Д. Зажирей, В.И. Дроздова, Е.Н. Антропова, Н.Н. Сакаян, Г.П. Теплинская, М.П. Рыкова, О.А. Гусева, А.Т. Лесняк, И.Е. Воротникова, Е.Ф. Васильева, Д.О. Мешков, П.Н. Учакин, Н.В. Божиков и И.В. Серов, во вновь создаваемую лабораторию метаболизма и иммунитета вошли к.м.н. М.П. Рыкова и к.б.н. Е.Н. Антропова. Из лаборатории клинической биохимии и гематологии, возглавляемой к.б.н. И.А. Поповой, в состав новой лаборатории вошли к.м.н. А.А. Маркин, к.б.н. И.В. Заболоцкая, к.б.н. О.А. Журавлева, к.б.н. С.М. Иванова, Л.В. Вострикова, к.б.н. Ю.В. Ярлыкова и к.б.н. О.И. Лабецкая.

Руководителем лаборатории метаболизма и иммунитета в 1999–2011 годах являлась д.м.н., профессор И.М. Ларина; в настоящее время ее возглавляет д.м.н., профессор, член-корреспондент РАМН Б.В. Моруков. Лаборатория объединяет четыре научные группы: клинической биохимии и гематологии (руководитель – А.А. Маркин), иммунологии (руководитель – М.П. Рыкова), нейрогормональной регуляции обмена веществ и ВСО (руководитель – И.А. Ничипорук), исследований эритропоэза и свойств мембран эритроцитов (руководитель – С.М. Иванова). В 2010 г. часть сотрудников лаборатории метаболизма и иммунитета сформировали лабораторию протеомики под руководством И.М. Лариной.

Научные и прикладные задачи, которые решает лаборатория метаболизма и иммунитета в настоящее время, отличаются комплексным подходом к изучению состояния иммунитета, обмена веществ и его регуляции, что улучшает понимание тонких механизмов адаптации организма человека и животных к воздействию экстремальных факторов внешней среды. Сотрудники лаборатории в последние годы успешно провели на МКС космические эксперименты «Диурез», «Биотест», «Спрут-К», «Иммуно», приняли активное участие в комплексных исследованиях по международным проектам с 240-суточной изоляцией интернационального экипажа по программе SFINCSS-99, в уникальном эксперименте с 520-суточной изоляцией по проекту «Марс-500».

Сотрудники лаборатории метаболизма и иммунитета. Слева направо в первом ряду: лаб. Р.И. Крамаренко, член-корр. РАМН, проф., д.м.н. зав. отд. Б.В. Моруков, м.н.с. О.А. Лабецкая; во втором ряду: к.м.н. с.н.с. Г.Ю. Васильева, к.м.н. в.н.с. И.А. Ничипорук, к.б.н. в.н.с. С.М. Иванова., ст. лаб. О.В.Чернова, к.м.н. с.н.с. О.А. Журавлева, к.м.н. в.н.с. А.А. Маркин, ст. лаб. И.В. Белоусова, м.н.с. Л.В. Вострикова, к.м.н. н.с. С.А. Пономарев, к.б.н. с.н.с. Ю.А. Ярлыкова, к.м.н. н.с. Т. А. Берендеева, к.б.н. н.с. Д.С. Кузичкин

Практическим результатом многолетней работы лаборатории метаболизма и иммунитета является разработка и совершенствование методологии оценки состояния ВСО, функции почек, биохимических показателей обмена веществ и гемостаза, системы иммунитета и нейроэндокринного статуса при первичном отборе спецконтингента и КФО космонавтов до, во время и после полетов, а также создание объектов интеллектуальной собственности и авторского права. За прошедшие годы сотрудниками лаборатории были защищены более 50 кандидатских и 7 докторских диссертаций, издано более 30 монографий, опубликовано более 1000 научных работ, получено более 50 авторских свидетельств и патентов. В настоящее время значительный вклад в проводимые лабораторией исследования вносят молодые специалисты: к.б.н. Т.А. Берендеева, к.м.н. С.А. Пономарев и

к.б.н. Д.С. Кузичкин. В целом лаборатория готова к решению новых научных и прикладных задач в области медико-биологического обеспечения пилотируемых космических полетов, к научному поиску закономерностей, типологических особенностей и паттернов комплексных адаптивных реакций в условиях экстремальной среды обитания, к разработке перспектив и расширению горизонтов планирования в области традиционных и междисциплинарных подходов к постановке и решению исследовательских задач.

2.4.2. Лаборатория физиологии опорно-двигательного аппарата

Оганов Виктор Сумбатович, заведующий лабораторией, доктор медицинских наук, профессор

Лаборатория была сформирована и 1967 году, и в том же году ее руководителем был назначен к.м.н. В.С. Оганов.

Тематика лаборатории была посвящена физиологии опорно-двигательного аппарата человека и животных. Объектами исследований были скелетные мышцы лабораторных крыс, собак и человека. Скелетные мышцы изучали in vivo и на биоспутниках in situ, in vitro на одиночных глицеринизированных мышечных волокнах. Изучали образцы, полученные от животных, летавших на 9 биоспутниках серии «Космос». Обследовано 115 космонавтов, многие из которых имели опыт повторных или многократных полетов.

Удалось экспериментально показать, что разные скелетные мышцы крыс (позные, локомоторные) в процессе космических полетов меняют свой фенотип по таким показателям, как сократительные свойства, состав и тип миофибриллярных белков и субъединичный состав тропомиозин-тропонинового комплекса. В позной камбаловидной мышце увеличивается скорость сокращения, устойчивость к утомлению, синтезируется миозин быстрого фенотипа. Локомоторные мышцы, напротив, приобретают признаки гиперфункции, что является результатом адаптивного поведения крыс в безопорном пространстве. Таким образом, впервые был выявлен феномен функциональной пластичности мышц как частный случай функциональной адаптации.

В опытах на собаках был применен оригинальный датчик, позволяющий у собак in vivo регистрировать ЭМГ (Авторское свидетельство № 456611). Благодаря этому удалось разработать метод функциональной оценки мышцы «Электромиографическая (энергетическая) эффективность («стоимость») мышечного сокращения». Этот же принцип был использован при создании устройства, позволяющего использовать тот же критерий у человека – «Миотест» (Авторское свидетельство № 665893).

В тот же период В.С. Оганов являлся ведущим физиологом по аванпроекту «СБС» (специализированные биологические спутники, позднее – серия «Космос», или «Бион»).

В исследованиях принимали участие: к.б.н. С.А. Скуратова, к.б.н. А.Н. Потапов, к.б.н. А.С. Рахманов, к.м.н. В.Г. Козлова, к.б.н. В.Я. Климовицкий, научн. сотр. М.Я. Ширвинская, научн. сотр. Л.М. Мурашко, инж. В.С. Магедов. Первые трое сотрудников защитили кандидатские диссертации по материалам исследований лаборатории.

Сотрудники лаборатории

В начале 1980-х годов, приобретя современную неинвазивную технику для остеоденситометрии благодаря академикам О.Г. Газенко и А.И. Григорьеву, лаборатория получила новое направление исследований и название «лаборатория остеологии».

В лаборатории впервые в стране были развернуты систематические исследования по эпидемиологии остеопороза в сотрудничестве с научными учреждениями Москвы (Институт ревматологии РАМН, ЦИТО им. Н.И. Приорова, ЭНЦ РАМН, ГНИИ Центр профилактической медицины). Ряд сотрудников лаборатории участвовал в обследовании больных, подверженных риску остеопороза. В базе данных свыше 7000 наблюдений. По инициативе лаборатории была создана общественная организация – Российская Ассоциация по остеопорозу (РАОП). В.С. Оганов, как ее первый вице-президент, был инициатором и организатором широкого внедрения современных методов остеоденситометрии в практику здравоохранения, руководителем ряда научных разработок (самостоятельные темы или разделы тем) по заданиям Миннауки, РАН, ФУ «Медбиоэкстрем» с 2004 г. (ФМБА), Роскосмоса, по грантам РФФИ, по программе Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине». По результатам исследований выпущены «Методические указания по современной остеоденситометрии», «Рекомендации по ранней диагностике остеопороза у космонавтов и в клинике», «Руководство по клинической остеоденситометрии».

В результате проведенных исследований выявлены закономерности и особенности изменений костной массы в различных звеньях осевого и периферического скелета и состава тела человека в условиях невесомости, дана их клиническая оценка, предложены возможные интерпретации обнаруженных изменений и гипотеза об их основных механизмах, а также определены актуальные направления дальнейшего исследования проблемы. Подробнее эти вопросы рассмотрены в монографии В.С. Оганов «Костная система, невесомость и остеопороз» (2003).

Результаты и теоретические положения исследований лаборатории неоднократно были предметом обсуждений на научных конференциях в стране и за рубе-

жом: по гравитационной физиологии (2004 г.), космической биологии и авиакосмической медицине (2002, 2006 гг.), на российских и международных конгрессах по физиологии (2001, 2004, 2007 гг.), патофизиологии (2000 г.), лучевой диагностике (2007 г.) и на российских конференциях и конгрессах по остеопорозу (2003, 2005, 2008 гг.).

Активное участие в проведении исследований принимали: к.м.н. В.Е. Новиков, к.б.н. О.Е. Кабицкая, к.б.н. А.С. Рахманов, к.м.н. Е.А. Чернихова, к.б.н. В.П. Найдина, ст.н.сотр. А.В. Бакулин, ст.н.сотр. Л.М. Мурашко.

2.4.3. Лаборатория физиологии ускорений и искусственной силы тяжести

Лаборатория физиологии ускорений и искусственной силы тяжести входит в состав отдела физиологии гомеостатических регуляций. Ее сотрудники исследуют влияние ускорений на организм человека и животных в наземных экспериментах и в условиях космических полетов, разрабатывают средства противоперегрузочной защиты и перспективный метод профилактики негативных последствий моделированной и реальной невесомости с помощью искусственной силы тяжести.

Котовская Адиля Равгатовна, заведующая лабораторией, доктор медицинских наук, профессор, действительный член Международной академии астронавтики, лауреат диплома Премии РАМН им. В.В. Парина в области физиологии и патологии кровообращения

А.Р. Котовская является одним из основоположников отечественной космической биологии и медицины, непосредственным участником научных исследований с животными на ракетах (включая полет собаки Лайки на втором искусственном спутнике Земли), а также участником отбора и подготовки первых космонавтов – Ю.А. Гагарина и других, мужчин и женщин, для полетов на космических кораблях «Восток», «Восход», «Союз». Специалист в области гравитационной физиологии и медицины, изучения проблем влияния перегрузок и невесомости, разработки средств и методов повышения устойчивости к ним космонавтов. Занимается разработкой проблемы искусственной гравитации применительно к межпланетным полетам. Почетный гражданин г. Тулузы (Франция).

Исходя из необходимости создания стендовой базы, без которой невозможно было начинать работу по космической биологии и медицине, в ИМБП в январе 1964 года перешли на работу из ГНИИИ АиКМ инженеры П.П. Балынин и Г.Ф. Николашин. Один из них, а именно П.П. Балынин, работая в военном институте, руководил группой инженеров и имел большой опыт работы на центрифуге (ЦФ) ЦНИАГ. Именно там в конце 50-х и начале 60-х годов XX века проходила работа по отбору и подготовке летчиков-истребителей к участию в первом полете человека в космос.

Поэтому в ИМБП П.П. Балынин был назначен руководителем отдела динамических испытаний. Но заниматься проблемой разработки и создания стенда ЦФ ему не пришлось. Это было связано с тем, что в структуре ИМБП появились два самостоятельных подразделения. Одно, во главе с Г.Ф. Николашиным, должно было заниматься техническими вопросами разработки и создания стенда ЦФ, а другое, во главе с Е.Б. Шульженко, – медицинскими проблемами переносимости человеком перегрузок, которые будут воспроизводиться на ожидаемой ЦФ.

Шульженко Евгений Борисович, доктор медицинских наук, руководитель лаборатории ускорений ИМБП с 1965 по 1980 гг.

Разработкой и созданием стенда ЦФ Г.Ф. Николашин занимался на базе фирмы «ASEA» в Швеции, а за это время Е.Б. Шульженко и ряд его медицинских сотрудников в течение 1966–1967 гг. периодически проходили обучение и подготовку по работе на ЦФ у А.Р. Котовской в ГНИИИ АиКМ МО СССР, поскольку эта ЦФ в 1962 г. тоже была изготовлена фирмой «ASEA» и очень активно эксплуатировалась. После поставки в ИМБП и соответствующей наладки стенд «Центрифуга ASEA» в конце 1968 г. был допущен к эксплуатации.

Центрифуга шведской фирмы «ASEA» (радиус – 7,25 м)

Под руководством Е.Б. Шульженко исследовалась индивидуальная переносимость перегрузок на ЦФ кандидатами в космонавты при их отборе для участия в космических полетах и космонавтами при ежегодном переосвидетельствовании.

Исследования на ЦФ проводились в соответствии с приказом двух министров – Министра обороны СССР и Министра здравоохранения СССР. Приказом регламентировались режимы воздействия на человека перегрузок направления «грудь – спина» и «голова – таз». По результатам обследования оформлялись экспертные заключения.

Испытатель Сергей Нефедов и руководитель Е.Б. Шульженко (1974 г.)

Поскольку перегрузки любого направления предъявляют серьезные требования к организму человека, осуществляется строгий и непрерывный медицинский контроль в процессе всего вращения на ЦФ.

В это же время в здании ЦФ был установлен новый стенд – стенд «сухой иммерсии», который позволял имитировать некоторые эффекты действия невесомости. Испытатели-добровольцы погружались в специально сконструированный бассейн, наполненный водой и покрытый высокоэластичной гидроизолирующей тканью. Испытатели лежали в бассейне над тканью, в безопорном положении. Складки гидроизолирующего материала вместе с иммерсионной средой, заключенной в них, смыкались по средней линии над телом испытателя, свободно облегая его со всех сторон. Температура воды в бассейне автоматически поддерживалась на уровне 34 ± 0,5 °С и являлась термически индифферентной.

Старший инженер В.И. Кузина около иммерсионного бассейна, в который «погружены» 2 испытателя

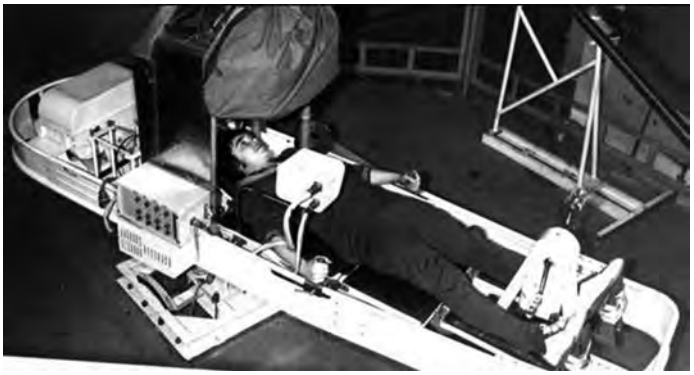
Иными словами, Е.Б. Шульженко был разработан метод проведения исследований в условиях длительной иммерсии, основанной на принципе «сухого погружения». Создание указанного стенда дало возможность изучать переносимость человеком перегрузок после имитированной невесомости методом «сухой иммерсии».

В результате исследований, проведенных в условиях 13-суточной и 56-суточной иммерсии, были получены обнадеживающие данные относительно возможности использования создаваемых на ЦФ перегрузок направления «голова – таз» малых величин для профилактики эффектов детренированности организма.

Однако было очевидным, что продолжать исследования по проблеме искусственной силы тяжести на ЦФ среднего радиуса (7,25 м) нецелесообразно, т.к., думая о возможности реализации искусственной гравитации в космическом полете, следует иметь в виду ЦФ короткого радиуса (ЦКР).

Для продолжения исследований по указанной проблеме сотрудниками ИМБП под руководством Б.А. Адамовича был разработан в 1978 году стенд «ЦКР». ЦКР с длиной плеча 2 м оборудована ложементом, позволяющим изменять углы сгибания в тазобедренных и коленных суставах от 180º до 90º. На уровне головы величина перегрузки приближалась к нулю (без учета земной гравитации). На уровне стоп можно создавать перегрузку направления «голова – таз» величиной до 4 G.

За пультом инженера ЦФ Г.Ф. Николашин



Центрифуга короткого радиуса с испытателем

С помощью ЦКР И.Ф. Виль-Вильямс был выполнен большой объем исследований. Создаваемые на ЦКР перегрузки направления «голова – таз» величиной 1–2 G применялись по специальной схеме на фоне 3-суточной и 28-суточной иммерсии.

В части исследований, выполненных в условиях 28-суточной иммерсии, определялся профилактический эффект сочетанного применения ЦКР с водно-солевыми добавками или физической нагрузкой на велоэргометре.

Ст. науч. сотр., к.м.н. И.Ф. Виль-Вильямс за пультом врача проводит исследование переносимости человеком перегрузок при вращении на ЦФ

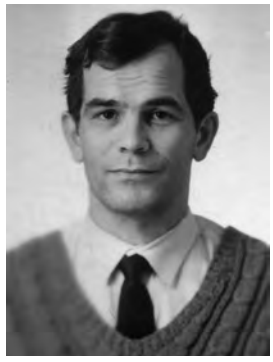
Для оценки изменений гравитационной устойчивости организма до и после иммерсии была использована функциональная проба с воздействием перегрузок направления «голова – таз» величиной 3 G на основной ЦФ радиусом 7,25 м.

Исследования, выполненные Е.Б. Шульженко, И.Ф. Виль-Вильямс, А.И. Григорьевым, Ю.В. Наточиным, показали, что применение с помощью ЦКР перегрузок «голова – таз» величиной 1–2 G позволяет уменьшить и даже предупредить отрицательное влияние моделированной невесомости на физиологические системы организма, особенно на сердечно-сосудистую систему и водно-солевой обмен.

В 1973 г. директором ИМБП О.Г. Газенко было создано специализированное подразделение – лаборатория, которая должна была заниматься проблемой искусственной силы тяжести. На заведование этой лабораторией из ГНИИИ АиКМ МО СССР была приглашена А.Р. Котовская. В этой лаборатории стали работать также два сотрудника ИМБП – А.А. Шипов и Р.Р. Галле, оба – в должности старших научных сотрудников. Ими были сформулированы основные направления исследований с использованием животных по проблеме искусственной силы тяжести.

Слева направо, сидят: м.н.с. М.А. Худякова, космонавт О.Г. Макаров, космонавт В.П. Савиных, заведующий лабораторией Е.Б. Шульженко, м.н.с. В.И. Зборовская; стоят: м.н.с. В.Г. Андреева, ст. лаборант А.М. Матюшкина, с.н.с. И.Ф. Виль-Вильямс, с.н.с. В.Е. Панфилов, лаборант Н.В. Веселкова, ст. лаборант Л.М. Зубкова, м.н.с. Е.А. Александрова, ст. лаборант Л.С. Губкина, ст. лаборант Г.А. Перепелкина

Работы в лаборатории искусственной силы тяжести (ИСТ) под руководством А.Р. Котовской шли параллельно с работами, выполняемыми в лаборатории ускорений, руководимой Е.Б. Шульженко: сотрудники лаборатории ИСТ занимались подготовкой и реализацией экспериментов с животными в реальных полетах в космос, а в лаборатории ускорений выполнялись исследования с участием человека в наземных условиях по той же проблеме – проблеме создания искусственной гравитации применительно к будущим пилотируемым полетам.



А.А. Шипов, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории искусственной силы тяжести

В ИМБП в это время шла интенсивная подготовка к запуску биологического спутника «Космос-782» с бортовой ЦФ. Предложение лаборатории ИСТ провести в полете эксперимент на ЦФ с использованием мух-дрозофил было одобрено директором ИМБП О.Г. Газенко и руководителем программ серии «Бион» Е.А. Ильиным.

Цель эксперимента состояла в определении влияния длительного пребывания мух-дрозофил в условиях вращения на выбор ими предпочтительного уровня искусственной силы тяжести. Оказалось, что для решения задачи гравипреферендума насекомые не являются подходящим объектом, поскольку их поведение не зависит от силы тяжести.

В целом же, результаты, полученные на других биологических объектах (рыбы, черепахи, клеточные и тканевые культуры растений и животных), показали, что биологическое действие ИСТ имеет принципиально такой же характер, что и воздействие земной силы тяжести.

При постановке экспериментов на млекопитающих (крысах) на биоспутнике «Космос-936» с бортовой ЦФ, создающей уровень ИСТ в 1 G, сотрудниками лаборатории А.А. Шиповым, Г.С. Айзиковым и В.Г. Овечкиным был разработан целый комплекс новых методик для сравнительной оценки влияния невесомости и ИСТ на организм животных: устройства для исследования статической и динамической выносливости, реакции переворачивания при падении с высоты, лифтного рефлекса, вестибулярной функции, поз, локомоций, функции равновесия. При этом были проведены многочисленные наземные эксперименты с длительным вращением крыс на ЦФ карусельного типа, с шестью контейнерами на периферии и центральным контейнером – для исследования влияния фактора вращения на изучаемые показатели.

М. Манаров (декабрь 1988 г.)

В полете биоспутника «Космос-936» (3–22.08.1977 г.) впервые были получены данные о том, что ИСТ величиной 1 G, создаваемая с помощью бортовой ЦФ, может предупредить многие неблагоприятные эффекты невесомости. Это позволило в совокупности с результатами других исследований рассматривать ИСТ в качестве одного из перспективных средств поддержания оптимального состояния организма человека в длительных полетах. В 1993 году полученные данные позволили А.А. Шипову стать доктором биологических наук.

В 1980 году Е.Б. Шульженко перешел работать в 3-е Главное управление Минздрава СССР, а руководить лабораторией физиологии ускорений и искусственной силы тяжести стала А.Р. Котовская. В этой лаборатории продолжались исследования на ЦФ «ASEA» по оценке индивидуальной переносимости перегрузок на ЦФ кандидатами в космонавты при их отборе для участия в космических полетах и уже летавшими космонавтами в порядке их ежегодного переосвидетельствования.

Ст. лаборанты Л. Лабутина и С. Михайлова готовят космонавта С.К. Крикалева к посадке в кабину ЦФ (1990 г.)

В этой связи важно отметить, что, в соответствии с совместным приказом МО РФ и МЗ РФ № 14/7 от 9.01.2001 г. режимы перегрузок на ЦФ при отборе кандидатов в космонавты и при ежегодном переосвидетельствовании космонавтов были одинаковы для всех лиц: как для летчиков, так и для представителей дру-

Ст. лаборанты О.И. Кушина (слева) и Н.И. Бокова (справа) готовят космонавта РКК «Энергия» А.Ю. Калери к обследованию на ЦФ (2008 г.)

Вед. науч. сотрудник, к.м.н. М.И. Колотева проводит обследование космонавта А.Ю. Калери на ЦФ во время ежегодного переосвидетельствования (2008 г.)

гих профессий, претендовавших на участие в космических полетах. Вместе с тем анализ результатов многолетних (более 30 лет) обследований на ЦФ, а также переносимости перегрузок в реальных космических полетах свидетельствовал о необходимости введения дифференцированных режимов перегрузок на ЦФ для лиц гражданских профессий и летчиков, а также для космонавтов-туристов. В результате было принято межведомственное решение о введении дифференцированных режимов перегрузок на ЦФ для этих категорий.

Предварительно на ЦФ были проведены специальные исследования на испытателях – лицах нелетных профессий разного возраста как практически здоровых, так и имеющих некоторые отклонения в состоянии здоровья. Это позволило при отборе на ЦФ специалистов РКК «Энергия» иметь достаточно ясное представление об особенностях переносимости перегрузок направления «голова – таз» и «грудь – спина» лицами нелетных профессий разного возраста.

При этом учитывались также данные о переносимости перегрузок лицами разного возраста после 30-суточной моделированной невесомости в виде антиортостатической гипокинезии (-8º). Результаты этих наземных исследований с участием испытателей изложены в кандидатской диссертации В.Ю. Лукьянюка (1984 г.).

В конце 80-х годов XX века планировался космический полет длительностью до одного года. Для решения возникших вопросов в ИМБП был проведен под руководством А.И. Григорьева и Б.В. Моруков комплексный «годовой эксперимент» по изучению переносимости перегрузок направления «грудь – спина» величиной 8 G (режим баллистического спуска) после АНОГ длительностью 120, 240 и 360 суток.

Оказалось, что переносимость перегрузок после 120 суток АНОГ (без применения профилактических мероприятий и ППК) ухудшалась по сравнению с контрольными исследованиями. Применение профилактических мероприятий в период между 120 и 240 сутками АНОГ без использования ППК обеспечивало некоторое улучшение переносимости перегрузок.

И, наконец, использование профилактических средств в период с 240 по 360 сутки АНОГ, применение ППК и гидратирующих средств обеспечивало удов-

летворительный (хотя и пониженный по сравнению с контрольным) уровень переносимости перегрузок.

Приоритетным направлением деятельности лаборатории являлось изучение переносимости перегрузок в реальных космических полетах. Этап спуска был особенно важен, т.к. у всех космонавтов кораблей «Восток», «Восход» и первых «Союзов» переносимость перегрузок после пребывания в невесомости отчетливо снижалась. Кроме того, наблюдалось снижение порога появления критических расстройств со стороны органа зрения и сердечно-сосудистой системы при послеполетном вращении на ЦФ.

Слева направо: вед. инженер В.Е. Сулягин, испытатель В.Г. Ситниченко после 360-суточной АНОГ, инженеры А.А. Королев и В.А. Агафонов

В полетах на ОС «Салют-6» и «Салют-7» у космонавтов также присутствовали все признаки заметного снижения переносимости перегрузок на спуске: ухудшение самочувствия, более выраженное напряжение физиологических систем организма, вплоть до признаков срыва компенсаторных механизмов (зрительные расстройства, серьезные нарушения сердечного ритма и другие симптомы), что, естественно, отражалось на общем состоянии космонавтов на заключительном этапе полета.

Существовало 2 основных фактора, которые могли привести к столь резкому ухудшению переносимости космонавтами перегрузок в упомянутых полетах: первый – развитие в невесомости детренированности организма, второй – отсутствие на участке спуска противоперегрузочной защиты в виде ППК. Полученные факты требовали срочно ввести ППК в штатную систему медицинского обеспечения космонавтов на участке спуска, что и было сделано.

Первый ППК бескамерного типа – «Каркас», разработанный А.С. Яровым, представлял собой брюки, которые плотно облегали нижнюю половину тела. И хотя как средство противоперегрузочной защиты он был эффективен, однако с точки зрения эргономики он был неудобен и вызывал у большинства космонавтов жалобы на чувство дискомфорта в паховой области (вплоть до боли) и неудобства в подколенной области.

Поэтому в дальнейшем ППК «Каркас» был заменен на ППК «Кентавр», который состоял из двух частей – шорт и гетр. Эффективность его была такой же, как у костюма «Каркас», а эргономические качества значительно лучше. ППК «Кентавр» используется до сих пор на этапе спуска кораблей «Союз» на Землю.

Сотрудники лаборатории более 30 лет (с 1980 года) проводят анализ переносимости космонавтами перегрузок при выведении кораблей типа «Союз» на орбиту и при спуске с орбиты после кратковременного (< 1 месяца) и длительного (до 438 суток) пребывания космонавтов в невесомости.

ППК «Каркас»

ППК «Кентавр»

Зав. лабораторией, проф. А.Р. Котовская и ст. науч. сотр., к.м.н. О.И. Орлов встречают космонавта Т. Аубакирова после окончания обследования

Обобщение материалов по переносимости перегрузок при различных сроках имитированной невесомости и в реальных полетах различной длительности, а также оценка эффективности ППК «Каркас» и «Кентавр» в указанных условиях было проведено И.Ф. Виль-Вильямс, которая в 1994 году стала доктором медицинских наук.

Важно также отметить, что заметное сокращение времени на физические тренировки из-за нештатных ситуаций на ОС «Мир» сопровождалось резким снижением переносимости перегрузок на последнем ответственном этапе полета при возвращении космонавтов на Землю.

В лаборатории большое внимание уделялось также анализу переносимости перегрузок космонавтами разного возраста (от 31 года до 55 лет). Внимательно анализировалась также переносимость космонавтами перегрузок в первых и повторных полетах. Проводились исследования по оценке устойчивости к перегрузкам женского организма после 120-суточной гипокинезии применительно к участию женщин в длительных полетах. Осуществлялись исследования переносимости перегрузок в реальных полетах С.В. Савицкой и Е.В. Кондаковой. Результаты этих исследований нашли отражение в кандидатской диссертации М.И. Колотевой (2002 г.).

Наряду с обследованиями на ЦФ отечественных космонавтов, большое внимание уделялось отбору к полетам космонавтов – граждан зарубежных стран. Первым из российских космонавтов, совершившим полет на американском корабле «Шаттл», был сотрудник ИМБП Б.В. Моруков, участвовавший в развертывании

РС МКС (2000 г.). Отбор его к этому полету был проведен на ЦФ по методике, принятой для российских космонавтов.

Зав. лаб. А.Р. Котовская, ведущий н.с. И.Ф. Виль-Вильямс, первый космонавт ГДР З. Йен, а также немецкий кандидат в космонавты К.-Д. Фладе около кабины ЦФ после вращения

Б.В. Моруков во время полета на «Шаттле» подвергался воздействию перегрузок направления «голова – таз» небольших величин. После 12-суточного пребывания в невесомости он использовал американский ППК надувного типа, который прекращал действовать после спуска «Шаттла» на Землю и не предотвращал появления ощущений дискомфорта после выхода из корабля. Поэтому в последующих восьми полетах российских космонавтов в течение 2001 и 2002 гг. (Ю.В. Гидзенко, С.К. Крикалев и др.) на участке спуска они на американский ППК надувного типа надевали российский ППК «Кентавр» бескамерного типа. Применение на этапе возвращения на Землю российского ППК «Кентавр» космонавты экспедиций МКС оценили положительно, так как он оказывал реальный противоперегрузочный эффект, а также предупреждал возникновение ортостатических расстройств при выходе из корабля «Шаттл» после посадки.

Старший инженер В.И. Кузина в кабине ЦФ проверяет правильность наложения датчиков у кандидата в космонавты, гражданина Франции Ж.-П. Эньере

В конце 70-х годов XX века вышло постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР о создании нового типа корабля – корабля многоразового использования «Буран», который должен был спускаться с орбиты на Землю по самолетному типу. Это означало, что при спуске на космонавта будут действовать перегрузки неблагоприятного направления «голова – таз» и это было первым отличием от спуска на корабле «Союз», где перегрузки действуют в направлении «грудь – спина». Второе отличие заключалось в том, что при спуске «Бурана» на Землю перегрузки будут действовать с очень медленной скоростью нарастания (порядка 0,003 ед/с). При этом общее время их воздействия на человека может составить более 20 минут. Наконец, важно было учесть возможность ручного управления спуском «Бурана» на Землю после 7-суточного пребывания в условиях невесомости. Для изучения переносимости нового профиля перегрузок сотрудниками лаборатории был выполнен большой объем экспериментальных исследований. Применительно к полету «Бурана» большое внимание было уделено отбору на ЦФ летчиков-испытателей ЛИИ им. Громова, претендующих на участие в полетах на этом корабле.

Коллектив лаборатории А.Р. Котовской с кандидатом в космонавты, врачом ИМБП Б.В. Моруковым. Слева направо в первом ряду: вед. инж. Б.М. Смирнов, ст. лаб. Н.И. Бокова, канд. в косм. Б.В. Моруков, в.н.с., д.м.н. И.Ф. Виль-Вильямс; во втором ряду: с.н.с. Л.Н. Гаврилова, ст. лаб. Т.Э. Сенякина, мед. сестра клинического отдела, с.н.с., канд. мед. наук О.И. Орлов; в третьем ряду: ст. лаб. Е.В. Копытько, ст. лаб. О.И. Кушина, ст. инж. В.И. Кузина, н.с. М.И. Колотева; в четвертом ряду: ст. инж. В.Е. Сулягин, ст. инж. Э.А. Скиба, ст. техник В.Н. Самуйлов

Слева направо в первом ряду: зав. лабораторией А.Р. Котовская, летчик-испытатель И.П. Волк, в.н.с. И.Ф. Виль-Вильямс; во втором ряду: ст. инженер В.И. Кузина, м.н.с. В.Г. Андреева, н.с. Л.Н. Гаврилова, ст. лаборант Т.Э. Сенякина, вед. инженер Б.М. Смирнов, ст. лаборант С.Л. Михайлова, м.н.с. Г.А. Гусакова, с.н.с. В.Ю. Лукьянюк, ст. лаборант Л.В. Лабулина, аспирант Н.И. Кокова, аспирант А.М. Гордов, ст. инженер Н.В. Провоторов

Несмотря на то, что проект «Буран» был закрыт, в лаборатории был получен очень полезный научный материал о значимости градиента нарастания перегрузок в переносимости человеком перегрузок направления «голова – таз».

Вед. науч. сотр., к.м.н. Р.Р. Галле, ответственный исполнитель работ около стенда «Юпитер»

В 80-е годы XX века был создан также стенд «Юпитер», который по существу представлял собой вращающуюся комнату. На этом стенде сотрудниками 3 подразделений (А.Р. Котовской, В.С. Шашкова и В.П. Сальницкого) были выполнены исследования, позволившие определить эффективные лекарственные средства для профилактики и терапии болезни движения. В 1987–1990 гг. в выполнении этих работ участвовали также Р.Р. Галле, В.В. Сабаев, Г.А. Гусакова, Л.Н. Гаврилова и Г.Ф. Николашин.

Вед. инженер В.И. Кузина проверяет правильность наложения датчиков на ушную раковину обезьяны перед ее вращением на ЦФ для животных

Учитывая, что одной из важнейших задач МКС является проведение научных исследований, результаты которых могут быть использованы при подготовке межпланетных полетов, в 2011 г. А.Р. Котовской и М.И. Колотевой был проведен анализ переносимости космонавтами перегрузок в течение 10 лет эксплуатации этой станции. Поскольку при полетах на «Мир» и МКС использовался один и тот же корабль, а именно «Союз», основные параметры режимов перегрузок на участке выведения на орбиту и спуска на Землю принципиально оставались прежними.

Вместе с тем важно отметить, что со станции «Мир» не осуществлялось баллистических спусков на Землю. Лишь в одном случае из-за преждевременного срабатывания двигателей мягкой посадки произошел «жесткий» удар спускаемого аппарата о Землю. При возвращении же с МКС у 12 космонавтов в нештатных условиях спуска с орбиты возникали перегрузки от 6,26 до 8,68 G.

Кроме того, в полетах на ОС «Мир» участвовали космонавты в возрасте 31–49 лет, признанные практически здоровыми. В полетах же на МКС принимали участие космонавты-туристы, имевшие до полета парциальную недостаточность состояния здоровья и более широкий возрастной диапазон (29–61 год).

Было отмечено, что космонавты-туристы, имевшие возраст более 50 лет, а также отклонения в состоянии здоровья, значительно хуже переносили перегрузки

при возвращении «Союзов» на Землю, чем более молодые и практически здоровые люди. Особенно заметно это проявлялось в случаях нештатных (баллистических) спусков на Землю. Эти данные свидетельствовали о необходимости более строгого отбора для участия в космических полетах на МКС лиц с парциальной недостаточностью здоровья, имеющих большой возраст.

Установилась традиция, что сотрудники лаборатории в ЦПК им. Ю.А. Гагарина инструктируют космонавтов о правилах поведения при действии перегрузок на участке выведения корабля «Союз» на орбиту и его спуске при возвращении на Землю, дают полезные рекомендации. Также в ЦПК в нулевые сутки после полета те же специалисты встречаются с вернувшимися на Землю космонавтами, чтобы узнать у каждого из них о переносимости возникавших перегрузок и полезности ППК, а также осматривают их на предмет выявления петехиальных кровоизлияний, синяков и отеков в области голеней.

Научный сотрудник Т.М. Глебова в кабине ЦФ при испытании бортовой аппаратуры «Альфа-12»

Кроме того, сотрудники лаборатории участвуют и в качестве испытателей при проведении на ЦФ испытаний бортовой аппаратуры до ее поставки на «Союз», например аппаратуры «Альфа-12», которая позволяет регистрировать у космонавтов объективную медицинскую информацию на участке выведения «Союза» на орбиту и спуске на Землю.

Изучение состояния сердечно-сосудистой системы человека в невесомости было и продолжает оставаться одной из актуальных проблем. Отсутствие бортовой медицинской аппаратуры до 1982 г. сдерживало продвижение в этой области знаний. Дело сдвинулось с места, как только было подписано Межгосударственное соглашение с Францией о совместных пилотируемых полетах на наших ОС.

Профессор Ф. Арбей (Франция) и в.н.с., к.м.н. Г.А. Фомина проверяют функционирование бортового французского прибора «Эхограф-2М» перед поставкой его на ОС «Мир»

Использование французской аппаратуры, которая в период с 1982 по 1999 гг. претерпевала усовершенствование и приобретала новые полезные технические возможности, позволило получать от полета к полету все более новые и важные научные физиологические и биохимические данные. Особенно плодотворными были научные эксперименты, выполненные на ОС «Мир» в коротких (от 8 до 26 суток) и длительных (до 186 суток) полетах.

Бортовая аппаратура «Эхограф-2М» и комплекс «ФИЗИОЛАБ» позволили выполнять в реальных условиях длительных полетов

исследования сердечно-сосудистой системы с помощью ультразвуковых методов (ЭХО- и допплерографии), а начиная с 1996 г. – и с помощью окклюзионной плетизмографии. Важно отметить, что указанная аппаратура позволяла получать, автоматически обрабатывать и передавать медицинскую информацию по телеметрии на Землю в ходе полета.

Эксперименты на ОС «Мир» позволили получить новые сведения о функционировании сердца и артериальной гемодинамике в разных областях тела (от головы до ног), а также об особенностях водно-солевого обмена. По мере их получения расширялись представления о степени изменений, возникающих в полете и, главное, о связи этих изменений с ортостатической устойчивостью человека после спуска на Землю.

Российский космонавт Анатолий Соловьев подготавливает «Эхограф-2М» для последующего выполнения экспериментов

Российский космонавт В. Афанасьев выполняет эксперимент по изучению состояния вен голени с помощью окклюзионной плетизмографии

Французский космонавт Ж.-П. Энере проверяет функционирование комплекса «ФИЗИОЛАБ» перед проведением экспериментов

Созданный во Франции «Комплекс КАРДИОМЕД» был доставлен на РС МКС в феврале 2010 г. С его помощью проводятся исследования, нацеленные на изучение гемодинамических механизмов снижения ортостатической устойчивости человека при длительном пребывании в невесомости.

В 2003 г. за цикл работ по этой тематике Президиум РАМН наградил коллектив ученых ИМБП – А.И. Григорьева, А.Р. Котовскую, В.В. Полякова и Г.А. Фомину – дипломом Премии РАМН им. В.В. Парина.

В настоящее время основными направлениями работы лаборатории физиологии ускорений и искусственной силы тяжести являются:

– исследование переносимости человеком перегрузок применительно к практике космических полетов;

О.В. Котов выполняет тестовые проверки комплекса «КАРДИОМЕД» после монтажа аппаратуры (март 2010 г.)

Вед. науч. сотрудник, к.м.н. Г.А. Фомина накладывает на испытателя датчики для регистрации гемодинамики в средне-мозговой артерии (г. Анже, Франция, 2011 г.)

– изучение механизмов гемодинамических нарушений у космонавтов в условиях длительных космических полетов;

– исследования по проблеме создания искусственной силы тяжести с помощью ЦКР как нового средства профилактики неблагоприятного влияния невесомости;

– международное сотрудничество.

Таким образом, за прошедшие годы сотрудниками лаборатории был решен целый ряд крупных проблем, в результате чего стали реальными длительные космические полеты.

2.5. Отдел сенсомоторной физиологии и профилактики с лабораториями гравитационной физиологии сенсомоторной системы, экспериментальной нейрофизиологии, профилактики гипогравитационных нарушений и вестибулярной физиологии

Основным направлением работ Отдела сенсомоторной физиологии и профилактики являются исследования гравитационных механизмов в двигательной и сенсорной системах организма и изучение влияния невесомости на двигательный аппарат, системы двигательного регулирования и обеспечения.

Козловская Инеса Бенедиктовна, заведующая отделом сенсомоторной физиологии и профилактики, ведущий специалист в области сенсомоторной физиологии, создатель школы гравитационной физиологии движений, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, заслуженный деятель науки России, лауреат Государственной премии РФ и премии Правительства РФ

В течение более 30 лет под руководством И.Б. Козловской выполняется приоритетная программа исследований нейрофизиологических эффектов гипогравитации, включающая полетные эксперименты на приматах, составившие ядро научных программ биоспутников «Космос-1514, -1659, -1887, -2044, -2229»; полетные, пред- и послеполетные обследования космонавтов; комплексные эксперименты с использованием различных моделей невесомости (иммерсия, гипокинезия). И.Б. Козловская возглавляла программу международных нейрофизиологических исследований, выполненных на ОС «Салют-6», «Салют-7» и «Мир» совместно со специалистами Кубы, Индии, Болгарии, Австрии, Франции, Германии, Канады, Японии и США. И.Б. Козловская – член Президиума Международной академии астронавтики, постоянный член комиссии Международного союза физиологических наук по гравитационной физиологии, Председатель комиссии «Науки о жизни» Международной академии астронавтики, постоянный член Программного комитета конгрессов Международной федерации астронавтики, а также Председатель подкомиссии по гравитационной физиологии и член номинационной комиссии Международного комитета по космическим исследованиям (COSPAR), член Президиума Международного общества по гравитационной физиологии, вице-президент секции космической и подводной неврологии Международной неврологической ассоциации, Председатель проблемной комиссии «Нейрофизиология» Научного совета РАН по физиологическим наукам, член Экспертного совета РФФИ, Рабочего и Диссертационного советов ИМБП.

Основные задачи отдела:

– изучение механизмов влияния невесомости на двигательный аппарат, системы двигательного регулирования и обеспечения;

– разработка и совершенствование средств и методов двигательной профилактики в невесомости;

– формирование, координация и участие в выполнении программ исследований двигательной и сенсорной систем человека и животных в реальных космических полетах и экспериментах с моделированием условий невесомости;

– изучение этиологических и патогенетических механизмов космической формы болезни движения;

– разработка и совершенствование средств и методов защиты от космической формы болезни движения;

– формирование, координация и выполнение программ нейрофизиологических исследований на животных в космических полетах и в наземных экспериментах.

Слева направо в 1-м ряду: зав. лаб. А.М. Бадаква, зав. лаб. Е.С. Томиловская, зав. лаб. Е.В. Фомина, зав. отд. И.Б. Козловская, зав. лаб. Л.Н. Корнилова, зам. зав. отд., г.н.с. А.А. Шипов; во 2-м ряду: инженер лаб. Д.А. Сапов, ст. инженер Н.М. Козлова, м.н.с. Ю.С. Семенов, с.н.с. С.Ю. Размахова, с.н.с. И.В. Саенко, инженер К.А. Мельник, н.с. Т.А. Шигуева, лаб.-иссл. Н.Ю. Лысова, с.н.с. Т.Б. Кукоба, с.н.с. Н.В. Миллер, лаб.-иссл. К.В. Уськов, инженер И.В. Григорьев; в 3-м ряду: н.с.-хирург И.В. Рукавишников, м.н.с. В.В. Китов

Отдел сенсомоторной физиологии и профилактики создавался постепенно, всякий раз преобразовываясь в соответствии с задачами космических программ. Исходно он был образован в 1977 г. в виде лаборатории сенсомоторной физиологии, выделившейся из большого вестибулярного отдела, сформированного еще на пер-

вом этапе космической эры. Время создания этой лаборатории совпало с завершением этапа коротких космических экспедиций на кораблях «Союз» и началом этапа длительных полетов на ОС «Салют». Важно отметить, что если на первом этапе целью медико-физиологических исследований было изучение деятельности основных жизненно важных систем организма, и главным вопросом, стоящим перед медиками, был вопрос о том, как долго и с какими потерями может человек выживать в невесомости, то на втором этапе важнейшее значение приобретали вопросы деятельности космонавта, его рабочие возможности, а следовательно, и состояние сенсорных и двигательной систем. Для решения этих задач и была создана лаборатория сенсомоторной физиологии, основным полем деятельности которой явилось всестороннее исследование двигательной системы, включая сенсорное обеспечение, мышечную систему и механизмы управления движениями. Работы этого направления на начальном этапе освоения космоса проводились Л.И. Какуриным и его сотрудниками. В этих работах были открыты и описаны многие феномены, наблюдаемые в двигательной системе после короткого (до 18 суток) пребывания в невесомости, как-то: снижение силовых возможностей и тонуса мышц-экстензоров ног, спинальная гиперрефлексия, нарушения позы и локомоций. Однако, исходя из стоящих задач, сотрудники лаборатории Ю.В. Крейдич, В.А. Бармин, В.А. Масалов под руководством И.Б. Козловской сформировали программу пред- и послеполетных обследований космонавтов, включавшую 13 тестов, направленных на определение состояния всех важнейших компонентов двигательной системы. Одновременно были начаты работы по подготовке приматологических экспериментов по программе «Бион». В 1983 г. был осуществлен первый запуск биоспутника с обезьянами на борту. Ядро этой программы составляли исследования механизмов развития вестибулярных нарушений и определения возможностей и особенностей деятельности систем управления (СУ) движениями на первом этапе космического полета.

Параллельно лаборатория разворачивала исследования двигательных эффектов невесомости с использованием наземных ее моделей – «сухой» иммерсии (СИ) и антиортостатической гипокинезии. Программы КФО и наземных экспериментов диктовались интересами развития длительных полетов. Впоследствии лаборатории были переданы также функции непосредственного управления профилактикой негативных влияний невесомости.

В 1984 г. в связи с интенсификацией работ по программе «Буран» и, соответственно, развертыванием работ по программе космической болезни движения (КБД), лаборатория была преобразована в отдел физиологии анализаторных систем и профилактики вестибулярных и двигательных нарушений, в который влились все подразделения ИМБП, так или иначе занимавшиеся исследованиями функций сенсомоторных систем. Образовавшийся отдел состоял из 4 лабораторий: патогенеза КБД; физиологии движений; сенсорной подготовки и профилактики КБД; координации исследований и прогнозирования устойчивости к КБД. Заведующими 3 из них были избраны Л.Н. Корнилова, Б.Б. Бохов и А.А. Шипов; заведующей лабораторией физиологии движений и отделом в целом – И.Б. Козловская.

Структура отдела была видоизменена в связи с началом работ по МКС и завершением программы «Бион» и КБД в конце 1990-х годов. При этом вновь была расширена лаборатория физиологии движения и создано новое подразделение, основной задачей которого была разработка и испытание новых средств профилактики негативных влияний невесомости применительно к полетам возрастающей длительности. Заведующим этим подразделением был назначен Д.Г. Саенко. В 2010 году структура отдела была вновь пересмотрена в связи с уточнением задач, а также увеличением в составе отдела числа опытных сотрудников. В настоящий момент в его структуру входят 4 лаборатории: гравитационной физиологии сенсомоторной системы (руководитель к.б.н. Е.С. Томиловская), экспериментальной нейрофизиологии (руководитель к.б.н. А.М. Бадаква), профилактики гипогравитационных нарушений (руководитель д.б.н. Е.В. Фомина) и вестибулярной физиологии (руководитель д.м.н. Л.Н. Корнилова). Заведует отделом член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор И.Б. Козловская.

В период с 1977 по 1984 гг. основной задачей лаборатории являлось изучение и описание изменений в двигательной системе, обусловливаемых пребыванием в условиях микрогравитации. Лаборатория развернула широкую программу КФО космонавтов на Байконуре. Одновременно были начаты исследования в наземных моделях – СИ и АНОГ, а также работы по подготовке приматологических исследований в космических полетах по программе «Бион».

Ю.В. Крейдич, В.А. Бармин, И.Б. Козловская и А.С. Рахманов проводят на Байконуре КФО двигательной системы у членов экипажа ЭО-2 станции «Салют-6»

В работах по «двигательному» КФО помимо сотрудников лаборатории И.Б. Козловской участвовали также: О.П. Козеренко (отдел психологии), А.С. Рахманов (лаборатория остеологии). Группа в составе И.Б. Козловской, В.А. Бармина, Ю.В. Крейдича, В.П. Масалова, Г.И. Гевлич, Л.С. Григорьевой систематически выезжала на Байконур, выполняя широкую программу исследований двигательных функций до и после космических длительных полетов и экспедиций посещения.

Ю.В. Крейдич и И.Б. Козловская

В 1978 г. было положено начало двадцатилетнему периоду работ по Программе приматологических исследований на биоспутниках серии «Космос». В реализации этой программы, выполнявшейся под руководством О.Г. Газенко и И.Б. Козловской, активное участие принимали М.Г. Сирота, Б.М. Бабаев, А.М. Бадаква, И.Н. Белозерова, Д.М. Залкинд, С.Н. Яку-

шин, а также представители Эймсского центра, Лос-Анжелесского отделения Калифорнийского университета, Маунтсинайского медицинского института и др.

А.С. Рахманов и Ю.В. Крейдич проводят послеполетное обследование космонавта В.В. Рюмина

В 6 космических полетах длительностью 12–14 дней с участием 12 обезьян впервые были осуществлены прямые регистрации окуломоторных и нейрональных ответов на дозированные вестибулярные воздействия. При этом было установлено, что при переходе к невесомости достоверно возрастает уровень нейрональных ответов популяции волокон вестибулярного нерва, вестибулярного ядра и коры клочка мозжечка на вестибулярные раздражения. Повышение вестибулярной реактивности проявляется также в существенном (в 2 и более раз) возрастании коэффициента усиления вестибуло-окулярного рефлекса. В дальнейшем «избыточность» вестибулярных ответов компенсируется, что обеспечивается двумя процессами, а именно – снижением скорости всех движений головы (поведенческий компонент) и торможением ответов нейронов вестибулярных ядер, осуществляемым по мозжечковой петле (нейрорефлекторный компонент).

Ю.В. Крейдич и И.Б. Козловская проводят КФО космонавтов В.В. Рюмина (справа) и В.А. Ляхова (в центре)

В этих же исследованиях впервые был проведен анализ изменений кинематических и электромиографических характеристик локомоций, обусловленных пребыванием в невесомости, и выявлены изменения паттерна «рекрутирования» –

Б.М. Бабаев и В.И. Корольков готовят обезьяну к посадке в аппарат «Бион»

И.Б. Козловская у открытого люки биоспутника «Бион-8» (1987 г.)

вовлечения медленных (m. soleus) и быстрых (m. gastrocnemius medialis) мышц в произвольную локомоторную активность.

За результаты исследований в полетах космических аппаратов «БИОН» (1973–1993 гг.) и их использование в теории и практике космической медицины сотрудникам отдела во главе с И.Б. Козловской были присуждены премии Правительства РФ и Государственная премия РФ в области науки и техники.

Параллельно с работами по КФО разворачивались исследования, направленные на раскрытие механизмов регистрируемых в космических полетах нарушений. Активное участие в этих экспериментах принимали И.Ф. Асланова, Б.М. Бабаев, Л.С. Григорьева, А.В. Киренская, В.А. Бармин, Г.И. Гевлич, В.П. Масалов. Основной моделью на данном этапе была СИ, разработанная сотрудниками ИМБП Е.Б. Шульженко и И.Ф. Виль-Вильямс. Результаты сравнительного анализа данных КФО и иммерсионных исследований выявили и подтвердили близость двигательных эффектов 7-суточной СИ и 7-суточного космического полета.

Прием пищи в условиях СИ

В ходе этих экспериментов впервые были описаны изменения амплитудных и временных характеристик тонических мышц-экстензоров в условиях микрогравитации, выявлена рефлекторная природа наблюдаемого в невесомости снижения силовых свойств мышц-экстензоров и их связь с микрогравитационной атонией. Впервые была проведена регистрация активности двигательных единиц мышц-экстензоров голени, показавшая, что переход к микрогравитации сопровождается выраженным снижением активности медленных двигательных единиц и изменением порядка их рекрутирования в мышцах-экстензорах.

Японские ученые исследуют нейрограмму симпатического нерва после окончания СИ

Старший научный сотрудник Л.С. Григорьева измеряет у испытуемого длину позвоночника (эксперимент с 30-суточной АНОГ)

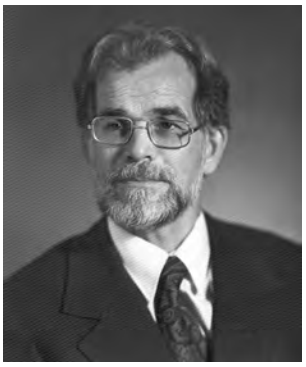
На основании результатов исследований было сформулировано представление о природе гипогравитационной атаксии и важной роли опорной афферентации в развитии двигательных нарушений в невесомости.

В период с 1984 по 1990 годы с началом работ по «Бурану» возникла необходимость интенсивного и срочного решения вопросов работоспособности космонавтов в космических полетах. При

этом было очевидно, что главным фактором, снижающим работоспособность в первые полетные дни, является КБД.

В связи с этим в ИМБП была сформулирована Программа КБД, целью которой были разработка средств и методов прогнозирования и профилактики КБД и, соответственно, исследование ее патогенеза, закономерностей адаптации анализаторных систем к условиям измененной гравитации. Исследования на этом этапе проводились еще более широким фронтом и включали наблюдения в орбитальных полетах и условиях, моделирующих их физиологические эффекты (костюмная иммерсия, АНОГ, медленно вращающаяся комната), лабораторное моделирование болезни движения с применением фармакологических и лекарственных средств, клинические исследования, а также физиологические и морфологические эксперименты на животных.

Одновременно сотрудники отдела, в который превратилась лаборатория, активно участвовали в исследованиях по программам длительных и сверхдлительных полетов, которые включали: а) систематический контроль правильности выполнения членами экипажей на борту ОС профилактических мероприятий – эти работы выполнялись одним из разработчиков российской системы профилактики В.И. Степанцовым и главным научным сотрудником ИМБП А.Д. Егоровым; б) интенсивные исследования в длительных АНОГ, направленные на оптимизацию профилактических методов в сверхдлительных полетах.



Ответственный исполнитель программы «Космическая болезнь движения» к.б.н. А.А. Шипов

Работы по программе КБД велись с участием внутренней и внешней кооперации под руководством И.Б. Козловской. Их основными исполнителями в отделе были А.А. Шипов, В.А. Бармин, А.И. Соколов, Л.Н. Корнилова, М.Г. Сирота, А.М. Бадаква, Г.С. Айзиков, Б.И. Поляков.

Коллектив соисполнителей программы помимо сотрудников отделов Института включал более 40 организаций АН, АМН, Минздрава СССР, медицинских институтов.

Зав. лабораторией вестибулярной физиологии к.м.н. Л.Н. Корнилова

Общим важным результатом программы, завершившейся в 1990 г., явилось создание и внедрение в практику космических полетов препаратов, обладающих высокой антикинетозной эффективностью, таблетированных лекарственных форм этих препаратов (В.С. Шашков). Были разработаны и прошли испытания также ряд средств нелекарственной профилактики КБД – произвольное мышечное напряжение и электромиостимулятор (Г.С. Айзиков), вибростимулятор и адаптивное биоуправление

(С.Н. Смирнов). Для моделирования действия пониженной весомости на вестибулярную систему и систему зрительно-вестибулярного взаимодействия в лабораторных условиях были разработаны, изготовлены и испытаны стенды сенсорной подготовки (Л.Н. Корнилова) и водной (костюмной) иммерсии (А.М. Генин).

Выполненные исследования позволили сформулировать ряд принципиально новых, важных для понимания природы КБД положений: а) о закономерностях функционирования в невесомости сенсорных систем и механизмов межсенсорных интеграций, б) о важной роли фактора безопорности в развитии наблюдаемых в невесомости сенсорной и сенсомоторной дезинтеграции, в) о направленности вегетативных сдвигов, обусловленных перераспределением жидких сред и характере сопровождающих БД биохимических реакций. В ходе работ были получены данные, позволившие сформулировать представление о двухфакторном генезе КБД, согласно которому возможность развития симптомокомплекса БД в невесомости определяется интенсивностью процессов сенсорной дезадаптации и особенностями организации систем вегетативного реагирования организма.

В.П. Масалов, Т.Ф. Миллер и И.В. Саенко исследуют влияние механостимуляции опорных зон стоп на характеристики электромиограммы мышц голени

Основным результатом серии длительных и сверхдлительных экспериментов с антиортостатической гипокинезией, выполнявшихся под руководством А.И. Григорьева и Б.В. Моруков (1982, 1984 и 1987 гг.), явилось дальнейшее развитие представлений о гипогравитационном двигательном синдроме. Это позволило приступить к созданию оптимальных высокоэффективных профилактических режимов для длительных космических полетов, провести сравнительный анализ эффективности различных режимов физической нагрузки, а также изучить динамику изменений в различных звеньях двигательной системы при сверхдлительных (360 дней) воздействиях микрогравитации. В результате чего выявлено наличие в процессах адаптации двигательной системы к невесомости двух фаз, различающихся по природе и течению.

Д.Г. Саенко в эксперименте с АНОГ исследует характеристики позной устойчивости

С конца 1990-х годов отдел возобновил проведение интенсивных исследований в экспериментах с СИ. Активными участниками экспериментов стали молодые сотрудники отдела: Д.Г. Саенко, И.В. Саенко, С.Н. Рязанский, Е.С. Томиловская, Т.Ф. Миллер, К.А. Мельник, Д.Р. Хуснутдинова, В.В. Темникова, Д.В. Попов, А.И. Нетреба, М.И. Алехина.

В этот период в связи с прекращением проведения в ИМБП экспериментов с АНОГ иммерсионные иссле-

дования приобрели особую важность, функции отдела существенно усложнились в результате участия в экспериментах большого числа участников, в том числе зарубежных.

Слева направо: представитель университета г. Анжер (Франция) Микаэль Купэ и сотрудники отдела Д.Р. Хуснутдинова, Е.С. Болбот, Т.А. Шигуева, Е.С. Томиловская, И.Е. Лазарев, А.З. Закирова (2010 год)

Широкая программа исследований функций сенсомоторной системы, включая организацию и контроль позы, локомоций, программных и следящих произвольных движений, активности двигательных единиц, спинальных рефлексов и т.д. с применением клеточно-молекулярных и нейрофизиологических методов, выполнялась в условиях иммерсионных воздействий различной длительности – от 7 часов до 7 суток. Результаты этих исследований вкупе с данными иммерсионных экспериментов такой же длительности, направленных на исследование возможности коррекции развивающихся в этих условиях изменений с помощью искусственной опорной стимуляции в режиме локомоций, позволили сформулировать и убедительно доказать гипотезу о триггерной роли опорной афферентации в системе управления тонической мышечной системой.

Одной из важных особенностей организации работ в отделе являлась и является неразрывная связь фундаментальных исследований с работами прикладными, направленными на внедрение результатов этих исследований: а) в практику космических полетов и б) в практику медицинскую. К их числу относится разработка и испытание новых и совершенствование существующих средств профилактики негативных влияний невесомости на организм человека, проводимые совместно с отделом главного конструктора ИМБП и рядом внешних соисполнителей (НПО «Звезда», НПО «Биофизприбор», ООО «ВИТ» и т.д.). При активном участии

сотрудников отдела были разработаны, испытаны и поставлены на борт РС МКС такие профилактические средства, как: костюм аксиального нагружения «Пингвин» с системой измерения нагрузок, электромиостимуляторы «Стимул-01 ВЧ», «Тонус-3» и «Стимул-01 НЧ», российская бегущая дорожка «БД-2», нагружатели силовые «НС-1», «НС-1М», эспандеры, велоэргометры «ВБ-2» и «ВБ-3».

В.И. Степанцов, И.Б. Козловская и М. Латаш в лаборатории Пенсильванского университета обсуждают вопросы эксплуатации TVIS

Большой объем исследований и испытаний был проведен сотрудниками отдела по адаптации к условиям МКС новой, разработанной американскими специалистами бегущей дорожки с системой виброизоляции (TVIS). В этих работах, выполнявшихся с участием к.б.н. Е.Б. Мякинченко, д.б.н. О.Л. Виноградовой, к.б.н. А.В. Воронова и молодых сотрудников отдела, отрабатывались оптимальные режимы физических тренировок на TVIS, определялись причины неисправностей, возникавших в ее работе на борту МКС, формировались рекомендации по их устранению.

К числу задач, решаемых отделом, относится и анализ регистрируемой и передаваемой на Землю ежедневно информации о выполнении космонавтами физических тренировок на бегущей дорожке, велоэргометре и других тренажерах. На основе этого анализа формируются передаваемые на МКС еженедельно рекомендации по коррекции и оптимизации тренировок для каждого космонавта. Большую роль в организации и проведении этих работ сыграли старейшие сотрудники отдела В.И. Степанцов и А.Д. Егоров.

С 1992 года сотрудники отдела активно включились в работу по внедрению космических профилактических средств в практику реабилитации больных с двигательными нарушениями. Совместно с сотрудниками НПП «Звезда» и детской 18-й больницы г. Москвы были начаты исследования возможностей применения костюма аксиального нагружения «Пингвин» для коррекции тяжелых двигательных нарушений у детей, страдающих детским церебральным параличом (ДЦП). Полученные положительные результаты явились основанием для расширения фронта работ. Преобразованный для клинического использования у детей костюм «Адели» получил патент и к концу 1990-х годов стал считаться одним из ведущих средств реабилитации при ДЦП и применяется в настоящее время более чем в 53 клиниках и центрах ДЦП.

Испытания, направленные на внедрение костюма в практику нейрореабилитации, продолжались и расширялись, и к концу 1990-х годов совместно с клиникой неврологии 2-го ММИ под руководством профессоров Е.И. Гусева и А.Б. Гехт были начаты исследования по применению «Пингвина» для реабилитации больных после перенесенных инсульта и черепно-мозговой травмы.

Одновременно были начаты работы по внедрению в нейрореабилитационный процесс другого профилактического средства – компенсатора опорной разгрузки. В работу по внедрению «космических» средств включились Институт неврологии (рук. Л.А. Черникова), Центр нейрореабилитации и патологии речи (рук. В.М. Шкловский), кафедра неврологии 1-го ММИ им. И.М. Сеченова (проф. С.Б. Шварков). В процессе этих работ помимо проведения необходимых клинических испытаний совершенствовалась конструкция средств, отрабатывались и оптимизировались режимы их применения.

Сотрудники ЦАМ И.В. Саенко и К.А. Мельник на инновационной выставке

Исходя из очевидной успешности и эффективности внедряемых «космических» средств и методов в 2005 г. по инициативе РАН с целью интенсификации этих работ было создано специальное отделение ИМБП, а затем «ЦАМ» (Центр авиакосмической медицины). Это существенно повысило эффективность работ по внедрению. В настоящее время костюм «Регент» и стимулятор «Корвит» используются в 18 московских и 53 российских реабилитационных учреждениях. По результатам клинических исследований Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития была зарегистрирована новая медицинская технология «Применение лечебного костюма «Регент» для лечения и реабилитации больных с двигательной дисфункцией вследствие острого нарушения мозгового кровообращения и другой патологии ЦНС». Метод лечения с использованием лечебного костюма «Регент» – «динамическая проприокоррекция» вошел в стандарт медицинской помощи больным с инсультом (Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 1 августа 2007 г. № 513).

Стимулятор «Корвит»

Подошвенный имитатор опорных нагрузок «Корвит» сегодня с успехом применяется в острый период реадаптации после перенесенного инсульта, способствуя более значительному регрессу двигательных нарушений и более раннему восстановлению навыков ходьбы. Особенно интересны данные о предотвращении с помощью «Корвита» развития у этих больных спастичности в мышцах паретичной конечности.

Ребенок в лечебном костюме «Регент»

У детей на этапе раннего восстановления после оперативного лечения переломов костей голени применение опорной стимуляции способствует существенному снижению величины отека и увеличению амплитуды движений в голеностопном суставе уже в первые 72 часа после операции. Использование аппарата «Корвит» в комплексной реабилитации больных с ДЦП позволяет нормализовать функцию стояния, ходьбы, а также координационного управления движениями различного класса.

Успехи коллектива в работах этого направления были отмечены в 2009 г. телевизионной премией Первого канала «Призвание» – «За создание нового направления в медицине». За годы работы отдел получил 20 российских и 3 международных патента и активно участвует в выставочной деятельности: только за последние 10 лет разработки сотрудников отдела участвовали в 26 российских и 13 международных выставках и получили 5 золотых, 1 серебряную, 1 бронзовую медали и 4 диплома.

На протяжении всех лет работы отдел развивал сотрудничество с научными, техническими и медицинскими учреждениями страны. В числе основных сотрудничающих с отделом организаций – ведущие учреждения РАН (ИФ им. И.П. Павлова, КИББ КазНЦ, ИТЭБ, ИЭФБ им. И.М. Сеченова, ИВНДиНФ, ИНБИ им. А.Н. Баха, ИПФ, ИПМ им. М.В. Келдыша) и РАМН (НЦ неврологии, НИИОПП), образовательные учреждения (Казанский государственный университет, МГУ им. М.В. Ломоносова, СПГУ, РНИМУ им. Н.И.Пирогова, 1-й МГМУ им. И.М. Сеченова, ВЛГАФК, ГЦОЛИФК, ПетрГУ, МАИ им. С. Орджоникидзе, ГУАП), ГНЦСиСП им. В.П. Сербского, С.-Пб. НИИ физической культуры, ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ведущие клиники России (Федеральный научно-клинический центр оториноларингологии, Клиническая больница № 83 ФМБА, Центр нейрореабилитации и восстановления речи, «Лечебно-реабилитационный центр» Минздравсоцразвития РФ, 12-я ГКБ, НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко), а также технические учреждения (НПО «Звезда», СКТБ «Биофизприбор», СКБ ЭО, Научно-медицинская фирма «СТАТОКИН», ОКБ «РИТМ», Таганрог, «ВИТ», РКК «Энергия»).

В проведенном в 1981 г. на борту ОС «Салют» советско-кубинском эксперименте «Суппорт» впервые была показана возможность ослабления выраженности двигательных влияний невесомости при стимуляции опорных зон стоп.

Индийские специалисты демонстрируют сотрудникам ИМБП Л.С. Григорьевой, И.Б. Козловской и И.Б. Гончарову приемы эксперимента «Йога»

Результаты советско-индийского эксперимента «Йога», выполненного в 1984 г., впервые выявили в ходе длительных космических полетов изменения электромиографической стоимости сокращений экстензоров и флексоров бедра и голени, обусловливаемые невесомостью.

В советско-болгарских экспериментах «Лабиринт» и «Шипка» (1986–1988 гг.) впервые в

Болгарский космонавт А. Александров и научный сотрудник Н.И. Бурлачкова перед полетом отрабатывают эксперимент «Шипка»

ходе длительных полетов был осуществлен детальный анализ характеристик различных форм зрительного слежения, выявлены глубокие нарушения саккадических и медленных следящих движений глаз; впервые обнаружено в невесомости снижение скорости распространения возбуждений в медленных волокнах мышц-разгибателей.

В экспериментах «Суппорт», «Йога», «Лабиринт» и «Шипка» активное участие принимали все ведущие сотрудники отдела – И.Ф. Асланова, Ю.В. Крейдич, Л.С. Григорьева, Л.Н. Корнилова, Н.И. Бурлачкова.

Российский космонавт Сергей Крикалев выполняет эксперимент советско-американской программы «Мир – Шаттл»

Наиболее успешными в разделе нейрофизиологических исследований были широкие программы совместных исследований с Австрией («Аустромир») и США («Мир – Шаттл» и «Мир – НАСА»), выполнявшиеся в ходе длительных полетов на ОС «Мир».

В программе советско-австрийского сотрудничества («Аустромир», 1986–1993 гг.) сотрудники отдела выполняли эксперименты по исследованию точностных возможностей управления движениями глаз, головы и руки («Монимир»), исследованию скоростно-силовых свойств скелетных мышц («Мотомир»), исследованию характеристик тремора («Микровиб») и исследованию вестибуло-глазодвигательного взаимодействия («Оптоверт»). Каждый из экспериментов в свою очередь состоял из ряда тестов. Необходимо отметить, что в советско-болгарских и советско-австрийских экспериментах российскими исследователями совместно с зарубежными партнерами впервые были созданы управляющие комплексы, осуществлявшие связь с экспериментатором в диалоговом режиме.

Слева направо: А.И. Григорьев, Н. Ванна (Австрия), И.Б. Козловская, Х. Хингхофер (Австрия), М.С. Белаковский при подписании договора о сотрудничестве

Результаты эксперимента «Монимир» позволили впервые подробно описать особенности выполнения в невесомости точностных двигательных задач различного типа. При этом было показано существенное возрастание зависимости точности

Руководитель нейрофизиологической программы российско-австрийских исследований «Аустромир» Ф. Герстенбранд

движений от зрительной афферентации (исполнители: Н.И. Бурлачкова, М.А. Беляева, Б.М. Бабаев, А.И. Соколов, М.Е. Борисов, А.М. Иванов, В.П. Масалов). В эксперименте «Мотомир» впервые в длительных полетах была выявлена и описана двухфазная динамика изменений силовых характеристик мышц ног и показано, что в первую фазу длительностью до 1 месяца силовые потери экстензоров достигают 40 % и более и не компенсируются умеренными физическими нагрузками. В дальнейшем силовые мышечные потери при использовании физических нагрузок уменьшаются со скоростью, пропорциональной интенсивности использующихся космонавтами нагрузок (исполнители: Н.М. Харитонов, Ю.А. Коряк).

В эксперименте «Оптоверт» впервые в условиях полета и реадаптации к земной гравитации был выявлен феномен инверсии векции, указывающий на наличие центральных нарушений вестибуло-глазодвигательного взаимодействия, ослабление роли вестибулярной информации и усиление роли зрительной информации в системе глазодвигательного управления (исполнитель – Л.Н. Корнилова).

М.Е. Борисов и В.П. Масалов тестируют аппаратуру «Монимир»

В эксперименте «Микровиб» впервые было зарегистрировано незамедлительное исчезновение при переходе к невесомости постурального тремора покоя: колебания с частотой 8–12 Гц в полете полностью подавлялись, заменяясь колебаниями с частотой 2–3 в секунду (исполнители: А.М. Иванов, А.Н. Конев).

На борту ОС «Мир» российский космонавт С.А. Волков выполняет эксперимент «Мотомир»

Российско-американская программа «Мир – НАСА» (1993–2000 гг.) включала 7 совместных экспериментов, 2 из которых выполнялись в ходе полета, остальные – по его завершении: «Взор» – исследование контроля движений глаз (М. Решке, США; Д.Г. Саенко, РФ); «Лидо» – исследование скоростно-силовых свойств мышц и выносливости (С. Сиконольфи, Л. Шакфорд, США; Ю.А. Коряк, РФ); «ЯМР» – макроморфологические исследования скелетных мышц (А. ЛеБланк, США; Б.С. Шенкман, РФ); «Эквилибриум» – исследование природы расстройств вертикальной стойки (В. Палоски, США; М.П. Шестаков и Д.Г. Саенко, РФ); «Предваряющая поза» – исследование роли опорного входа в предваряющей позной активности (Ч. Лейн, США;

Российский космонавт В.В. Поляков выполняет эксперименты «Микровиб»

«Оптоверт» после завершения космического полета

Подготовка к эксперименту «Координация» (программа «Мир – НАСА»)

И.Б. Козловская и М.П. Шестаков, РФ); «Координация» – исследование координации глаз, головы и туловища при локомоциях (Дж. Блумберг, США; И.Б. Козловская, РФ); «Локомоции» – исследование биомеханики и ЭМГ локомоций (Ч. Лэйн, США; А.В. Воронов, РФ).

В ходе экспериментов было получено много важных результатов. Впервые были исследованы преобразования в системах сенсорного обеспечения и моторного управления позой, обусловленные длительным пребыванием в невесомости. Показано, что после завершения полета ведущую роль в управлении вертикальной устойчивостью играет зрение. Ответы на вестибулярные сигналы при этом подавляются. Были выявлены изменения характеристик коррекционных ответов на выводящие тело из состояния равновесия воздействия, указывающие на резкое снижение эффективности моторного управления позой. Впервые в невесомости было зарегистрировано подавление позных перестроек, предваряющих выполнение нарушающих позу произвольных движений. Применение искусственной опоры при этом восстанавливало предваряющую позную активность.

Члены американской делегации приветствуют завершение работы над экспериментом по программе «Мир – НАСА»

Результаты исследований сотрудников отдела хорошо известны научной общественности, из года в год представляются в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах и изданиях. В последние годы сотрудники отдела публикуют в среднем 15–17 работ в год.

2.6. Отдел физиологии человека в экстремальных условиях

Орлов Олег Игоревич, заведующий отделом, д.м.н., член-корреспондент РАН

Отдел физиологии человека в экстремальных условиях предназначен для проведения экспериментальных и теоретических исследований по изучению функционального состояния организма в целом, с углубленной оценкой дыхания, кровообращения, вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы и мышечной деятельности человека, находящегося в экстремальных условиях, для оценки состояния здоровья и работоспособности, разработки средств и методов профилактики возможных нарушений и повышения резервов работоспособности различных групп населения.

В отдел входят:

- лаборатория физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы;
- лаборатория вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы;
- лаборатория физиологии мышечной деятельности;
- лаборатория резервов здоровья человека.

Основные задачи отдела:

1. Изучение особенностей дыхания и кровообращения, а также системных и клеточных физиологических механизмов, определяющих работоспособность человека при различных режимах мышечной работы в нормальных и экстремальных условиях, включая действие факторов космического полета.
2. Разработка теоретических основ понятий «Физиологическая норма» и «Пограничные состояния человека», исследования механизмов регуляции физиологических функций в покое и при физической работе различной интенсивности в нормальных и экстремальных условиях.
3. Клинико-физиологическая оценка состояния кардиореспираторной системы человека при воздействии на нее различных режимов тренировок и искусственной газовой среды и их влияния на состояние здоровья и на физическую работоспособность человека.
4. Теоретическое и экспериментальное обоснование выбора оценочных критериев и развитие методологии диагностики функционального состояния кардиореспираторной и мышечной систем человека по ортостатической устойчивости и при тестировании физической работоспособности в нормальных и экстремальных условиях.
5. Анализ процессов, происходящих в кардиореспираторной системе (и организме в целом) при пребывании в ограниченном обьеме, в условиях с изменяющимся составом вдыхаемого газа, измененным давлением и/или температурой окружающей среды.

6. Целевая разработка новых и усовершенствование существующих средств и методов оценки и прогнозирования состояния кардиореспираторной системы человека и ее регуляторных механизмов, направленных на стабилизацию здоровья космонавтов. Оценка эффективности применения профилактических мероприятий в космических полетах и подготовка рекомендаций по их совершенствованию.

7. Изучение функционирования кардиореспираторной системы и ее взаимосвязей с другими системами организма на биохимическом и биофизическом уровнях при пребывании человека в нормальных и экстремальных условиях.

8. Создание математических моделей кардиореспираторной системы и ее регуляции, а также физической работоспособности, основанных на физиологических параметрах, полученных в экспериментальных условиях, с разработкой морфофункциональных моделей соматического здоровья различных групп населения.

9. Разработка и внедрение в медицинскую практику (применительно к экстремальным условиям) новых средств и методов диагностики и коррекции состояния кардиореспираторной системы. Организация массовых обследований различных категорий населения в регионах России, а также формирование компьютерной базы данных по результатам проведения научных исследований и экспериментальной оценки резервов физического здоровья и работоспособности населения.

10. Создание научных основ и участие в разработке новых и модернизации существующих средств и методов повышения физической работоспособности человека в нормальных и экстремальных условиях. Разработка новых тренировочных и регистрирующих устройств для последующего применения в медицине и спорте.

11. Подготовка исходных данных, медико-технических требований и технических заданий для разработки и изготовления средств оценки и прогнозирования состояния сердечно-сосудистой системы человека и ее регуляторных механизмов применительно к практике медико-биологического обеспечения пилотируемых космических полетов и других экстремальных условий.

12. Создание компьютерных дистанционных систем обучения специалистов методам оценки физического здоровья и резервов работоспособности, автоматизация методов оценки, коррекции и прогнозирования физического здоровья и работоспособности человека и внедрение разработанных средств и методов в практику лечебно-профилактической медицины.

2.6.1. Лаборатория физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы

Лаборатория физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы ранее называлась лабораторией внешнего дыхания и газообмена.

В первые годы создания ИМБП изучением функции дыхания и газообмена применительно к задачам пилотируемых космических полетов занимались со-

Суворов Александр Владимирович, заведующий лабораторией физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы, заместитель заведующего отделом физиологии человека в экстремальных условиях, доктор медицинских наук, врач высшей категории, Заслуженный испытатель космической техники

трудники ряда подразделений. Эти исследования, как правило, носили прикладной характер и напрямую были связаны с решением конкретных задач, стоящих перед лабораториями, отделами и секторами по разработке системы медицинского обеспечения возрастающих по длительности космических полетов на ОС. Так, в 9-м секторе, которым руководил профессор Л.И. Какурин, в лаборатории Б.С. Катковского Ю.Д. Пометов, Г.В. Мачинский, В.П. Бузулина, С.Н. Каниовский, В.А. Андрецов исследовали дыхание и газоэнергообмен при физических нагрузках. В клиническом отделе, руководимом профессором Т.Н. Крупиной, показатели дыхания, регистрируемые во время различных функциональных проб, В.А. Горнаго использовал в целях экспертизы при медицинском отборе кандидатов в отряд космонавтов и испытателей.

В лаборатории М.А. Вытчиковой газоэнергообмен испытателей определяли во время комплексных испытаний систем жизнеобеспечения космических объектов, планируемых к запуску для оценки эффективности работы СЖО и их соответствия техническому заданию (В.М. Баранов, Г.М. Кузьмина).

Сотрудники лаборатории физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы. Слева направо, сидят: Д.Р. Хуснутдинова, Ю.А. Попова, Г.В. Крупенникова, Г.Д. Реушкина; стоят: И.А. Полукаров, А.И. Дьяченко, А.В. Суворов (зав. лабораторией), В.И. Лобачик, В.И. Колесников

В 6-м секторе, руководимом профессором Ю.Г. Нефедовым, показатели функции дыхания изучали как элемент комплексной санитарно-гигиенической оценки влияния условий герметично замкнутых объектов на организм человека (Л.Р. Исеев).

В отделе профессора Л.Л. Стажадзе, в том числе и по показателям респираторной функции (В.Е. Воробьев), оценивали эффективность лечебных мероприятий при интенсивной терапии в условиях моделирования невесомости. Интересные работы по изучению функции дыхания в СИ выполнялись О.Л. Головкиной.

В 1-м секторе, руководимом профессором А.М. Гениным, в лаборатории профессора Н.А. Агаджаняна исследовали реакцию системы дыхания на атмосферу с различным содержанием дыхательных газов, а полученные данные послужили основанием для последующего усиленного развития высотной физиологии (Г.А. Давыдов, Ю.А. Спасский, А.Н. Котов, Л.Х. Брагин). В лаборатории А.Г. Дианова воздействие искусственной атмосферы с различным содержанием инертных газов на респираторную систему оценивали как применительно к работам в скафандре, так и к перспективным работам, направленным на освоение глубин Мирового океана (Л.А. Брянцева, И.П. Шинкаревская, А.Е. Михненко, А.В. Суворов, В.В. Исаенко).

Академик РАМН Н.А. Агаджанян заведовал лабораторией, в которой исследовали реакцию системы дыхания на атмосферу с различным содержанием дыхательных газов

В лаборатории профессора Е.А. Коваленко изучали газообмен на уровне тканей и клеток (Э.С. Маилян, В.Л. Попков, М.П. Бобровницкий, В.Н. Семенцов, В.В. Архипов, Л.Б. Буравкова и др.).

Таким образом, к началу 80-х годов XX века в ИМБП был накоплен большой объем фактического, но разрозненного материала, свидетельствующего о возможных изменениях функции дыхания в космическом полете. И в 1980 году по инициативе профессора А.М. Генина была создана лаборатория внешнего дыхания и газоэнергообмена, перед которой была поставлена задача установить механизмы влияния невесомости на респираторную систему и определить ее роль в изменениях функционального состояния космонавта в полете и послеполетный период. Руководителем лаборатории был назначен кандидат медицинских наук Виктор Михайлович Баранов, ставший впоследствии доктором медицинских наук, профессором и академиком РАМН. В состав лаборатории вошли опытные научные сотрудники ИМБП: Н.М. Асямолова, А.Н. Котов, М.Ю. Волков, К.С. Юрова, В.П. Катунцев, Р.И. Финогенова, Б.Н. Павлов, Р.Т. Казакова, В.П. Николаев и квалифицированные лаборанты: В.Н. Волкова, С.Н. Федина, Е.А. Волкова. Несколько лет спустя в лабораторию пришел работать д.м.н. М.А.Тихонов, внесший огромный вклад в теоретический анализ получаемых сотрудниками результатов и разработку перспективных направлений исследований. Кроме

того, были приняты на работу молодые специалисты Ю. Дорофеев, Г. Савченко и К. Хайдаков. Инженерное обеспечение научно-исследовательских работ осуществляли Л.И. Чиков и В.И. Колесников.

Первый руководитель лаборатории дыхания, доктор медицинских наук, профессор, академик РАМН Баранов Виктор Михайлович

За короткий промежуток времени сотрудники лаборатории создали уникальную экспериментальную базу, включавшую самые современные приборы и оборудование того времени, стенды для проведения исследований в «сухой» и «костюмной» иммерсии, что позволило приступить к проведению исследований респираторной системы у испытателей на моделях невесомости (АНОГ, иммерсия) и у космонавтов (до, во время и после полетов).

В результате многолетних исследований было доказано, что в космическом полете в результате увеличения кровенаполнения грудной клетки, отсутствия гравитационных воздействий на легкие, веса органов брюшной полости, изменения тонуса мышц происходят характерные изменения внешнего дыхания: уменьшаются жизненная и функциональная емкость легких, дыхательный объем, резервный объем выдоха; увеличивается резервный объем вдоха; уменьшаются параметры форсированного дыхания и максимальная вентиляция легких.

Была выявлена связь между степенью изменений показателей внешнего дыхания космонавтов и продолжительностью полета и показано, что уровень напряжения кислорода в капиллярной крови (измеренный непрямыми и прямыми методами) в космическом полете ниже, чем на Земле. Установлено, что трансформация эластических характеристик дыхательного аппарата, возникающая под влиянием измененного внутригрудного давления, приводит к инверсии естественных соотношений транспульмонального, внутригрудного и центрального венозного давления, преимущественно определяющих величину давления наполнения правого предсердия.

Результаты исследований подтверждали ранее сформулированную учеными ИМБП гипотезу о развитии детренированности дыхательных мышц под влиянием факторов космического полета. Снижение функционального резерва системы внешнего дыхания (наряду с детренированностью сердечно-сосудистой системы и скелетной антигравитационной мускулатуры) может являться причиной снижения аэробной физической работоспособности и ортостатической устойчивости. Основным механизмом обнаруженных респираторных эффектов является функциональная недостаточность диафрагмы, вызванная ухудшением ее сократительной способности и нарушением связи между процессами возбуждения и сокращения ее мышечных волокон.

На основании полученных результатов был сделан вывод о целесообразности использования (в дополнение к существующим средствам и методам профи-

лактики неблагоприятного влияния невесомости) разработанных в лаборатории средств для поддержания оптимального физиологического статуса дыхательных мышц (изделие «Жилет»), моделирования ортостатической нагрузки в невесомости (дыхание под отрицательным давлением) с целью дополнительной тренировки сердечно-сосудистой системы.

Сотрудники лаборатории подготовили и осуществили космический эксперимент «Пневмотест» (исследования легочных объемов и вентиляции легких в невесомости) и «Окситест» (инвазивное определение парциального напряжения кислорода в крови космонавта во время космического полета).

Основные научные результаты лаборатории представлены в монографии В.М. Баранова «Газоэнергообмен человека в космическом полете и модельных исследованиях» (1993) и в книге «Орбитальная станция “Мир”» (2002), неоценимую помощь в оформлении которых оказала Е.В. Горбачева.

В 2010 г. подразделение стало лабораторией физиологии и биомеханики кардиореспираторной системы, вошедшей в отдел физиологии человека в экстремальных условиях, который возглавил член-корреспондент РАН О.И. Орлов. Основными направлениями деятельности лаборатории стали исследования дыхания и кровообращения применительно к авиационной, космической и подводной физиологии и медицине, а также изучение биомеханики дыхания и гемодинамики с математическим моделированием этих процессов в нормальных и измененных условиях окружающей среды. Новую лабораторию возглавил доктор медицинских наук, врач высшей категории Александр Владимирович Суворов, а фактическим соруководителем стал доктор технических наук Александр Иванович Дьяченко, который еще в 1985 году совместно с В.Г. Шабельниковым написал книгу «Математические модели действия гравитации на функции легких».

Завершив в 2011 году совместный с Тверским государственным университетом (В.И. Миняев и А.В. Миняева) космический эксперимент «Дыхание-1», лаборатория получила новые данные об особенностях дыхания и его регуляции во время полугодовых полетов на МКС. Одновременно были выявлены значительные индивидуальные различия, что само по себе явилось важным фактом, поскольку оказалось, что люди делятся не только на брадипноиков и тахипноиков, но и имеют различные пути адаптации к воздействию одинаковых факторов. Именно индивидуальные приспособительные механизмы стали предметом изучения в проведенном эксперименте.

Другим результатом эксперимента «Дыхание-1» и параллельного космического эксперимента (КЭ), проведенного под руководством Р.М. Баевского, стали данные о возможных изменениях в регуляции дыхания в условиях микрогравитации. Для их проверки в лаборатории проводятся специальные исследования и создается макетный образец устройства для последующего проведения эксперимента «Хемосенс» на борту МКС, которому будет предшествовать эксперимент «УДОД». Первоначально, по задумке М.А. Тихонова, предполагалось совместить специальную маску с костюмом «Чибис», однако затем было найдено другое ре-

Иммерсионный стенд и сотрудники лаборатории, слева направо: Ю.С. Семенов, А.М. Михайловская, А.А. Осипова и А.В. Демин

Аспирантка И.А. Ружичко и зав. лабораторией А.В. Суворов проводят велоэргоспирометрию

шение как создавать дополнительное разрежение в ротовой и, следовательно, в грудной полостях для коррекции гемодинамических нарушений с помощью маски, модифицированной А.В. Суворовым. Устройство «УДОД» (устройство дополнительного отрицательного давления) планируется апробировать во время годового полета космонавтов на МКС.

Наряду с проведением и подготовкой к реализации новых КЭ сотрудники лаборатории проводят разнообразные исследования в условиях, моделирующих факторы космического полета (длительная изоляция, СИ, АНОГ) и другие экстремальные состояния, в которых может оказаться человек. Среди сотрудников лаборатории: врачи – А.В. Суворов, Г.Д. Реушкина, Ю.А. Попова, Д.Р. Хуснутдинова, А.А. Федорович и В.И. Лобачик; физиологи – А.В. Демин и И.А. Ружичко; выпускники МФТИ, МГТУ им. Н.Э. Баумана и МАИ – А.И. Дьяченко, А.Н. Михайловская, Ю.С. Семенов, Е.Б. Мехедова, А.О. Гончаров, А.А. Осипова и Т.А. Ерюкова; инженеры – В.И. Колесников и И.А. Полукаров; лаборанты – Г.В. Крупенникова и Г.Н. Пищулина.

Основными направлениями исследований, проводимых лабораторией, являются: измерение легочных объемов и емкостей, изучение вентиляции и газообмена в покое и при дозированной физической работе, оценка диффузионной способности легких, измерение различных параметров, характеризующих физические свойства легких, изучение газового состава и кислотно-основного состава крови, оксигенации крови и уровня респираторных газов в тканях, оценка состояния сердечно-сосудистой системы и гемодинамики – как центральной, так и периферической (с выполнением ЭКГ, УЗИ, измерением АД за каждое сокращение, реографическими исследованиями, капилляроскопией и др.). Объединяют эти направления оценка физической работоспособности человека и математическое моделирование процессов регуляции с рассмотрением отдельных звеньев газотранспортной системы организма. Дополнительно, под руководством заведующего отделом О.И. Орлова, в лаборатории разрабатываются телемедицинские технологии и новое направление – математическая физиология, позволяющая на основании математических методов описывать и прогнозировать физиологические процессы в организме человека. Используются и развиваются новые биофизические методы исследования кардиореспираторной системы. Среди них можно выделить осцил-

ляторные и акустические методы исследования механики дыхания, использование мониторинга выделения эндогенного монооксида углерода для оценки воздействия радиации и других факторов на организм человека и животных.

Все перечисленные методы применялись сотрудниками лаборатории в самых различные экстремальных условиях, при подъемах на высоту и при их имитации, при погружении человека в воду и при имитации таких погружений в барокамере, в покое и при выполнении максимальных нагрузок. Примером может являться участие сотрудников лаборатории в эксперименте «Марс-500» (научный руководитель – член-корр. РАМН Б.В. Моруков) с изоляцией 6 человек на 520 суток в НЭК ИМБП. У участников эксперимента были выявлены индивидуальные колебания физической работоспособности в зависимости от вида тренажера и интенсивности тренировок, а также изменения в газовом составе и кислотно-основном состоянии крови. В совместном эксперименте с Кардиоцентром РФ, проведенном под руководством академика РАН Е.И. Чазова и директора ИМБП, члена-корреспондента РАН И.Б. Ушакова, по изучению влияния климатических условий на организм человека, было установлено, что основная нагрузка в августе 2010 года пришлась не на дыхательную, а на сердечно-сосудистую систему человека. Знания, опыт и приборное оснащение, которым располагает лаборатория, позволяют выполнять комплексные исследования с искусственными газовыми смесями. В последние годы наибольший интерес был прикован к аргонсодержащим смесям, которые, как показали исследования, улучшают устойчивость организма к гипоксии и тем самым способствуют повышению физической работоспособности. Эти гипотезы проходят в настоящее время в ИМБП всестороннюю и детальную проверку.

Лаборатория также тесно сотрудничает с различными организациями медицинского и физиологического профиля, с учреждениями РАН и РАМН, с предприятиями и организациями, разрабатывающими космическую технику и приборы для физиологических исследований. Весьма широк круг и международного сотрудничества, в частности со специалистами из США, Германии и КНР.

Основным результатом деятельности лаборатории в 2011 году явилось выявление связи между паттерном дыхания и АД. Установлено, что значения АД, измеренные за каждое сердечное сокращение, колеблются в зависимости не только от фазы дыхательного цикла, но и от глубины дыхания. В 2012 году были получены новые данные о том, что дополнительное сопротивление дыханию на вдохе (при применении разработанного в лаборатории устройства «УДОД») способствует повышению напряжения кислорода в крови и в тканях.

Помимо полученных ранее 10 патентов на изобретения за последние 3 года сотрудниками лаборатории получено еще 2, опубликована глава в книге «Международная космическая станция. Российский сегмент. Космическая биология и медицина», 9 методических рекомендаций по математический физиологии о применении различных методов анализа результатов экспериментальных исследований, 42 статьи в журналах и сборниках, представлен 61 доклад на российских и международных конференциях.

2.6.2. Лаборатория вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы

Лаборатория была создана в марте 1964 г. как лаборатория медицинской кибернетики. В 70-е годы XX века она была переименована в лабораторию автоматизации физиологических измерений в условиях космического полета; в 80-е годы она называлась лабораторией прогнозирования функционального состояния космонавтов в условиях полета; в конце 90-х вошла в состав 7-го отдела ИМБП под названием: «Сектор исследования кардиореспираторной системы в условиях космического полета». С 2010 г. – это «Лаборатория вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы», входящая в отдел физиологии человека в экстремальных условиях.

Баевский Роман Маркович

Берсенев Евгений Юрьевич, заведующий лабораторией вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, к.б.н.

С 1964 по 2010 гг. лабораторией руководил д.м.н., профессор Р.М. Баевский, Заслуженный деятель науки РФ, один из основоположников космической кардиологии, действительный член Международной академии астронавтики, Международной академии информатизации, член редколлегий журналов «Функциональная диагностика», «Донозология», «Клиническая информатика и телемедицина», автор и соавтор более 15 монографий, более 500 научных работ и 15 патентов. В настоящее время он является главным научным сотрудником ИМБП и осуществляет руководство научными темами по программам РАН и космическими экспериментами на МКС.

С 2010 г. лабораторией руководит к.б.н. Е.Ю. Берсенев.

Основным научным направлением в деятельности лаборатории за весь период ее почти 50-летнего существования являлось исследование физиологии кровообращения. При этом сердечно-сосудистая система рассматривалась как индикатор адаптационных реакций всего организма (монография «Космическая кардиология», авт. В.В. Парин, Р.М. Баевский, О.Г. Газенко, Ю.Н. Волков, 1967). В 60-е годы XX века в лаборатории медицинской кибернетики была начата активная разработка в то время новой и перспективной методики математического (кибернетического) анализа сердечного ритма. Эта методика впервые была испытана во время первых полетов собак на 2-м и 3-м искусственных спутниках Земли, а затем при полетах первых космонавтов на кораблях «Восток». Благодаря ее применению был получен огромный пласт новых знаний о механизмах приспособления организма к условиям невесомости. Публикации по математическому анализу сердечного ритма дали толчок дальнейшему разви-

Сотрудники лаборатории вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы. Слева направо, сидят: Е.Ю. Берсенев, С.В. Быканова, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, Г.А. Никулина, И.И. Фунтова; стоят: О.Н. Исаева, Е.С. Лучицкая, В.Б. Русанов, А.Г. Черникова, И.Н. Слепченкова, А.К. Ешманова

тию этого метода в клинике и в прикладной физиологии. В настоящее время анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) является одним из общепризнанных во всем мире методов изучения вегетативной регуляции физиологических функций.

И.И. Фунтова

Первыми научными сотрудниками лаборатории были И.И. Фунтова и Г.А. Никулина. Они до сих пор, вот уже скоро 50 лет, плодотворно работают в лаборатории. Кандидатская диссертация И.И. Фунтовой (1977 год) была посвящена созданию системы бесконтактной регистрации параметров сердечной деятельности и дыхания. Кандидатская диссертация Г.А. Никулиной (1974 год) была первым фундаментальным трудом по исследованию реакций вегетативной нервной системы при действии факторов космического полета.

Г.А. Никулина

Во второй половине 60-х годов XX века лаборатория активно занималась разработкой новых методов сбора и анализа медицинской информации применительно к использованию на борту космических объектов, вопросами автоматизации физиологических измерений; в 1970-е и в начале 1980-х годов сотрудники лаборатории активно участвовали в исследованиях на ОС «Салют-6» и «Салют-7». Тогда впервые были проведены разносторонние исследования системы кровообращения, продемонстрировавшие тесную взаимосвязь между процессами вегета-

тивной регуляции и сохранением сердечно-сосудистого гомеостаза, подтвердившие концепцию о сердечно-сосудистой системе как индикаторе адаптационных реакций всего организма. Наряду с анализом ВСР во время сеансов медицинского контроля были поставлены целенаправленные эксперименты с регистрацией ЭКГ в течение 24 часов и с записью ЭКГ во время физических тренировок космонавтов на велоэргометре и на беговой дорожке.

Специальное внимание было уделено исследованию сократительной функции сердца методом баллистокардиографии (БКГ). Первая в мире БКГ в условиях невесомости была записана у космонавта Ю. Романенко 23.12.1977 года во время первой экспедиции на ОС «Салют-6». В 1980 году в ходе 4-й экспедиции в 185-суточном полете на этой ОС и в 255-суточном полете на ОС «Салют-7» (1982 год) проводились ежемесячные исследования БКГ у двух членов экипажей. Первые пространственные БКГ были получены во время 7-суточного советско-индийского полета (1984 год). Эти исследования были продолжены в конце 80-х и в начале 90-х годов XX века в длительных полетах на ОС «Мир». 10 апреля 1990 года впервые в условиях невесомости была записана пространственная БКГ одновременно по 3 осям (эксперимент «Вектор»).

В 1970–1980-е годы активно разрабатывалась проблема прогнозирования функционального состояния человека в условиях космического полета. Отсутствие достаточно полной информации о реакциях организма в космосе привело к развитию системы экспертного прогнозирования, которая успешно использовалась в дополнение к системе медицинского контроля (Р.М. Баевский, Л.И. Какурин, А.Д. Егоров, А.Г. Зеренин, В.И. Кудрявцева, Е.В. Хозяинова). Новый метод оценки нейрогормональной регуляции был разработан на основе анализа натрийсекреторной функции слюнных желез (Р.М. Баевский, Г.А. Никулина, Т.Д. Семенова).

В 1980–1990 годы на ОС «Мир» началось выполнение ряда международных программ. В рамках российско-австрийской программы проводились исследования сосудистого тонуса (эксперимент «Пульстранс») и ночного сна (эксперимент «Ночь»). Впервые для исследований ночного сна был использован метод БКГ с фиксацией чувствительного датчика – акселерометра на спальном мешке космонавта. С участием врача-космонавта В.В. Полякова эти исследования были проведены в 14-месячном полете (Р.М. Баевский, В.В. Поляков, Г.А. Никулина, М. Мозер). Российско-американская программа была посвящена исследованиям суточной периодики ЭКГ и ВСР (Р.М. Баевский, В.В. Богомолов, А.Л. Гольдбергер, Г.А. Никулина, Д.Б. Чарльз). В российско-французской научной программе изучались суточная динамика артериального давления и барорефлекторные реакции с помощью приборов «Холтер-АД» и «Портапрес» (Р.М. Баевский, И.И. Фунтова, К. Гариб, Ж.О. Фортра). Исследования, проведенные на ОС «Мир», позволили получить обширные материалы, подтверждающие роль регуляторных механизмов в поддержании сердечно-сосудистого гомеостаза (Р.М. Баевский, Г.А. Никулина, И.И. Фунтова, А.Г. Черникова).

Проведение предполетных исследований совместно с австрийскими и французскими специалистами

Новый этап исследований в условиях длительной невесомости начался после вывода на орбиту МКС. Начиная с 5-й экспедиции, проводился эксперимент «Пульс», цель которого состояла в изучении изменений вегетативной регуляции кровообращения при длительном воздействии невесомости. И хотя в результате исследований на ОС «Салют» и «Мир» был накоплен большой материал, это были данные различных экспериментов, не ориентированных специально на изучение вегетативной регуляции.

К этому времени разработанный в лаборатории метод математического анализа ВСР развился во всемирно признанное направление; ежегодно в мире выходили тысячи публикаций на эту тему. И если в 1970–1980-е годы XX века большинство работ по анализу ВСР выполнялось в СССР, то в конце 1980-х и в 1990-е годы стали преобладать зарубежные работы.

Разработка новой теоретической концепции и новой методологии анализа ВСР связаны с приходом в 1992 году А.Г. Черниковой. С ее участием на основе анализа ВСР были разработаны математические модели функционального состояния, а затем на основе этих моделей была создана новая концепция вегетативной регуляции физиологических функций в длительном космическом полете. Основной тезис концепции заключается в том, что для сохранения сердечно-сосудистого гомеостаза на оптимальном уровне требуется активная перенастройка регуляторных механизмов. При этом степень напряжения регуляторных систем и их функциональные резервы изменяются на разных стадиях адаптации организма к условиям невесомости. Существенно важным явилось то, что реакции организма на воздействие факторов космического полета в значительной мере зависят от его индивидуально-типологических особенностей, которые сохраняются при повторных полетах, совершаемых через несколько лет. Был разработан вероятностный подход к оценке функционального состояния организма космонавтов (А.Г. Черникова, И.И. Фунтова, Е.Ю. Берсенев, О.И. Орлов), при котором, с учетом типа вегетативной регуляции в условиях невесомости, определяется вероятность развития одного из 4 функциональных состояний (норма, донозологическое состояние, преморбидное состояние, патологическое состояние).

Следует особо отметить, что указанная классификация функциональных состояний практически здоровых людей, в том числе и космонавтов, является результатом развития донозологической диагностики, нового научного направления, изучающего состояния человека, пограничные между нормой и патологией. Важно подчеркнуть, что это направление было создано в лаборатории еще в конце 70-х годов XX века применительно к решению вопросов прогнозирования состояния здоровья космонавтов в условиях полета на основе анализа материалов массовых профилактических осмотров большого числа практически здоровых людей. Тогда был обоснован и включен в Большую медицинскую энциклопедию новый термин «донозологическое состояние» (Р.М. Баевский, В.П. Казначеев, А.П. Берсенева).

В последующем, в 80-е годы XX века донозологический подход к оценке здоровья разрабатывался совместно с другими учреждениями, была создана передвижная автоматизированная лаборатория «Автосан-82», в которой этот подход был реализован на базе медицинских приборов ОС «Салют» (Б.А. Адамович, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева). Развитие донозологической диагностики, наряду с развитием методов анализа ВСР, является научно-теоретической парадигмой лаборатории, и этому уделяется серьезное внимание как применительно к исследованиям в космосе, так и при внедрении космических технологий в практику здравоохранения.

Передвижная автоматизированная лаборатория «Автосан-82»

Е.С. Лучицкая проводит предполетное обследование одного из членов экипажа МКС в ЦПК им. Ю.А. Гагарина (эксперимент «Пневмокард»)

Последние 10 лет были связаны с проведением космических экспериментов на борту МКС и дальнейшим развитием космических технологий. В 2007 г. прибор «Пульс» на борту МКС был заменен комплексом «Пневмокард», который явился результатом научно-технического сотрудничества с Германским космическим агентством и немецким коллегой Й. Танком. «Пневмокард» дополнительно к ЭКГ, дыханию и фотоплетизмограмме, регистрируемыми прибором «Пульс», позволяет записывать также импедансную кардиограм-

му и сейсмокардиограмму. С его помощью у всех российских членов экипажей с марта 2007 года до конца 2012 года было проведено 199 исследований в космосе и 189 исследований до и после полета.

Космонавт М.В. Сураев экспериментирует на МКС с использованием прибора «Сонокард» (2010 г.)

В 2007 году на МКС был установлен еще один прибор – «Сонокард» (Р.М. Баевский, В.В. Богомолов, И.И. Фунтова, И.Н. Слепченкова, А.Г. Черникова, Е.С. Лучицкая). Это был итог многолетних усилий по созданию системы бесконтактной регистрации физиологических функций человека во время сна, начало которой было положено экспериментом «Ночь» на ОС «Мир» в начале 1990 годов. «Сонокард» представлял собой миниатюрный прибор размером с пачку сигарет, который размещается в нагрудном кармане футболки космонавта. В нем имеются чувствительный акселерометрический датчик, усилитель сигналов, блок памяти и источник питания. Записанная в течение ночи в память прибора сейсмокардиограмма утром перезаписывается в бортовой компьютер и передается на Землю по Интернету. Исследования в полете проводились каждые две недели. В 2007–2012 гг. проведено 204 исследования в космосе и 87 записей до и после полета. Впервые в мире были получены данные о вегетативной регуляции кровообращения в ночной период суток, а в арсенале космической медицины появился новый бесконтактный метод контроля функционального состояния космонавта. В настоящее время этот метод уже был апробирован и для оценки степени утомления космонавтов, работающих в открытом космосе. Еще одним важным результатом космического эксперимента «Сонокард» было создание земного аналога бортового прибора, размещаемого под подушкой или под матрацем спящего человека. Этот прибор «Кардиосон-3» весьма перспективен для использования в клиниках, санаториях и для исследования качества сна у пациентов и у здоровых людей с нарушениями сна.

Сотрудник лаборатории В.Б. Русанов испытывает прибор «Кардиосон-3»

Лаборатория продолжает подготовку новых космических экспериментов на МКС. Вместе с немецкими коллегами на базе прибора «Пневмокард» планируется создание комплекса «Кардиовектор». Он должен обеспечить дальнейшее развитие исследований сократительной функции сердца в условиях длительной невесомости, которые были начаты нами еще в 70–80-е годы XX века. В космических экспериментах с использованием комплекса «Кардиовектор» БКГ будет регистрироваться по шести осям (включая 3 линейные и 3 оси вращения), одновременно с

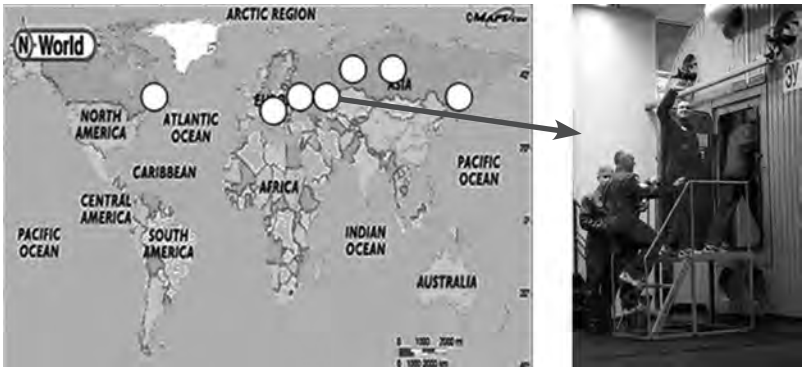
записью ЭКГ, сейсмокардиограммы и импедансной кардиограммы, что позволит получить данные об изменениях энергетики сердечных сокращений на разных этапах длительного космического полета и решить фундаментальную проблему о роли правых и левых отделов сердца в приспособлении системы кровообращения к условиям невесомости.

Другой космический эксперимент под названием «Космокард» должен помочь выявлению самых начальных изменений энергетики и обмена веществ в миокарде на основе метода дисперсионного картирования ЭКГ. При этом измеряются изменения происходящих на уровне клеточных мембран микроколебаний электрического потенциала в несколько десятков микровольт, что в сотни раз меньше амплитуды ЭКГ-сигнала. Эти изменения (дисперсии) электрокардиосигналов регистрируются в течение суток одновременно с анализом ВСР, что дает возможность получить комплексную картину взаимодействия процессов вегетативной регуляции с энергометаболическими процессами в миокарде. Оба эксперимента включены в Долговременную программу научных исследований на МКС.

В 2009–2011 годах лаборатория активно участвовала в проекте «Марс-500». Следует специально отметить, что этот проект явился для лаборатории важным этапом работы, который можно назвать мостом между прошлым и будущим. В гермокамерном 520-суточном эксперименте были использованы все созданные в ИМБП к началу 2009 года «космические» приборы и многие новые методические подходы и технологические решения, перспективные для использования как на МКС, так и в будущих межпланетных полетах. Кроме того, в научную программу эксперимента был включен сателлитный эксперимент по долговременному медико-экологическому мониторированию функционального состояния практически здоровых людей. Получение научно обоснованных данных о естественной динамике показателей функционального состояния организма в течение более 500 дней было необходимо для повышения объективности оценок изменений, наблюдаемых в гермокамерном эксперименте. Использование в естественных условиях новой методологии и конкретных технологий, разработанных применительно к эксперименту «Марс-500» и направленных на диагностику донозологических состояний, позволило изучить влияние внешних условий на взаимосвязь степени напряжения регуляторных систем с их функциональными резервами, а также разработать критерии для прогнозирования возможного перенапряжения и истощения механизмов адаптации, ведущих к развитию патологических изменений.

Для организации параллельных с экспериментом «Марс-500» исследований в разных регионах мира был разработан специальный проект «Долговременные медико-экологические исследования», который был поддержан Президиумом РАН и включен в программу «Фундаментальные науки – медицине». В выполнении этого проекта приняли участие 12 научных учреждений и компаний из России, Белоруссии, Казахстана, Германии, Чехии, Канады и США. Таким образом, в исследованиях участвовали 125 испытателей (13 групп), в том числе 6 участников

(1-я группа) находились в НЭК ИМБП, а остальные 12 групп (по 5–15 человек) – в 12 городах мира.



Участники 520-суточного эксперимента «Марс-500»

Для обеспечения однотипности результатов, получаемых при обследовании членов «марсианского» экипажа и испытателей-добровольцев в различных регионах мира, использовался специально разработанный прибор «Экосан-2007», который позволял проводить комплекс исследований сердечно-сосудистой и дыхательной систем, вегетативной нервной системы и психофизиологические исследования.

И.Н. Слепченкова проводит исследование прибором «Экосан-2007»

Для управления исследованиями, одновременно проводимыми в НЭК и в различных регионах мира, был создан специальный сайт www.iki.rssi.ru/mars500. Специалисты-исследователи из всех регионов прошли инструктаж в ИМБП. Было издано специальное методическое руководство (Р.М. Баевский, А.П. Берсенева, А.Г. Черникова, 2009). Все данные из регионов и из НЭК поступали в специальную базу данных. Выполнение столь объемной программы исследований по проекту «Марс-500» потребовало высокой активности и большой ответственности всех сотрудников лаборатории. Исследования «марсианского» экипажа проводили заведующий лабораторией Е.Ю. Берсенев и с.н.с. В.Б. Русанов. Организацией работ в различных регионах руководила в.н.с. А.П. Берсенева при активном участии с.н.с. А.Г. Черниковой и аспирантки И.Н. Слепченковой.

А.Г. Черникова

А.П. Берсенева

В ходе выполнения проекта «Марс-500» получила развитие новая методология дистанционного изучения влияния экологических факторов на здоровье, которая положила начало новому научно-практическому направлению – телемедицинская экология (О.И. Орлов, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева). В результате сотрудничества ИМБП с американской компанией «Biocom Technologies» для использования в долговременных медико-экологических исследованиях канадскими и американскими участниками проекта был создан новый телемедицинский прибор «Heart Wizard – Mars-500», который представляет собой ушную клипсу с фотоплетизмографическим датчиком. Через Интернет прибор выдает в реальном времени заключение о функциональном состоянии и его параметрах. Сейчас на базе этого прибора разработана российско-канадско-американская система «Дельта-2012-1» для индивидуального донозологического контроля спортсменов, лиц опасных профессий, пациентов в процессе реабилитации и других контингентов (А.П. Берсенева, В.И. Пугачев, Р.М. Баевский). Это один из примеров внедрения результатов проекта «Марс-500» в практику здравоохранения и в прикладную физиологию.

О.Н. Исаева проводит испытания системы «Дельта-2012-1»

Эксперимент «Марс-500» дал уникальную возможность проверить эффективность донозологического подхода для оценки многомесячной динамики функционального состояния практически здоровых людей, живущих в различных экологических условиях. При этом в качестве условно контрольной группы рассматривался «марсианский» экипаж, который находился в стабильной контролируемой экологической обстановке. Результаты долговременных медико-экологичеких исследований, проводившихся одновременно с наземным экспериментом «Марс-500», в котором моделировались условия полета к Марсу, показали, что изменения уровня здоровья у практически здоровых людей обычно не выходили за пределы зоны донозологических состояний. Однако при этом риск развития патологии у различных людей изменяется весьма значительно. Из этого следует, что при одном и том же функциональном состоянии организма, чем выше вероятность развития заболевания, тем более серьезными должны быть меры профилактики и защиты. Показано, что методология донозологической диагностики позволяет осуществлять надежный медицинский контроль за функциональным состоянием практически здоровых людей, своевременно выявляя рост вероятности перехода к преморбидным и патологическим состояниям. У большинства людей переход из состояния физиологической нормы в донозологическое состояние не всегда сопровождается развитием патологии. Зона донозологических состояний – это арена, на которой разворачивается взаимодействие организма с окружающей средой и решаются вопросы дальнейшего движения к здоровью или к болезни. Этот

вывод имеет важное научно-теоретическое значение для развития учения о здоровье и болезни и для становления новой концепции здоровья, которая возникла в космической медицине (А.И. Григорьев, Р.М. Баевский) во многом благодаря исследованиям, проводимым в лаборатории.

Важное место в деятельности лаборатории занимает подготовка научных кадров. Только за последние 5 лет в лаборатории подготовлены 4 кандидата наук.

За пять лет лаборатория получила 5 патентов на изобретения.

На 14-м Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед» (2011 г.)

В 2011 году в рамках 14-го Международного конгресса по Холтеровскому мониторированию и неинвазивной электрофизиологии (ISHNE-2011) сотрудниками лаборатории был организован специальный симпозиум по космической кардиологии (Space Cardiology), на который было представлено 8 докладов, а на 14-м Московском международном салоне изобретений и инновационных технологий «Архимед» (2011 г.) приборы «Пневмокард», «Сонокард», «Резерв» и «Кардиосон-3» отмечены 4 медалями (1 золотая, 2 серебряные, 1 бронзовая).

2.6.3. Лаборатория физиологии мышечной деятельности

Лаборатория физиологии мышечной деятельности занимается проведением исследований системных физиологических механизмов, определяющих и лимитирующих мышечную работоспособность. В частности, исследуются параметры локальной и глобальной работоспособности, физиологические и биохимические маркеры состояния организма при физической нагрузке и напряженность функционирования регуляторных систем в экстремальных условиях. В 2010 г. лаборатория физиологии мышечной деятельности вошла в состав отдела физиологии человека в экстремальных условиях.

Виноградова Ольга Леонидовна

Лабораторию физиологии мышечной деятельности возглавляет О.Л. Виноградова, доктор биологических наук, профессор, автор 150 научных публикаций, председатель комиссии по физиологии мышечной деятельности и спорта секции «Организм и окружающая среда» РАН, член правления Международного общества гравитационной физиологии, действительный член Международной академии астронавтики, член экспертного совета Олимпийского комитета России, член ред-

коллегии журналов «Авиакосмическая и экологическая медицина», «Физиология человека».

Коллектив лаборатории физиологии мышечной деятельности. Слева направо, в первом ряду: зав. лаб., д.б.н., проф. О.Л. Виноградова, н.с., к.б.н. Т.Ф. Миллер, в.н.с., к.б.н. А.П. Шарова, с.н.с., к.б.н. Д.В. Попов; во втором ряду: с.н.с., к.б.н. Е.А. Лысенко, с.н.с., к.б.н. А.А. Андреев-Андриевский, аспирант ИМБП м.н.с. А.В. Бачинин, аспирант МФТИ ст. техник С.Ю. Кузнецов, в.н.с., к.ф-м.н. А.С. Боровик, вед. инж. В.Г. Фадин

Лаборатория физиологии мышечной деятельности была создана в 2003 г. для выполнения работ по медико-биологическому обеспечению национальных спортивных сборных команд, по испытанию новых средств повышения работоспособности, поисковым исследованиям и разработкам, ведущимся в перспективных для спорта направлениях.

В 2004 г. на базе лаборатории была создана Экспериментальная стендовая база тестирования работоспособности человека «Работоспособность», преобразованная в Центр коллективного пользования Отделения биологических наук РАН в 2010 году.

Лаборатория выполняет исследования с участием человека, а также модельные эксперименты на лабораторных животных.

Основными направлениями деятельности являются:

– исследование системных и клеточных физиологических механизмов, определяющих и лимитирующих работоспособность человека при различных режимах мышечной работы;

– исследование механизмов, определяющих изменения состояния моторной системы и систем вегетативного обеспечения работы при различных режимах тренировки и при патологических состояниях;

– исследование механизмов регуляции сердечно-сосудистой и дыхательной систем в экстремальных условиях;

– разработка и применение физиологических и биохимических методов контроля эффективности средств и методов тренировки;

– создание научных основ для разработки средств и методов повышения физической работоспособности человека в экстремальных условиях;

– разработка новых и модернизации существующих тренировочных и регистрирующих устройств для применения в спорте и медицине.

Таким образом, деятельность лаборатории идет по трем направлениям: фундаментальные исследования, опытно-конструкторские работы и работы в интересах спорта высших достижений.

В 2003–2006 гг. лаборатория работала по Программе Министерства науки РФ «Работоспособность» (в рамках ФЦНТП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники» на 2002–2006 годы) сначала в качестве головной организации, затем в качестве соисполнителя по государственному контракту «Медико-биологические технологии повышения работоспособности человека в условиях напряженных физических нагрузок».

В процессе работы по Программе сложилась мощная научная кооперация из институтов РАН (Институт биохимии им. А.Н. Баха, Институт молекулярной генетики), МГУ имени М.В. Ломоносова, учреждений Минздравсоцразвития РФ (Кардиоцентр, ММА им. И.М. Сеченова, Институт трансплантологии и искусственных органов), РАМН (Институт питания), Минспорта РФ (СПбНИИФК, РГУФК). Кооперация позволила решать комплексные задачи поиска путей и выявления механизмов повышения работоспособности. Идейным вдохновителем создания кооперации был сотрудник ИМБП проф. Б.С. Шенкман; значительный вклад в создание научной кооперации внесла к.б.н. А.П. Шарова. Плодотворное научное сотрудничество со многими из перечисленных научных коллективов продолжается и поныне. Среди постоянных соисполнителей проф. С.С. Шишкин и к.б.н. В.А. Фуралев, стоявшие у истоков изучения молекулярно-биологических механизмов адаптации скелетных мышц к физическим нагрузкам; родоначальник спортивной генетики в нашей стране проф. В.А. Рогозкин и его ученик д.м.н. И.И. Ахметов; корифей отечественной сердечно-сосудистой физиологии проф. В.М. Хаютин, д.б.н. Е.В. Лукошкова и к.б.н. В.В. Ермишкин.

При работе по Программе «Работоспособность» большое внимание уделялось медико-биологическому обеспечению национальных сборных команд и команд ближайшего резерва (юношеских и юниорских сборных) по таким видам спорта, как: лыжные гонки, биатлон, конькобежный спорт, фигурное катание, теннис, академическая гребля, спортивная гимнастика, триатлон, синхронное плавание, парашютный спорт, пулевая стрельба, волейбол в период подготовки к олимпийским играм «Афины-2004» и «Турин-2006».

Для оценки эффективности тренировочного процесса и его корректировки был освоен и модифицирован оригинальный комплекс методик, выявляющих подго-

товленность спортсменов к выполнению мышечной работы предельной интенсивности. При этом оценивались: энергетическое обеспечение глобальной работы (аэробные и анаэробные возможности организма); силовые, скоростно-силовые возможности и выносливость рабочих мышечных групп, задействованных в данном типе спортивных упражнений; показатели вегетативного и гормонального статуса организма; биохимические показатели крови.

Кроме того, были разработаны неинвазивный способ оценки жесткости мышц с помощью одновременной регистрации развиваемой мышцей силы и измерения длины апоневроза при ультразвуковой визуализации, а также метод непрерывной неинвазивной оценки сократительной функции левого желудочка сердца человека при функциональных пробах по результатам сопоставления ЭКГ и импедансной кардио- и/или аортограммы с движением створок аортального клапана по УЗ-изображению.

Необходимым элементом работы по повышению эффективности тренировочного процесса является разработка методик повышения работоспособности, воздействующих на различные стороны обеспечения мышечной деятельности человека. Их использование позволяет уменьшить время, затрачиваемое на подготовку людей к деятельности, требующей высоких силовых возможностей и выносливости. По этому направлению разработаны:

– методика проведения силовых тренировок на фоне использования пищевых добавок, позволяющая увеличивать силу мышц без заметных изменений аэробных возможностей;

– методика низкоинтенсивных тренировок с неполным расслаблением мышц, обеспечивающая рост силовых возможностей при минимизации травматизма;

– методика низкочастотной электростимуляции мышц при их растяжении, в результате которой происходит увеличение окислительного потенциала без потери силовых возможностей;

– методика применения модуляторов липидного обмена для повышения аэробных возможностей.

Одним из наиболее важных компонентов подготовки высококвалифицированных спортсменов является повышение стресс-устойчивости. В рамках Программы разработан комплекс подходов для ускоренного восстановления и повышения стресс-устойчивости организма. Экспериментально доказана эффективность метода транскраниальной электростимуляции, применение которого улучшает скоростные характеристики сенсомоторных действий и снижает тревожность. Доказано, что использование препарата «Селанк» (разработка Института молекулярной генетики РАН) приводит к изменениям вегетативного статуса организма, свидетельствующим об ослаблении стресс-реактивности организма в условиях высоких эмоциональных нагрузок; получены разрешительные документы на применение препарата в спорте.

Как это подчас случается в прикладных областях физиологии, в процессе разработки методов подготовки спортсменов были получены «побочные» ре-

зультаты, которые могут использоваться в медицинской практике. В частности, был разработан способ экстракорпоральной детоксикации методом плазмафереза, улучшающий состояние мышечной системы у больных первичными миопатиями.

Сотрудники лаборатории д.б.н. А.В. Воронов, к.б.н. Д.В. Попов, Ю.С. Лемешева в разные годы являлись членами Комплексных научных групп по конькобежному спорту, лыжным гонкам, биатлону, академической гребле. Для оказания научно-практической помощи в подготовке спортсменов они неоднократно выезжали на учебно-тренировочные сборы. Работа в сборных командах была положительно оценена руководством Олимпийского комитета России и спортивных Федераций.

С 2007 г. финансирование работ, связанных со спортивной тематикой, через Роснауку прекратилось. Лаборатория продолжала работу в этом направлении, исходя из сложившихся объективных условий. На основании договоров с Клубами/Федерациями проводилось тестирование функционального состояния спортсменов, обеспечивалось научно-методическое сопровождение подготовки членов клубных и сборных команд: сборной команды по академической гребле, сборной команды страны по велоспорту, триатлонистов сборной команды г. Москвы, а также биатлонистов, лыжников, конькобежцев, включая призеров Олимпийских игр в Ванкувере (2010 г.). В 2010–2011 гг. по заказу Минобороны России сотрудники лаборатории проводили физиологические обследования спецконтингента.

В последние годы Министерство спорта, туризма и молодежной политики РФ выступило заказчиком таких работ, как: «Разработка методики сопряженного совершенствования техники старта и развития скоростно-силовых качеств конькобежцев сборной команды страны для подготовки к участию в Олимпийских играх», «Разработка методики совершенствования техники старта в санном спорте у спортсменов высокого класса». В настоящее время начата работа по заказу Олимпийского комитета России «Создание аппаратно-программного комплекса и методики его использования высококвалифицированными биатлонистами для тестирования силовых и аэробных возможностей мышц плечевого пояса и проведения тренировок с дозированной нагрузкой».

Применительно к опытно-конструкторской деятельности следует отметить, что первая встреча сотрудников лаборатории с профессиональными спортсменами, а это были гребцы-академисты, закончилась конфузом: выяснилось, что тестирующее оборудование, поставляемое международно признанными производителями, слишком хрупкое, оно не рассчитано на развиваемые спортсменами усилия. Поэтому лаборатория вынужденно начала работы по созданию высокотехнологичных тестирующих и регистрирующих устройств для использования в спорте. В рамках Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы» и государственного контракта «Разработка технологий и создание средств контроля и коррекции функциональных резервов организма человека» на 2007–2009 гг. (руководитель О.И. Орлов) сотрудниками лабо-

ратории к.б.н. Д.В. Поповым, к.б.н. А.И. Нетребой, к.ф-м.н. А.С. Боровиком была разработана многоуровневая система тестирования состояния организма человека, которая может использоваться не только в большом спорте, но и в учреждениях спортивно-оздоровительного профиля для тестирования людей с разным уровнем функциональных возможностей, а также для тестирования больных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы.

Созданы технология разработки новых тренажерных устройств и методик их применения для развития заданных физических качеств человека, специализированные тренажерные устройства для скоростно-силовых тренировок с пневмоприводами и многофункциональный велотренажер с принудительным вращением педалей. Идейным вдохновителем и организатором этих работ являлся к.б.н. А.И. Нетреба, активное участие принимали к.ф-м.н. А.С. Боровик, Я.Р. Бравый и Г.М. Газеев. Конструктивные особенности созданного велотренажера делают возможным его применение не только для наращивания мышечной массы у спортсменов, но и для реабилитации больных, не способных к активной мышечной деятельности. Разработана также методика проведения эксцентрических тренировок в «щадящем» режиме. Последнее достижение лаборатории в этой области – разработка Тренировочно-измерительного комплекса «ТИК-2», в котором в качестве силового привода используется высокотехнологичный сервомотор, что позволяет быстро изменять алгоритм нагрузки и регистрировать параметры выполняемых тренировочных нагрузок. Комплекс обладает повышенной прочностью и надежностью, что позволяет использовать его для тренировки и тестирования высококвалифицированных спортсменов. Он позволяет проводить тренировку и тестирование одновременно нескольких мышечных групп в следующих режимах сокращения: изокинетическом, изотоническом, изометрическом, эксцентрическом с постоянной скоростью, эксцентрическом с постоянной нагрузкой, концентрическом с постоянной мощностью.

Созданные тренажерные устройства интенсивно используются в ряде национальных сборных РФ. На эти разработки получены патенты РФ.

Совместными усилиями к.ф-м.н. А.С. Боровика и ООО «Медицинские компьютерные системы» (Зеленоград, Москва) был разработан универсальный малогабаритный носимый блок для регистрации биомедицинских сигналов с беспроводной передачей данных по протоколу Wi-Fi (ЭКГ, ЭМГ, ЭЭГ, сигналы с выбранного набора дополнительных датчиков – датчик угла, акселерометр, датчик частоты дыхания и др.). Устройство может использоваться как в спорте, физкультуре, так и в восстановительной медицине.

Фундаментальные исследования в лаборатории ведутся по двум направлениям: а) исследование регуляции кровообращения при адаптации организма к осложненным условиям внешней среды (микрогравитация), б) изучение вегетативного обеспечения мышечной деятельности. Исследования поддержаны грантами РАН по программам «Фундаментальные науки – медицине» (2005–2007, 2012 гг.); «Механизмы физиологических функций: от молекулы до поведения» (2009–2011 гг.);

«Интегративная физиология» (2012 г.); «Механизмы интеграции молекулярных систем при реализации физиологических функций» (2012 г.), а также грантами РФФИ.

Исследования выполняются на лабораторных животных (крысах), а также в экспериментах с участием добровольцев.

В 2003–2009 гг. под руководством д.б.н. О.С. Тарасовой была проведена большая серия работ на крысах по исследованию влияния моделируемой гравитационной разгрузки (ГР) (вывешивание животных за хвост) на регуляцию тонуса сосудов задних и передних конечностей, почек, брыжейки и головного мозга, а также на системные реакции, в реализации которых важная роль принадлежит сосудистому компоненту. Было установлено, что ГР приводила к более выраженному угнетению нейрогенных ответов мелких артерий в задних конечностях, чем в почках. Это согласуется с данными о разреживании после ГР сплетения адренергических нервных волокон в артериях задних конечностей, но не в артериях почек. При сравнении мелких артерий передних и задних конечностей обнаружено, что в передних конечностях чувствительность гладких мышц к вазоконстрикторам не изменялась, но наблюдалось расширение просвета сосудов. В задних конечностях после ГР чувствительность сосудов кожи к констрикторным влияниям увеличивалась, а сосудов скелетных мышц – напротив, уменьшалась по сравнению с контролем. Это может быть обусловлено особенностями иннервации этих артерий, а также различной функциональной активностью тканей.

В экспериментах на изолированных сосудах мозга было показано, что 2-недельная ГР приводит к увеличению констрикторных ответов артерий, приносящих кровь к стволу мозга, тогда как реактивность сосудов, снабжающих большие полушария, на этом этапе адаптации еще не изменяется. Также наблюдается значительное уменьшение плотности сплетения N0-ергических нервных волокон в сосудистой стенке. По-видимому, такие изменения сосудов препятствуют гиперперфузии тканей мозга при ГР.

В качестве системной реакции на ГР исследовали изменения параметров гемодинамики при ортостазе. При 45-градусной ортостатической пробе падение артериального давления после ГР было вдвое больше, чем в контроле. Кроме того, впервые была продемонстрирована возможность коррекции постуральной гипотензии с помощью неинвазивной транскраниальной электростимуляции.

Таким образом, в результате проведенных экспериментов было установлено, что моделируемая ГР вызывает существенные и разнонаправленные изменения сосудистого тонуса в различных сосудистых регионах, обеспечивающие в этих условиях возможность в той или иной степени снабжать кровью различные органы при сохранении ограниченной способности к регуляции центральных гемодинамических показателей. Детальное понимание изменений сосудистого тонуса, возникающих в модельных условиях, позволило перейти к исследованиям в условиях реальной микрогравитации. В настоящее время обрабатываются данные КЭ «Бион» с мышами линии С57, работу по отбору, подготовке, прижизненным

физиологическим исследованиям которых возглавляет к.б.н. А.А. Андреев-Андриевский.

В экспериментах на крысах, выполненных д.б.н. проф. О.С. Тарасовой и к.б.н. А.А. Борзых, было установлено, что адаптация дыхательных и локомоторных мышц и их кровоснабжения к аэробным физическим нагрузкам происходит за счет разных регуляторных механизмов. В качестве объектов исследования были выбраны респираторная мышца – диафрагма и локомоторная – медиальная головка икроножной мышцы. После 8-недельной аэробной тренировки в локомоторной мышце происходило увеличение активности окислительных ферментов, а в респираторной – сдвиг композиции в сторону увеличения содержания медленных мышечных волокон и уменьшение размеров волокон обоих типов. Изменения способствуют увеличению окислительных возможностей локомоторной мышцы и снижению утомляемости и облегчению доставки кислорода в респираторной мышце.

Артерии диафрагмы, по сравнению с артериями икроножной мышцы, сильнее сокращаются при действии норадреналина и сильнее расслабляются при активации эндотелия. 8-недельная аэробная физическая тренировка приводит к снижению адренореактивности артерий диафрагмы, однако функция эндотелия в них не изменяется. Напротив, в артериях икроножной мышцы в результате тренировок характеристики адренергических сокращений не изменяются, но значительно потенцируется эндотелий-зависимое расслабление.

Группа сотрудников лаборатории во главе с к.ф-м.н. А.С. Боровиком (к.б.н. Е.Ю. Берсенев, к.б.н. В.В. Ермишкин и Я.Р. Бравый) с помощью метода микронейрографии исследовала механизмы увеличения показателей центральной гемодинамики при работе в различных режимах (мышечный прессорный рефлекс) у человека. Регистрировали динамику изменений адресованной сосудам мышц симпатической активности (МСНА) в периферическом нерве (n. peroneus) при ритмически повторяющихся статических сокращениях мышц-сгибателей руки в лучезапястном суставе. С помощью когерентного накопления исследованы изменения МСНА и параметров гемодинамики во время сокращения. Показано, что пик МСНА механорефлекторной природы регистрируется в самом начале сокращения, а метаборефлекторное повышение МСНА – позднее, когда изменяется химический состав мышечного интерстиция. Выявлена многофазная динамика артериального давления и частоты сердечных сокращений как результат совместного действия центральных механизмов, рефлексов от рецепторов работающих мышц и барорефлекса. Показано, что утомление мышц в ходе ритмической работы приводит к активации хеморецепторов и сенситизации механорецепторов, что проявляется в виде более выраженных изменений регистрируемых параметров во время мышечного сокращения. Установлено, что силовая тренировка ведет к снижению активности мышечного прессорного рефлекса при ритмически повторяющихся кратковременных статических усилиях и не влияет на его проявления при длительном статическом усилии.

К.ф-м.н. А.С. Боровик, А.Д. Ростовский и С.Ю. Кузнецов впервые с помощью передаточной функции провели комплексный анализ переходных процессов в кардиореспираторной системе человека при изменении физической нагрузки. Была разработана методика определения частотных характеристик изменений артериального давления, частоты сердечных сокращений, вентиляции легких, потребления кислорода организмом в целом и работающей мышцей путем измерения этих показателей при работе на велоэргометре с синусоидально изменяющейся мощностью. Показано, что амплитуды и временные задержки изменений этих показателей уменьшаются с увеличением частоты колебаний мощности. Задержки изменений всех показателей зависят от уровня физической подготовки: у спортсменов они меньше во всем диапазоне частот, у больных с диагнозом нейроциркуляторная дистония задержки, напротив, больше, чем у здоровых людей. Полученные данные могут явиться основанием для разработки режимов интервальных тренировок в спорте и восстановительной медицине.

С использованием вейвлет-анализа был разработан алгоритм исследования амплитудно-частотных характеристик ЭМГ при динамической мышечной работе, создан пакет программ для его реализации. Установлено, что изменения амплитудно-частотных характеристик ЭМГ четырехглавой мышцы бедра, а также показателей ее оксигенации при локальной (разгибание ноги в коленном суставе) и при глобальной (велоэргометрия) работе имеют различную динамику как в течение одного цикла сокращения, так и на протяжении теста с возрастающей нагрузкой. На основании данных об изменениях ЭМГ-активности работающих мышц и их оксигинации в тесте с возрастающей нагрузкой разработан оригинальный тест для определения аэробно-анаэробного порога при локальной работе. Тест защищен патентом РФ.

В опытах с участием физически активных добровольцев и высококвалифицированных спортсменов к.б.н. Д.В. Попов и к.б.н. Т.Ф. Миллер обнаружили, что при тренировке выносливости концентрация лактата в крови при максимальной аэробной нагрузке тем ниже, чем выше квалификация спортсмена. При этом потребление кислорода на уровне порога анаэробного обмена может практически совпадать с максимальным, то есть интенсивная работа не всегда сопровождается накоплением в крови продуктов анаэробного обмена. Установлено, что соотношение между доставкой и потреблением кислорода работающей мышцей зависит от уровня тренированности. У квалифицированных спортсменов при нагрузке выше уровня порога анаэробного обмена это соотношение является индикатором функционального состояния работающей мышцы. Предложен алгоритм выбора наиболее эффективных методик тренировок, направленных на повышение аэробной работоспособности. Разработана методика специальной силовой тренировки, в результате которой увеличиваются размеры волокон I типа, определяющих аэробную работоспособность.

С использованием метода полимеразной цепной реакции в реальном времени к.б.н. Д.В. Попов и А.В. Бачинин исследовали молекулярные механизмы адап-

тации скелетных мышц к различным режимам физической нагрузки аэробной направленности. Сравнивали экспрессию генов, регулирующих метаболические процессы в мышечной ткани, после нагрузки с постоянной мощностью и после интервальной тренировки такой же продолжительности и с такой же средней мощностью. Установлено, что изменение характера аэробной работы влияет на уровень транскрипции генов, играющих ключевую роль в биогенезе митохондрий клеток скелетных мышц: интервальные нагрузки вызывают большее увеличение содержания мРНК PGC-1α, его альтернативного варианта PGC-1α-b и TFAM. Кроме того, интервальные нагрузки вызывают большее увеличение экспрессии генов FOXO1 и Atrogin-1, чем нагрузки с постоянной мощностью. Из этого следует, что при корректном выборе режима нагрузки интервальные тренировки имеют больший потенциал для активизации митохондриального биогенеза. Предполагается использовать молекулярно-биологическую методику оценки метаболических изменений в клетках скелетных мышц, вызванных аэробной работой, при разработке новых подходов к функциональному тестированию мышечной системы человека.

В лаборатории большое внимание уделяется научно-педагогической деятельности. В рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы проводится работа по государственному контракту «Разработка комплекса методик, предназначенных для функционального тестирования сердечно-сосудистой, дыхательной и мышечной систем человека с использованием специфических паттернов физической нагрузки», который направлен на активное вовлечение в научную деятельность студенческой молодежи. Регулярно, раз в два года лаборатория принимает участие в организации Школ-конференций по физиологии мышц и мышечной деятельности, к участию в которых приглашаются сотрудники, преподаватели, аспиранты и студенты различных учебных заведений, институтов РАН и РАМН, учреждений Минспорта, врачи и тренеры по различным видам спорта.

Приборная база Центра коллективного пользования «Работоспособность» используется для обучения студентов и аспирантов Факультета фундаментальной медицины и Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, РГУ физической культуры, спорта, туризма и молодежи, МГТУ им. Н.Э. Баумана, МФТИ современным методам исследований мышечной деятельности человека. Она включает: комплекс измерительных приборов для исследования вегетативного обеспечения и энергетики мышечной работы; аппаратуру для тестирования скоростно-силовых возможностей скелетных мышц человека; комплекс оборудования для проведения биомеханических исследований; компьютерную сеть и программное обеспечение для сбора и анализа экспериментальных данных.

В лаборатории работают физиологи, биохимики, физики, математики, специалисты по теории тренировки, инженеры, из них 3 доктора наук и 8 кандидатов наук.

За 10 лет существования лаборатории ее сотрудники получили 11 патентов РФ, участвовали в 5 Международных выставках, на которых получили одну золотую, одну серебряную и две бронзовых медали.

2.6.4. Лаборатория резервов здоровья человека

Лаборатория резервов здоровья человека создана в 2002 году. Основу коллектива лаборатории составила группа специалистов ИМБП, которая с 1987 году проводила совместные исследования с Академией народного хозяйства при Правительстве СССР (позднее при Правительстве РФ). Прикладная задача по разработке «входного» и «выходного» контроля для слушателей Академии, с оценкой резервов их здоровья и работоспособности, позднее переросла в масштабную цель – обосновать систему комплексного контроля резервов здоровья и работоспособности людей различных возрастных групп. Эта тема стала главной для коллектива лаборатории, которую с момента ее основания возглавляет В.А. Орлов, д.б.н., профессор по кафедре «Культура здоровья» Международного университета в Москве. Научное руководство лабораторией осуществляет вице-президент РАН академик А.И. Григорьев.

В коллективе лаборатории успешно работают: к.б.н. М.А. Андрюнин, к.т.н. И.Б. Шавырин, к.б.н. О.Б. Фетисов, И.Н. Новикова и ряд внештатных сотрудников. Сложная, многоплановая научная тема предусматривала решение большого комплекса промежуточных задач, включая обоснование состава медико-физиологических показателей организма, валидизацию методов их диагностики и нормативной базы для разных этапов онтогенеза. Отдельной задачей являлось создание оригинального программного средства для обработки результатов обследования пациентов, хранения данных и предоставления их заинтересованным пользователям (пациентам, врачам, организаторам здравоохранения). Все поставленные задачи решались в тесной кооперации с группой сотрудников московских университетов (МГТУ им. Н.Э. Баумана, МУМ), НИИ нормальной физиологии РАМН, Ассоциации «Народный СпортПарк», Московского научно-практического центра спортивной медицины и лечебной физкультуры, а также ряда фитнес- и оздоровительных клубов столицы.

В первые годы работы лаборатории (2002–2005 годы) была теоретически обоснована единая концепция системы комплексного донозологического контроля резервов здоровья и работоспособности для групп населения в возрастном диапазоне от 6 до 60 лет. Первостепенное внимание в ней было уделено оценке потенциала функционирования (работоспособности) человека, а также ограничениям жизнедеятельности и здоровья, которые, существуя латентно, предшествуют развитию соматических заболеваний. Одновременно был обоснован комплекс методов обследования и состава показателей, характеризующих функциональные возможности нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной, мышечной и костно-мышечной (включая позвоночник) систем организма.

По разработанной в лаборатории методике были проведены массовые обследования населения (240 тыс. человек в возрасте 6–60 лет). Накопленная база данных позволила уточнить границы нормы контролируемых показателей в разных возрастных группах и сформировать для них рейтинговые оценочные шкалы единой

размерности. Был также разработан универсальный способ интегральной количественной оценки резервов здоровья и физической работоспособности человека в возрасте от 6 до 60 лет на основе универсальной шкалы индексов физического здоровья (балльно-рейтинговая шкала ИФЗ).

Обсуждение программно-информационного комплекса «Навигатор здоровья» со специалистами Ассоциации «Народный СпортПарк» (слева направо: О.Б. Фетисов, А.В. Мещеринова, В.А. Орлов, И.И. Зорина)

На следующим этапе (2006–2010 годы) продолжилось массовое обследование населения. К обследованию подключились медицинские организации ряда регионов, и объединенная база данных достигла 680 тыс. человек. При ведущей роли программистов Ассоциации «Народный СпортПарк» была завершена разработка новой версии программно-информационного комплекса «Навигатор здоровья» для системы донозологического контроля резервов здоровья и работоспособности человека и групп населения. Это позволило обосновать возрастные статистические модели (валидный комплекс нормативных показателей) психофизического здоровья человека, которые описаны 20 медико-физиологическими показателями организма.

Программный продукт с брендовым названием «Навигатор здоровья» прошел сертификацию в органах Госстандарта и рекомендован к применению в медицинской практике. В этот же период комплексная разработка «Донозологический контроль и укрепление соматического здоровья и функциональных резервов организма человека» (Технология «Навигатор здоровья») была зарегистрирована Росздравнадзором в качестве новой медицинской технологии и рекомендована к применению. На способ количественной оценки резервов здоровья и работоспособности человека был получен патент РФ. Департамент здравоохранения г. Москвы включил разработанную технологию в программу медицинских услуг для педиатрической категории (6–17 лет), которая оплачивается из средств Фонда обязательного медицинского страхования.

В.А. Орлов проводит мониторинг школьников г. Берлина

Совместно с Международным университетом в Москве (МУМ) и МГУ им. М.В. Ломоносова была разработана учебная программа дистанционного (через Интернет) обучения технологии «Навигатор здоровья» для врачей и преподавателей физической культуры высших учебных заведений. На платформе МУМ открыт сайт www.studyhealth.ru.

Текущий этап (2010–2013 годы) работ нацелен на исследование механизмов адаптации человека к факторам среды и стиля жизни. В Концепции ВОЗ степень влияния этих факторов на здоровье человека оценивается в 20 и 50 % соответственно. Сотрудниками лаборатории разработан способ количественного измерения дозировок и уровней угрозы здоровью от таких факторов, как: двигательная активность, табакокурение, потребление алкоголя, психоэмоциональные стрессы, количество часов ночного сна, регулярность и качество питания, а также оценка экологической среды. Одновременно с мониторингом резервов здоровья были проведены массовые исследования стиля жизни подростков и молодежи 14–20 лет, что позволило установить взаимосвязь этих факторов и показателей организма, контролируемых технологией «Навигатор здоровья». Эти взаимосвязи легли в основу построения типовых моделей оздоровительно-развивающих программ с нормированием дозировок этих факторов для людей с разным уровнем здоровья.

И.Б. Шавырин проводит выездной семинар в г. Мичуринске

В 2011 году сотрудники лаборатории на базе своих разработок совместно с «Народным СпортПарком» подготовили инновационный проект: «Разработка и коммерциализация аппаратно-программного комплекса для автоматизации технологии «Навигатор здоровья», который был представлен Фонду «Сколково». В 2013 году после включения этого проекта в состав инновационных разработок Фонда началась его реализация. Планируется разработать оригинальные тестовые стенды и программное обеспечение, позволяющее автоматизировать процедуры обследования пациентов, выполнять многоаспектный анализ результатов, а также обосновывать и проектировать персональные оздоровительно-развивающие программы.

В марте 2013 года коллектив лаборатории разработал и направил в Минздрав РФ проект стандарта медицинской услуги по оказанию первичной медико-санитарной помощи населению «Комплексный донозологический контроль соматического здоровья и функциональных резервов организма человека».

Располагая компьютерной базой данных на весь контингент обследованного населения за период 1990–2013 годов, лаборатория продолжает исследовать динамику факторов стиля жизни, показателей здоровья и работоспособности разных групп населения. Анализ объединенной базы данных показывает, что на протяжение последних 20 лет уровень функциональных показателей организма детей и подростков снижался на 2–5 % каждые пять лет. Это в первую очередь относится к сенсомоторным характеристикам, где отмечается ухудшение зрительно-двигатель-

М.А. Андрюнин читает лекцию по основам здорового образа жизни преподавателям московских школ

ной реакции, снижение рецепторной чувствительности, скорости обработки рецепторных сигналов и эффективности управления движениями. Столь же значительно снижение функциональной работоспособности крупных групп скелетной мускулатуры, эластичности связок и подвижности суставов, включая позвоночник. Четко выражено снижение резервных возможностей сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма (максимального потребления кислорода, ударного и минутного объема крови, максимальной легочной вентиляции и продолжительности задержки дыхания). Общая физическая работоспособность, контролируемая по уровню PWC-170, снизилась за последние 20 лет во всех возрастных группах на 10–20 %.

Доминирующим негативным фактором выступает гипокинезия. При этом прослеживается корреляция между низкими функциональными показателями систем организма и высоким уровнем соматической заболеваемости у современных подростков и молодежи. По тематике исследований сотрудниками лаборатории опубликовано более 70 статей в научных журналах, сборниках научных конференций и монографиях. Защищена одна докторская и четыре кандидатские диссертации. Медико-оздоровительная технология «Навигатор здоровья» экспонировалась на международных конференциях и выставках в Германии, Китае, Корее, Испании, Франции. В мае 2013 года на научно-деловом форуме в Париже данная разработка награждена почетным дипломом и медалью Союза промышленников и предпринимателей Франции.

2.7. Отдел барофизиологии, баротерапии и водолазной медицины

На отдел барофизиологии, баротерапии и водолазной медицины возлагаются организация и проведение фундаментальных и прикладных исследований по проблемам барофизиологии и водолазной медицины, лечения искусственными дыхательными смесями и медицинскими газами.

В декабре 2009 года заведующим отделом стал доктор медицинских наук, профессор В.Н. Комаревцев, специалист в области экстремальной медицины и профессиональной патологии.

Комаревцев Владимир Николаевич, заведующий отделом, доктор медицинских наук, профессор

Основными задачами отдела являются:

– выполнение фундаментальных и прикладных научных исследований в развитие ранее полученных данных об изменении состояния организма при воздействии повышенного давления газовой и водной среды;

– разработка состава газовых смесей и сред с различными инертными газами для оптимизации условий пребывания человека под давлением и создания пожаробезопасных условий в герметически замкнутых объектах, для лечения заболеваний водолазов и кессонных рабочих, для лечения и реабилитации соматических и хирургических больных, для использования в спорте высоких достижений;

– физиолого-гигиеническое сопровождение создания новых образцов водолазного и спасательного снаряжения, оборудования и систем жизнеобеспечения. Участие в их натурных испытаниях;

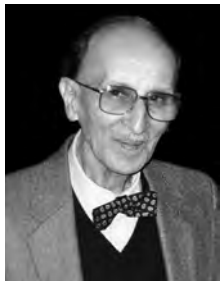
– разработка нормативной документации, а также методических и справочных пособий по медико-санитарному обеспечению водолазных и кессонных работ;

– разработка и внедрение в практику инновационных технологий профилактики и лечения профессиональной патологии, реабилитации пострадавших от воздействия повышенного или пониженного давления окружающей среды, лечения соматической патологии и хирургических болезней с использованием комплексного воздействия повышенного или пониженного давления газовой среды, дыхания искусственными смесями и медицинскими газами в сочетании с традиционными методами профилактики, лечения и реабилитации;

– лечение пострадавших при декомпрессионной болезни, баротравмах различной этиологии и газовой эмболии, в том числе при минновзрывных поражениях, а также пострадавших от отравления продуктами горения при пожарах;

– участие в работе водолазно-медицинских комиссий.

В ИМБП начиная с 1970-х годов по инициативе О.Г. Газенко стали проводиться научно-исследовательские работы по гипербарическому направлению на барокамерах ПДК-3 и РКУМ, а также с использованием базы Института океанологии АН СССР им. П.П. Ширшова. Эти работы возглавляли талантливые ученые: А.М. Генин, П.М. Граменицкий, А.Г. Дианов, В.М. Баранов, И.П. Полещук, Б.Н. Павлов.



О.Г. Газенко

П.М. Граменицкий

А.Г. Дианов

А.М. Генин

В.М. Баранов

И.П. Полещук

Б.Н. Павлов

Развитие и существенная интенсификация работ по этому направлению были связаны с принятием Государственной программы «Мировой океан», с выходом совместного приказа Министерства здравоохранения СССР и Министерства газовой промышленности № 1001/159 от 29.08.84 года и другими документами в его развитие. В соответствии с ними ИМБП был определен головным учреждением по основным исследованиям, направленным на внедрение в народное хозяйство различных методов проведения работ под водой и повышенным давлением газовой среды.

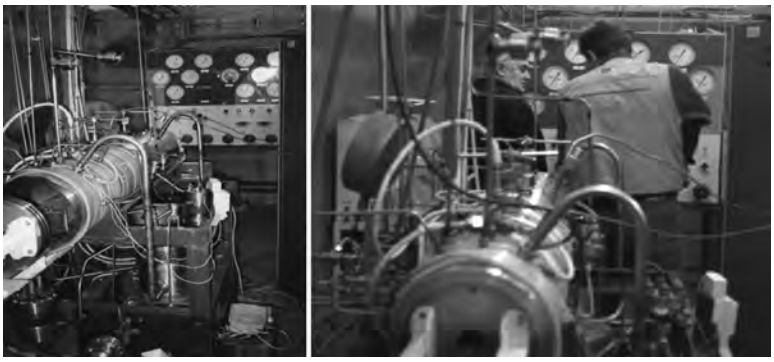
Для реализации возложенных на ИМБП обязанностей были созданы структурная, техническая и технологическая базы, позволившие развивать научные аспекты и решать научно-технические проблемы в опережающем темпе.

Для изучения эффектов сочетанного воздействия гипербарии и других экологических факторов методом моделирования и имитационных испытаний было разработано и создано уникальное экспериментальное оборудование, объединенное в единый функциональный комплекс, включающий в себя лабораторные стенды для длительных и кратковременных воздействий измененного состава газовой среды на животных и растения как в гипербарических, так и в нормобарических условиях; экспериментальные барокомплексы для технологических испытаний разрабатываемого оборудования.

Барокомплексы лабораторно-экспериментальной базы, предназначенной для исследований с водородсодержащими газовыми смесями, по своим техническим и технологическим решениям значительно опережали аналогичные зарубежные разработки. На них были проведены уникальные опыты погружений лабораторных животных по специально разработанной методике, которая базируется на сменной

подаче газов ($O_2 – N_2 – He – H_2 – N_2 – He – H_2$) по сложной программе, основанной на контроле жизненно важных функций организма. Этот методический подход был выработан на основе многочисленных фундаментальных исследований на субклеточном, клеточном уровнях и на животных, выполненных сотрудниками ИМБП. По разработанной методике в 1991 году под руководством Б.Н. Павлова был проведен эксперимент с погружением лабораторных животных на глубину 1908 метров водного столба.

Коллектив, создавший барокамеры для исследований на животных в газовой среде, содержащей водород



Общий вид уникального барокомплекса для проведения исследований на глубине до 2000 метров водного столба и выполнения на нем экспериментальных исследований

В 1993 году под руководством П.С. Спирькова был введен в строй глубоководный водолазный комплекс ГВК-250, рассчитанный на длительное пребывание 6 человек под давлением до 25 кгс/см^2, т.е. на глубине 250 метров водного столба.

Как структурное подразделение ИМБП отдел был создан в 1992 году. Назывался он тогда отделом барофизиологии и водолазной медицины. Первым и бессменным до 2009 года заведующим отделом был Б.Н. Павлов. С ним связано становление отдела, выбор основных направлений деятельности, организация и проведение многочисленных экспериментальных исследований, в которых были получены уникальные результаты,

П.С. Спирьков на центральном пункте управления ГВК-250

ставшие научной основой современных представлений о механизмах воздействия на организм повышенного давления окружающей газовой и водной среды, а также о биологических эффектах инертных газов, используемых в искусственных дыхательных смесях. Кроме того, было научно обосновано применение газовых сред различного состава при выполнении работ под повышенным давлением.

В.В. Смолин

Большую роль в деятельности отдела сыграли патриархи отечественной водолазной медицины В.В. Смолин и Г.М. Соколов. С их именами, с их научными исследованиями и кропотливым трудом в области водолазной медицины связаны успехи в разработке новых газовых смесей для водолазных спусков, режимов компрессии и декомпрессии, обеспечивающих безопасность водолазного труда и направленных на профилактику развития профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний у водолазов. Ими разработана медицинская технология лечения декомпрессионной болезни методом длительного пребывания, позволяющая добиться успешного лечения тяжелых форм заболевания даже при отсроченном начале лечебной рекомпрессии.

В.В. Смолин проводит лечебную рекомпрессию

В соавторстве с Б.Н. Павловым они подготовили целый ряд современных руководств по медицинскому обеспечению водолазных спусков, пользующихся спросом не только у водолазных врачей и специалистов, но и у широкого круга дайверов. На их научных и практических результатах воспитано не одно поколение спецфизиологов и водолазных врачей.

Г.М. Соколов

За время существования отдела выполнено 23 полномасштабных комплексных эксперимента по оценке влияния на организм человека факторов повышенного давления и параметров измененной газовой среды обитания.

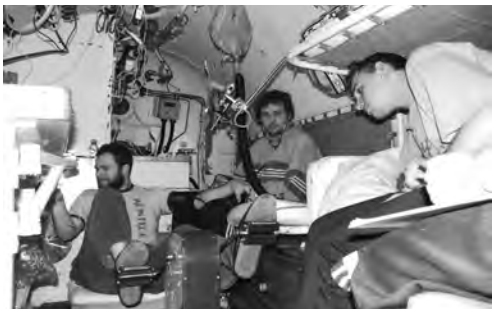
В.В. Смолин (в центре) и Г.М. Соколов (справа) проводят совещание по эксплуатации нового оборудования

Результаты этих исследования способствовали тому, что по приказу ФМБА при клинической больнице ЦМСЧ-119 и на базе отдела барофизиологии и водолазной медицины ИМБП было создано отделение профпатологии водолазов и кессонщиков, которое начало свою работу 30 сентября 2001 года.

Подготовка к эксперименту

Испытания аппарата дыхания подогреваемой кислородно-гелиевой смесью

Испытания аппарата очистки искусственной газовой среды от CO_2



Оценка физической и умственной работоспособности испытателей во время эксперимента в ГВК-250

Испытания аппаратов для дыхания искусственными газовыми смесями кислорода с гелием, аргоном, ксеноном и криптоном

Больной в барокамере, консилиум врачей и инженеров

В отделе был разработан и стал применяться метод лечения декомпрессионной болезни тяжелой и средней степени тяжести и баротравмы легких, основанный на длительном пребывании пострадавшего под давлением в кислородно-азотно-гелиевой среде с продолжительным воздействием повышенного парциального давления кислорода. Этот же метод использовался при отсроченном лечении пациентов с декомпрессионной болезнью. Более 50 человек были излечены таким методом и полностью восстановили свое здоровье, за исключением крайне тяжелых случаев. Инструкция по использованию этого метода лечения была разработана в отделе и утверждена ФМБА в 2001 году. В 2010 году получено свидетельство «Новая медицинская технология лечения декомпрессионной болезни методом длительного пребывания в барокамере» и разрешение на ее использование.

0000758

РАЗРЕШЕНИЕ

«Режимы лечебной рекомпрессии методом длительного пребывания под повышенным давлением»

Разрешение на применение новой медицинской технологии лечебной рекомпрессии

К настоящему времени в ГВК-250 прошли лечение 140 пациентов отделения профпатологии водолазов с различными заболеваниями, в том числе:

– декомпрессионная болезнь – 125 человек (89,3 %);
– баротравма легких – 8 человек (5,3 %);
– сочетание баротравмы легких с декомпрессионной болезнью вследствие разгерметизации самолета – 7 человек (5,0 %).

Высокой оценкой результатов деятельности сотрудников отдела барофизиологии и водолазной медицины Б.Н. Павлова, В. В. Смолина, Г.М. Соколова, П.С. Спирькова, Л.Б. Буравковой стало присуждение им в 2003 году в составе коллектива ИМБП Премии Правительства Российской Федерации за разработку и внедрение комплекса медико-технических средств и методов защиты человека от неблагоприятных факторов среды обитания в замкнутых гипербарических экосистемах.

Лауреаты Премии Правительства РФ на приеме в Кремле

С 2011 года отдел стал называться отделом барофизиологии, баротерапии и водолазной медицины. В

Коллектив отдела. Слева направо, в первом ряду: Л.М. Федорова, М.А. Бойкова, Е.А. Ильинская, К.Е. Баранова; во втором ряду: А.А. Журавлев, В.Н. Ананьев, П.С. Спирьков, Г.М. Соколов, Н.В. Жевнов, Е.А. Французов, Ю.В. Пепеляев

2011 и 2012 годах по заказу ФМБА России сотрудниками отдела были проведены комплексные экспериментальные исследования с участием спортсменов-добровольцев по оценке эффективности использования искусственных дыхательных газовых смесей с кислородом, азотом, аргоном, гелием и ксеноном для повышения физической работоспособности и психоэмоциональной устойчивости спортсменов в период подготовки к соревнованиям и их реабилитации после истощающих нагрузок во время соревнований. Участие в этих исследованиях специалистов других отделов ИМБП позволило не только разработать базовую методику применения искусственных дыхательных газовых смесей в спорте высших достижений, но и получить новые уникальные научные данные, позволяющие приблизиться к раскрытию механизмов биологического действия инертных газов на организм.

Завершая краткий очерк об отделе барофизиологии, баротерапии и водолазной медицины, следует отметить, что в отделе всегда работали очень квалифицированные специалисты, среди которых были врачи, биологи, инженеры, медицинские сестры и лаборанты. Среди тех, кто отдал и отдает барофизиологии и водолазной медицине все свои знания и умения: Б.Н. Павлов, В.Н. Комаревцев, П.С. Спирьков, В.В. Смолин, Г.М. Соколов, В.Н. Ананьев, Л.Б. Буравкова, Е.А. Ильинская, А.Р. Куссмауль, Н.Н. Шереметова, В.П. Николаев, А.И. Дьяченко, Р.Р. Рамазанов, С.Е. Плаксин, Ю.А. Шулагин, М.А. Бойкова, Н.В. Жевнов, К.Е. Баранов, П.В. Эссаулов, Е.А. Андреева, М.Н. Мирюк, Е.А. Логачева, О.В. Родионов, И.Г. Залозных, П.А. Цветинский, Ю.Ф. Никитин, А.В. Девятко, П.Ю. Демидион, А.В. Аникиев, Н.Б. Павлов, М.П. Тугушева, Р.Д. Федоровская, Р.Р. Амиров, Е.А. Плешивцева (Федорова), С.В. Зыкин, М.Е. Тихомирова, Ф.А. Смелов, Е.А. Французов, Д.Б. Емельянцев, Ю.В. Пепеляев, М.А. Скедина, Ю.А. Попова, А.А. Журавлев, которые внесли весомый вклад в развитие барофизиологии, баротерапии и водолазной медицины.

2.8. Отдел молекулярно-клеточной биомедицины

Отдел молекулярно-клеточной биомедицины создан в 2010 году по инициативе научного руководителя Института академика А.И. Григорьева. Заведующий отделом – член-корреспондент РАН И.Б. Ушаков. Отдел является ведущим подразделением ИМБП в области молекулярно-клеточной биологии и медицины. В нем проводятся исследования фундаментальных и отчасти прикладных проблем в области космической деятельности с целью углубленного изучения механизмов действия факторов среды и персонифицированного повышения адаптационных возможностей организма.

Основные задачи включают:

– исследование молекулярно-клеточных механизмов адаптации прогениторных и дифференцированных клеток человека к микрогравитации и измененной газовой среде;

– изучение особенностей межклеточного взаимодействия клеток-предшественников, а также паракринных и сигнальных механизмов внутриклеточной регуляции при изменении микроокружения;

– проведение полетных экспериментов с использованием культивируемых клеток и других биообъектов на орбитальной станции и биологических спутниках;

– сравнительное изучение свойств прогениторных клеток при старении организма и реализации их регенеративного потенциала;

– выполнение совместных с Французским университетом научно-исследовательских проектов в рамках Международной ассоциированной лаборатории, с использованием молекулярно-клеточных, протеомных и интегративных физиологических подходов в изучении дисфункции эндотелия и модификации регуляторных механизмов сердечно-сосудистой системы, индуцированных невесомостью и необычными условиями жизнедеятельности;

– изучение особенностей формирования протеома жидкостей тела здорового человека под воздействием условий орбитальных и межпланетных полетов, оценка медицинских рисков, обусловленных модификациями протеома в этих условиях;

– исследование адаптационных перестроек белковой композиции клеток и жидкостей тела здорового человека под воздействием условий модельных экспериментов;

– исследование состояния жидкостных сред организма здорового человека в космических полетах и при наземном моделировании их условий, разработка принципов и методов контроля и управления уровнем гидратации организма;

– разработка перспективных технологических платформ для качественной и количественной оценки различных частей протеома организма здорового человека;

– исследование молекулярных, клеточных и системных физиологических механизмов механозависимой (в том числе гравитационно-зависимой) пластичности скелетных мышц и развития в них патологического процесса при некоторых социально значимых заболеваниях;

– создание научных основ и участие в разработке новых средств и методов профилактики и коррекции мышечных нарушений, а также разработка и применение клеточно-физиологических и биохимических методов контроля эффективности этих средств в космической и клинической медицине;

– проведение молекулярно-клеточных исследований в рамках российских и международных научных программ.

Комплекс основных методических приемов содержит:

– наземное моделирование факторов космического полета и других экстремальных воздействий на биомоделях различного уровня организации, включая человека;

– использование химических, физических и биологических эффекторов для модуляции физиологических, клеточных и молекулярных процессов;

– разработка и проведение экспериментов на орбитальной космической станции и биологических спутниках;

– выделение и культивирование прогениторных и дифференцированных клеток человека и животных, а также специализированных клеточных линий;

– световая, флюоресцентная, электронная и атомная силовая микроскопия;

– проточная цитофлюориметрия; магнитная сепарация;

– иммуногистохимия;

– препаративная биохимия и иммунохимия (электрофорез, хроматография, вестерн-блоттинг, иммуноферментный анализ);

– анализ дифференциальной экспрессии генов методом ПЦР в реальном времени;

– микрофлюориметрический анализ единичных клеток;

– спектрофотометрические методы;

– обработка данных с помощью программ для захвата и анализа изображения;

– протеомные, биохимические исследования, включающие различные методы разделения и обогащения белковых смесей, протеолитического расщепления белков, масс-спектрометрии;

– физиологические и химические методы оценки объема и состава жидкостных сред организма;

– статистические, морфометрические и биоинформационные методы анализа данных.

Отдел молекулярно-клеточной биомедицины состоит из трех самостоятельных лабораторий:

– клеточной физиологии,

– протеомики,

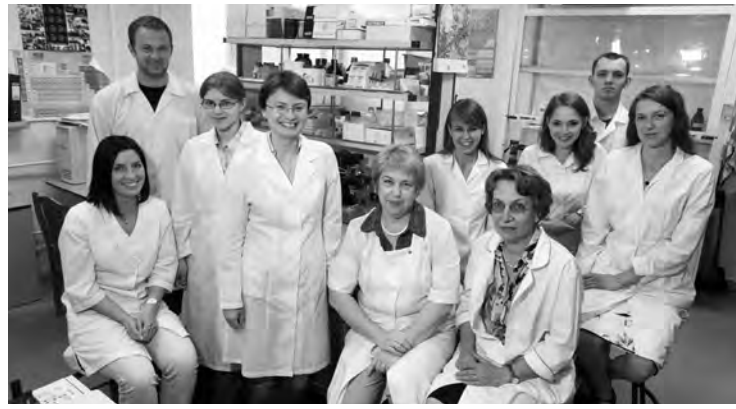
– миологии.

2.8.1. Лаборатория клеточной физиологии

Буравкова Людмила Борисовна, заведующая лабораторией, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН

Лаборатория создана в 2010 г. на базе межотдельческой группы, организованной в 1999 г. по инициативе академика А.И. Григорьева. В настоящее время лаборатория имеет развитую инфраструктуру и оснащена современным оборудованием для выполнения молекулярно-клеточных исследований (световые и флуоресцентные микроскопы, ламинары и CO_2-инкубаторы, мультигазовый инкубатор и гипоксические камеры для работы с газовыми смесями разного состава, проточный цитофлуориметр, оборудование для иммуноферментного анализа и ПЦР, уникальный стенд (desktop RPM) для воспроизведения эффектов микрогравитации in vitro и др.).

В экспериментах, которые проводятся в лаборатории, используются культивируемые клетки человека и животных из различных тканевых источников: эндотелиальные клетки пупочной вены человека (ЭК), мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки (ММСК) из костного мозга и жировой ткани человека и грызунов, гемопоэтические клетки из пуповинной крови человека и костного мозга грызунов, стволовые эмбриональные клетки мышей (ЭСК), лейкоциты периферической крови человека.



Лаборатория клеточной физиологии. Справа налево, сидят в 1-м ряду: н.с., к.б.н. Ю.В. Рылова, в.н.с., к.б.н. Е.Р. Андреева, руководитель лаборатории, д.м.н., проф., чл.-корр. РАН Л.Б. Буравкова; сидит во 2-м ряду: н.с., к.б.н. А.Н. Горностаева; стоят: аспирант 2-го года Е.Г. Рудимов, аспирант 1-го года П.И. Бобылева, с.н.с., к.б.н. О.В. Григорьева, аспирант 2-го года М.В. Погодина, аспирант 3-го года Е.В. Маслова, аспирант 2-го года А.Н. Шубенков

Лаборатория проводит экспериментальные исследования по направлениям:

– механизмы гравичувствительности клеток,
– молекулярно-клеточные эффекты измененной газовой среды,
– механизмы межклеточного взаимодействия,
– клеточные механизмы старения.

При этом решаются следующие задачи:

– анализ функциональных свойств мезенхимальных стволовых и эндотелиальных клеток при моделировании эффектов микрогравитации;
– исследование внутриклеточных механизмов, модификации цитоскелета, сигнальных путей, регуляции дифференцировки при моделировании эффектов микрогравитации;
– влияние космического полета и моделирования опорной разгрузки на мезенхимальные стволовые клетки костного мозга мышей;
– изучение иммуномодуляторных свойств мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток человека;
– разработка технологии получения клеточных препаратов ММСК с использованием пониженного содержания кислорода;
– сравнение свойств ММСК из различных тканевых источников, моделирование эффектов ишемии in vitro на мезенхимальные стволовые клетки;
– исследование взаимодействия мезенхимальных и гемопоэтических прогениторных клеток с целью экспансии in vitro ранних гемопоэтических предшественников;
– оценка эффективности использования ММСК для регенерации костной ткани;
– исследование паракринной регуляции ММСК в различных условиях культивирования;
– механизмы «старения» прогениторных клеток, роль кислорода;
– анализ биосовместимости наночастиц с использованием культивируемых клеток.

Для исследования эффектов моделируемой микрогравитации в лаборатории используются 2 наземные экспериментальные установки: (2D-горизонтальный клиностат и 3D-клиностат Random Positioning Machine – RPM). Изучение особенностей поведения монослоя ЭК при клиностатировании позволило впервые продемонстрировать угнетение пролиферативной активности культивируемых ЭК, реорганизацию архитектуры актиновых филаментов, увеличение концентрации «стрессового» провоспалительного цитокина ИЛ-6, что свидетельствует о высокой гравичувствительности ЭК.

Для ММСК и остеогенных клеток-предшественников различного уровня коммитированности в условиях моделирования микрогравитации впервые показано, что длительная экспозиция подавляет клеточный прирост на начальных этапах воздействия, не влияя при этом на жизнеспособность клеток и экспрессию основных иммунофенотипических маркеров, стимулирует выработку провоспалитель-

ных цитокинов (ИЛ-6 и ИЛ-8). При моделировании эффектов микрогравитации подавляются как начальные, так и терминальные этапы индуцированного остеогенеза прогениторных клеток, а направленная адипогенная дифференцировка культивируемых ММСК и полученных из них коммитированных адипогенных клеток-предшественников не изменяется.

Изучение молекулярных механизмов обнаруженных в ММСК изменений позволило установить, что при моделировании эффектов микрогравитации происходит транзиторное изменение уровня экспрессии структурных и регуляторных генов, связанных с актиновым цитоскелетом. Впервые установлено, что это воздействие приводит к достоверному изменению паттерна экспрессии генов – «маркеров стволовых клеток», в том числе генов, кодирующих белки, принимающие участие во внутриклеточной сигнализации, клеточной адгезии, регуляции пролиферации и дифференцировки стволовых клеток. Коммитирование ММСК к остеогенезу в условиях длительного моделирования эффектов микрогравитации сопровождается снижением уровня экспрессии генов, кодирующих основные маркеры остеогенной дифференцировки клеток, в том числе и ключевого мастер-транскрипционного фактора, контролирующего программу остеогенной дифференцировки ММСК-RUNX2.

В экспериментах с ЭСК мыши, проведенных совместно с Институтом молекулярной генетики РАН, установлено, что чувствительность этих стволовых клеток к клиностатированию возрастает в зависимости от стадий развития клеток: от колоний ЭСК до сформированных эмбриоидных тел, при этом происходит запаздывание начала кардиомиоцитарной дифференцировки, существенное уменьшение количества сокращающихся кардиомиоцитов, а также стимулирование образования клеток ранних стадий нейрональной дифференцировки.

Таким образом, исследование влияния моделируемой микрогравитации на различные типы клеток позволило продемонстрировать наличие гравитационно-зависимых внутриклеточных механизмов, которые обусловливают как ранние, так и поздние ответные реакции. Подтверждена потенциальная возможность включения стволовых клеток и малодифференцированных остеогенных клеток-предшественников в развитие локальных клеточных процессов адаптивной перестройки костной ткани, наблюдаемых в условиях гипокинезии и микрогравитации. Полученные приоритетные данные существенно дополняют имеющиеся теоретические представления о механизмах восприимчивости клеток к изменению параметров гравитационной среды, по крайней мере, в условиях in vitro и о роли актинового цитоскелета как базовой структуры клеток, в том числе и стволовых, в качестве гравитационно-сенсорной клеточной структуры.

Результаты, полученные в этих исследованиях, могут служить основой для использования ММСК костного мозга человека, а также производных от них коммитированных клеток-предшественников в качестве удобной экспериментальной модели для изучения процессов дифференцировки стволовых клеток в условиях изменения параметров гравитационной среды, а также механизмов клеточной механочувствительности.

Значительное место в деятельности лаборатории занимают исследования, связанные с реакцией клеток на изменение газового состава среды в их микроокружении, для чего специально была разработана и апробирована тест-система, позволяющая изучать такие эффекты. Впервые было установлено, что кислородный стресс (гипоксия или гипероксия) вызывает в ЭК человека увеличение экскреции ИЛ-6 и фактора роста эндотелия сосудов во внеклеточную среду и уменьшение экспрессии молекул адгезии; при этом выявлена кумулятивная зависимость от времени и кратности экспозиций в измененной газовой среде.

Впервые изучена динамика изменения внутриклеточного pH и внутриклеточного уровня активных форм кислорода при постепенном изменении парциального давления кислорода в среде. Было обнаружено повышение внутриклеточного pH и АФК в макрофагах мыши и ЭК человека в условиях нарастающей гипоксии. Кроме того, оказалось, что эти типы клеток отличаются по устойчивости к воздействию гипоксии и последующей реоксигенации. Впервые показаны различия в динамике изменений внутриклеточных параметров в зависимости от использованного для создания гипоксии in vitro индифферентного газа (N_2/Ar).

Особое внимание в работе лаборатории уделяется молекулярно-клеточным механизмам реакции малодифференцированных клеток, таких как ММСК, на гипоксическое воздействие. Показано, что при культивировании ММСК костного мозга крыс в условиях гипоксии снижается степень их морфологической гетерогенности, стимулируется пролиферация, возникает цитопротекторный эффект, а также модулируются ранние этапы их остеогенной, но не адипогенной дифференцировки при сохранении характерного для ММСК иммунофенотипа. Впервые при длительном культивировании (более 20 пассажей) ММСК выявлена субселекция морфологически гомогенных линий клеток со стабильным иммунофенотипом, пролиферативной активностью и различным остеогенным дифференцировочным потенциалом. Показано, что в условиях 96-часовой аноксии в культурах ММСК костного мозга крыс сохраняется морфология и иммунофенотип клеток, их способность к пролиферации, а также возможность начальных этапов остеогенной и адипогенной дифференцировки. Начальные стадии повреждения обусловлены апоптозом, в то время как при более длительном аноксическом воздействии основным повреждающим механизмом становится некроз.

Сотрудники лаборатории одними из первых среди исследователей, применяющих гипоксическое воздействие при культивировании клеток, использовали протокол постоянной экспансии ММСК при низких концентрациях O_2. Впервые было проанализировано влияние постоянного воздействия различного содержания кислорода (20 %, 5 %, 3 %, 1 %) на морфофункциональное состояние ММСК и метаболизм глюкозы, а также проведен сравнительный анализ дифференциальной экспрессии генов при различном содержании кислорода в среде культивирования. Установлено, что снижение гетерогенности популяции ММСК и уменьшение «стареющих» клеток при культивировании в условиях пониженного содержания кислорода (5–1 % O_2) сопровождается изменением экспрессии генов структур-

ных и регуляторных белков цитоскелета. Продемонстрирован стимулирующий эффект пониженного содержания кислорода в среде (5 % O_2) на пролиферацию, что соотносится с изменением экспрессии регуляторов клеточного цикла, а также замедлением остео- и адиподифференцировки ММСК. Обнаружена обратимость изменений, вызванных пониженной концентрацией кислорода в среде. Впервые показано, что культивирование ММСК при пониженной концентрации кислорода приводит к уменьшению потребления глюкозы клетками и увеличению молярного соотношения лактата/глюкозы, что сопровождается снижением трансмембранного потенциала митохондрий и увеличением экспрессии генов, кодирующих все ферменты гликолитического расщепления глюкозы, что можно охарактеризовать как гликолитический сдвиг в продукции АТФ.

Результаты, полученные при изучении ММСК в условиях гипоксического стимула, имеют важное фундаментальное значение с точки зрения участия этих клеток в поддержании тканевого гомеостаза и вовлечения в процессы репарации. Кроме того, проведенные исследования позволили продемонстрировать, что содержание кислорода в среде культивирования может быть использовано как фактор, модулирующий свойства ММСК, что важно для дальнейших прикладных исследований в области физиологии прогениторных клеток. Полученные данные демонстрируют возможность поддержания недифференцированного статуса активно пролиферирующей популяции ММСК в условиях пониженного содержания кислорода, что может иметь большое значение для использования в тканевой инженерии и регенеративной медицине.

Для исследования взаимодействия гемопоэтических и стромальных клеток используется модель сокультивирования ММСК и популяции мононуклеарных клеток пуповинной крови (пкМНК), содержащей гемопоэтические стволовые клетки (ГСК), при различном содержании кислорода в среде. Концентрация O_2 оказалась существенным фактором, определяющим особенности экспансии пкМНК ex vivo в присутствии ММСК. Показано, что ММСК могут эффективно поддерживать жизнеспособность гемопоэтических предшественников из пуповинной крови различной степени коммитированности, причем при низкой концентрации O_2 происходит значительное обогащение популяции недифференцированными предшественниками и преимущественное развитие определенных гемопоэтических ростков. Полученные результаты представляются важными как в связи с тем, что направленная экспансия предшественников гемопоэтических клеток ex vivo может иметь важное значение для нужд регенеративной медицины, так и с точки зрения исследования фундаментальных физиологических механизмов гемопоэза, в частности функционирования гемопоэтических ниш.

Исследование иммуномодуляторного потенциала ММСК при низком содержании O_2 позволило впервые показать усиление супрессивного эффекта, выраженность которого зависит от фазы роста ММСК. Впервые обнаружен сдвиг цитокинового профиля в кондиционированной среде при сокультивировании ММСК и МНК в сторону противовоспалительного при пониженном содержании кислоро-

да. Полученные результаты вносят существенный вклад в представление о том, как будут реализовываться иммуномодуляторные свойства ММСК в условиях, приближенных к физиологическим. На основании полученных данных можно заключить, что введению ММСК in vivo должны предшествовать эксперименты по взаимодействию клеток возможного донора и реципиента in vitro, которые следует проводить при пониженном содержании кислорода.

Особенности возрастной физиологии клеток исследуются в лаборатории на примере ММСК из костного мозга крыс разного возраста, экспансия которых проводится при 20 % и 5 % O_2. Выявлены неблагоприятные изменения, связанные со старением: снижение пролиферативного и остеогенного потенциала, увеличение доли адипоцитов после индуцированной адиподифференцировки и доли «стареющих» клеток с бета-галактозидазной активностью с увеличением возраста животного (1 → 19 мес). Экспансия при концентрации O_2, близкой к физиологической, позволила «сгладить» эти различия, сместив исследованные показатели к значениям, характерным для клеток молодых животных. При введении аллогенных ММСК животных разного возраста, экспансия которых была проведена при 20 % O_2, в зону экспериментального перелома малоберцовой кости, показано достоверно большее увеличение коэффициента утолщения костной мозоли и доли хрящевой ткани при введении клеток от молодых крыс, что способствовало надежной фиксации отломков и успешной репарации. Проведенный детальный анализ репаративного потенциала ММСК из костного мозга животных разного возраста вносит существенный вклад в исследование важнейшего вопроса физиологии – возрастных изменений популяции прогениторных клеток.

С научно-практической точки зрения, проведенные исследования продемонстрировали возможность получения в короткие сроки большего числа ММСК благодаря постоянному культивированию при 5 % кислорода, независимо от возраста донора. Использование таких условий культивирования позволяет положительно изменить функциональные характеристики ММСК от старых животных. На основании полученных данных предложен способ стимуляции процесса репарации трубчатой кости у млекопитающих, включающий введение в область перелома предкультивированных в гипоксических условиях ММСК.

Разработка и осуществление космических экспериментов занимает особое место в работе лаборатории. В течение нескольких космических миссий на борту Международной космической станции был осуществлен проект «Межклеточное взаимодействие», специально для которого была разработана укладка «Фибробласт». В этом проекте впервые проведено изучение цитотоксической активности изолированных лимфоцитов – естественных киллеров периферической крови человека in vitro в условиях космического полета. Показано, что микрогравитация не подавляет межклеточные взаимодействия лимфоцитов и клеток-мишеней (К-562).

В рамках программы биоспутника «Бион-М» № 1 (2013) осуществляется проект «Изучение пролиферативного и дифференцировочного потенциала стволовых

клеток костного мозга мышей», направленный на изучение состояния гемопоэтических и мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток и их коммитированных потомков из костного мозга мышей C57black/6 после длительного (30-суточного) космического полета на биоспутнике «Бион-М» № 1. Результаты этого исследования, характеризующие пролиферативную активность прогениторных клеток и их способность к дифференцировке, а также особенности паракринной регуляции взаимодействия стромальных и гемопоэтических клеток после космического полета и модельных экстремальных воздействий, будут представлять значительный интерес как с точки зрения исследования фундаментальных механизмов адаптации стволовых и прогениторных клеток, так и для поиска подходов к разработке мероприятий по компенсации возможных нарушений.

Для решения проблем, связанных с проведением медико-биологических космических экспериментов с использованием клеток in vitro, наиболее перспективным подходом является разработка и создание полностью автономных, программируемых, малогабаритных «приборов-роботов». Например, для проведения космического эксперимента «Биосигнал» был разработан прибор «Флюор-К», который предназначен для регистрации динамики дифференциального флуоресцентного сигнала нано- и микрообъектов органической и неорганической природы (суспензированные клеточные органеллы, клетки человека и животных, одноклеточные водоросли, бактерии, флуоресцирующие коллоидные растворы различной природы) в малых объемах. Параллельно с основными измерениями регистрируются температура и ускорения. Прибор успешно прошел испытания, во время которых была отработана схема эксперимента и подобраны условия, способствующие наибольшей жизнеспособности культивируемых клеток.

Лаборатория активно участвует в выполнении плана фундаментальных исследований ИМБП, программах ОБН РАН, ОФФМ РАН и Президиума РАН. Сотрудники лаборатории выполняют проекты РФФИ, участвуют в многолетнем гранте Президента РФ по поддержке «Ведущих научных школ» (научный руководитель – академик А.И. Григорьев), принимают участие в работе ассоциированной российско-французской лаборатории «CaDyWEC», контрактах с Минобрнаукой, Роскосмосом, ЦСКБ «Прогресс», международных проектах и контрактах.

О.В. Григорьева, Ю.Г. Гершович, П.М. Гершович были награждены в 2011 году Премией и медалями РАН для молодых ученых.

Молодые ученые лаборатории проходят стажировку в Германии, Франции, США. В лаборатории стажировались студенты из Франции и США.

Пятеро сотрудников лаборатории стали лауреатами Премии им. А.В. Лебединского (О.В. Григорьева, Н.В. Константинова, Ю.Г. Гершович, П.М. Гершович, О.О. Ударцева).

Результаты исследований коллектива лаборатории отражены в более чем 100 публикациях в ведущих отечественных и зарубежных рецензируемых журналах, 5 главах в коллективных монографиях, неоднократно доложены на международных и российских научных мероприятиях. Реализованные в лаборатории проекты, направленные на исследование фундаментальных механизмов адаптации клеток к воздействию экстремальных факторов, обеспечили «плацдарм» для разработки подходов к возможности использования полученных результатов в интересах клеточной терапии и регенеративной медицины, о чем свидетельствуют 9 патентов, полученных по результатам этих разработок. Патенты, представлявшиеся на международных инновационных форумах, награждены дипломами и медалями и дважды входили в список 100 лучших изобретений России.

2.8.2. Лаборатория протеомики

Лаборатория протеомики создана в ИМБП в 2010 году по личной инициативе и при поддержке вице-президента Российской академии наук академика Анатолия Ивановича Григорьева. Протеомика – это новая молодая наука XXI века, начавшая бурно развиваться после завершения полной расшифровки генома человека, в котором с помощью универсального нуклеотидного кода записана информация о всех белках организма. Протеомика изучает структуру, функцию, взаимодействие и модификации всего комплекса белков организма, всех его клеток, тканей и биологических жидкостей. Сейчас протеомика находится на передовом крае науки, с ее успехами связывают надежды на раннее предсказание и излечение онкологических заболеваний, на создание новых высокоэффективных, «адресных» (по отношению к очагу того или иного нарушения в организме) лекарств. В России утверждена Межведомственная Программа «Протеомика в медицине и биотехнологии» (2007–2011 гг.), давшая толчок для развития протеомики в институтах РАН, РАМН, Министерства эдравоохранения.

Сотрудники лаборатории. Слева направо, в первом ряду: И.М. Ларина, зав. лабораторией, д.м.н., профессор, Л.Х. Пастушкова, с.н.с., к.б.н.; во втором ряду: О.П. Трифонова, к.б.н., м.н.с., И.В. Доброхотов, к.м.н., н.с., О.М. Веселова, к.б.н., м.н.с.

Следует сказать, что исследования белков – этой, по Энгельсу, основы жизни, велись на протяжении всего XX века, однако непреодолимым препятствием к расширению и углублению исследований было несовершенство имеющихся в распоряжении ученых методов. И хотя масс-спектрометрия сложных органических молекул была известна физикам и физхимикам еще с 10-х годов XX века, она не применялась в изучении белков, так как основывалась на изучении структуры при

полном разрушении, до атомов, анализируемого вещества. Однако после 1987 года, когда Карас, Бахман, Бар и Хилленкамп изобрели метод ионизации лазерной десорбцией при содействии матрицы (MALDI), позволяющий исследовать белки, не разрушая их до атомов, протеомика получила мощную техническую базу и начала ускоренно развиваться.

Лаборатория протеомики в ИМБП и была создана, чтобы участвовать в этих исследованиях, прежде всего, в интересах космической медицины. С момента создания лабораторией руководит д.м.н, профессор Ирина Михайловна Ларина. До этого она 10 лет руководила лабораторий обмена веществ и иммунологии. Вместе с ней новое направление исследований сейчас развивают д.м.н. Виктор Борисович Носков, к.б.н. Людмила Ханифовна Пастушкова, к.м.н. Игорь Владимирович Доброхотов, к.б.н. Оксана Петровна Трифонова, молодые аспиранты и исследователи.

Следует отметить, что, развивая данное направление исследований, научный руководитель Института (А.И. Григорьев) и заведующая лабораторией изначально опирались на привлечение к работе талантливой молодежи. Трое из первых наборов аспирантов и соискателей уже защитили диссертации по протеомике.

Лаборатория оборудована специальными приборами для протеомных работ, которые выполняются как на основе масс-спектрометрии, так и двумерного электрофореза и жидкостной хроматографии. В частности, лаборатория оборудована ClinProt роботом для автоматизированной подготовки образцов с помощью магнитных частиц. Этот робот позволяет очень точно, по специальной программе, провести внесение в блоки ячеек большого числа исследуемых образцов, инкубацию белковой смеси с различными видами магнитных частиц, их отмывку. Кроме того, в лаборатории имеется масс-спектрометр MALDI TOF/TOF; комплект оборудования 2D PAGE (двумерный электрофорез в полиакриламидном геле), включая денситометр для гелей и специализированное программное обеспечение для анализа белковых пятен на электрофореграмме. В настоящее время Академией наук в лабораторию приобретен масс-спектрометр MaXis 4G в комплекте с жидкостным хроматографом высокого давления, который позволяет проводить идентификацию белков в сложных биологических смесях с высокой точностью и производительностью.

С момента основания основным направлением работ лаборатории протеомики являются исследования белкового состава жидкостей тела здорового человека в экстремальных условиях его жизнедеятельности, в том числе изменения протеома после космического полета и модельных исследований.

Частными задачами при этом являются изучение адаптивной вариабельности протеома жидкостей тела; влияние неблагоприятных условий жизнедеятельности на протеом крови и мочи здорового человека; влияние условий, моделирующих на Земле физиологические эффекты космических миссий на околоземной орбите, на протеом жидкостей тела. Субъектами исследований являются здоровые добровольцы, участники модельных экспериментов, космонавты, их дублеры, а объектами изучения – образцы крови, мочи, пробы конденсата выдыхаемого воздуха.

Лаборатория выполняет КЭ «Протеом крови и мочи», «Протокон» с участием российских космонавтов.

Протеомные методы в совокупности с биоинформационными исследованиями выявили, что после космического полета в моче космонавтов наблюдались 430 белков, из них 18 белков, принадлежащих почкам и мочевыводящим путям. Обнаружено, после полета повышалась концентрация афамина, аминопептидазы А и анвапорина-2, которые не выявлялись в составе протеома мочи при обычных физиологических условиях. На основании этих результатов можно предположить, что после полета происходит активизация мембранных рецепторов, а также усиление формирования экзосом клетками мочеполовой системы, которые и высвобождают в мочу мембранные белки. Таким образом, эти результаты дают новые представления о тонких биохимических механизмах реадаптации почек и мочевыводящей системы после космического полета.

Организационно исследования лаборатории выполняются в рамках программ президиума РАН, отделений биологических наук и фундаментальной физиологии и медицины, грантов Президента РФ поддержки ведущих научных школ (грант акад. А.И. Григорьева), грантов РФФИ (инициативных, междисциплинарных, ориентированных фундаментальных исследований), гранта ассоциированной российско-французской лаборатории «CaDyWEC» (организована в 2010 г.). Лаборатория протеомики ИМБП являлась участником проекта «THESEUS» 7-й Рамочной программы Европейского научного сообщества. Лаборатория опирается на активную поддержку научной кооперации как в России (Москве, Новосибирске, Санкт-Петербурге), так и развивает международное сотрудничество с коллегами из протеомных центров Люксембурга (Proteomics department of Centre de Recherche Public-Santé), Канады (University of Victoria, UVic GBC Proteomics Centre), Франции (University of Angers).

Основные научные результаты лаборатории протеомики отражены в более чем 30 публикациях в отечественных периодических изданиях. В том числе, сотрудниками лаборатории опубликованы статьи и в зарубежных высокорейтинговых журналах (Acta Astronautica, Expert Rev. Proteomics, Eur. J. Appl. Physiol., Open Journal of Nephrology, Aviation, Space, and Environmental Medicine, PLOS ONE). Сотрудники лаборатории участвуют в международных конференциях и съездах по тематикам молекулярной биологии, в том числе в Международной организации по изучению протеома человека (HUPO). К настоящему времени интеллектуальная собственность, полученная в лаборатории, защищена 3 патентами РФ.

2.8.3. Лаборатория миологии

Лаборатория миологии входит в состав отдела молекулярно-клеточной биомедицины, проводит исследования скелетных мышц млекопитающих на тканевом, клеточном и молекулярном уровнях; выполняет исследования с участием человека и эксперименты на животных (грызунах и нечеловекообразных приматах).

Задачи лаборатории:

– исследование молекулярных, клеточных и системных физиологических механизмов механозависимой (в том числе гравитационно-зависимой) пластичности скелетных мышц человека и животных;

– анализ нейрогенных и внутриклеточных сигнальных путей, определяющих состояние и свойства мышечных волокон при изменении их механической активности;

Шенкман Борис Стивович, заведующий лабораторией, доктор биологических наук

– исследование клеточных и молекулярных механизмов мышечного тонуса;

– выявление молекулярных механо- и гравирецепторных систем в волокнах скелетных мышц;

– исследование молекулярных и клеточных механизмов развития патологического процесса при некоторых социально значимых заболеваниях скелетных мышц; разработка и применение клеточно-физиологических и биохимических методов контроля эффективности средств и методов профилактики и коррекции мышечных нарушений в космической и клинической медицине;

– научное обоснование и участие в разработке новых и модернизации существующих средств и методов профилактики и коррекции мышечных нарушений.

Коллектив лаборатории миологии: сидит: Шенкман Борис Стивович – заведующий лабораторией, д.б.н.; стоят, слева направо: Пьяниченко Кирилл Семенович – ст. лаборант, Немировская Татьяна Леонидовна – в.н.с., д.б.н., Белова Светлана Павловна – м.н.с., Мирзоев Тимур Мазаришарифович – н.с., Ломоносова Юлия Николаевна – н.с., к.б.н., Туртикова Ольга Владимировна – с.н.с., Алтаева Эржена Григорьевна – н.с., к.б.н., Вельчинская Наталья Александровна – м.н.с.

Лаборатория миологии появилась в структуре ИМБП в 2001 году, однако ее история началась несколько раньше. В 1994 году в лаборатории сенсомоторной физиологии по инициативе И.Б. Козловской была создана группа, первоначально не имевшая названия, но начавшая исследования структурных характеристик скелетных мышц в экспериментах на обезьянах («Бион-10» и «Бион-11») и в исследованиях с участием человека. Сначала группа не имела своей аппаратурной базы и проводила исследования на базе кафедры гистологии ММА им. И.М. Сеченова, а электронно-микроскопические работы выполнялись на базе Института трансплантологии и искусственных органов РАМН. Группа, состоявшая сначала из 4–5 человек, была преимущественно молодежной по составу, руководил ею к.б.н. Б.С. Шенкман. Исследовались морфологические изменения скелетных мышц у испытателей в экспериментах с СИ (1995), с «женской» гипокинезией (1994) и с 120-суточной гипокинезией с использованием костюма «Пингвин» (1997–1998). Определяли соотношение и размеры мышечных волокон медленного и быстрого типов, уровень капилляризации мышц, оценивали качественный уровень окислительных возможностей волокон. Электронно-микроскопические исследования ограничивались первоначально качественным описательным анализом (В.И. Степанцов), однако с приходом в группу М. Мазина появились первые количественные результаты. Биопробы получали, в основном, путем игольчатой биопсии латеральной головки четырехглавой мышцы бедра. Однако и с таким ограниченным по меркам того времени методическим арсеналом группе удавалось получать новые факты, представлявшие интерес для мирового научного сообщества. Так, было обнаружено значительно ускоренное по сравнению с АНОГ развитие атрофии мышечных волокон в условиях СИ, были получены данные о глубоких различиях в изменениях медленных и быстрых мышц и медленных и быстрых волокон в условиях реального космического полета (на обезьянах) и при гипокинезии.

Эти и другие факты вошли в огромный арсенал доказательств теории И.Б. Козловской о ведущей роли опорной афферентации в гравитационных механизмах обеспечения двигательной функции и о различных стратегиях пластичности «тонического» и «быстрого» компонентов двигательной системы. Развивалась и материальная база группы. В 1997 году группа переехала на базу ИМБП «Хорошевское шоссе», появилось новое оборудование, преимущественно морфологического характера. Развивались международные контакты. В рамках проекта «Бион» установились прочные связи с французскими лабораториями Y. Mounier, D. Desplanches, J.-F. Marini, с американскими коллегами V.R. Edgerton, R.R. Roy, S. Bodine, M. Clarke, D. Feeback. Проводились совместные исследования с японскими коллективами T. Yoshioka, Y. Ohira, T. Mano. Результаты постоянно представлялись на международных симпозиумах Общества гравитационной физиологии, Международной астронавтической академии, на Европейских конференциях по миологии. Особенно пристальный интерес вызвали исследования биоптатов мышц космонавтов, взятые после длительных полетов (сначала латеральной головки четырехглавой мышцы бедра, а затем и камбаловидной мышцы). Было

показано, что атрофия волокон мышц бедра может быть почти полностью предотвращена при строгом выполнении всей программы профилактических физических нагрузок.

С 1993 года развивалось сотрудничество с блестящими школами Г.А. Наследова и К.Б. Шаповаловой. В совместном исследовании с лабораторией Г.А. Наследова было впервые выдвинуто предположение о возможном накоплении ионов кальция в мышечном волокне в условиях гравитационной разгрузки. В экспериментах с К.Б. Шаповаловой была показана принципиальная возможность супраспинальной регуляции мышечного фенотипа.

В 1997 года группа была преобразована в сектор миологии в рамках лаборатории сенсомоторной физиологии. Сектором по-прежнему руководил Б.С. Шенкман. Большую роль в преобразования группы в сектор сыграла Т.Л. Немировская, которая ввела в практику работы коллектива исследования сократительных свойств изолированных волокон. С 2001 года, когда сектор стал лабораторией миологии, началось активное внедрение иммуногистохимических методов выявления изоформ сократительных и регуляторных белков; все больше экспериментов ставилось на лабораторных грызунах с использованием стандартной модели «антиортостатического вывешивания».

Первым цитоскелетным белком, выявленным в лаборатории иммуногистохимическим методом, был дистрофин – примембранный белок, препятствующий выходу белковых молекул из мышечного волокна. Н. Гасниковой было установлено, что дистрофин «уходит» из мембранной зоны в условиях моделирования невесомости, что потом сказывается в остром периоде восстановления, когда резко увеличивается проницаемость клеточных мембран для белковых молекул.

С 2002 года лаборатория принимала участие в государственной программе Министерства науки РФ, направленной на разработку методов повышения работоспособности, участвовала в исследованиях эффектов сплайс-вариантов инсулиноподобного фактора роста, эффектов креатина и низкочастотной электростимуляции, исследованиях роли опорного стимула в поддержании структуры и метаболизма мышц. В 2002 году Т.Л. Немировская и Б.С. Шенкман представили данные о предотвращении атрофических изменений скелетных мышц при имитации невесомости с помощью искусственной опорной платформы. В 2002 году были начаты совместные работы с лабораторией структуры и функции мышечных белков Института теоретической и экспериментальной биофизики РАН (зав. д.б.н., проф. З.А. Подлубная). В этих работах, опубликованных практически одновременно с аналогичными исследованиями французских авторов, было впервые показано, что важнейшие цитоскелетные белки, влияющие на мышечный тонус, – титин и небулин – в значительной степени деградируют уже в первую неделю моделирования невесомости у крыс.

В 2001–2002 годы лаборатория участвовала в комплексном эксперименте по исследованию эффектов опорной стимуляции у человека на фоне кратковременной СИ. В этом эксперименте впервые были получены прямые доказательства,

что применение повторной стимуляции опорных зон стоп на фоне гравитационной разгрузки (СИ) позволяет предотвратить атрофические изменения мышечных волокон, снижение их силы и кальциевой чувствительности, деструкцию цитоскелетных белков (совместно с З.А. Подлубной и И.М. Вихлянцевым). Это подкрепило теорию опорной афферентации И.Б. Козловской.

С приходом в лабораторию К.С. Литвиновой, Э.Г. Алтаевой, О.В. Туртиковой, А.М. Мухиной начались интенсивные исследования механизмов изменений ростовых процессов при разгрузке и хроническом растяжении на ее фоне; научились выявлять некоторые маркеры сателлитных клеток. Под руководством Б.С. Шенкмана и Т.Л. Немировской была проведена серия исследований по изучению афферентных влияний на атрофируемую мышцу: проанализировано влияние флексора-антагониста на интенсивность атрофических процессов, состояние цитоскелетных белков и изменение экспрессии изоформ миозина в камбаловидной мышце крысы при моделировании гравитационной разгрузки.

В биоптатах камбаловидной мышцы, полученных после длительных космических полетов (К.С. Литвинова, И.Н. Чистяков, Н.М. Фокина) некоторых членов российских экипажей МКС, были выявлены некоторые изменения сократительных свойств изолированных волокон, экспрессия Са-АТФазы саркоплазматического ретикулума и изменения морфологических характеристик камбаловидной мышцы.

С 2005 года в лаборатории начались интенсивные исследования процессов внутриклеточной сигнализации в волокнах скелетных мышц при гравитационной разгрузке. Новые сотрудники – Е.В. Качаева, Е.А. Лысенко, Ю.Н. Ломоносова, Т.А. Лейнсоо – быстро освоили методики вестерн-блоттинга и количественного ПЦР в реальном времени. Анализ сигнальных путей стал одним из основных направлений работы лаборатории. Был получен ряд данных, позволяющих оценить динамику сигнальных процессов при развитии гипогравитационной атрофии мышц, а также по-новому оценить значимость изменений некоторых важных сигнальных путей в мышце в этих условиях. С 2008 г. начались исследования биофизических механизмов снижения сократительных свойств волокон с использованием новых методов, в том числе атомной силовой микроскопии. Определенный вклад в эти исследования внесла И.В. Огнева. Было впервые показано снижение поперечной жесткости ряда компонентов мышечного волокна (Z и М-дисков, в меньшей степени – костамеров и полусаркомерных участков) при гравитационной разгрузке, причем в экспериментах с СИ была выявлена высокая зависимость изменений этих показателей от стимуляции опорных зон стоп.

Начиная с 2004 года проводятся исследования по оценке роли накопления базального кальция в миоплазме мышечных волокон применительно к развитию атрофических процессов. Интенсивно развивается сотрудничество с лабораторией И.И. Кривого в Санкт-Петербургском государственном университете, а также с коллективом, возглавляемым академиком Е.Е. Никольским в Казанском институте биохимии и биофизики РАН и в Казанском государственном медицинском университете.

В 2007 году сотрудники лаборатории принимали активное участие в исследованиях по программе «Фотон-М» № 3. Были проведены эксперименты с монгольскими песчанками как после космического полета, так и после наземных модельных экспериментов.

В последние годы особое внимание коллектив лаборатории уделяет проблеме модуляции сигнальных путей, а также сигнальных систем защитного действия. Исследуются пути регуляции белкового метаболизма (зависимые от оксида азота и белков теплового шока) в условиях разгрузки. В связи с этими работами развивается сотрудничество с лабораторией D. Blottner в Берлинском медицинском университете Шарите.

Начиная с 2005 года сотрудники лаборатории проводят совместную работу с Клиникой нервных болезней 1 МГМУ (ММА) им. И.М. Сеченова (академик РАМН Н.Н. Яхно, проф. О.Е. Зиновьева) по анализу патогенеза алкогольной миопатии, возникающей у 40 % людей, страдающих хроническим алкоголизмом. Оказалось, что в отличие от атрофии при гравитационной разгрузке, при алкогольной миопатии атрофия затрагивает преимущественно волокна II «быстрого» типа и характеризуется избирательным поражением сигнальных систем, контролирующих синтез белка.

Все изложенное свидетельствует о вкладе, который сотрудники лаборатории миологии вносят в решение проблем космической биологии, физиологии и медицины, а также фундаментальной науки.

2.9. Отдел радиационной безопасности пилотируемых космических полетов

Петров Владислав Михайлович, заведующий отделом и лабораторией, к.ф.-м.н.

Отдел является ведущим подразделением в области исследования радиобиологических и радиационно-физических основ обеспечения радиационной безопасности экипажей пилотируемых комплексов и реализации научных разработок в интересах текущих и перспективных космических полетов.

Основные задачи:

– теоретические и экспериментальные исследования радиационных условий на трассах полета и внутри пилотируемых космических аппаратов;

– разработка методов оценки радиационной нагрузки на организм космонавтов, элементы и конструкции КК в длительных полетах;

– исследование биологических эффектов, возникающих в организме при воздействии ионизирующих и неионизирующих излучений в космическом пространстве, в том числе при комбинированном воздействии факторов космического полета;

– совершенствование критериев и норм обеспечения радиационной безопасности экипажей пилотируемых КК в условиях воздействия ионизирующих и неионизирующих излучений;

– оперативное обеспечение радиационной безопасности экипажей пилотируемых КК, включая разработку научно-методических основ этой деятельности.

Отдел радиационной безопасности пилотируемых космических полетов ИМБП состоит из четырех лабораторий:

– лаборатория исследования воздействия радиационных факторов космического полета на безопасность экипажа (к.ф.-м.н. В.М. Петров);

– лаборатория мониторинга радиационных условий среды обитания в КК (д.т.н. В.В. Цетлин);

– лаборатория методов и средств обеспечения радиационной безопасности при космических полетах (к.ф.-м.н. В.А. Шуршаков);

– лаборатория радиобиологии тяжелых ионов (д.м.н. проф. А.А. Иванов).

Эксперименты с детекторами заряженных частиц на первых российских и американских искусственных спутниках Земли привели к открытию радиационных поясов Земли и последующему интересу к другим источникам космической радиации – солнечным и галактическим космическим лучам. Осенью 1963 года С.П. Королев определил основные цели и задачи космических исследований по этой проблеме, включая задачу разработки системы радиационной безопасности при пилотируемом полете на Марс. Понимание объема задач по медико-биологическому обеспечению человека в космическом полете, чрезвычайно высокой ответственно-

Цетлин
Владимир Владимирович

Шуршаков
Вячеслав Александрович

Иванов
Александр Александрович

Сотрудники лаборатории методов и средств обеспечения радиационной безопасности при космических полетах. Слева направо: Шуршаков Вячеслав Александрович, Иванова Ольга Алексеевна, Толочек Раиса Владимировна, Ионов Андрей Владиславович, Смелова Светлана Федоровна, Никаноров Алексей Геннадьевич

сти за полученные результаты и их эффективное использование в практике пилотируемой космонавтики привели к тому, что в декабре 1963 года академик АМН СССР Андрей Владимирович Лебединский был назначен первым директором ИМБП. Одновременно в ИМБП из Института биофизики Минздрава СССР были переведены: Ю.Г. Нефедов, Ю.Г. Григорьев, Е.Е. Ковалев, Н.И. Рыжов. Юрий Герасимович Нефедов стал первым заместителем директора (приказ от 31 января 1964 года).

В феврале 1964 года был создан сектор № 3, который занялся решением вопросов радиационной безопасности текущих космических полетов, полетов к Луне, длительных пилотируемых орбитальных полетов и возможной марсианской экспедиции. Григорьев Юрий Григорьевич был назначен руководителем сектора 3, включающим 8-й – радиобиологический отдел и 9-й – физический отдел.

На эти отделы было возложено решение следующих задач:

– систематизация информации о радиационных источниках в космосе;

– изучение закономерности прохождения излучений космического пространства через вещество и формирования доз в теле человека;

– особенности использования в системах КК перспективных (в первую очередь, ядерных) источников энергии и средств и методов защиты человека от излучения;

– разработка методов и средств бортовой и индивидуальной дозиметрии на КК;

– научно-методическое оснащение и организация работ по оперативному обеспечению радиационной безопасности экипажей пилотируемых КК;

– обобщение радиобиологической информации и формирование перечня медицинских, биологических и биофизических проблем, решение которых необходимо для оценки радиационной опасности космических полетов;

– разработка и реализация экспериментальных и теоретических исследований по радиобиологическим и инженерно-физическим аспектам проблемы радиационной безопасности космических полетов человека;

– разработка и реализация средств и методов физической и биологической защиты от радиации в космическом полете;

– разработка принципов нормирования радиационного воздействия в космическом полете, подготовка и выпуск нормативов по радиационной безопасности в космическом полете.

Решать вопросы радиационной безопасности на Земле и в условиях космических полетов без постановки широких специальных исследований практически невозможно. Поэтому в структуре сектора № 3 был сформирован радиобиологический отдел 8, призванный проводить исследования, необходимые для решения вопросов радиационного нормирования и обеспечения радиационной безопасности, и отдел 9, руководимый Е.Е. Ковалевым, для проведения всего комплекса радиационно-физических исследований. Отдел 8 был укомплектован опытными специалистами: Н.И. Рыжовым, Г.Ф. Невской, Б.А. Маркеловым, С.А. Раевской, Г.А. Аврунинoй, Н.И. Арлащенко, М.Г. Петровниным, В.И. Ефимовым, Т.П. Цесарской, А.В. Илюхиным, Ю.В. Фарбером, М.П. Каландаровой, В.Г. Горловым, Ю.П. Дружининым, В.Г. Высоцким, Д.Ф. Герцуским. Отдел 9 был укомплектован высококвалифицированными специалистами из Института биофизики Минздрава СССР, Московского инженерно-физического института, МГУ и других учреждений. В структурах отделов 8 и 9 для решения поставленных проблемных задач были созданы профильные лаборатории и исследовательские группы.

На ранних этапах развития пилотируемой космонавтики руководитель 3-го сектора Ю.Г. Григорьев вместе с Е.Е. Ковалевым и рядом других сотрудников сектора и коллегами из Института биофизики Минздрава СССР и ГНИИИ АиКМ МО СССР значительное внимание уделяли разработке нормативных документов по обеспечению радиационной безопасности космических полетов и обоснованию предельно допустимых доз для полетов различного назначения.

На XVI Международном астронавтическом конгрессе в 1965 году в Афинах были представлены первые нормы радиационной безопасности для космических полетов продолжительностью до 30 суток (Ю.Г. Григорьев, А.К. Гуськова, М.П. Домшлак, В.Г. Высоцкий, С.А. Раевская, Б.А. Маркелов, Н.Г. Даренская). В докладе были обоснованы: допустимая доза (ДД) за период полета 30 суток (15 сЗв), доза оправданного риска (ДОР) для учета опасности от излучений солнечных вспышек (50 сЗв) и критическая доза (КД) для решения о досрочном прекращении полета, которая не должна была превышать 125 сЗв.

Для совершенствования нормативов были начаты исследования по оценке радиационной опасности при длительных орбитальных и межпланетных полетах, обоснованию предельных уровней доз на весь организм, отдельные его органы и системы в процессе полетов различной продолжительности, осуществлялись расчеты радиационного риска для космонавтов в течение всей жизни.

В ОИЯИ в лаборатории 8-В под руководством Николая Ивановича Рыжова были развернуты исследования на ускорителях протонов и многозарядных ионах. В них принимали участие: Н.Н. Дербенева, Р.Д. Говорун, Б.С. Федоренко, С.В. Ворожцова, А.Н. Абросимова (Кабаченко), Е.А. Красавин, Д.Я. Опарина, В.И. Шеин, Н.Я. Савченко, В.Ф. Хлопонина, В.М. Серая. В этих работах участвовали также сотрудники лаборатории 8-А под руководством Ю.Г. Григорьева и Г.Ф. Невской. Это исследования по эффективности локальной защиты (Г.М. Абрамова, Е.В. Павлычева (Гинзбург), А.С. Скорик), цитогенетические исследования на семенах различных растений (И.С. Сакович, В.М. Абрамова, Л.В. Невзгодина, Н.М. Папьян, Л.К. Векшина, Е.Н. Максимова, Н.Г. Платова).

Специфика радиационных полей в космическом пространстве потребовала значительно пересмотреть характер формирования дозных полей в разнообразных биологических объектах и усовершенствовать методы дозиметрии. Для решения задач, возникающих в многочисленных радиобиологических исследованиях, была создана специальная лаборатория под руководством В.И. Попова.

Сотрудники этой лаборатории – М.А. Сычков, Е.И. Кудряшов, А.М. Маренный, А.И. Портман, В.И. Карпов, Б.И. Солянов – участвовали в проведении радиобиологических экспериментов на ускорителях протонов и многозарядных ионов на базе ОИЯИ. Они реализовали вывод пучков протонов с разными энергиями (от 645 до 25 МэВ), используя блоки тканеэквивалентных поглотителей. Они обеспечивали облучение биологических объектов и дозиметрию на этих пучках. При проведении исследований на пучках протонов с энергией 240 МэВ по эффективности локальной защиты в работах также принимали участие В.В. Юргов, Р.А. Кузин и А.В. Шафиркин.

Основные результаты исследований по изучению биологической эффективности протонов и многозарядных ионов различных энергий в зависимости от ЛПЭ подробно представлены в целом ряде монографий, в 10 кандидатских диссертациях и обобщены в трех докторских диссертациях: Н.И. Рыжова, Б.С. Федоренко и Е.А. Красавина.

Для решения вопросов радиационной безопасности космонавтов в условиях длительных космических полетов с учетом хронического действия детерминированных источников галактических космических лучей (ГКЛ) и радиационных поясов Земли, а также оценки возможного развития последовательности солнечных протонных событий необходимо было: а) экспериментально исследовать закономерности формирования радиационного поражения во времени в различных системах и на уровне организма в условиях хронического облучения с различной мощностью дозы и в результате повторных острых облучений в различных дозах, б) более точно описать процессы восстановления на клеточном и тканевом уровнях и на уровне целого организма, тем самым улучшив точность модели эффективной дозы.

Это имело также большое значение для решения вопросов нормирования и обеспечения радиационной безопасности на Земле. Решению этих вопросов были посвящены исследования, проводившиеся в лаборатории 8-А Ю.В. Фарбером, М.П. Каландаровой, В.Г. Горловым, А.В. Шафиркиным, О.В. Нейман под руководством Ю.Г. Григорьева. Исследовали влияние длительного хронического облучения животных с различной мощностью дозы, а также влияние повторных острых облучений на изменение устойчивости организма и возможное сокращение продолжительности жизни животных.

Как уже отмечалось выше, в 1963 году С.П. Королевым была поставлена задача экспериментально исследовать переносимость возможных дозовых нагрузок на космонавтов в случае полета на Марс. Срок полета – 3 года. Профессор Ю.Г. Григорьев предложил провести хронический эксперимент по облучению собак в трех диапазонах: а) при минимальном уровне доз, б) при среднем диапазоне доз, близком к возможному реальному воздействию космических излучений на космонавтов, в) при уровне доз, который должен был вызвать четкие патологические изменения в критических системах организма. Этот уровень доз моделировал бы радиационное воздействие на космонавтов при развитии нештатных ситуаций, например во время развития мощных солнечных вспышек при осуществлении полета к Марсу. Эксперимент давал возможность оценить реакции различных систем организма, изменение работоспособности и жизнеспособность животных в результате 3- и 6-летнего круглосуточного ежедневного радиационного воздействия в пяти режимах, различных по характеру и величинам суммарных доз облучения за год. Эту идею поддержали заместитель министра здравоохранения СССР А.И. Бурназян, академики А.В. Лебединский и В.В. Парин.

Работа координировалась специально созданным Научным советом, в который входили ведущие радиобиологи страны: С.Н. Александров, Ю.Г. Григорьев (председатель), А.К. Гуськова, Г.Д. Байсоголов, Ю.И. Москалев, В.В. Шиходыров, Е.Д. Гольдберг, Ю.К. Кудрицкий, Н.Г. Даренская, Л.С. Черкасова, Е.А. Савина, В.И. Яковлева.

Научными руководителями проекта, названного «Хронический эксперимент», были Ю.Г. Григорьев, Б.А. Маркелов и В.И. Попов. Все подготовительные работы

и проведение этого эксперимента на 250 собаках в течение 16 лет осуществляли сотрудники двух базовых лабораторий: радиобиологической и физической. Для его выполнения был разработан комплекс из 52 установок с источником ^{60}Co для хронического облучения, моделирующего воздействие ГКЛ, и специальная установка для острого гамма-облучения, моделирующего воздействие СКЛ при полете к Марсу.

Эксперимент проводился на базе ИМБП «Планерная». Дозиметрию осуществляли В.В. Юргов и А.В. Шафиркин под руководством В.И. Попова. Регулярные медико-биологические обследования животных проводили: Т.П. Цесарская, А.В. Илюхин, М.Г. Петровнин, В.И. Корчемкин, Л.Л. Семашко, Т.Е. Бурковская, Т.М. Зухбая, Э.С. Зубенкова, Е.П. Сизан, А.А. Ахунов, А.Г. Изергина, Н.Л. Федорова, З.А. Виноградова.

По материалам «Хронического эксперимента» сотрудниками 3-го сектора было опубликовано более 50 работ, защищено 8 кандидатских диссертаций (Т.М. Зухбая, 1970; Т.Е. Бурковская, 1971; Э.С. Зубенкова, 1972; Н.Л. Федорова, 1972; Е.П. Сизан, 1973; П.И. Кумец, 1973; А.В. Шафиркин,1983; З.А. Виноградова, 1987), а также 2 докторских диссертации А.В. Илюхиным в 1974 году и А.В. Шафиркиным в 1999 году.

Немалый вклад в успех «Хронического эксперимента» внесли квалифицированные лаборанты: Смеловы Светлана и Нина, Кряквина Галина, Гурованова Валентина, Калинина Зинаида, Барановская Людмила, Ромадина Валентина, Комракова Галина, Самусева Елена, Григорьев Александр и многие другие помощники.

В лаборатории 8-А, возглавляемой непосредственно Ю.Г. Григорьевым, последовательно проводились исследования по влиянию мощности дозы, фракционирования дозы, перепадов доз в теле на радиобиологические феномены, по эффективности локальной физической защиты животных, а также работы по изучению комбинированного действия нерадиационных факторов и ионизирующих излучений. Использовали предварительное воздействие ускорений, гипоксии, магнитного поля. Исследовали с помощью биоспутников комбинированное действие невесомости и радиации.

С учетом хронического действия детерминированных источников ГКЛ и радиационных поясов Земли, а также возможного развития повторных солнечных вспышек необходимо было провести исследования по изучению формирования радиационного поражения в системе кроветворения и на уровне целостного организма при хроническом облучении собак, кроликов и мелких лабораторных животных в более широком диапазоне мощностей доз, а также при повторных острых облучениях в различных дозах. Важно было также оценить параметры, определяющие скорость восстановления на клеточном и тканевом уровнях, а также на уровне целого организма. Решению этих вопросов были посвящены исследования, проводившиеся в лаборатории 8-А Ю.В. Фарбером, М.П. Каландаровой, В.Г. Горловым, А.В. Шафиркиным, Ж.Г. Заикиной, О.В. Нейман, В.А. Ульяновой.

Комплекс гамма-облучательских установок для острых облучений и хронических воздействий «Старт» и «Енот», созданных в 1970 году, позволил осуще-

ствить эксперименты на мышах и крысах с их хроническим облучением в широком диапазоне мощностей доз, а также с повторными острыми воздействиями.

Анализ данных радиобиологических экспериментов, проведенных как в лаборатории 8-А ИМБП, так и в других учреждениях, позволил А.В. Шафиркину разработать модель формирования радиационного поражения в системе кроветворения и на уровне целостного организма с учетом восстановительных процессов.

Было защищено несколько докторских диссертаций, посвященных изучению влияния мощности дозы и фактора времени облучения на радиобиологические эффекты: В.Г. Горловым в 1981 году, М.П. Каландаровой в 1988 году и Н.И. Арлащенко в 1993 году, а также ряд кандидатских диссертаций – Ж.Г. Заликиной, О.В. Нейман, Л.А. Табаковой, Т.С. Малютиной.

Решением задач учета перепада доз по телу и возможности применения локальной защиты для снижения эффекта поражения занимались: Г.М. Абрамова, Е.В. Павлычева (Гинзбург), А.С. Скорик, М.П. Каландарова под руководством Г.Ф. Невской, а также В.И. Ефимов, Н.Я. Савченко, В.В. Юргов, А.В. Шафиркин, Р.А. Кузин. Первые исследования по оценке биологической эффективности неравномерного облучения были проведены на ускорителе протонов на собаках и поросятах.

Эффекты неравномерного облучения на мелких лабораторных животных изучали, используя рентгеновское излучение различной жесткости излучения (Н.Я. Савченко, В.Н. Будылин, М.П. Каландарова). При этом исследовали степень поражения и восстановления стволовых кроветворных клеток в зависимости от дозы, а также динамику изменения клеток в костном мозге и в периферической крови после острых равномерных и неравномерных воздействий в различных дозах. Проводили эксперименты, используя парциальную защиту отдельных участков тела организма животного: головы, груди, переднего и заднего отдела живота, а также таза.

На основании обобщения зависимостей выживаемости собак от дозы острого равномерного облучения, которые были широко представлены в литературе, а также выживаемости собак от доли защищенного костного мозга в экспериментах с субтотальным облучением животных с использованием парциальной защиты отдельных частей тела, в которых принимали участие сотрудники 8 отдела 3-го сектора (Н.И. Рыжов, Н.Я. Савченко, Г.Ф. Невская, Г.М. Абрамова, М.П. Каландарова, В.И. Ефимов, Е.В. Гинзбург, А.С. Скорик), были получены значения параметров выживаемости стволовых кроветворных клеток в зависимости от дозы.

В результате исследований М.П. Каландаровой, Г.Ф. Невской, Г.М. Абрамовой, Е.В. Гинзбург, А.С. Скорик, В.И. Ефимовым по изучению локальной защиты при участии В.В. Юргова, А.В. Шафиркина, исследований по неравномерному облучению животных, выполненных в Институте биофизики Минздрава СССР И.Б. Кеирим-Маркусом, Г.М. Аветисовым, А.А. Нелюбовым, В.Л. Гозенбуком, О.Ф. Слепчонок, В.П. Володиным, был разработан нормативный документ ГОСТ 24645.219. «Модель учета влияния пространственной неравномерности радиа-

ционного воздействия на обобщенный радиобиологический эффект». Авторами этого документа являлись сотрудники 3-го сектора ИМБП, Института биофизики Минздрава СССР, а также ГНИИИ АиКМ МО СССР: Л.А. Булдаков, В.Л. Гозенбук, А.И. Григорьев, А.Т. Губин, Т.М. Зухбая, В.Н. Карпов, И.Б. Кеирим-Маркус, Е.Е. Ковалев, В.А. Сакович, О.Ф. Слепчонок, Г.П. Ступаков, В.С. Тихончук, И.Б. Ушаков и А.В. Шафиркин. По этой проблеме было защищено 2 докторские диссертации: Г.Ф. Невской в 1974 году и Г.М. Аветисовым в 1975 году.

Для решения вопросов об опасности радиационного воздействия солнечных вспышек необходимо было исследовать характер изменения радиочувствительности организма с учетом суточных и сезонных ритмов. Это потребовало создания специального и сложного лабораторного комплекса. Исследования были выполнены в лаборатории Юрия Павловича Дружинина его сотрудниками Г.Н. Подлужной, Г.Н. Родиной, В.Н. Реушкиным, Т.С. Малютиной. Они проводили также эксперименты на искусственных спутниках Земли серии «Космос». Результаты исследований представлены в печати и обобщены в кандидатских диссертациях В.Н. Реушкина и Т.С. Малютиной.

С целью изучения действия высоких уровней доз при развитии солнечных вспышек на структуры головного мозга и высшую нервную деятельность животных в лаборатории 8-А А.С. Штемберга были выполнены исследования, обобщенные в докторской диссертации по радиобиологии Г.Ф. Невской.

Значительное число исследований было посвящено изучению модифицирующего действия невесомости и различных физических нерадиационных факторов на эффекты ионизирующих излучений в ближайший пострадиационный период. Значительное их число было выполнено в ГНИИИ АиКМ МО СССР (П.П. Саксонов, В.В. Антипов, Б.И. Давыдов, И.Б. Ушаков).

Много исследований, в которых участвовали сотрудники сектора, проводилось на искусственных спутниках Земли и специальных биоспутниках серии «Космос». На биоспутнике «Космос-690» размещался источник гамма-излучения для облучения экспериментальных животных (крыс) в дозах 220 и 800 сГр, что позволило получить данные о модифицирующем влиянии невесомости и других нерадиационных факторов полета на радиобиологические эффекты и, наоборот, оценить влияние радиации на скорость восстановления показателей мышечной и костной ткани, водно-солевого обмена животных после приземления спутника. Эти материалы отражены в большом числе публикаций в журнале «Космическая биология и медицина» и рассмотрены подробно в монографиях Ю.Г. Григорьева и А.В. Шафиркина.

Отмеченное в «Хроническом эксперименте» снижение объема компенсаторных резервов организма и его адаптационных способностей, а также снижение скорости восстановления показателей в различных системах организма в результате длительного хронического облучения позволило в настоящее время уже в 10 отделе, который является преемником 3-го сектора ИМБП, создать модель радиационной скорости смертности млекопитающих, описывающую эксперимен-

тальные данные об ускоренном старении и изменении коэффициентов смертности млекопитающих от их возраста после острых облучений в различных дозах и при хроническом непрерывном облучении с различной мощностью дозы до гибели.

Эта модель, будучи примененной к условиям облучения человека, уже позволила количественно определить не только радиационный риск в процессе космических полетов, но также оценить величины суммарного радиационного риска в течение жизни космонавтов и возможное сокращение их продолжительности жизни. Подготовлены расчеты суммарного радиационного риска для космонавтов, а также риска развития опухолей и возможного сокращения средней предстоящей продолжительности жизни космонавтов после завершения орбитальных и межпланетных полетов различной продолжительности с учетом различной толщины защитных экранов КА. А.В. Шафиркиным, Ю.А. Акатовым, В.В. Архангельским, В.А. Бондаренко, А.В. Коломенским, В.Г. Митрикасом, В.М. Петровым, В.В. Цетлиным разработана «Методика оценки радиационной опасности для членов экипажей ОС «Мир» и МКС на основе данных бортового индивидуального дозиметрического контроля».

Расчеты показали, что суммарный радиационный риск в течение жизни космонавтов более чем в 10 раз превышает радиационный риск в процессе полета, он не зависит от возраста космонавтов и почти на порядок превышает риск развития опухолей для старших возрастных групп космонавтов.

Учитывая вышеуказанное, суммарный радиационный риск в течение жизни космонавтов, а также возможное сокращение средней предстоящей продолжительности жизни являются наилучшими интегральными показателями для вопросов нормирования и оценки опасности радиационного воздействия, которое имеет место в условиях длительных космических полетов (ГОСТ 25645. 215-85).

Исследования показали, что при суммарной дозе за всю профессиональную деятельность космонавтов 4,0 Зв, допускаемую прежними нормативными документами, возможны очень высокие значения суммарного радиационного риска (более 40 %) и снижение продолжительности жизни более чем на 10 лет. Поэтому в 2004 году был утвержден новый нормативный документ, ограничивающий предельные значения среднетканевых доз, а также доз на кроветворные органы, кожу и хрусталик глаза в зависимости от длительности полета МУ 2.6.1.44-03 2004. Ограничение облучения космонавтов при околоземных космических полетах (ООКОКП-2004). Этим документом предельное значение дозы за карьеру снижено в 4 раза, до 1,0 Зв; при этом дополнительный суммарный радиационный риск в течение жизни космонавтов не превысит 10 %, а возможное сокращение продолжительности жизни составит менее 3 лет. Установленное предельное значение дозы для космонавтов, как показывают расчеты, не будет являться препятствием для осуществления длительных орбитальных космических полетов. Его авторы: В.М. Петров, А.В. Шафиркин, Б.С. Федоренко, А.Н. Абросимова, Ю.Г. Григорьев, А.К. Гуськова, В.А. Сакович, В.А. Рогожников, И.Б. Ушаков, С.К. Солдатов, А.А. Галкин.

Наряду с развертыванием в 1960-х годах работ по космической радиобиологии в отделе № 9 сектора № 3, возглавляемом Е.Е. Ковалевым, были начаты работы по физическим направлениям проблемы обеспечения радиационной безопасности космических полетов. Исходя из опыта, полученного во время проведения исследовательских и практических работ по обеспечению безопасности персонала различных радиационных объектов, были начаты исследования закономерностей формирования дозы облучения в теле человека при пилотируемых космических полетах и решались вопросы ослабления вредного действия космических лучей на здоровье космонавтов. При этом уже первые экспериментальные данные о потоках высокоэнергетичных заряженных частиц в космическом пространстве показали, что эти воздействия создают существенно большую радиационную нагрузку на организм человека, чем на предприятиях атомной промышленности, а значит, для решения проблемы обеспечения безопасности космонавтов потребуются не только специфические расчеты энерговыделения в тканях организма от космических лучей, но и разработка принципиально нового подхода к формулированию условий радиационной безопасности космонавтов. При этом массы вещества, необходимые для создания радиационной защиты, могут оказаться столь большими, что космические полеты окажутся невыполнимыми. С этой точки зрения большую роль в разработке и реализации защитных мероприятий должна была играть процедура оптимизации как защиты, так и обеспечения заданного уровня радиационной безопасности в целом. В этом направлении и были сконцентрированы основные исследования, выполнявшиеся в отделе 9 по руководством Е.Е. Ковалева. В исходном состоянии отдел 9 состоял из трех лабораторий: 9-А – Физика защиты (руководитель Е.Е. Ковалев), 9-Б – Космическая дозиметрия (руководитель В.В. Маркелов) и 9-В – Физическое сопровождение радиобиологических экспериментов (руководитель В.И. Попов, об этой лаборатории речь шла выше).

Лаборатория 9А состояла из трех групп.

Группа Льва Николаевича Смиренного занималась защитой от протонов – частиц, представляющих основную опасность при осуществлении космических полетов. Проводились, в основном, экспериментальные исследования на ускорителе протонов в лаборатории ядерных проблем ОИЯИ. Основным техническим инструментом были ядерные фотоэмульсии, дополняемые активационными детекторами. Активными участниками экспериментов были Л.Н. Смиренный, В.Е. Дудкин, А.И. Вихров, В.Г. Кузнецов. Под руководством В.Е. Дудкина были выполнены эксперименты по определению пространственного распределению излучений за защитой из алюминия и железа при падении на защиту протонов с энергиями 340 и 660 МэВ.

Группа Вадима Алексеевича Саковича занималась вопросами защиты от нейтронов и гамма-квантов. Исследования были основаны на предположении, что из-за недостатка энергии в современных ракетных двигателях космонавтика обязательно будет использовать ядерные реакторы. Поскольку создавать в космосе защиту всего реактора – бессмысленное занятие, были выполнены исследова-

ния защиты в виде конусов. Экспериментальные исследования группа проводила на полигоне в Семипалатинске, выезжая туда почти в полном составе каждое лето. Активными участниками экспериментов были В.А. Сакович, В.М. Сахаров, Л.Н. Веселовский, В.Г. Кузнецов. Обработкой экспериментальных данных и расчетно-теоретическим моделированием прохождения нейтронов и гамма-квантов занимались также В.Л. Генерозов и П.А. Барсов.

Сотрудники лаборатории

Работа группы Кирилла Александровича Труханова была направлена на более далекую перспективу – использование электрических и магнитных полей для защиты КА от заряженных частиц (протонов и электронов). Группа создавала специальные стенды для экспериментальных исследований (К.А. Труханов, Т.Я. Рябова, Г.З. Седин, В.В. Цетлин) и разрабатывала модели для расчетных исследований (К.А. Труханов, Д.Х. Морозов, В.Г. Левин). В последующем под руководством Т.Я. Рябовой был выполнен ряд космических экспериментов на ИСЗ серии «Космос» по отработке элементов и проверке реализуемости электростатической защиты КА. Результаты этих экспериментов подтвердили справедливость основных положений, принятых при разработке методов и средств электростатической защиты от электронов, и эффективность инженерных решений по формированию высоковольтных полей на КА.

После защиты кандидатской диссертации Л.Н. Смиренный сконцентрировался на проведении экспериментальных исследований на борту КА (совместно с В. Скворцовым) и на фантомных исследованиях (совместно с Э.Г. Литвиновой). На КА устанавливались полиэтиленовые шары разного диаметра, внутри которых размещались ядерные фотоэмульсии и термолюминесцентные дозиметры. Были получены первые результаты по ослаблению космических излучений за различной толщины защитными экранами из алюминия и полиэтилена. На КА «Зонд-7», совершившим в августе 1969 года облет Луны, был размещен манекен человека из зерен пшеницы, соединенных эпоксидной смолой. Внутри манекена были размещены ядерные фотоэмульсии и термолюминесцентные дозиметры. В результате обработки экспериментальных данных были получены первые оценочные показатели возможной радиационной нагрузки на различные органы человека при осуществлении полета на Луну.

После окончания аспирантуры и успешной защиты диссертации Виктор Евгеньевич Дудкин стал руководителем новой группы, выделившейся из группы Л.Н. Смиренного. После защиты Е.Е. Ковалевым докторской диссертации лаборатория 9-А была разделена на три лаборатории: 9-А – руководитель В.Е. Дудкин, 9-Г – руководитель В.А. Сакович, 9-Д – руководитель К.А. Труханов.

Новая лаборатория 9-А продолжила эксперименты в ОИЯИ по определению энергетических спектров вторичных частиц и ядер отдачи (эксперименты Ю.В. Потапова, А.А. Волкова), освоила инжектор протонов в ИТЭФ (эксперименты по определению энергетических спектров вторичных протонов из алюминия, выполненные В.Г. Митрикасом, и из углерода, выполненные В.Д. Степновым). Новым направлением работ лаборатории стало изучение выхода вторичных излучений из ядерных реакций, вызванных тяжелыми частицами ГКЛ. Первые экспериментальные исследования были выполнены с помощью эмульсионных камер на высотных шарах – зондах, запускаемых в ФИАН практически вдоль одной широты по территории СССР. Результаты эксперимента дали первые данные о величине выхода вторичных излучений от взаимодействия частиц ГКЛ с ядрами, входящими в состав эмульсий. Продолжением этих исследований явились эксперименты в Беркли (США) по облучению эмульсионных камер тяжелыми ионами высоких энергий. Обработка камер – очень трудоемкая работа (7–10 лет) – была выполнена Ю.В. Потаповым и Н.А. Нефедовым.

Параллельно с экспериментальными работами в группе проводились расчетно-теоретические исследования, направленные на изучение выхода вторичных частиц после взаимодействия протонов (В.Г. Митрикас) и альфа-частиц (А.И. Вихров) с ядрами защиты из алюминия. Первые расчеты проводились на ЭВМ «Урал-6» в ИБФ. Реализации этих работ способствовал приход в лабораторию О.В. Сысоевой. Естественным продолжением этих исследований стало моделирование прохождения протонов через защиту (В.Г. Митрикас). Проверка методики расчета основывалась на результатах экспериментов В.Е. Дудкина (прохождение протонов с энергиями 340 и 660 МэВ через защиту).

Лаборатория активно участвовала в расчетно-теоретической проработке защиты тяжелого марсианского корабля (В.Е. Дудкин, Ю.В. Потапов, А.И. Вихров, В.Г. Митрикас). Был определен вклад в поглощенную дозу по глубине защиты и биологической ткани различных видов вторичных частиц: вторичных протонов и нейтронов, электронов и позитронов, π- и μ-мезонов, ядер отдачи.

В 1968 году в статье Е.Е. Ковалева, А.В. Коломенского, Л.Н. Смиренного «Исследование возможности использования оборудования для защиты от корпускулярных излучений» были приведены данные, что без учета распределения вещества в оборудовании ошибка в определении поглощенной дозы за защитой может достигать 100 %. В начале 1980-х годов В.М. Сахаров и В.Г. Семенов на инжекторе протонов экспериментально определили параметры распределения вещества в блоках электронного оборудования, а П.А. Барсов и В.А. Сакович разработали методику построения объектов сложной геометрической формы для расчетов прохождений излучений через защиту. Результаты этих работ были использованы при построении ОС «Мир» и МКС.

В 1980-х и начале 1990-х годов по результатам работ физического отдела ИМБП была выпущена серия стандартов ГОСТ 25645 по разделу «Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полете». В совокуп-

ности со стандартами, разработанными с участием специалистов 8-го отдела, они составили пакет документов, позволяющих с позиции единого подхода к проблеме решать практические задачи медицинского обеспечения космических полетов в области обеспечения их радиационной безопасности.

Одним из аспектов обеспечения радиационной безопасности космонавтов является радиационный контроль уровня облучения во время полета. После первых космических полетов, когда стало известно о повышенном уровне радиации в космическом пространстве по сравнению с наземными условиями, возникла задача получения соответствующей дозиметрической информации.

В СССР дозиметрическая аппаратура для измерений на космических аппаратах разрабатывалась в основном в НИИЯФ МГУ и ИМБП. При этом аппаратура, разработанная в НИИЯФ, была нацелена, главным образом, на изучение физических (радиационных) условий в орбитальном полете, а аппаратура, разработанная в ИМБП, предназначалась в основном для оценки уровней облучения космонавтов. К 1960-м годам в СССР был накоплен большой опыт создания дозиметрической аппаратуры для использования как в атомной промышленности, так и на транспорте. Однако аппаратура, предназначенная для использования на КА, должна была иметь существенно меньшие массу, габариты и потребляемую мощность. Разработка дозиметрической аппаратуры в ИМБП выполнялась в лаборатории, руководимой Виктором Васильевичем Маркеловым. Были разработаны сборки индивидуальных дозиметров на базе термолюминесцентных детекторов, дозиметры на основе ионизационных камер и полупроводниковых детекторов, спектрометр «С-1». Термолюминесцентными детекторами занималась группа сотрудников, руководимая Юрием Александровичем Акатовым. Разработанная ими сборка детекторов позволила создать исключительно надежное, малогабаритное и эффективное средство индивидуального дозиметрического контроля – сборку пассивных детекторов «ИД-3», позволяющую регистрировать поглощенную дозу, накопленную космонавтом за весь полет, а также оценивать вклад в дозу тепловых нейтронов. Сборке не требовалось ни электропитания, ни каких-либо других ресурсов КА. Регистрация накопленной дозы осуществлялась в виде изменения под действием излучения свойств вещества детекторов, входящих в состав сборки. Измерение величины накопленной дозы осуществлялось после полета, в условиях наземной лаборатории.

Данная методика широко применялась не только для индивидуальной дозиметрии, но и для исследования распределения дозного поля по обитаемым отсекам КА. Примером может служить эксперимент «Интеграл», проведенный на ОС «Мир» с широким привлечением международных партнеров по программе «Интеркосмос». Полученные результаты позволили оценить изменение перепада доз на станции «Мир» при изменении уровня солнечной активности. Позднее, в ходе работ на МКС, была проведена широкая программа сличений показаний термолюминесцентных дозиметров международных партнеров, участвующих в проведении дозиметрических измерений на МКС. Облучения дозиметров, уча-

ствующих в программе, проводились как в условиях космического полета, так и в наземных условиях, на ускорителях заряженных частиц. Полученные результаты подтвердили достоверность данных, получаемых группой Ю.А. Акатова.

Ограничением методики термолюминесцентной дозиметрии была необходимость возврата детекторов для проведения их послеполетных измерений. Это не позволяло исследовать динамику накопления дозы в ходе полета. Чтобы преодолеть это ограничение, надо было иметь возможность проводить измерение параметров детекторов непосредственно в ходе полета. Соответствующая аппаратура, названная «Пилле», была разработана в ИМБП совместно с венгерскими специалистами в рамках программы «Интеркосмос». С российской стороны в работе участвовали Юрий Александрович Акатов и Вадим Витальевич Архангельский. В комплект прибора входили малогабаритный бортовой измерительный пульт и набор из 10 автономных термолюминесцентных датчиков. С помощью аппаратуры «Пилле» была проведена широкая серия измерений на станции «Мир». На МКС она вошла в состав штатных средств радиационного контроля на российском сегменте станции: используется для мониторинга распределения мощности дозы по обитаемым отсекам, определения индивидуальных доз космонавтов во время солнечных вспышек, а также при выходе в открытый космос.

В лаборатории был разработан ряд приборов, реализующих классическую методику ионизационной камеры. Оригинальное техническое решение, найденное Виктором Васильевичем Маркеловым и Инной Викторовной Черных, позволило обеспечить измерение сверхмалых ионизационных токов и создать дозиметры «Д1» и «Д2», с помощью которых был обеспечен дозиметрический контроль при проведении экспериментов на биоспутниках, зондирование радиационной обстановки на высокоапогейных спутниках серии «Прогноз». Были созданы уникальные, не имеющие аналогов в мире прямопоказывающие дозиметры «ППД», «ППД-2», «ИПД-2», успешно работавшие на советских ОС. Дозиметр «ИПД-2» предполагалось использовать в качестве штатного средства и для многоразового КК «Буран».

Уникальной разработкой был спектрометр «С-1», созданный В.В. Маркеловым. При малых габаритах, массе и энергопотреблении он позволял регистрировать спектральные характеристики космического излучения, существенные для оценки его биологической эффективности. Прибор «С-1» был установлен на высокоапогейный ИСЗ серии «Прогноз» и впервые позволил получить экспериментальные оценки коэффициента качества космического излучения за пределами магнитосферы Земли, в межпланетном пространстве.

В 1970-е годы Виктором Васильевичем Маркеловым и Виктором Ивановичем Редько был предложен (и защищен авторским свидетельством) метод космической дозиметрии с помощью кремниевого полупроводникового детектора, работающего в амплитудно-импульсном режиме. Созданный на базе этого метода прибор «ДК-1» успешно эксплуатировался на ИСЗ «Эллипс», модуле «Природа» ОС «Мир» и продемонстрировал свою эффективность. Далее это направление

довольно интенсивно развивалось как внутри страны, так и в рамках международного сотрудничества, прежде всего с коллегами из Болгарской академии наук. Организовал это взаимодействие Владислав Михайлович Петров совместно с Цветаном Дачевым в рамках подготовки к полету второго болгарского космонавта. Была сформирована группа специалистов, в которую от лаборатории вошли В.И. Редько и Т.А. Костерева. Был разработан и отправлен на «Мир» прибор «Люлин», позволивший получить большой уникальный материал о радиационной обстановке на ОС как в спокойных условиях, так и во время крупных солнечных вспышек. Далее была разработана целая серия приборов «Люлин», использовавшихся как на пилотируемых КА, так и на ряде беспилотных КА.

Успешный опыт эксплуатации дозиметров на основе кремниевого полупроводникового детектора как в советских экспериментах, так и в рамках международного сотрудничества позволил рекомендовать их к использованию в рамках штатной системы радиационного контроля на МКС. Взаимодействие с французскими специалистами началось с установки дозиметра «Цирцея» на станции «Мир» в ходе эксперимента, руководимого Ю.А. Акатовым и В.М. Петровым. Прибор «Цирцея» был серийным наземным прибором для измерения эквивалентной дозы, основанном на классической микродозиметрической методике, использующей пропорциональный счетчик низкого давления. Успешное проведение КЭ вдохновило его участников на разработку прибора «Нозика», специально предназначенного для работы на ОС. Ведущими специалистами этой разработки стали Светлана Борисовна Козлова и Виктор Владимирович Бенгин. Прибор «Нозика» проработал на станции «Мир» около года и позволил впервые получить уникальные данные, характеризующие вариации эквивалентной дозы и коэффициента качества космического излучения на траектории полета пилотируемых КА. Далее в конкурентную борьбу включились американские специалисты, предложившие для совместного эксперимента свой прибор «TEPC», построенный на аналогичном принципе. Важную роль в подготовке прибора и комплекта документации на него сыграла Инна Викторовна Черных. В дальнейшем, после весьма успешных экспериментов с этой аппаратурой, прибор «TEPC» стал штатным американским средством радиационного контроля на МКС.

Совместная работа с болгарскими, французскими и американскими специалистами была продолжена при подготовке эксперимента на КА «Марс-96». На перелетный модуль КА была установлена уникальная аппаратура «Радиус-МД», сочетавшая в себе методики, базировавшиеся на полупроводниковых детекторах и на газоразрядном счетчике низкого давления. К сожалению, неудачи с пуском КА «Марс-96», а также со следующим КА в рамках проекта «Фобос – Грунт» не позволили провести радиационное зондирование трассы «Земля – Марс».

Одним из важных аспектов является проблема адекватности в дозиметрии, заключающаяся в том, насколько правильно дозиметры, расположенные вне тела человека, позволяют определить характеристики радиационного воздействия на его внутренние органы. Для ответа на этот вопрос применяются как расчетные

методы, так и экспериментальные исследования с фантомами, моделирующими в той или иной степени тело человека. Первые экспериментальные исследования с применением фантома были выполнены в 1960-е годы группой сотрудников ИМБП с участием Льва Николаевича Смиренного и Эльвиры Владимировны Литвиновой. Фантом, массой 70 кг, снабженный набором дозиметров, был размещен на КА, совершившем облет Луны. В 80-е годы фантомные исследования были продолжены на станции «Мир». Ю.А. Акатов с коллегами подготовил, а космонавты на борту станции провели эксперимент с наполняемым водой небольшим сферическим фантомом. Результаты эксперимента в целом подтвердили результаты расчетных оценок перепада доз по глубине, проведенных Александром Васильевичем Коломенским, а также продемонстрировали необходимость более детальных исследований.

На МКС фантомные исследования вышли на качественно новый уровень. Совместно с ЕКА был подготовлен проект «Матрешка», предусматривавший проведение экспериментальных исследований распределения доз внутри и на поверхности антропоморфного фантома. Была проведена серия измерений с размещением фантома внутри модуля «Звезда» МКС, а также уникальный годовой эксперимент с размещением фантома на внешней поверхности станции. Дополнительно был проведен эксперимент со стандартизованной моделью в виде шарового фантома. Комплекс фантомных исследований на МКС, проведенный под руководством В.М. Петрова, был оформлен в виде широкомасштабного КЭ «Матрешка-Р». В его выполнении принимали участие специалисты ряда российских организаций, а также широкий круг международных партнеров. Много усилий для успешного выполнения эксперимента приложил Вячеслав Александрович Шуршаков.

В сотрудничестве с канадскими специалистами были проведены исследования возможности использования для космической дозиметрии двух новых методов и созданных на их основе приборов: баббл-дозиметров и мосфет-дозиметров. Ю.А. Акатов, В.А. Архангельский и И.В. Черных организовали весьма эффективное взаимодействие канадских и российских специалистов, подготовку и проведение серии КЭ с вновь разработанной научной аппаратурой.

Отдельным направлением работ стало исследование ядерного состава космического излучения на МКС, проведенное в кооперации с сотрудниками МИФИ и с итальянскими специалистами. Был разработан (в основном силами сотрудников римского университета Тор-Вергата) уникальный спектрометр высокоэнергичных ядер – АСТ-спектрометр. Прибор доставлен на борт МКС, подготовлен и проведен в ходе нескольких экспедиций КЭ, позволивший получить экспериментальные значения распространенности ядер космического излучения непосредственно в обитаемых отсеках станции.

Отдельного упоминания заслуживает штатная система радиационного контроля (СРК), функционирующая на МКС. Первоначально система разрабатывалась для ОС «Мир-2», которая должна была сменить «Мир». Затем, после преобразования проекта «Мир-2» в российский сегмент МКС, СРК вошла в состав его

аппаратуры. Эскизный проект СРК был разработан под руководством В.М. Петрова и В.В. Бенгина и принят к реализации в РКК «Энергия». В основу проекта была заложена хорошо отработанная к тому времени методика дозиметрии с использованием полупроводниковых детекторов и система обработки информации с использованием элементов техники прогнозирования радиационной обстановки, применявшейся в наземных условиях. Дальнейшая разработка и изготовление СРК осуществлялось в НИИЯФ МГУ. Важной особенностью СРК стала интеграция с бортовыми системами, позволяющая получать необходимые для расчетов баллистические данные и отображать информацию непосредственно экипажу. На завершающей стадии сотрудниками лаборатории под руководством В.В. Бенгина совместно со специалистами НИИЯФ МГУ и РКК «Энергия» была осуществлена разработка и наладка программно-математического обеспечения блока анализа информации, входящего в состав СРК, что обеспечило функционирование СРК в соответствии с обоснованной в эскизном проекте стратегией радиационного контроля на РС МКС. После начала эксплуатации СРК на борту МКС, с 1 августа 2001 года, совместными усилиями сотрудников ЦУМОКО и лаборатории 9-А, с привлечением специалистов ЦУПа, была организована разработка автоматизированной системы обработки телеметрической информации СРК. Данные, получаемые в результате эксплуатации СРК и комплекса средств обработки информации, используются Службой радиационной безопасности в качестве основной дозиметрической информации с борта МКС. За длительный период штатной работы СРК получен большой массив уникальной научной информации.

Основным направлением работ лаборатории 9-Б, практически с самого начала ее деятельности, было оперативное обеспечение радиационной безопасности космических полетов. Первый шаг в этом направлении был сделан, когда специалисты ИМБП Ю.Г. Григорьев, Е.Е. Ковалев и В.М. Петров приняли участие в дежурстве оперативной группы ГНИИИ АиКМ МО СССР, курировавшей полет экипажа корабля «Восход-2» в составе А.А. Леонова и П.И. Беляева в марте 1965 года. По мере увеличения частоты запуска пилотируемых КК возникла необходимость усиления работ в этом направлении и в конце 1960-х годов была сформирована «Группа оперативного обеспечения радиационной безопасности космических полетов». В ее задачи, наряду с оперативными дежурствами во время полета и контроля радиационных характеристик на борту КК по данным бортовой дозиметрии, входила оценка радиационных условий на трассе полета корабля, оценка особенностей составляющих этих условий, формируемых различными источниками космической радиации, а также разработка методов прогноза доз облучения космонавтов.

В проведении этой работы также участвовали: Институт прикладной геофизики Гидрометеослужбы, НИИЯФ МГУ, ФИАН АН СССР, ИЗМИРАН, СИБИЗМИР, ПГИКФ АН СССР, Крымская астрофизическая обсерватория и ряд других организаций. Взаимодействие с этими организациями и использование результатов научных разработок 9-го отдела ИМБП позволили перейти к разработке матема-

тического и физического обеспечения для разработки количественных методов расчета доз в отсеках орбитальных КА, методов прогнозирования этих величин и разработки методических организационных принципов оперативного обеспечения полетов. В итоге в марте 1975 года было принято постановление СМ СССР о создании на базе ИМБП постоянно действующей Службы радиационной безопасности космических полетов (СРБ), руководителем которой был назначен В.М. Петров. В последующем, в связи с необходимостью повышать точность и надежность оценок уровня радиационной опасности при орбитальных полетах и из-за значительного увеличения их длительности, а соответственно, и радиационной нагрузки на космонавтов, СРБ послужила основой для формирования в ИМБП отдела радиационной безопасности пилотируемых космических полетов, на котором в настоящее время лежит ответственность как за оперативное обеспечение радиационной безопасности полетов российских экипажей орбитальных станций, включая МКС, так и разработка современного научно-методического обеспечения радиационной безопасности экипажей перспективных экспедиций на Луну и Марс. В настоящее время исследования, в том числе на КА, проводятся в кооперации с рядом зарубежных институтов ЕКА, НАСА, Японии, Венгрии, Болгарии и др. Широко используются и традиционные связи с ОИЯИ, НИИЯФ МГУ, ИЗМИРАН, ИКИ, МИФИ и др.

Применительно к планируемым полетам на Луну и Марс особую значимость приобретает проблема защиты от ГКЛ, которые крайне плохо ослабляются веществом, а при увеличении толщины вещества защиты значительно возрастают потоки высокоэнергетичных вторичных нейтронов.

Начало работ по активной защите КК было положено в Институте биофизики Минздрава СССР, где к разработке вопросов радиационных проблем при космических полетах был привлечен отдел, который занимался обеспечением радиационной безопасности на атомных подводных лодках.

По инициативе К.А. Труханова в ИМБП были начаты работы по защите от электронов с помощью диэлектриков (специальных стекол) с внедренным в них на ускорителях отрицательным зарядом (В.В. Цетлин), созданы вакуумные установки, обеспечивающие до 10^{-6} мм рт. ст. для исследования электрического пробоя в вакууме, стенд с электронной пушкой на 100 кВ, импульсный генератор на 500 кВ.

В связи с публикациями в США данных о возможности защиты от космических протонов и более тяжелых ядер высокой энергии сильными магнитными полями, создаваемыми с помощью сверхпроводящих систем, или же плазмой, в ИМБП были начаты работы и в этом направлении. В результате были разработаны методы расчета необходимых для защиты конфигураций магнитных полей и их параметров. Большой вклад в их создание внесли: Д.Х. Морозов и Т.Я. Рябова.

Результаты исследований неоднократно докладывались на конференциях разного уровня и получили известность. В 1970 года увидела свет первая в мировой литературе монография «Активная защита космических кораблей», подготовленная К.А. Трухановым, Т.Я. Рябовой и Д.Х. Морозовым.

Космические эксперименты на спутниках серии «Бион» подтвердили возможность создания электростатической защиты от электронов в космосе.

Часть экспериментов по диэлектрической защите была проведена К.А. Трухановым и В.В. Цетлиным на ускорителях Института ядерной физики СО АН, а работы по магнитной защите были приостановлены в связи с недостаточными характеристиками сверхпроводящих и конструкционных материалов того времени и отсутствием криогенной техники, пригодной для использования на борту КК. Проводились лишь небольшие теоретические исследования по разработке методов расчета радиационной обстановки за теми или иными конфигурациями магнитных полей с учетом взаимодействия заряженных частиц с веществом защиты и корабля, т.е. методы расчета комбинированной защиты полем и веществом.

Появление новых сверхпроводящих и конструкционных материалов, в том числе на базе нанотехнологий, сложных криогенных систем свидетельствует о возможности создать комбинированную защиту магнитным полем и веществом от ГКИ и, одновременно, от солнечных событий, которая будет представлять собой сложную инженерно-физическую систему.

2.9.1. Лаборатория радиобиологии тяжелых ионов

Лаборатория радиобиологии тяжелых ионов ИМБП была основана в 1964 году и при создании имела название «Лаборатория № 8В» в составе сектора № 3. Костяк лаборатории составили несколько сотрудников Института биофизики Минздрава СССР и Института гигиены труда и профессиональных заболеваний АМН СССР.

Иванов Александр Александрович, заведующий лабораторией, доктор медицинских наук, профессор

Первым руководителем лаборатории был назначен Николай Иванович Рыжов, ставший впоследствии доктором медицинских наук, однако реальным научным руководителем лаборатории на первом этапе ее деятельности являлся заместитель директора ИМБП, доктор медицинских наук, профессор Юрий Григорьевич Григорьев. С 1983 года лабораторией руководил доктор медицинских наук, профессор Борис Сергеевич Федоренко, а с 2008 года ее возглавляет доктор медицинских наук, профессор Александр Александрович Иванов.

В структуре лаборатории условно можно выделить две функциональные научные группы и группу материально-технического содействия научным исследованиям с собственным небольшим виварием для содержания мелких лабораторных животных.

Первая из указанных выше групп проводит экспериментальное изучение патогенеза повреждающего действия ионизирующих излучений с учетом особенностей спектра радиации в космическом пространстве и дополнительных факторов

космического полета. На основе этих знаний в группе изучаются средства диагностики, профилактики и терапии радиационных поражений, включая фармакологические агенты, физические факторы и факторы среды обитания.

Вторая группа осуществляет оценку состояния здоровья космонавтов после космических полетов и участие лаборатории в клинических экспериментах с испытателями и в других крупных научных проектах. Существенную помощь в исследовательской работе оказывают аспиранты, дипломники и стажеры.

Коллектив лаборатории радиобиологии тяжелых ионов

Сотрудники лаборатории, используя уникальную экспериментальную базу ОИЯИ, получили оригинальные результаты о биологическом действии ускоренных частиц: нейтронов, протонов, дейтронов, ионов гелия, углерода, бора и др. Сравнив полученные данные с действием стандартного γ-излучения, сотрудники лаборатории выявили существенную большую биологическую активность корпускулярного излучения в сравнении с электромагнитным ионизирующим излучением.

В 1967 году первым в мировой космической радиобиологии коллектив лаборатории во главе с доктором медицинских наук Н.И. Рыжовым (Н.Н. Дербенева, В.М. Серая, Н.Г. Даренская) опубликовал данные о характере и особенностях лучевого поражения собак при действии протонов высоких энергий.

Мировой приоритет в области морфологического, гистологического исследования при действии на организм тяжелых ионов закреплен за лабораторией благодаря серии работ, выполненных под руководством доктора медицинских наук, профессора Б.С. Федоренко в наземных экспериментах, на ОС «Салют» и на биоспутниках. В их числе следует отметить исследования поражающего действия

тяжелых ионов на сперматогенез (А.Н. Кабаченко, В.И. Попов), на структуры головного мозга (Г.Н. Кривицкая, В.И. Деревягин, Р.А. Кабицына, Л.Б. Вербицкая, А.Л. Карповский, О.А. Смирнова), а также исследование канцерогенного действия корпускулярных излучений (Ю.Г. Григорьев, В.В. Шиходыров, Б.С. Федоренко, Н.И. Рыжов, И.А. Ирд).

Серия работ по исследованию фундаментальных основ биологического действия корпускулярных излучений была выполнена в лаборатории доктором биологических наук, профессором, членом-корреспондентом РАН Е.А. Красавиным. Эти работы были посвящены исследованию мутагенного действия корпускулярных излучений, оценке его относительной биологической эффективности, изучению репарации ДНК, а также решению проблем фармакологической защиты от радиации.

Радиационные эффекты корпускулярного излучения в роговице глаза были исследованы С.В. Ворожцовой, а катарактогенное действие – А.Н. Абросимовой (Кабаченко).

Отдельную группу исследований, проведенных в лаборатории, составляют цитогенетические работы (Р.Д. Говорун, С.В. Ворожцова, В.Н. Герасименко). К числу наиболее важных в практическом плане следует отнести серию работ по оценке цитогенетических маркеров действия радиации у космонавтов (Б.С. Федоренко, Л. Сабатье, С.В. Дружинин, В.Н. Герасименко, Г.П. Снигирева) в ходе полетов на ОС «Мир» и МКС.

Новые данные о действии радиации на цитогенетический аппарат лимфоцитов периферической крови были получены в эксперименте на приматах («Гамма-Бриз») с различными режимами фракционированного облучения (Л.А. Репина, С.В. Ворожцова, А.Н. Абросимова, Г.П. Снигирева, Н.Н. Новицкая). Режим облучения был теоретически обоснован сотрудниками ИМБП В.М. Петровым и А.В. Шафиркиным. Полученные в ходе этих исследований данные уточнили критерии доз облучения космонавтов методом «биодозиметрии» в зависимости от условий полета.

В ранних работах Е.А. Красавина, выполненных в лаборатории, было показано, что традиционные радиопротекторы неэффективны при действии корпускулярного излучения с высоким уровнем линейной передачи энергии. По этой причине в лаборатории проводился и проводится поиск противолучевых препаратов с иным механизмом действия, способных повысить уровень радиационной безопасности космонавтов. Так, было установлено радиозащитное действие аденозинтрифосфата и аденозинмонофосфата при облучении высокоэнергетическими протонами (С.В. Ворожцова, В.Н. Андрущенко). Для защиты от действия ионов гелия был применен индуктор интерферона – тилорон (Б.С. Федоренко, М. Талаш). Повышение радиорезистентности к действию протонов достигнуто при профилактическом использовании вакцины «Гриппол» (А.А. Иванов, Б.С. Федоренко) в эксперименте на мышах. Радиозащитное действие таурина, в форме глазных капель «Тауфон», установлено на модели катарактогенного эффекта радиации

(А.Н. Абросимова, Е.И. Ярцев). Исследуется противолучевое действие лазерного излучения (К.Ш. Восканян).

Сотрудниками лаборатории (Б.С. Федоренко, А.Н. Абросимовой, Д.В. Раковым) в сотрудничестве с профессором Ю.Е. Синяком экспериментально обоснован и запатентован способ профилактики развития радиационных катаракт с помощью легкоизотопной воды – воды с пониженным содержанием дейтерия (2007). В настоящее время А.Н. Абросимовой, С.В. Ворожцовой, О.В. Дорожкиной, Д.М. Крючковой, Е.И. Куликовой, Ю.С. Северюхиным проводится углубленное исследование радиомодифицирующих свойств легкоизотопной воды.

В 2010–2011 годах установлено противолучевое действие минерало-витаминного комплекса (капли «Береш Плюс») при лечебно-профилактическом введении облученным животным (Д.М. Крючкова, М.А. Коваленко).

В 2012 году совместно с сотрудниками ОИЯИ разработана модель тотального облучения мелких лабораторных животных протонами в пике Брэгга и получены результаты, свидетельствующие о большей биологической эффективности этих протонов в сравнении с протонами 171 МэВ.

Результаты исследований, выполненных сотрудниками лаборатории, изложены в монографиях «Биологическое действие протонов высоких энергий» (1967) и «Радиобиологические эффекты корпускулярных излучений. Радиационная безопасность космических полетов» (2006); 4 докторских и 12 кандидатских диссертациях.

Сотрудники лаборатории С.В. Ворожцова, А.Н. Абросимова отмечены медалью «Ветеран ИМБП», знаком «Ветеран атомной энергетики и промышленности», им присвоено звание «Ветеран космонавтики». Труд И.А. Кузнецовой и А.А. Иванова отмечен дипломом ИМБП «50 лет полета Ю.А. Гагарина». Л.А. Репина награждена медалью «Ю.А. Гагарин» и премией им. А.В. Лебединского 3-й степени.

Деятельность лаборатории радиобиологических тяжелых ионов нашла широкое признание научной общественности, о чем свидетельствуют многочисленные работы и публикации, выполненные в ходе научной кооперации научными коллективами институтов РАН и Минздрава России, а также с зарубежными научными центрами.

Таким образом, как видно из представленных материалов, за истекший с 1964 года период проблематика обеспечения радиационной безопасности пилотируемых космических полетов прошла большой и содержательный путь развития. Полученные результаты позволили не только решить ряд проблем радиационной безопасности текущих полетов, но и провести значимые оценки элементов этой работы по отношению к марсианской экспедиции. Накопленный опыт решения различных вопросов, связанных с этой проблемой, позволяет выразить уверенность, что при проведении пилотируемых полетов в дальнем космосе радиационная безопасность экипажей будет обеспечена.

2.10. Отдел санитарно-гигиенической безопасности человека в искусственной среде обитания

Отдел санитарно-гигиенической безопасности человека в искусственной среде обитания является ведущим подразделением ИМБП в области гигиены, микробиологии человека и среды обитания, санитарно-химической и токсикологической безопасности человека в искусственно измененной среде обитания, а также питания, гастроэнтерологии и гигиенического контроля физических факторов среды обитания.

Ильин Вячеслав Константинович

Заведующий отделом и лабораторией микробной экологии человека – доктор медицинских наук, профессор, ученый секретарь секции «Космическая биология и физиология» Координационного научно-технического совета Федерального космического агентства, член Ученого совета ИМБП, член специализированного ученого совета по специальности «Биотехнология», действительный член Международной академии астронавтики, член экспертного совета при комиссии по экологической политике Мосгордумы В.К. Ильин.

Основные задачи отдела:

– изучение влияния техногенных и экстремальных факторов на показатели санитарно-химической и микробиологической безопасности человека в условиях его пребывания в объектах с искусственной средой обитания (космические аппараты, гермообъекты различного назначения);

– разработка средств и методов экспресс-оценки и оптимизации микробиологического статуса человека в искусственной среде обитания;

– разработка гигиенических регламентов, способов, методов и средств обеспечения эколого-гигиенической безопасности среды обитания в отношении химических и микробиологических факторов;

– аттестация материалов, технологий, оснащения и оборудования по показателям эколого-гигиенической безопасности в отношении химических и микробиологических факторов;

– эколого-гигиеническая экспертиза проектной, конструкторской и эксплуатационной документации, проведение санитарно-химического и микробиологического мониторирования среды и контроля параметров атмосферы космических объектов, комплексов и сооружений, подготовка нормативно-методической документации и эколого-гигиенических заключений;

– санитарно-гигиеническое сопровождение работ по изготовлению, испытаниям и поставке средств личной гигиены для экипажей космических объектов;

– разработка технологии биологической утилизации продуктов жизнедеятельности человека в условиях искусственной среды обитания;

– изучение жизнедеятельности микроорганизмов в экстремальных условиях космического пространства, разработка требований планетарного карантина при осуществлении межпланетных экспедиций;

– исследования по проблемам питания, гастроэнтерологии и нормированию физических факторов среды обитания в экстремальных условиях;

– разработка нормативных и регламентирующих документов по санитарно-гигиеническому обеспечению пилотируемых космических полетов, а также документов для гермообъектов различного назначения; санитарно-гигиеническая экспертиза планируемых к доставке на пилотируемые космические аппараты новых приборов и оборудования, а также планируемых для реализации технологических экспериментов;

– анализ физических параметров среды обитания в гермообъектах и проведение исследований по оценке их воздействия на организм человека;

– оптимизации структуры и состава рациона питания, а также пищевого статуса космонавтов применительно к различным этапам космического полета, гигиеническое обоснование режимов питания и проведение физиолого-гигиенической оценки пищевой адекватности рациона и безвредности продуктов для организма человека;

– проведение клинико-физиологических исследований состояния пищеварительной системы космонавтов в пред- и послеполетный периоды, спецконтингента в наземных условиях; исследование механизмов, лежащих в основе изменений пищеварительной системы, возникающих в условиях невесомости и сходных по воздействию состояниях;

– разработка методов профилактики и коррекции изменений пищеварительной системы, возникающих в условиях воздействия экстремальных факторов окружающей среды или при их моделировании;

– исследование механизмов регуляции синтеза белков, принадлежащих к системам неспецифического ответа на неблагоприятные воздействия (белки острой фазы, белки теплового шока), в космическом полете и в модельных экспериментах;

– разработка методов метаболической коррекции синтеза белков, белков острой фазы и теплового шока в органах пищеварительной системы в условиях воздействия экстремальных факторов среды.

В состав отдела входят:

– лаборатория санитарно-химической безопасности и токсикологии воздуха герметичных помещений;

– лаборатория микробиологии среды обитания и противомикробной защиты;

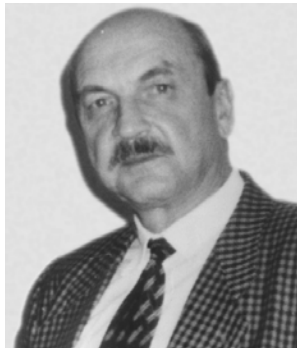
– лаборатория микробной экологии человека;

– лаборатория питания, гастроэнтерологии и гигиенического контроля физических факторов среды обитания.

Отдел санитарно-гигиенической безопасности человека в искусственной среде обитания исторически имел несколько цифровых обозначений (7, 42 и 43, 0-12),

Один из основоположников космической гигиены Нефедов Юрий Герасимович, доктор медицинских наук, профессор

Залогуев Станислав Николаевич, доктор медицинских наук



Викторов Александр Несторович, доктор медицинских наук

входил в состав сектора 4, занимающегося проблемами обитаемости. Создал этот сектор один из основоположников космической гигиены профессор Юрий Герасимович Нефедов, которого впоследствии сменил Станислав Николаевич Залогуев – талантливый ученый-гигиенист и деятельный администратор.

В начале 1980-х годов лаборатории, составляющие ныне отдел, находились в разных подразделениях. Так, микробиология покровных тканей и слизистых изучалась, главным образом, в лаборатории, руководимой А.Н. Викторовым, который возглавлял и отдел 42. В этой лаборатории разрабатывались методы определения потенциала патогенности микрофлоры in situ. Кроме этой лаборатории в отдел входили лаборатория токсикологии и лаборатория санитарной химии, руководимые, соответственно, Геннадием Ивановичем Соломиным и Валентиной Павловной Савиной. Лаборатория микробиологии кишечника человека (432) находилась в составе 43 отдела, руководимого Василием Макаровичем Шиловым. В этой лаборатории работали также талантливые ученые Надежда Николаевна Лизько (один из ведущих специалистов мирового значения в области пробиотиков) и Николай Александрович Поликарпов. Кроме этой лаборатории в 43 отдел входила лаборатория иммунологии, руководимая Ириной Витальевной Константиновой.

В научном плане наследницей лаборатории 432 является лаборатория микробной экологии человека, к достижениям которой можно отнести разработку новых форм выпуска препаратов, а также способов оценки эффективности пробиотиков. Кроме этого, лаборатория занимается мониторингом микрофлоры человека в искусственной среде обитания, разработкой методов экспресс-анализа микрофлоры человека, разработкой технологии утилизации отходов, образующихся в условиях космического полета, исследованием передачи бактериальных генов в условиях космического полета, исследованием способов получения биоэлектричества и другими исследованиями, являющимися предметом естествоиспытательского интереса. Эту лабораторию в 1998 году возглавил Вячеслав Константинович Ильин.

В конце 1980-х годов в связи с появлением ОС был брошен новый неожиданный микробиологический вы-

зов – освоение микроорганизмами элементов интерьера и оборудования длительно функционирующих станций, чреватое биодеструктивными процессами и авариями. Лаборатория, руководимая А.Н. Викторовым, всецело перепрофилировалась под данное направление, которое она успешно развивает по сей день. После безвременной кончины А.Н. Викторова с 2000 года лабораторией руководит Наталия Дмитриевна Новикова. Лаборатория успешно сочетает теоретические и прикладные исследования по оптимизации микробиологических показателей среды обитания ОС: материаловедческие исследования на биостойкость, разработка новых материалов на основе нанотехнологий, разработка новых рецептов биоцидных препаратов, мониторинг микробиологической ситуации на борту ОС, разработка технологии диагностирования ранних фаз биоповреждения. В последние годы круг задач, решаемых лабораторией, значительно расширился – начаты исследования в интересах обеспечения планетарного карантина и фундаментальные астробиологические исследования.

В конце 1980-х годов была проведена реорганизация, в значительной мере оптимизировавшая функции подразделений: лаборатория иммунологии покинула 43 отдел, а оставшаяся лаборатория микрофлоры кишечника, которой после В.М. Шилова с 1985 года стала руководить Н.Н. Лизько, была передана в состав отдела 42 под начало А.Н. Викторова. Этой лаборатории были переданы все функции, связанные с исследованием микрофлоры человека. Таким образом, микробиологические подразделения наконец объединились.

В 1985 году после кончины С.Н. Залогуева сектор 4 возглавил И.Г. Попов, впоследствии смененный А.Б. Сысоевым, бывшим на этой должности вплоть до упразднения сектора № 4.

В 2000 году после смерти А.Н. Викторова отдел некоторое время возглавлял Валерий Николаевич Журенко, а с 2004 года по настоящее время его возглавляет В.К. Ильин. В.Н. Журенко является его заместителем.

В 2010 году в отдел перешел трансформированный в лабораторию отдел питания, гастроэнтерологии и гигиенического контроля физических факторов среды обитания. Лабораторией с тем же названием руководит Александр Никитович Агуреев, коллектив лаборатории сформирован из квалифицированных специалистов в области общей гигиены, гигиены питания и гастроэнтерологии.

Главным богатством отдела являются его сотрудники, специалисты высочайшего класса: Елена Андреевна Дешевая, Николай Александрович Поликарпов, Светлана Викторовна Поддубко, Ксения Владимировна Зарубина, Галина Аркадьевна Шумилина, Татьяна Михайловна Кораблина, Марина Петровна Брагина, Борис Васильевич Афонин, Римма Ивановна Богатова, Мария Юрьевна Баранцева, Татьяна Ивановна Чекачева, Анна Андреевна Пахомова, Зоя Олеговна Соловьева, Любовь Валентиновна Старкова, Нонна Альбертовна Усанова, Юлия Алексеевна Морозова, Надежда Петровна Гончарова, Евгения Александровна Седова, Лидия Афанасьевна Сидоренко, Ирина Владиславовна Кутина, Валентина Серафимовна Титова, Галина Александровна Карельских.

2.10.1. Лаборатория санитарно-химической безопасности и токсикологии воздуха герметичных помещений

Мухамедиева Лана Низамовна

Мухамедиева Лана Низамовна – заведующая лабораторией санитарно-химической безопасности и токсикологии воздуха герметичных помещений, доктор медицинских наук, действительный член Международной академии астронавтики, сопредседатель Международной рабочей группы по качеству воздуха МКС при ММОР от Роскосмоса.

Нынешняя лаборатория образовалась из лабораторий: токсикологии и санитарной химии, руководимых, соответственно, Геннадием Ивановичем Соломиным и Валентиной Павловной Савиной. Научные исследования, проводившиеся в этих лабораториях, заложили основу космической токсикологии и санитарной химии полимерных материалов. Установление закономерностей формирования воздушной среды ОС, имеющие важное значение для теории ингаляционного воздействия ксенобиотиков на организм человека, разработка критериев для создания методологии гигиенического нормирования химических веществ и разработка концепции гигиенической оценки качества воздушной среды с обоснованием методологии гигиенического регламентирования химического загрязнения среды пилотируемых космических аппаратов и классификации оценки опасности загрязнения воздушной среды ОС при нештатных и аварийных ситуациях позволило разработать и внедрить в практику гигиенического обеспечения пилотируемых полетов: средства и методы мониторинга качества воздушной среды с индикацией загрязняющих химических примесей.

Коллектив лаборатории. Слева направо, в первом ряду: ст. лаб. Т.И. Чекачева, с.н.с. А.А. Пахомова, зав. лаб., д.м.н. Л.Н. Мухамедиева, в.н.с., к.м.н. М.Ю. Баранцева, н.с. Д.С. Озеров, в.н.с., к.х.н. К.Н. Микос; во втором ряду: н.с. Д.С. Царьков, ст. инж. Ю.А. Степанов, н.с., к.б.н. С.В. Татаркин

В 1975 году были разработаны средства отбора проб воздуха в космических кораблях и в 1976 году впервые были получены данные о составе химических примесей в воздухе «Союза-22». В модернизированном варианте пробозаборник «АК-1М» применяется и на МКС. Для анализа уровня загрязнения воздушной среды ОС при нештатных ситуациях (выброс фреона-218, этиленгликоля, при пожаре) разработаны и эксплуатируются пробозаборники «АК-1М Ф» (на фреон-218) и «ИПД» (трубки фирмы «Дрегер», модифицированные для применения в условиях пилотируемых космических аппаратов при пожарах). Были разработаны:

1. Гигиенические регламенты (нормативы) предельно допустимых уровней (ПДК) загрязнения воздушной среды пилотируемых космических кораблей, введенные в ГОСТ 50804 -95.
2. Требования по санитарно-химической и токсикологической безопасности применения полимерных материалов в герметичных помещениях и пилотируемых КК.

После В.П. Савиной лабораторией токсикологии стала руководить Лана Низамовна Мухамедиева. Впоследствии лаборатории токсикологии и санитарной химии были объединены в одну лабораторию, вошедшую в отдел 0-12. Ныне это одна из наиболее оснащенных и перспективных лабораторий Института.

С 2010 года подразделение получило название лаборатория санитарно-химической безопасности и токсикологии воздушной среды герметичных помещений. В настоящее время коллектив сотрудников решает задачи обеспечения безопасности экипажа применительно к длительным орбитальным и межпланетным перелетам.

В соответствии с основной задачей лаборатории сотрудники проводят:

– мониторинг и токсикологическую оценку качества воздушной среды МКС;
– санитарно-гигиеническую экспертизу и аттестацию неметаллических материалов, оборудования и грузопотока, доставляемого на МКС;
– санитарно-гигиеническую оценку эффективности СЖО РС МКС;
– санитарно-химические испытания новых модулей (МИМ 1, МИМ 2, ATV 1, 2, 3 (ЕКА) на заключительном этапе наземной подготовки с разработкой заключения о безопасности первого входа экипажа в модуль после стыковки с РС МКС;
– гигиеническое и токсикологическое обеспечение безопасности при нештатных и аварийных ситуациях на МКС.

К числу фундаментальных исследований, проводимых в лаборатории, относятся:

– построение моделей донозологических состояний и разработка количественной оценки уровней токсического риска по результатам экспериментального обоснования ответных реакций (потенцирование, суммация, независимое действие) системы кроветворения и метаболического статуса эритроцитов на сочетанное воздействие радиационного и химического факторов, характерного для условий длительного космического полета;
– исследование экотоксикологической безопасности/стабильности полимеров и наноструктурированных неметаллических материалов по интенсивности и

химическому составу газовыделения веществ при длительной эксплуатации этих материалов в условиях космического полета;

– исследование метаболических изменений в организме здорового человека при длительной изоляции в герметичных помещениях с измененной газовой средой по молекулярным метаболитам в выдыхаемом воздухе, детектируемым методами хроматомасс-спектрометрии и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Наиболее важные вопросы прикладных исследований, решаемые в лаборатории в настоящее время:

– разработка нормативных требований (ПДК, ОБУВ) вредных веществ в воздухе обитаемых герметичных помещений с осреднением по времени до 3 лет (межпланетные полеты);

– сертификация безопасности применения неметаллических материалов с установлением реальных сроков эксплуатации (включая наноструктурированные) при воздействии факторов физической и химической деструкции (старение полимерных материалов);

– разработка медико-гигиенических требований к перспективным системам очистки воздуха герметичных помещений и пилотируемых космических аппаратов.

Перспективным направлением исследований является разработка экспресс-метода диагностики микрофлоры человека на основе исследований биопроб методом хроматомасс-спектрометрического детектирования молекулярных маркеров.

За последние годы по результатам выполненных исследований защитили диссертации М.Ю. Баранцева, А.В. Гегенава.

Наиболее важные результаты НИОКР реализованы в виде патентов на изобретения, свидетельств на полезные модели, руководящих и нормативно-технических документов, методик:

1. Новая медицинская технология «Оценка микроэкологического статуса человека методом хроматомасс-спектрометрии». О.И. Орлов, В.М. Баранов, Г.А. Осипов, Л.Н. Мухамедиева, Н.В. Белобородова, А.А. Пахомова, В.К. Ильин, Т.А. Родионова (ФС № 2010/038 от 24. 02.2010).

2. Патент № 2420723. Россия. Устройство для отбора пробы газовой среды на сорбент и способы подготовки к работе в отсеке пилотируемого космического аппарата. Л.Н. Мухамедиева, К.Н. Микос, О.И. Орлов, А.С. Гузенберг.

3. Патент № 2010111005. Россия. Способ модификации полимеров и способ получения ингибитора деструкции полимеров. В.И. Беклемышев, И.И. Махонин, У.О.Д. Мауджери, Л.Н. Мухамедиева, В.И. Пустовой, М.М. Афанасьев, А.А. Абрамян, А.И. Григорьев, О.И. Орлов, Р.Г. Марданов.

4. Патент № 2011620052. Россия. База данных о составе газовыделений из неметаллических материалов. Л.Н. Мухамедиева, С.В. Татаркин, Р.Г. Марданов, М.Ю. Баранцева, А.А. Пахомова, А.М. Носовский.

2.10.2. Лаборатория микробиологии среды обитания и противомикробной защиты

В первые годы в ИМБП работы по изучению микрофлоры среды обитания, а также функционального состояния аутомикрофлоры человека при длительном пребывании в гермозамкнутых помещениях выполнялись несколькими подразделениями.

В 1974 году была проведена реорганизация и создана лаборатория санитарной бактериологии и личной гигиены космонавтов, руководителем которой стал доктор медицинских наук С.Н. Залогуев.

Основными направлениями работы лаборатории были: изучение эпидемиологических аспектов обитаемости космических объектов; исследование особенностей механизмов передачи условно-патогенных микроорганизмов во время длительного пребывания в герметично замкнутом помещении; физиолого-гигиеническое обоснование разработки комплекса санитарно-бытового обеспечения космонавтов.

В лаборатории была разработана система санитарно-гигиенического обеспечения для поддержания жизнедеятельности человека применительно к условиям космического полета и другим экстремальным условиям, сформулированы требования к гигиеническим процедурам; разработаны методические приемы по определению показателей, характеризующих функциональное состояние кожи и верхних дыхательных путей; созданы рекомендации по способам дезинфекции при подготовке космических объектов.

Был разработан и проведен российско-американский эксперимент «Микробный обмен» по программе «ЭПАС» во время полета кораблей «Союз» и «Аполлон». Лаборатория принимала участие в работах по программе «Интеркосмос».

В период с 1980 по 2000 год лабораторию санитарной микробиологии и разработки средств санитарно-бытового обеспечения возглавлял А.Н. Викторов, а в 2000 году заведующей лабораторией стала Н.Д. Новикова, доктор биологических наук, академик Международной академии астронавтики.

Новикова Наталья Дмитриевна

Под руководством А.Н. Викторова разрабатывались вопросы микроэкологии кабин космических объектов, среди которых особое внимание уделялось проблеме биоповреждений полимерных материалов и биокоррозии металлов, созданию методов и средств противомикробной защиты. Были разработаны принципы, методы и средства для осуществления микробиологического мониторинга среды на борту космических объектов, определены медицинские, технические и технологические риски, сопровождающие своеобразную эволюцию микрофлоры в условиях многолетней эксплуатации ОС.

Оборудование, используемое для отбора микробиологических и микологических проб в космическом полете

Средства противомикробной защиты для использования в космическом полете

Коллектив лаборатории с 1963 по 1996 год осуществлял разработку, непосредственное производство и поставку уникальных средств санитарно-гигиенического обеспечения, предназначенных для экипажей космических кораблей и объектов специального назначения, устройств для контроля среды обитания.

Было разработано, изготовлено и внедрено в практику обеспечения экипажей КК 14 наименований средств личной гигиены.

Комплект средств личной гигиены космонавтов для использования в космическом полете

С 1996 года вопросы выпуска технической документации, изготовления и поставки основных видов гигиенических средств переданы Комплексу главного конструктора (КГК) ИМБП.

С 2001 года лаборатория стала называться «Микробиология среды обитания и противомикробная защита». Основные задачи, которые решает коллектив сотрудников лаборатории, следующие:

– изучение особенностей формирования микрофлоры в среде космических объектов и оценка медицинских и технологических рисков, обусловленных жизнедеятельностью микроорганизмов в этих условиях;

– разработка принципов и методов контроля микробиологической обстановки в космических объектах и герметично замкнутых кабинах различного назначения;

– разработка способов и методов защиты среды обитания от микробной контаминации и технологий защиты конструкционных материалов, оснащения и оборудования космических объектов от микробиологических повреждений;

– аттестация конструкционных материалов, оснащения и оборудования, используемых в космических объектах и гермокабинах различного назначения, на показатели микробиологической безопасности;

– оценка возможности выживания микроорганизмов в экстремальных условиях космического пространства, разработка требований планетарного карантина при осуществлении межпланетных экспедиций;

– разработка средств санитарно-гигиенического обеспечения и сопровождение работ по изготовлению, испытаниям и поставке средств личной гигиены для экипажей космических объектов.

Наиболее важные результаты фундаментальных исследований следующие.

Установлено, что измененная среда обитаемых замкнутых объектов и, в частности, длительно действующих ОС служит своеобразной экологической нишей для жизнедеятельности определенных групп микроорганизмов, включающих патогенные для человека формы и микробы – технофиллы-биодеструкторы и возбудители биокоррозии.

Микроэкосфера среды ОС в ходе многолетней эксплуатации подвергается специфической эволюции, при этом динамика микробной нагрузки не носит линейно-прогрессирующего характера и является волнообразным процессом чередования фаз активации и стабилизации микрофлоры, на фоне которых происходит смена доминирующих по численности и распространенности видов.

Эволюция микрофлоры в этих условиях сопровождается возникновением медицинских и технологических рисков, способных оказывать влияние на характеристики безопасности и надежности космической техники.

Технологические риски определяются развитием процессов биоповреждений и биокоррозии конструкционных материалов интерьера и оборудования, появлением отказов и нарушений в работе отдельных звеньев регенеративных систем жизнеобеспечения. Эти явления детерминируются формированием высокоактивных штаммов – биоагрессоров.

Полученные данные дают основания предполагать, что эволюция микроорганизмов в среде ОС может быть инициирована космофизическими факторами и находиться в прямой или опосредованной зависимости от годовых и многолетних циклов солнечной активности.

Длительное воздействие на микробиоту, формирующую среду обитания пилотируемых орбитальных станций, космофизических, физико-химических и биологических факторов, присущих космическому полету, сопровождается усилением кислотообразования у плесневых грибов и, в первую очередь, у пенициллов. Эти

Коллектив лаборатории микробиологии среды обитания и противомикробной защиты. Слева направо: Харин Сергей Александрович, к.б.н., с.н.с., Полянская Алла Богачевна, м.н.с., Дешевая Елена Андреевна, к.б.н., в.н.с., Новикова Наталья Дмитриевна, д.б.н., зав. лаб., Поддубко Светлана Викторовна, к.б.н., в.н.с., Поликарпов Николай Александрович, к.б.н., в.н.с.

процессы имеют большое значение в аспекте возможности проявления микробиологической деструкции конструкционных материалов, т.к. биоповреждения полимеров и биокоррозия металлов в значительной степени обусловлены воздействием на материалы различных продуктов метаболизма грибов, таких как органические кислоты.

Результаты, полученные в космическом эксперименте «Биориск», свидетельствуют о возможности длительного сохранения жизнеспособности споровых форм микроорганизмов как в условиях пилотируемого космического полета, так и в условиях открытого космоса (что установлено впервые). При этом тест-культуры бактерий и грибов практически не снижают свою ферментативную активность и, в частности, активность ферментов, характеризующих уровень их потенциала патогенности и биоповреждающей активности.

Прикладные исследования – разделы НИОКР в рамках Федеральной космической программы России, НИОКР по заказам ФМБА, РКК «Энергия», ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, КБ «Салют», ЦНИИМаш, ИКИ, ФГУП «ЦНИИЛКА» – направлены на контроль и оптимизацию санитарно-микробиологической обстановки в пилотируемых космических объектах и на разработку технологий профилактики и защиты конструкционных материалов космических объектов от биоповреждений и биокоррозии.

Разработана система микробиологического мониторинга среды ОС, внедрено средство противомикробной защиты «Фунгистат», создана коллекция «полетных штаммов»-биодеструкторов. Эта коллекция, зарегистрированная как «Рабочая

коллекция микроорганизмов грибов, выделенных с космических летательных аппаратов», входит в перечень, который ведет «Всероссийская коллекция микроорганизмов» ИБФМ РАН.

Ведутся работы по созданию специальных защитных технологий, основанных на экологически приемлемых методах поверхностной модификации материалов и нанесения на них биоцидных пленочных покрытий.

Таким образом, как видно из представленных материалов, специалисты отдела внесли весомый вклад в решение проблем санитарно-химической и микробиологической защиты человека.

2.10.3. Лаборатория микробной экологии человека

В лаборатории осуществляются работы по различным направлениям обеспечения микробиологической безопасности человека в искусственной среде обитания. Это, в первую очередь, создание средств и методов профилактики инфекций у человека в искусственной среде обитания.

В лаборатории были проведены работы по исследованию культуральных и генетических свойств микроорганизмов в условиях сочетанного воздействия гипербарической среды и различных инертных газов, показавшие, что среда глубоководных водолазных комплексов оказывает селектирующее воздействие на грамотрицательную флору и подавляет активность грамположительной флоры. Это послужило основой для разработки ряда профилактических мер для персонала этих комплексов.

В лаборатории изучаются особенности формирования чувствительности к антибиотикам у представителей микрофлоры человека в условиях искусственной среды обитания – в длительных сатурационных водолазных погружениях, космических полетах, пребывании в условиях гермопомещений различных назначений. Было установлено, что в этих условиях происходит спонтанное формирование штаммов с признаками госпитализма за счет распространения и рекомбинации внехромосомных генетических факторов.

В лаборатории активно разрабатываются некультуральные методы определения микробного статуса человека в искусственной среде обитания, основанные на компьютерной обработке нативных микробиологических препаратов, а также методы диагностики микроэкологического статуса человека с помощью хроматомасс-спектрометрического детектирования клеточных маркеров. Это позволяет значительно сократить время получения результатов исследований, а также избежать необходимости культивирования микроорганизмов в помещениях закрытого типа.

В лаборатории разрабатываются методы микробной декомпозиции несъедаемых пищевых отходов, упаковочных материалов, средств личной гигиены применительно к решению задач санитарно-гигиенического обеспечения пилотируемых космических полетов. Исследования, проведенные под руководством В.К. Ильина, позволили разработать методы анаэробной утилизации целлюлозосодержащих отходов с последующей высококачественной доочисткой жидких

продуктов переработки. Эти исследования особенно важны с точки зрения жизнеобеспечения планируемых межпланетных полетов, а также функционирования планетарных баз.

В лаборатории разработана методология профилактики и лечения отитов у водолазов-глубоководников, основанная на сочетанном применении трипсина и лизоцима, иммобилизованных на целлюлозном носителе, и пробиотиков. За эту работу В.К. Ильину в составе коллектива авторов в 2003 году была присвоена Премия Правительства России и премия РАН «Доктора наук России» в 2003 и 2004 годах. Данная методология успешно использовалась российскими водолазами при осуществлении поисково-спасательных операций, в частности при работах на подводной лодке «Курск».

В настоящее время лаборатория является головным подразделением, координирующим подготовку программы экспериментов с микроорганизмами на автоматических спутниках серии «Бион» и «Фотон» на 2013–2015 годы, в ходе которых будет изучаться воздействие факторов космического полета на различные микроорганизмы – продуценты антибиотиков; штаммы – пробиотики; штаммы, осуществляющие биодеградацию отходов; штаммы, представляющие интерес с точки зрения астробиологии и обеспечения планетарного карантина.

В целях коррекции дисбиотических состояний человека в лаборатории проводятся исследования активности пробиотических препаратов, сделанных на основе аутологичных штаммов бифидобактерий, лактобацилл и энтерококков. Препараты изготавливаются на основе штаммов, выделенных из кишечника испытателей – участников экспериментов, в которых моделируется ряд факторов космических полетов: невесомость, фактор гермозамкнутого помещения, гипоки-

Коллектив лаборатории микробной экологии человека

незия. Результаты испытаний аутопробиотиков свидетельствуют, что они значительно активнее пробиотиков, изготовленных на основе коллекционных культур.

В лаборатории подготовлено 10 кандидатов наук.

Сотрудники являются авторами 6 патентов, более ста публикаций. В их числе монография В.К. Ильина, А.И. Воложина, Г.В. Виха «Колонизационная резистентность организма в искусственной среде обитания» (2005 г.).

Таким образом, за прошедшие годы сотрудниками лаборатории был решен целый ряд проблем экологии гермозамкнутых объектов и получены научные данные мирового уровня.

2.10.4. Лаборатория питания, гастроэнтерологии и гигиенического контроля физических факторов среды обитания

Основными направлениями работ лаборатории являются проведение исследований в области комплексного решения проблем питания и гастроэнтерологии в различных экстремальных ситуациях (в первую очередь – в космических полетах), а также гигиеническое нормирование и оперативный контроль параметров физических факторов среды обитания в пилотируемых космических аппаратах.

Агуреев Александр Никитович, зав. лаб., к.м.н., действительный член Международной академии астронавтики и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского

Решение задач, связанных с разработкой рационов питания, их испытаниями в лабораторных условиях, в модельных экспериментах и в реальных космических полетах в Институте медико-биологических проблем МЗ СССР было основным направлением работ организованной к началу 1964 года лаборатории «Гигиены питания», которой руководил Валентин Панфилович Бычков. В 1965 году на базе этой лаборатории был создан отдел «Питание», руководителем которой был Аркадий Сергеевич Ушаков. В состав отдела входили 3 лаборатории: «Гигиены питания космонавтов», руководимой В.П. Бычковым, «Регуляции обмена веществ», руководимой А.С. Ушаковым, «Физиологии пищеварения», руководимой К.В. Смирновым.

В таком составе отдел «Питание» просуществовал до 1980 года. После изменения структуры Института, в период с 1980 по 1992 год разработка и испытания рационов являлись задачей лаборатории гигиены питания (руководитель В.П. Бычков), а изучение функционального состояния органов желудочно-кишечного тракта при воздействии на организм человека факторов космического полета осуществляли сотрудники лаборатории гастроэнтерологии (руководитель К.В. Смирнов).

После очередной реорганизации Института в 1992 году указанные лаборатории вошли в состав вновь созданного отдела «Питание, гастроэнтерология и ги-

Коллектив лаборатории «Регуляция обмена веществ». Сидят, слева направо: М. Белаковский, А. Агуреев, Г. Новикова, А. Ушаков, А. Витолло (1980 год)

гиенический контроль физических факторов среды обитания» под руководством Александра Никитовича Агуреева. В 2010 году отдел был трансформирован в лабораторию с тем же названием и руководителем. С июля 2010 года по настоящее время лаборатория входит в состав отдела санитарно-гигиенической безопасности человека в искусственной среде обитания. Лаборатория состоит из 3 функциональных групп: гигиены питания – руководитель Александр Никитович Агуреев; гастроэнтерологии – руководитель Борис Васильевич Афонин; контроля физических факторов среды обитания – руководитель Римма Ивановна Богатова.

В этих группах выполняются исследования по следующим направлениям:

– изучение физиолого-гигиенических аспектов питания различных контингентов в условиях воздействия экстремальных факторов окружающей среды (космический полет, измененные климатогеографические условия, высокие физические и эмоциональные нагрузки и т.п.). Теоретическое и экспериментальное обоснование эффективности использования рационов питания профилактической направленности для повышения адаптационных возможностей организма человека. Обоснование пищевого состава и структуры рациона питания длительной автономности, необходимого для осуществления межпланетных полетов. Совершенствование методов оценки пищевого статуса членов экипажей в космических полетах и в модельных экспериментах.

– изучение изменений органов пищеварительной системы и отдаленных последствий, обусловленных воздействием на организм экстремальных факторов (в первую очередь, факторов космического полета) с целью выявления лежащих в их основе механизмов и разработки способов их профилактики и коррекции. Разработка и внедрение новых методов исследования пищеварительной системы в экстремальных условиях профессиональной деятельности. Проведение в процессе

предполетной подготовки космонавтов лечебных мероприятий у выявленных носителей Helicobacter Pylori (совместно со специалистами ЦПК им. Ю.А. Гагарина);

– изучение влияния физических факторов среды обитания (температурно-влажностный режим, акустическая обстановка, освещенность, запыленность) на физиологические функции организма человека в условиях космического полета, а также в наземных модельных экспериментах. Обоснование предложений по гигиеническому нормированию параметров среды обитания в жилых отсеках космических аппаратов.

Кроме разработки и испытаний рационов питания для экипажей пилотируемых космических аппаратов, большое внимание всегда уделялось и решению проблем питания человека в различных экстремальных ситуациях, таких, как:

– высокополярные лыжные экспедиции Д. Шпаро на Северный полюс, экспедиция «СССР – Северный полюс – Канада», экспедиции в Арктику и Антарктику женской лыжной команда «Метелица»;

– условия аридных зон Каракумов и Сахары;

– средне- и высокогорье Тянь-Шаня, Памира, Каракумов;

– водолазные и гипербарические исследования в Геленджике и Мурманске;

– подготовка спортсменов высшей квалификации (велосипедисты, конькобежцы, лыжники, футболисты, шахматисты) в период подготовки к проведению важнейших соревнований и олимпиад.

В мае 1979 года впервые в истории освоения Арктики участники высокоширотной полярной экспедиции газеты «Комсомольская правда» завершили лыжный переход к Северному полюсу. Этот переход протяженностью более 1500 км по дрейфующим льдам в условиях низких температур и обильных метелей стал важным достижением в освоении Арктики. Руководитель отдела А.С. Ушаков и старший научный сотрудник М.С. Белаковский принимали непосредственное участие в разработке рационов питания, медицинском обеспечении экспедиции и формировании программ научных исследований.

Под руководством А.С. Ушакова выполнялись работы по организации рационального питания участников первой советской экспедиции на высочайшую вершину мира Эверест (8848 м над уровнем моря). При создании рационов были использованы современные представления о физиолого-биохимических особенностях жизнедеятельности организма человека в условиях высокогорья, опыт организации питания участников экспедиций на «восьмитысячники» Гималаев и Каракорума, покорения высочайших вершин страны (пик Коммунизма, пик Ленина и др.). В модельных экспериментах (барокамера) и в горах Тянь-Шаня и Памира были апробированы отдельные продукты и рационы в целом. Было создано несколько вариантов рационов, предназначенных для использования на различных этапах маршрута. Восхождение в мае 1982 года одиннадцати альпинистов на Эверест было расценено в мире как выдающееся спортивное достижение.

В 1970–1980 годах подразделения проводили поисковые исследования по разработке пищевых корригирующих добавок и новых продуктов с улучшенными

Члены высокоширотной экспедиции газеты «Комсомольская правда» к Северному полюсу (1979 год) и помогавшие им сотрудники ИМБП. Сидят: О.Г. Газенко (первый слева), Д.И. Шпаро (второй слева), М.А. Новиков (крайний справа); стоят: А.А. Лосев (первый слева), М.С. Белаковский (четвертый слева), В.И. Мышко (второй справа), В.Н. Первушин (третий справа)

Слева направо: М.С. Белаковский, Б.В. Афонин комплектуют рационы питания для участников восхождения на Эверест (1981 год)

биологическими свойствами для питания спецконтингента в экстремальных условиях:

– совместно со специалистами НПО «Углич» были выполнены работы по повышению биологической активности консервных плавленых сыров путем их витаминизации, отработаны технологические параметры производства плавленого консервного сыра с облепиховым маслом;

– на экспериментальной базе ВНИИ молочной промышленности были проведены совместные работы по созданию высококалорийного продукта «Молоко с облепиховым маслом», содержащего полиненасыщенные жирные кислоты, незаменимые аминокислоты, витамины. В период проведения совместного советско-монгольского космического полета был впервые использован новый пищевой продукт «Молочный напиток с облепиховым маслом сублимационной сушки». Для этого полета А.С. Ушаковым и М.С. Белаковским была рекомендована и организована постав-

ка на борт орбитальной станции продукта «Мясной бульон/«борцны шуль», изготовленного в Таллиннской лаборатории сублимационной сушки и получившего высокую оценку космонавтов.

Тренер футбольной команды «Динамо» (Киев) В. Веремеев и врач команды В. Малюта (в центре) благодарят сотрудников ИМБП А.С. Ушакова (первый слева), О.Г. Газенко (второй слева), М.С. Белаковского (второй справа), В.И. Мышко (первый справа) за оказанную помощь (1986 год)

Разработанные сотрудниками отдела различные варианты пищевых корригирующих добавок направленного действия (с включением витаминов, белков, отдельных аминокислот, кофакторов, лактобактерий, фармпрепаратов) использовались с целью повышения физической работоспособности, психологической устойчивости, ускорения процессов восстановления организма человека в различных экстремальных условиях:

– в период подготовки и проведения XXII Олимпийских игр в Москве в 1980 году членами сборной команды СССР по велоспорту, завоевавшими золотые, серебряные и бронзовые медали;

– игроками футбольной команды «Динамо» (Киев) в условиях сверхвысоких психоэмоциональных нагрузок в 1985–1986 годах, которые в 12-й раз стали чемпионами СССР, выиграли Кубок СССР и Кубок обладателей Кубков УЕФА и стали победителями международных турниров в Голландии и Испании;

– спортсменами-конькобежцами ЦСКА и сборной команды СССР в период подготовки к чемпионату мира 1987 года;

– при проведении эксперимента с участием польских спортсменов-военнослужащих и летчиков ВВС ПНР (совместно с Военным институтом авиационной медицины Минобороны ПНР).

Сотрудники лаборатории. Слева направо, сидят: Г.А. Карельских, Е.А. Седова; стоят: Б.В. Афонин, И.В. Кутина, А.Н. Агуреев

Наиболее существенный вклад в решение проблем питания при воздействии на организм человека экстремальных факторов окружающей среды внесли такие сотрудники лаборатории, как: А.С. Ушаков, В.П. Бычков, К.В. Смирнов, В.Г. Высоцкий, С. Каландаров, М.В. Маркарян, Е.В. Колчин, В.Н. Грязнова, О.С. Хохлова, Т.А. Смирнова, А.Г. Касаткина, И.И. Бородулина, А.Н. Агуреев, В.В. Поляков, М.С. Белаковский, Т.Ф. Власова, А.Н. Кочеткова, С.М. Иванова, С.С. Брантова, С.К. Шишкина, Р.С. Пушко, В.А. Третьякова (Сыченикова), Е.А. Седова, Б.В. Афонин, Н.П. Гончарова Л.Г. Голанд (Рувинова), И.Л. Медкова, Р.А. Печенкина.

Таким образом, за прошедшие годы благодаря усилиям сотрудников подразделения был решен целый комплекс крупных научных проблем организации питания человека в экстремальных условиях, в том числе наиболее важной из них – системы питания космонавтов, обеспечивающей сохранение их профессионального здоровья и работоспособности в период полета, что явилось немаловажным фактором при подготовке и осуществлении длительных космических полетов.

2.11. Отдел жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях

Отдел является ведущим подразделением ИМБП, осуществляющим комплексное решение проблем жизнеобеспечения человека в экстремальных и экологически неблагоприятных условиях.

Отдел обеспечивает решение следующих задач:

– разработка принципов создания физико-химических систем водообеспечения человека в экстремальных условиях;

– разработка принципов создания физико-химических систем формирования искусственной газовой среды в экстремальных условиях;

– разработка принципов создания биологических систем жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях;

– разработка принципов создания комплексных биолого-технических (экологических) систем жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях;

– исследование особенностей формирования систем микробиоценозов водообеспечения на пилотируемых космических аппаратах;

– проведение мониторинга качества питьевой воды, используемой на пилотируемых космических аппаратах, с выдачей санитарно-гигиенического заключения;

– приготовление и поставка консервированной питьевой воды для пилотируемых космических аппаратов;

– исследование физико-химических и биокаталитических процессов очистки, регенерации, консервации, кондиционирования и обеззараживания воды;

– разработка новых методов и технологий регенерации воды из продуктов жизнедеятельности человека и отходов технических систем;

– исследование изотопного состава воды в процессе ее круговорота в замкнутых экологических системах и влияния такой воды на биологические объекты;

– разработка физико-химических методов для поддержания устойчивости функционирования биолого-физико-химических систем жизнеобеспечения;

– разработка и исследования процессов получения кислорода применительно к системам жизнеобеспечения человека в медицине, экологии и спецтехнике. Проведение сравнительного анализа технико-экономических показателей различных существующих и перспективных систем кислородообеспечения;

– разработка экспериментальных стендов и научной аппаратуры для автоматических космических аппаратов, проведение биолого-технических, летно-космических и контрольных наземных испытаний;

– разработка и исследования процессов формирования искусственной газовой среды и искусственных газовых смесей с повышенной физиологической активностью;

– разработка и исследование процессов поглощения двуокиси углерода в системах жизнеобеспечения и медицинской технике;

– разработка и исследование перспективных электрохимических процессов получения электроэнергии с использованием микроорганизмов-электрогенов;

– разработка различных вариантов замкнутых экологических систем жизнеобеспечения (ЗЭСЖО), их структур в зависимости от условий функционирования и налагаемых ограничений;

– разработка функциональных звеньев для системы замкнутого круговорота веществ на основе определенного класса организмов, изучение особенностей взаимоотношений организмов в популяциях и биоценозах, а также совместимости с другими звеньями системы;

– разработка принципов сопряжения физико-химических и биологических процессов в единую систему. Получение исходных данных и биолого-технических требований на создание экспериментальных и штатных систем на основе биологических и физико-химических методов;

– разработка различных вариантов ЗЭСЖО, включающих человека, для экспериментальной отработки режимов функционирования отдельных звеньев и системы в целом применительно к штатным объектам для экстремальных условий;

– разработка и испытания технологий культивирования высокопродуктивных популяций организмов для экстремальных условий;

– отработка элементов и блоков космических оранжерейных устройств применительно к перспективным штатным оранжерейным устройствам систем жизнеобеспечения;

– отработка параметров работы различных систем увлажнения, аэрации и анализа корнеобитаемых сред (гранулированных, волокнистых, тканных) в экстремальных условиях;

– исследования видовой структуры посева перспективных овощных оранжерей и норм потребления растительной биомассы, получаемой в экстремальных условиях;

– исследование автотрофного звена на основе низших растений как средообразующего фактора в БСЖО в экстремальных условиях;

– проведение исследований по выбору биологических объектов для использования в качестве гетеротрофного звена БСЖО в экстремальных условиях;

Синяк Юрий Емельянович

– отработка технологий содержания популяций гетеротрофных организмов в экстремальных условиях;

– исследование влияния экстремальных факторов на внутрисистемные связи моделей биологических систем (микрокосмы), а также на сами звенья данной системы.

Заведующий отделом жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях и лабораторией водообеспечения и мониторинга качества воды в экстремальных условиях – Синяк Юрий Емельянович, доктор технических наук, кандидат химических наук, профессор, Заслужен-

ный изобретатель РСФСР, Заслуженный деятель науки РФ, действительный член Международной академии астронавтики, Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, Академии технологичесих наук РФ, лауреат Премии Правительства РФ.

Отдел жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях ИМБП состоит из трех лабораторий:

– лаборатории водообеспечения и мониторинга качества воды в экстремальных условиях;
– лаборатории систем формирования искусственной газовой среды;
– лаборатории биологических систем жизнеобеспечения человека.

2.11.1. Лаборатория водообеспечения и мониторинга качества воды в экстремальных условиях

Основными задачами лаборатории водообеспечения и мониторинга качества воды в экстремальных условиях являются:

– разработка принципов создания физико-химических систем водообеспечения человека в условиях космических полетов;
– разработка новых методов и технологий регенерации воды из продуктов жизнедеятельности человека и отходов биолого-технических систем. Исследование физико-химических и биокаталитических процессов очистки, регенерации, консервации, кондиционирования и обеззараживания воды;
– исследование особенностей формирования микробиоценозов систем водообеспечения;
– исследование изотопного состава воды в процессе ее круговорота в замкнутых экологических системах и его влияния на биологические объекты;
– проведение мониторинга качества питьевой воды, используемой на пилотируемых космических аппаратах, с выдачей санитарно-гигиенического заключения;
– приготовление и поставка консервированной питьевой воды для экипажей пилотируемых космических аппаратов.

В 1967–1968 годах в ИМБП был проведен уникальный годовой медико-технический эксперимент с участием трех испытателей: Г.А. Мановцева, А.Н. Божко и Б.Н. Улыбышева. В гермокамерном эксперименте, длившемся 365 суток, проходила медико-биологическая и техническая оценка нового комплекса регенерационных систем жизнеобеспечения. Система регенерации воды из влагосодержащих продуктов жизнедеятельности испытателей включала регенерацию воды из их мочи, из конденсата атмосферной влаги, из использованных санитарно-гигиенических и бытовых вод. Вода из мочи и бытовых вод регенерировалась с помощью окислительно-каталитического метода; из конденсата атмосферной влаги – с помощью окислительно-сорбционного метода; из использованных санитарно-гигиенических вод – методом коагуляции с последующей фильтрацией и сорбционной доочисткой.

Чижов Сергей Владимирович, заведующий лабораторией до 1980 года, доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР (автор портрета – В. Мещеряков)

В этом эксперименте впервые в мире был реализован длительный полный круговорот воды. Экспериментальные регенерационные системы стали прототипом штатных систем для экипажей ОС «Салют», «Мир» и МКС.

Впервые в мировой практике пилотируемых полетов на ОС «Салют-4» экипаж в составе А.А. Губарева и Г.М. Гречко использовал воду, регенерированную в системе «СРВ-К», для питья, приготовления пищи и напитков. Система работала в течение всего пилотируемого полета станции. Аналогичные системы типа «СРВ–К» работали на ОС «Салют-6», «Салют-7», «Мир». В настоящее время система «СРВ-К2М» успешно функционирует на МКС.

Об эффективности регенерационных систем водообеспечения свидетельствуют следующие цифры: на борту ОС «Мир» было получено около 14 000 литров питьевой воды, регенерированной системой «СРВ-К», а также 6 000 литров воды, регенерированной из мочи с помощью системы «СРВ-У».

Специалистами лаборатории решены многие важные проблемы:

1. Разработаны нормы водопотребления и нормативы качества воды для условий длительных космических экспедиций.

2. Предложены, разработаны и внедрены методы предполетной подготовки питьевой воды, ее обеззараживания и консервации. В длительных гермокамерных экспериментах с помощью гигиенических и токсикологических методов доказана возможность сохранения высоких органолептических, физико-химических и микробиологических качеств питьевой воды сроком до 3 лет. Разработанные рекомендации послужили основой для создания систем водообеспечения типа «Колос», основанных на запасах консервированной питьевой воды и использовавшихся на космических объектах «Восток», «Восход», «Союз», «Салют», «Мир», а также системы «Родник» для орбитальных комплексов «Мир» и МКС.

3. Разработан ряд физико–химических методов и технологий для регенерации воды: метод лиофилизации, метод низкотемпературного испарения и вакуумной дистилляции, окислительно-каталитический метод, методы фотохимического и радиационного окисления, мембранные методы (ультрафильтрации, мембранного испарения и обратного осмоса), электрохимические методы (метод анодного окисления и электродиализ), газогидратный метод. Некоторые из вышеперечисленных методов легли в основу создания экспериментальных и штатных систем регенерации воды из влагосодержащих продуктов жизнедеятельности человека и биолого-технических систем.

4. Разработана технология регенерации воды для экспериментальных регенерационных систем НЭК ИМБП в годовом медико-техническом эксперименте.

5. Разработаны технологии (совместно с НИИХиммаш и РКК «Энергия») создания систем водообеспечения на основе запасов воды, а также технологии регенерации воды из конденсата атмосферной влаги, мочи, санитарно-гигиенических вод, влаговыделений топливных элементов, влаговыделений биолого-технических систем, которые легли в основу проектирования и создания штатных систем регенерации воды «СРВ-К», «СРВ-У», «СРВ-СГ» и др. для КК «Восток», «Восход», «Буран», ОС типа «Салют», «Мир» и МКС.

6. Проведен мониторинг жидких сред, отобранных с борта ОС «Салют-6», «Салют-7», «Мир» и МКС, который показал, что качество питьевой воды из системы «Родник», воды, доставленной кораблями «Шаттл», «Жюль Верн – ATV», а также воды, регенерированной системами «СРВ-К», «СРВ-К2М» и «СРВ-У», соответствует требованиям ГОСТ Р 50804-95 «Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования».

7. Проведено приготовление, аттестация и поставка питьевой воды в системах «Колос» для экипажей всех КК «Союз».

8. Проведена аттестация питьевой воды системы «Родник», доставляемой с Земли транспортным грузовым кораблем «Прогресс» для экипажей ОС «Салют», «Мир», МКС.

9. Сформировано новое научное направление: создание и поддержание оптимального изотопного состава среды обитания космонавта. В частности, в рамках этого направления была разработана технология получения бездейтериевой воды. Показано ее положительное влияние на рост и развитие высших растений и животных. Так, показано, что бездейтериевая вода со сниженными (на 65 %) концентрациями дейтерия обладает биологической активностью: отмечено возрастание количества биомассы и семян при культивировании высших растений, отмечено появление антимутагенных свойств, вода с пониженными концентрациями тяжелых стабильных изотопов водорода (дейтерия) и кислорода ($^{18}O_2$) оказывает противоопухолевое воздействие на организм животных (мышей). Отмечены радиопротекторные свойства: длительное употребление воды с пониженным содержанием дейтерия и кислорода (^{18}O) приводит к снижению степени тяжести лучевых повреждений, обусловленных действием гамма-лучей в условиях ежедневного воздействия.

С 1980 года заведующим лабораторией водообеспечения и мониторина качества воды в экстремальных условиях является кандидат химических наук, доктор технических наук, профессор Ю.Е. Синяк.

Большой вклад в разработку санитарно-гигиенических, технологических и биологических основ создания систем водообеспечения и мониторинга качества воды для экипажей КК и ОС внесли: С.В. Чижов, Ю.Е. Синяк, В.Б. Гайдадымов, З.П. Пак, Ю.С. Колоскова, Н.Н. Ситникова, Г.И. Козыревская, В.М. Скуратов, Н.М. Назаров, В.Д. Волгин, А.А. Берлин, В.А. Громыко, М.И. Шикина, А.А. Моисеев, Л.С. Лукавый, Е.Н. Стариков, Е.Л. Золотарева, М.М. Спиряева, Л.Е. Балашова, В.П. Петина, Ю.Е. Безумова, С.М. Кривобок, Н.М. Кривобок, А.В. Александров, И.В. Шумили-

Сотрудники лаборатории водообеспечения и мониторинга качества воды в экстремальных условиях. Слева направо, сидят в первом ряду: Н.А. Васильева, Е.С. Григорьева, Ю.Е. Синяк, зав. лаб., зав. отд. 13; стоят во втором ряду: С.О. Смолянина, Т.П. Короткова, Н.М. Назаров, В.Б. Никитин; стоят в третьем ряду: Е.Ю. Малых, И.О. Коновалова, Г.В. Канатова, А.Н. Ерохин, Ю.А. Беркович

на, А.Н. Лукьянов, Е.С. Григорьева, Т.П. Короткова, Е.Ю. Малых, Г.В. Канатова, В.П. Пушкин, Л.Б. Загибалова, Е.И. Гуськова.

Таким образом, как видно из представленного материала, специалистам лаборатории принадлежит мировой приоритет в разработке и создании систем регенерации воды как важнейшего компонента СЖО космонавтов, что особенно важно применительно к длительным космическим полетам.

2.11.2. Лаборатория систем формирования искусственной газовой среды

Лаборатория входит в отдел жизнеобеспечения человека в экстремальных условиях. Лаборатория выполняет исследования по изучению перспективных процессов формирования искусственной газовой среды обитаемых гермообъектов различного назначения и дыхательных газовых смесей для жизнеобеспечения человека в экстремальных ситуациях.

Задачи, решаемые лабораторией:

– разработка и исследования процессов получения кислорода применительно к системам жизнеобеспечения человека, медицине, экологии и спецтехнике;

– проведение сравнительного анализа технико-экономических показателей различных существующих и перспективных систем кислородообеспечения;

– проведение работ, направленных на создание научной аппаратуры для автоматических космических аппаратов;

– проведение биолого-технических, летно-космических испытаний и контрольных наземных экспериментов;

– разработка экспериментальных стендов и тестирование научной аппаратуры для автоматических космических аппаратов, проведение биолого-технических, летно-космических и контрольных наземных испытаний;

– разработка и исследования процессов формирования искусственной газовой среды и искусственных газовых смесей с повышенной физиологической активностью;

– разработка и исследование процессов поглощения двуокиси углерода в системах жизнеобеспечения и медицинской технике;

– разработка и исследование перспективных электрохимических процессов получения электроэнергии с использованием микроорганизмов-электрогенов.

Лаборатория была создана в 2001 г. в результате реорганизации отдела регенерации газовой среды, основанного в 1963 году. Основной задачей отдела была разработка научных основ и принципов построения систем регенерации газовой среды, которые максимально используют продукты жизнедеятельности человека.

Большой вклад в разработку систем формирования искусственной газовой среды и дыхательных газовых смесей внесли: Б.А. Адамович, Б.Г. Гришаенков, Б.А. Гаврилов, Л.Л. Заблоцкий, Н.Г. Зорина, С.И. Климарев, В.П. Королев, А.Г. Лобанов, Т.Н. Павлова, Н.П. Перфильев, Г.С. Ушакова, И.А. Смирнов, Т.С. Смоленская, П.Э. Солдатов.

Сотрудники лаборатории систем формирования искусственной газовой среды. Слева направо: Смоленская Татьяна Сергеевна, научный сотрудник; Тюрин-Кузьмин Алексей Юрьевич, старший научный сотрудник, кандидат биологических наук; Солдатов Павел Эдуардович, ведущий научный сотрудник, доктор медицинских наук; Шулагин Юрий Алексеевич, ведущий научный сотрудник, кандидат биологических наук; Прилепский Владимир Иванович, ведущий инженер; Маркина Ольга Николаевна, ведущий инженер; Еремеев Сергей Иванович, научный сотрудник; Крыченков Дмитрий Анатольевич, ведущий инженер; Смирнов Игорь Алексеевич, заведующий лабораторией, кандидат технических наук

Проведен комплекс основополагающих исследований по разработке принципов построения максимально замкнутых физико-химических систем регенерации газовой среды на основе извлечения кислорода из продуктов жизнедеятельности человека – углекислого газа и воды.

Теоретически и экспериментально изучены основные процессы, используемые при формировании искусственной газовой среды гермообъектов различного назначения: генерирование кислорода; очистка газового состава от углекислого газа и его концентрирование; удаление газообразных вредных микропримесей; трансформация побочных газовых продуктов – водорода и углекислого газа (Б.Г. Гришаенков). Полученные результаты передавались в НПО «Энергия», НИИХиммаш, СКТБ электрохимии для использования в опытно-конструкторских разработках систем обеспечения газового состава гермообъектов различного назначения.

Важным этапом развития систем регенерации газовой среды явился годовой медико-технический эксперимент с изоляцией человека, проведенный в ИМБП в 1967–1968 гг. Одной из основных задач эксперимента являлась отработка технологических режимов при осуществлении частичной регенерации кислорода из продуктов жизнедеятельности человека и побочных газовых продуктов системы регенерации газовой среды. В качестве генератора кислорода использовался электролизер, где происходило разложение воды на кислород и водород. Кислород направлялся для дыхания, а водород – в блок утилизации углекислого газа. В блоке утилизации путем каталитического гидрирования углекислого газа по реакции Сабатье получали воду и метан. Воду возвращали в электролизер для получения кислорода, а метан выводился из цикла. Очистку газовой среды от углекислого газа и его концентрирование осуществляли в системе на основе силикагеля и синтетических цеолитов с термовакуумной регенерацией адсорбентов. Очистка от вредных примесей осуществлялась сорбционным и термокаталитическими способами. Полученные результаты послужили основой для космических образцов систем обеспечения газового состава регенерационного типа.

В 1969 году в ИМБП был разработан и изготовлен первый в мире космический электрохимический генератор кислорода «РЛ-8», который успешно прошел испытания в орбитальном полете на биологическом спутнике «Космос-367», обеспечивая кислородом группу малых животных.

В 70–80 годы XX века были разработаны новые принципы построения систем формирования и регенерации водородсодержащих газовых смесей в гипербарических системах, создана новая, не имеющая аналогов в мире, технология формирования водородсодержащей гипербарической газовой среды с давлением до 200 кг/см^2 (совместно с Б.Н. Павловым и А.Т. Логуновым).

В последние годы проводятся работы по разработке способов генерирования кислорода и кислородообогащенных газовых смесей с целенаправленно изменяемыми свойствами и изучению их биологических эффектов.

В начале 1990-х годов были начаты исследования и разработки, направленные на создание новых типов генераторов кислорода, аппаратов для формирова-

ния дыхательных газовых смесей медицинского назначения и индивидуальных средств спасения человека в экстремальных ситуациях. К числу наиболее успешных работ в этой области следует отнести разработку технологии генерирования кислорода медицинского назначения из твердых кислородсодержащих веществ и адсорбционного концентрирования кислорода из окружающего воздуха. С использованием этих технологий в СКБ ЭО при ГНЦ РФ ИМБП РАН были созданы первые в нашей стране альтернативные (не криогенные) кислородные генераторы, получившие разрешение на использование в медицинской практике. Организовано производство разработанных изделий. Аппараты «Геофарм», «Ингалит», «Тополь», «Нерпа», «Приз» использовались в МО, МЧС, МВД, ФСБ и учреждениях Минздрава РФ. Изготовлено и передано в эксплуатацию в различные ведомства более 500 твердых источников кислорода. С использованием аппаратов «Геофарм» и «Ингалит» оказана медицинская помощь сотням пациентов. Твердотопливный генератор кислорода «Нерпа», аппарат искусственной вентиляции легких «Приз», дыхательные аппараты «Геофарм» и «Ингалит» приняты на снабжение в ряде министерств и ведомств.

Разработки защищены патентами Российской Федерации, отмечены медалями и дипломами на отечественных и международных выставках. В 2003 г. разработки были удостоены премии Правительства РФ в области науки и техники.

С 2003 г. лаборатория включилась в работы по созданию научной аппаратуры для автоматических космических аппаратов серий «Фотон-М» и «Бион-М».

В 2007 г. совместно с СКБ ЭО было завершено создание герметичного модуля с автономной системой жизнеобеспечения для содержания малых животных «Контур». В этом же году были проведены его летно-космические испытания на космическом аппарате «Фотон-М» № 3.

В 2013 г. был запущен автоматический космический аппарат «Бион-М» № 1 с научной аппаратурой, разработанной при активном участии сотрудников лаборатории. В самой же лаборатории проведен наземный синхронный эксперимент. Большой вклад в эти работы внес П.Э. Солдатов.

В 2012 г. разработан первый в России полетный образец микробного топливного элемента, который планируется апробировать на космическом аппарате «Фотон-М» № 4 в 2014 году.

Лаборатория оснащена современными научно-техническими стендами на основе гермокамер, обеспечивающими формирование газовой среды любого состава.

Стенды позволяют проводить длительные круглосуточные эксперименты, оснащены современной измерительной техникой, полностью автоматизированы, обеспечено компьютерное управление и сбор информации. Лаборатория принимает участие в выполнении отечественных и международных грантов и проектов. Приоритетным направлением является развитие систем формирования газовой среды для обеспечения жизнедеятельности и безопасности человека в экстремальных ситуациях в космосе, под водой, под землей и в наземных условиях.

Таким образом, как видно из представленного материала, за прошедшие годы сотрудниками лаборатории был решен целый ряд крупных проблем в области создания искусственной среды обитаемых гермообъектов различного назначения.

2.11.3. Лаборатория биологических систем жизнеобеспечения человека

Лаборатория биологических систем жизнеобеспечения человека была создана в результате последовательной реорганизации сектора биологических систем жизнеобеспечения человека, созданного в ИМБП в 1963 году. В 1983 году этот сектор превратился в отдел с тем же названием, а в 1992 году – в лабораторию.

Сектором биологических систем жизнеобеспечения человека заведовали:

– с 1963 по 1967 гг. Яздовский Владимир Иванович, д.м.н., профессор, лауреат государственной премии СССР, действительный член Международной академии астронавтики, Международной авиамедицинской академии, Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, полковник медицинской службы;

– с 1967 по 1972 гг. Терещенко Алексей Тимофеевич, д.х.н., полковник медицинской службы;

– с 1972 по 1983 гг. Шепелев Евгения Яковлевич, д.м.н., член-корреспондент Международной академии астронавтики, заслуженный деятель науки РСФСР, полковник медицинской службы.

После реорганизации сектора в отдел биологических систем жизнеобеспечения человека с 1983 по 1992 гг. им заведовала д.б.н. Мелешко Ганна Иосиповна.

После преобразования в 1992 году отдела в лабораторию биологических систем жизнеобеспечения человека ей заведует Сычев Владимир Николаевич, д.б.н., действительный член Международной академии астронавтики.

Яздовский
Владимир Иванович

Шепелев
Евгений Яковлевич

Мелешко
Ганна Иосиповна

Сычев
Владимир Николаевич

Основными направлениями работ лаборатории являются:

– создание биологических систем жизнеобеспечения человека посредством изучения условий, принципов и механизмов замыкания и формирования искусственных экосистем;

– разработка принципов интеграции циклов в биологически замкнутую экосистему;

– исследование структурно-функциональной устойчивости и надежности биологических систем;

– разработка и исследование модельных лабораторных экосистем, представляющих основные типы функционирования биотических циклов;

– исследование альтернативных путей ввода и вывода энергии в замкнутой экосистеме и организации межзвенного энергообмена;

– исследование структурно-функциональных отношений между организмами в экосистемах с различной степенью замкнутости;

– создание методов и разработка технологий, позволяющих осуществлять интенсивное культивирование биологических объектов – звеньев системы – в экстремальных условиях, в том числе в невесомости;

– исследования биологической роли гравитации в жизни организмов, возможных компонентов биологических систем жизнеобеспечения космических экипажей.

Сотрудники лаборатории, слева направо: О.Б. Сигналова, с.н.с., к.б.н., Т.А. Дерендяева, н.с., В.Н. Сычев, зав.лаб., д.б.н., И.В. Крючкова, инж., Е.Л. Нефедова, с.н.с., к.б.н., М.А. Левинских, в.н.с., д.б.н.

Успехи лаборатории связаны с такими сотрудниками, как: Левинских Маргарита Александровна, Гурьева Тамара Сергеевна, Подольский Игорь Григорьевич, Нефедова Елена Леонидовна, Сигналова Ольга Борисовна, Дадашева Ольга Алексеевна, Дерендяева Тамара Алексеевна, Медникова Елена Ивановна, Кареткин Алексей Геннадьевич, Филатова Анна Васильевна, Комиссарова Дарья Валерьевна, Тихобаева Ольга Ильинична, Михайлов Николай Иванович, Крючкова Ирина Валентиновна.

Для длительных межпланетных космических полетов и планетарных баз (поселений), когда связь с биосферой Земли будет полностью отсутствовать, СЖО

человека должна строиться на основе регенерации среды обитания из продуктов его жизнедеятельности за счет физико-химических и биологических процессов. Человек является продуктом эволюции биосферы Земли, поэтому очевидно, что оптимальной средой для его существования является среда обитания, создаваемая с помощью биосферных механизмов. Исходя из этого, создание СЖО на основе биологического круговорота веществ – биологических систем жизнеобеспечения (БСЖО) – стало одним из важных направлений исследований в пилотируемой космонавтике.

Слева направо, сидят: Дадашева О.А., с.н.с., Гурьева Т.С., в.н.с., к.б.н., Медникова Е.И., н.с.; стоят: Медникова О.А., м.н.с., Ездакова М.И., аспирантка, Комиссарова Д.В., м.н.с., А.В. Хехнева

В начале 1960-х годов были разработаны теоретические основы построения БСЖО и начаты наземные исследования первых моделей таких систем с участием человека. Первым испытателем, который жил в течение суток за счет продуктов фотосинтеза одноклеточных водорослей, был Евгений Яковлевич Шепелев. В эти годы были определены сущность и принципы построения БСЖО, разработаны их принципиальные схемы и структура. В ИМБП была создана стендовая база и проведены эксперименты по изучению биорегенеративных систем с участием человека.

Основным фотосинтетическим звеном БСЖО являлись одноклеточные водоросли, а вклад высших растений в общий баланс регенерации атмосферы гермообъема составлял не более 50 %. Основной же функцией высших растений в этих моделях являлось обеспечение овощной части рациона питания человека. В экспериментах, проводимых в ИМБП, ориентировались на реальные условия космического полета, поэтому объем биологической системы составлял от 15 до 45 $м^3$ (при включении в состав фотоавтотрофного звена высших растений).

Модель БСЖО «человек – одноклеточные водоросли – минерализация» была детально изучена в нескольких экспериментах. В этих экспериментах участвовали как штатные испытатели ИМБП, так и сотрудники – Николай Иванович Михайлов и Сергей Александрович Шибунеев. Кроме человека и одноклеточных водорослей, в состав модели входили: звено биологической минерализации мочи, устройства для обезвоживания биомассы водорослей, твердых отходов человека и испарения мочи с целью возврата содержащейся в них воды в общий круговорот. В систему извне поступали только минеральные соли для питания водорослей и сублимированные продукты пищевого рациона, к которому добавлялось 50 г сухого вещества биомассы водорослей из расчета удовлетворения потребностей человека в растительном белке. Остальные необходимые человеку вещества регенерировались в системе, т.е. в системе осуществлялась регенерация атмосферы, воды и, частично, пищи.

Ведущий инженер Борис Николаевич Шебалин у комплекса для исследования БСЖО на основе фотосинтеза одноклеточных водорослей: на переднем плане 3 фотосинтетических реактора «Сирень» объемом 15 литров каждый; на заднем плане камера объемом 5 м^3, в которой во время экспериментов находился испытатель (1973, ИМБП)

Общим итогом работы таких моделей является полная регенерация атмосферы и воды, утилизация 95 % углекислоты и воспроизводство до 10 % пищи. В сумме это составляет до 80 % регенерации потребляемых человеком веществ. Более сложные модели систем с включением высших растений исследовались в 2 опытах длительностью до 2 месяцев. Посевная площадь растений составляла 15 м^2, из них 11,25 м^2 занимала пшеница, остальную площадь – различные овощные растения (горох, свекла, морковь, капуста). В результате включения в состав автотрофного звена высших растений были оптимизированы параметры системы, увеличена степень замкнутости круговорота веществ и достигнут полный баланс кислорода и углекислоты в атмосфере системы за счет приближения суммарного ассимиляционного коэффициента звена «водоросли – высшие растения» к дыхательному коэффициенту человека. Степень регенерации пищи увеличивалась по сравнению с предыдущей моделью системы до 26 % от массы рациона.

Параллельно с исследованиями наземных моделей БСЖО в секторе, а затем в отделе и лаборатории под руководством д.м.н. Владимира Ивановича Яздовского, д.х.н. Алексея Тимофеевича Терещенко, д.м.н. Евгения Яковлевича Шепелева, д.б.н. Ганны Иосиповны Мелешко и д.б.н. Владимира Николаевича Сычева велись и ведутся работы по отработке отдельных звеньев БСЖО. Исследовались и исследуются различные автотрофные организмы. В работах с низшими растениями принимали и принимают участие Елена Константиновна Лебедева, Аида Андро-

никовна Антонян, Тамара Борисовна Галкина, Андрей Иванович Козаков, Маргарита Александровна Левинских, Лариса Михайловна Красотченко, Елена Леонидовна Нефедова, Елена Михайловна Кондратьева, Ольга Григорьевна Ливанская, Ироида Павловна Солоицова, Екатерина Владимировна Хромченко, Галина Ивановна Крылова, Борис Николаевич Шебалин, Николай Иванович Михайлов, Андриан Иванович Королев и др. В результате этих работ были изучены и введены в интенсивную культуру одноклеточные водоросли: хлорелла (Chlorella Sp.K), хламидомонада (Chlamidomonas reinhardii шт. 449), клостериопсис (Closteriopsis acicularis var. africana (Hind.)), эвглена (Euglena gracilis шт. Z (Klebs.) и спирулина (Spirulina platensis (Gom.) Geitlery). Были отработаны различные агротехнические приемы выращивания высших растений в искусственных условиях, внедрены такие методы выращивания высших растений, как бессубстратная и субстратная гидропоника. В результате этих работ было исследовано более 100 различных видов и сортов культурных растений в качестве возможных компонентов БСЖО человека. Большой вклад в проведение этих исследований внесли: Всеволод Петрович Дадыкин, Елена Владимировна Лебедева, Мария Васильевна Вильямс, Ирина Викторовна Цветкова, Владимир Иванович Рождественский, Тамара Петровна Алехина, Ирина Евгеньевна Иванова, Тамара Алексеевна Дерендяева, Лола Собировна Чернова, Валентин Ильич Павловский, Вера Борисовна Раушенбах, Эмма Васильевна Максимова, Нелли Ивановна Другова, Владлен Михайлович Симонов, Владимир Олимпиевич Гнездилов, Игорь Григорьевич Подольский, Ольга Борисовна Сигналова, Елена Феликсовна Ивановская, Сергей Александрович Шибунеев, Татьяна Николаевна Карева и др. Работы по исследованию высших растений в течение 10 лет возглавлял Всеволод Петрович Дадыкин, последующие 20 лет работу с высшими растениями курировала Ганна Иосиповна Мелешко, последние 20 лет работами с низшими и высшими растениями руководит д.б.н. Маргарита Александровна Левинских.

Большое внимание всегда уделялось разработке гетеротрофного звена БСЖО, а также разработке нетрадиционных источников питания человека, получаемых из произведенной в системе биомассы растений. Среди активных участников исследований: Александр Львович Агре, Тамара Сергеевна Гурьева, Владимир Федорович Мищенко, Ольга Алексеевна Дадашева, Ирина Анатольевна Абакумова, Зоя Николаевна Лебедева, Нелли Андреевна Тресвятская, Елена Ивановна Медникова, Ольга Ильинична Тихобаева. В 1970–1980-е годы руководил этими работами д.м.н. Владимир Иванович Фофанов, а последние 20 лет это направление исследований возглавляет к.б.н. Тамара Сергеевна Гурьева.

Одним из важных направлений работ были исследования, связанные с переработкой отходов жизнедеятельности организмов, входящих в систему. Руководили этими работами д.х.н. Борис Георгиевич Гусаров, к.м.н. Сергей Иванович Цитович и к.т.н. Василий Васильевич Попов. Были разработаны различные технологии, позволяющие вернуть в круговорот веществ системы различные отходы растительного и животного происхождения. В этих работах принимали участие

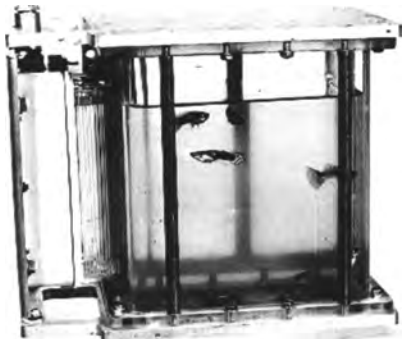
Юрий Иванович Шайдоров, Тамара Владимировна Ерофеева, Роза Оганезовна Геодокян, Ирина Валентиновна Крючкова, Зоя Павловна Суханова, Маргарита Васильевна Кузьменко, Виктор Петрович Дорофеев, Нина Петровна Ионова, Елена Ивановна Карпова.

В начале 1980-х годов в ИМБП эксперименты с наземными моделями БСЖО, включающих человека, были прекращены, а основные усилия были направлены на отработку отдельных узлов таких систем, их сопряжение между собой и с физико-химическими процессами регенерации среды обитания. Помимо этого, на новом этапе развития теории и практики БСЖО одним из основных направлений научно-исследовательских работ стало изучение влияния условий космического полета на различные биологические объекты – потенциальные звенья БСЖО и создание технологий их культивирования на борту ОС.

В многочисленных экспериментах как на пилотируемых, так и на беспилотных космических летательных аппаратах, проводившихся в рамках российской научной программы, научной программы «Интеркосмос», научной программы «Мир – НАСА», в кооперации с исследователями из Европы, США, Японии, было показано, что одним из основных условий получения достоверных результатов в космических исследованиях является создание технологий, позволяющих в невесомости максимально полно обеспечить потребности исследуемых организмов и свести к минимуму различия в условиях культивирования или содержания биологических объектов в лаборатории и на борту космического летательного аппарата.

Первым шагом в исследовании возможности использовать биологические технологии в условиях космического полета стали исследования роста и развития одноклеточных водорослей, проводившиеся на борту ОС «Салют-6» совместно с украинскими и чешскими учеными в рамках программы «Интеркосмос». В этих экспериментах было показано отсутствие первичного биологического действия невесомости на все исследованные параметры активно растущей культуры одноклеточных водорослей как на организменном уровне, так и на уровне взаимоотношений в системе «организм – среда». Для продолжения исследований влияния условий космического полета на одноклеточные водоросли совместно с чешскими учеными были проведены работы по созданию аппаратуры для автотрофного культивирования одноклеточных водорослей. Был создан культиватор «Хлорелла-А», однако использовать его для проведения космических исследований не представилось возможным. Исследовать автотрофную культуру одноклеточных водорослей удалось в экспериментах с модельной микроэкосистемой, проведенных на борту биоспутников и на борту ОС «Мир», где впервые было показано, что невесомость не оказывает влияния на функционирование микроэкосистемы «во-

Прибор «Хлорелла-А» для экспериментов с автотрофной культурой одноклеточных водорослей в условиях космического полета



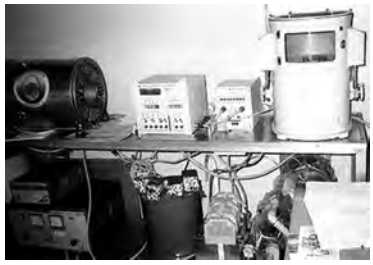
Прибор «Аквариум» для экспериментов с модельными микроэкосистемами

дорасли – бактерии – рыбы». Все изменения, которые происходили в системе за время ее существования в условиях гравитации и в условиях невесомости, были одинаковы, а рост, развитие и размножение популяции одноклеточных водорослей в составе системы проходили так же, как и на Земле.

Совместно с болгарскими учеными по программе «Интеркосмос» была создана автоматическая оранжерея «Свет» для проведения экспериментов с высшими растениями на борту ОС «Мир». В период с 1990 по 2000 год было проведено 6 экспериментов с использованием оранжереи «Свет» в рамках программы «Интеркосмос» совместно с болгарскими учеными, а также по научной программе «Мир – НАСА» совместно с американскими учеными и в рамках российской научной программы.

Космическая оранжерея «Свет», предназначенная для экспериментов с высшими растениями на борту ОС «Мир»

На борту ОС «Мир» по программе «Интеркосмос» совместно со словацкими учеными, в рамках научной программы «Мир – НАСА» совместно с американскими учеными и по российской научной программе было проведено 8 экспериментов «Инкубатор», в которых исследовали влияния факторов космического полета на онтогенез японского перепела (*Coturnix coturnix japonica dom.*). В этих экспериментах в комплекс аппаратуры входили: инкубатор, камера для содержания птиц, системы очистки и различные транспортные контейнеры (для яиц, птиц, корма).



Комплекс аппаратуры для экспериментов с птенцами японского перепела на борту ОС «Мир»

С помощью аппаратуры, созданной по программе «Интеркосмос», были получены приоритетные результаты, которые показали, что:

– гравитация не является обязательным условием для нормального роста и развития высших растений;

– при обеспечении физиологических потребностей высших растений в полном объеме их продукционный процесс в невесомости и на Земле одинаков;

– растительные организмы обладают способностью компенсировать отсутствие вектора гравитации другими тропическими реакциями;

Встреча российских, болгарских и словацких участников программы «Интеркосмос» (1998 г., Иванка-при-Дунае, Словакия). 2-я слева во 2-м ряду Т.Н. Иванова (руководитель проекта «Свет» с болгарской стороны), 1-й справа в 1-м ряду академик Каламан Бодя (руководитель проекта «Инкубатор» со словацкой стороны)

– развитие корневой системы растений не зависит от гравитационного фактора, а определяется наличием в корнеобитаемой среде воды и элементов минерального питания;

– невесомость не является абсолютным препятствием на пути эмбрионального развития птиц;

– птенцы японского перепела не способны самостоятельно существовать в агравитационной среде.

Гари Дженс (слева) и В.Н. Сычев – сопредседатели подгруппы ФБИ проекта «Мир – НАСА»

В 1993 году была начата реализация проекта «Мир – НАСА», в рамках которого был создан ряд подгрупп, в том числе подгруппа фундаментальных биологических исследований (ФБИ). Сопредседателями подгруппы ФБИ были с российской стороны Владимир Николаевич Сычев (ИМБП), с американской стороны представитель Эймсского исследовательского центра НАСА (ЭИЦ НАСА) Гари Дженс. Сотрудники лаборатории принимали участие в реализации совместных космических экспериментов «Оранжерея» и «Инкубатор».

Для реализации исследований с высшими растениями на борту ОС «Мир» решено дооснастить оранжерею «Свет» датчиковой аппаратурой. Специалистами Лаборатории космической динамики Университета штата Юта под руководством

Гейла Е. Бингхема при участии российских специалистов была создана «Измерительная система оранжереи “Свет”» (GEMS). На борту ОС «Мир» были успешно проведены 3 совместных эксперимента «Оранжерея». Научным руководителем экспериментов с российской стороны являлась Маргарита Александровна Левинских, с американской стороны в первых двух экспериментах – Фрэнк Салсбери (профессор Университета штата Юта), в третьем – Мэри Масгрейв (профессор Университета штата Луизиана).

М.А. Левинских и Ф. Салсбери подписывают протокол по результатам совместного эксперимента «Оранжерея» (Логан, Университет штата Юта, 1996 год)

М.А. Левинских и М. Масгрейв во время проведения контрольного эксперимента (Батон Руж, Университет штата Луизиана, 1998 год)

В результате совместных исследований впервые в условиях космического полета был измерен фотосинтез пшеницы и было показано, что уровни фотосинтеза на Земле и в невесомости идентичны; был отработан алгоритм полива растений в условиях невесомости; произведена заморозка растений на борту ОС «Мир» для проведения детальных химических и биохимических исследований, которые не показали существенных различий между земными и космическими растениями пшеницы; впервые было получено два космических поколения высших растений (Brassica tapa).

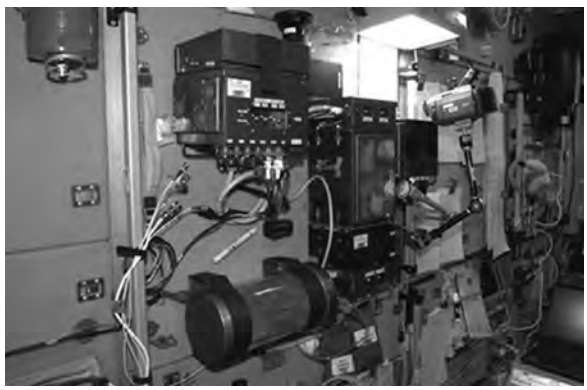
Т.С. Гурьева и О.А. Дадашева во время обработки биологического материала, полученного в одном из экспериментов «Инкубатор» (ЭИЦ НАСА, США, 1997 год)

В рамках проекта «Мир – НАСА» было проведено 3 эксперимента «Инкубатор», в которых исследовался эмбриогенез японского перепела. Научным руководителем этих экспериментов с российской стороны была Тамара Сергеевна Гурьева, с американской стороны принимали участие представители 11 различных университетов. В результате проведенных исследований были подтверждены данные, полученные ранее при проведении экспериментов по программе «Интеркосмос».

После окончания программы «Мир – НАСА» сотрудничество специалистов лаборатории с учеными из США продолжилось. В 1999 году были начаты совместные работы по созданию космической оранжереи «Лада», а в 2002 году она была доставлена на борт МКС.

Участники работ по созданию оранжереи «Лада». Слева направо: Крис Маршал, Шеин Тофам, И. Г. Подольский, М.А. Левинских, В.Н. Сычев, Гейл Е. Бингхем (Москва, ИМБП)

Начиная с 2002 года на борту МКС с использованием оранжереи «Лада» было проведено 17 экспериментов с высшими растениями, в которых впервые было получено 4 космических поколения гороха, установлено отсутствие каких-либо генетических изменений у растений во всех 4 поколениях, показано, что невесомость не является стрессорным фактором. За прошедшие годы на борту МКС кроме гороха выращивались также редис, ячмень, пшеница, мизуна. Эти эксперименты подтвердили и дополнили результаты, полученные ранее на ОС «Мир», что дает основание говорить о возможности включения высших растений в состав СЖО межпланетных космических миссий.



Оранжерея «Лада» на борту МКС

С целью отработки технологии культивирования высших растений в составе СЖО были проведены эксперименты: «Массоперенос», «Лада-МИС», «Термо-Лада». В них исследовались миграция влаги внутри субстратов, диффузия кислорода в них, методы калибровки термодатчиков, предназначенных для определения влажности субстрата.

Для исследования влияния условий космического полета на покоящиеся формы организмов, принадлежащих к различным таксономическим группам, были проведены эксперименты «Аквариум», «Биориск-МСН», «Экспоуз-Р», в которых на борту МКС внутри и вне станции экспонировались покоящиеся формы ракообразных (диапауза) и насекомых (криптобиоз). В этих экспериментах была показана возможность сохранения жизнеспособности покоящихся форм в течение длительного времени (до 32 месяцев) при их нахождении как внутри станции, так и в открытом космосе. Сотрудники лаборатории принимали активное участие

в подготовке эксперимента «БиоФобос/Анабиоз» в проекте «Фобос-Грунт», где планировалось исследовать влияние космического пространства на покоящиеся формы живой материи.

При проведении космических экспериментов лаборатория активно сотрудничает со специалистами различных научных учреждений России и учеными из Европы, США, Канады, Японии. За прошедшие годы специалисты лаборатории провели более 50 экспериментов с растительными и животными организмами на борту ОС и на биоспутниках.

Сотрудники лаборатории принимали активное участие в наземных гермокамерных экспериментах «ЭКО-ПСИ», «SFINCSS-98», «МАРС-500». Применительно к подготовке межпланетной миссии были проведены эксперименты по отработке систем жизнеобеспечения такой экспедиции. Одним из элементов этой системы являлась оранжерея для выращивания овощных растений. В данной оранжерее испытатели выращивали редис, мизуну, укроп, щавель, томаты, сладкий перец, лук шаллот. Было установлено, что в условиях замкнутого гермообъема с экипажем из 6 человек возможно получение полноценной биомассы растений для пополнения рациона питания. Продуктивность растений не отличалась от данных, отмеченных в предварительно проведенных лабораторных контрольных экспериментах. Анализ качества растительной биомассы выявил ее соответствие гигиеническим нормативам по показателям микробиологической безопасности.

Таким образом, как видно из представленного материала, специалисты лаборатории неоднократно получали научные данные приоритетного характера, и во многом благодаря их труду эти данные являются основой для создания современных биологических СЖО космонавтов.

2.12. Отдел стендовых испытаний и исследований

Отдел стендовых испытаний и исследований (руководитель – Е.П. Демин) был создан в 1980 году.

Сотрудники отдела стендовых испытаний и исследований, слева направо: Юрий Александрович Фальков, Альбина Федоровна Мирошниченко, Евгений Павлович Демин (начальник отдела), Владимир Иванович Колесников, Владимир Яковлевич Першин

В отделе были сосредоточены все стенды и установки, на которых проводились испытания с участием человека.

Под руководством Г.П. Доронина, М.Ф. Фомина и Г.В. Какутии были проведены медико-технических испытания систем обеспечения жизнедеятельности на натурном макете ОС «Салют», в результате которых получили «путевку в жизнь» системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги, получения кислорода методом электролитического разложения воды, сбора и консервации мочи, в дальнейшем успешно эксплуатировавшиеся на ОС «Мир», в наше время – на МКС. На макете проводилась также отработка некоторых операций экспедиции В.А. Джанибекова и В.П. Савиных по восстановлению работоспособности ОС «Салют-7».

Параллельно, вплоть до закрытия программы «Буран», велись отработочные испытания системы обеспечения теплового режима на технологическом макете этого корабля.

Большой вклад в разработку программ испытаний и их проведение внесли Г.П. Доронин, В.С. Дюндина, В.Н. Черникова, А.В. Ряжский, А.А. Антонов, Г.В. Какутия, Н.Г. Каменщикова, А.В. Чащин, Г.В. Куликова, Э.А. Калабухов.

В 1964–1970 годах по инициативе С.П. Королева были развернуты работы по созданию на базе ИМБП наземного экспериментального комплекса (НЭК) с имитатором марсианского корабля. В ноябре 1970 года НЭК был введен в эксплуатацию.

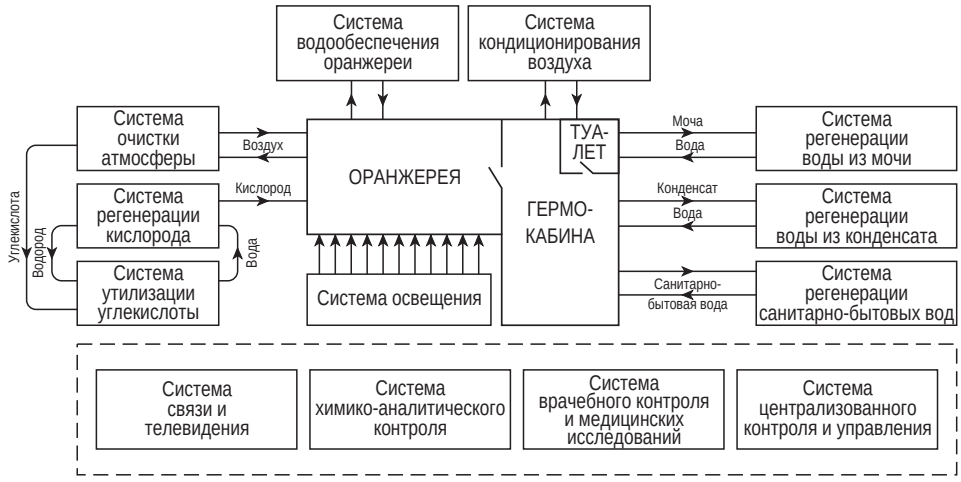
Первоначально НЭК состоял из 2 отсеков на 150 м^3 и 50 м^3 для размещения экипажа (в которых имелись пульт управления, медицинский пункт, каюты, радиационное убежище, мастерская), а также отсека биолого-технических систем объемом 100 м^3, который в середине 1980-х годов был переоборудован в обитаемый отсек.

С 1970 года и до настоящего времени в НЭК с участием испытателей-добровольцев проведено значительное количество исследований в условиях изоляции (см. раздел «Экспериментальная база»), в которых изучались различные аспекты межличностных и межгрупповых отношений, проводилась оценка эффективности методов и средств оптимизации психологического состояния человека, отрабатывались режимы труда и отдыха, а также апробировались бортовые системы обеспечения жизнедеятельности, впоследствии реализованные на ОС «Салют», «Мир» и МКС.

В преддверии эксперимента, моделирующего пилотируемый полет на Марс (проект «Марс-500»), была проведена коренная реконструкция НЭК, в результате которой НЭК в настоящее время включает в себя 4 обитаемых модуля суммарным объемом 550 м^3, имитатор марсианской поверхности, наземный центр управления, современную инженерную инфраструктуру.

Значительный вклад в разработку документации, создание информационно-измерительных систем, организацию и проведение экспериментов внесли Н.Г. Мочалов, В.А. Степанов, С.П. Лазиев, Б.В. Капустин, В.Г. Яковлев, С.П. Нефедов, Г.И. Одиноков, Н.В. Жевнов, А.М. Моисеев, В.И. Триколкин, А.И. Стручев, Ф.Б. Подгурский, Е.Е. Бродецкая, К.Г. Четвергов, Е.Я. Тюрин, Х.В. Хобихожин.

В 1965–1967 годах в ИМБП был создан Наземный лабораторный комплекс (НЛК) систем обеспечения жизнедеятельности, в состав которого входили бытовой отсек, оранжерея и наземная инфраструктура, эксплуатацией которого занимался отдел камерных испытаний (начальник В.П. Стефов, позднее – А.Н. Романчиков).



Блок-схема НЛК

С 5 ноября 1967 года по 5 ноября 1968 года в нем был проведен 366-суточный эксперимент с участием Г.А. Мановцева, А.Н. Божко и Б.Н. Улыбышева.

Успешно проведенный годовой эксперимент внес большой вклад в представления о реакциях организма человека на длительное пребывание в экстремальных условиях, в технику и технологию проектирования перспективных систем обеспечения жизнедеятельности.

Сотрудники отдела стендовых испытаний и исследований

Кроме того, отдел имеет комплекс термобаровлагокамер, предназначенных для проведения научно-исследовательских работ и экспериментов с техническими устройствами в условиях комплексного воздействия давления, температуры и влажности воздуха, повышенного содержания кислорода, углекислого газа и других газов; специальную барокамеру ГБК-63, используемую для проведения научно-исследовательских и физиолого-технических исследований при различных температурно-влажностных режимах, степенях разрежения атмосферы и составах газовой среды; стенд высокого давления, предназначенный для проведения лечебной рекомпрессии в случае возникновения высотных декомпрессионных расстройств у человека в экспериментальных исследованиях в ГБК-63, физиолого-технических исследований в условиях гипербарической среды.

Большой вклад в проведение испытаний, совершенствование стендов, их эксплуатацию внесли А.Н. Романчиков, Ю.А. Фальков, В.С. Машейко, М.М. Емельянов, А.Ф. Мирошичева, В.М. Потапенко, В.Я. Першин, П.С. Спирьков.

Сотрудники отделов А.Н. Романчикова и В.А. Степанова принимали участие в проведении имитационных глубоководных погружений на комплексе «Кролик» на базе Южного отделения Института океанологии АН СССР.

Необходимо отметить также большой вклад А.И. Бурназяна, В.Н. Правецкого, Ю.Г. Нефедова, Б.А. Адамовича, В.П. Дзедзичека, С.Б. Максимова, В.М. Баранова, руководивших работами по созданию и развитию стендовой базы ИМБП.

2.13. Комплекс главного конструктора ИМБП

Ярманова Евгения Николаевна

Комплекс Главного конструктора (КГК) был создан в сентябре 1979 года, до 1992 года назывался Службой Главного конструктора (СГК). КГК является самостоятельным научно-техническим подразделением и подчиняется директору – Главному конструктору ИМБП. Научно-техническое и административное руководство работой КГК осуществляет Начальник комплекса – заместитель Главного конструктора Е.Н. Ярманова.

В состав КГК входят:

– участок стандартизации и нормоконтроля (Г.Т. Садычка);

– лаборатория штатных средств медицинского обеспечения и профилактики (Е.Н. Ярманова);

– лаборатория комплексного планирования разработок (А.В. Пронин);

– полиграфический участок (Е.Д. Митрофанова);

– лаборатория целевых полезных нагрузок и средств медицинского контроля (О.М. Стругов);

– отделение испытаний и контроля качества бортовой аппаратуры (Н.Ф. Старикова).

Коллектив отдела. Слева направо, в первом ряду: О.Ю. Величко, Т.А. Бондарева, В.Ф. Столбов, Г.В. Суструева, Н.А. Сысоева, Е.Н. Ярманова, О.Р. Федосеева, С.В. Коргун, А.А. Потапова, А.Г. Кузнецов, Н.Ф. Старикова, А.Ю. Егоров; во втором ряду: Д.В. Мерекин, О.М. Стругов, В.Г. Комарова, Н.Е. Спицына, Ю.И. Смирнов, О.Н. Медведева, В.И. Кожаринов, В.А. Грачев, В.Ю. Есин; в третьем ряду: Д.В. Суструев, А.В. Пронин, Г.Т. Садычка, В.С. Седлецкий, Д.С. Петров, Н.Н. Химорода, А.И. Пахомов, А.Ю. Афанасьев

КГК обеспечивает разработку, изготовление, испытания и поставку бортовых средств медико-биологического назначения и изделий научно-исследовательского назначения для космических объектов.

В начале 1967 года в ИМБП была создана Централизованная служба технической поддержки медицинского обеспечения космических полетов, которая называлась службой бортовых поставок. Руководителем этой службы был назначен В. Гуда. Эта служба занималась разработкой технической документации, испытаниями и поставкой под контролем ОТК и представительства заказчика бортовых аптечек и медицинских укладок с лекарственными средствами, средств личной гигиены, средств медицинского контроля. Осуществлялась также поддержка научных исследований на космических кораблях «Союз» и ОС «Салют».

В 1970 году в ИМБП была введена должность Главного конструктора, на которую был назначен Ю.Г. Нефедов.

В 1978 году начались совместные с представителями стран социалистического содружества полеты по программе «Интеркосмос». В рамках реализации этой программы на ИМБП были возложены не только задачи отбора космонавтов, пред- и послеполетного обследования, медицинского контроля за состоянием их здоровья в полете, но и совместное формирование научной программы медико-биологических исследований в полете, оказание технической помощи в разработке научной аппаратуры, разработка технической документации на эту аппаратуру, необходимой для ее наземных испытаний и эксплуатации, проведение всех видов наземных испытаний.

Уже после полета по этой программе космонавта ЧССР В. Ремека стала очевидной необходимость создания специализированного подразделения для технической поддержки медико-биологических исследований в полетах. Такое подразделение (лаборатория № 17) было создано в июне 1978 года Начальником лаборатории был назначен В.И. Кожаринов. Свою работу данное подразделение начало с проведения работ по подготовке научной аппаратуры для полета гражданина ГДР З. Йена. Эта работа была успешно завершена доставкой экипажем КК «Союз-31» (В.Ф. Быковским, З. Йеном) на ОС «Салют-6» научной аппаратуры ГДР («Рула», «Йена», «Эльба», «Шумомер», «Вкладыш-ГДР»).

В сентябре 1979 года была создана полноценная СГК. В ее состав вошли: лаборатория штатных систем медицинского обеспечения (В.Г. Булахов – до 1985 года, А.И. Пахомов – с 1985 года по 1992 год), лаборатория научно-исследовательской аппаратуры (В.И. Кожаринов), лаборатория надежности (В.А. Ильясов – до 1987 года, В.С. Сергеев – с 1987 года по 1992 год), бюро комплектации и бортовых поставок (Л.Н. Неверова), отдел технической документации и стандартизации (Л.Ф. Галкина). Главным конструктором был назначен Б.А. Адамович, который до этого был непосредственным участником разработки корабля «Восток» (по поручению С.П. Королева курировал разработку тормозной двигательной установки).

В период с 1978 года по 1981 год СГК обеспечила подготовку для полетов представителей НРБ (Иванов), ВНР (Фаркаш), СРВ (Фам Туан), Кубы (Томайо),

Гуррагча (МНР) и Прунариу (СРР) 14 новых видов научной аппаратуры («Средец», «Пиле», «Балатон», «Интерферон-1», «Интерферон-2», «Суппорт», «Контакт», «Координограф», «Калиброметр», «Атуэй», «Чацаргана», «Минидоза-178», «Иммунитет», «Ориентация»). В этот же период был проведен на ОС «Салют-6» первый советско-французский эксперимент «ЦИТОС», аппаратуру для реализации которого подготовила СГК (прибор «ЦИТОС», «ВКЛАДЫШ-ЦИТОС», «БИОТЕРМ-8»). Все эти работы проходили на фоне обеспечения советской программы медико-биологических исследований на ОС «Салют-6». В рамках данной работы были подготовлены к полету и доставлены на станцию «Анемометр», «Кардиокассета», «Лютик», «Пелана-02», «Вибротестер» и другие приборы.

При этом постоянно обеспечивались экипажи, находящиеся на ОС, штатными и экспериментальными медицинскими, санитарно-гигиеническими, профилактическими средствами и средствами дозиметрического контроля.

19.04.82 года на околоземную орбиту была выведена ОС «Салют-7». И уже в процессе работы на ней первой основной экспедиции (А.Н. Березовой, В.В. Лебедев) на станцию 25.06.1982 года прибыла экспедиция посещения с гражданином Франции Ж.-Л. Кретьеном. Работы по подготовке этого полета начались в 1979 году. Для этого полета во Франции была разработана и изготовлена аппаратура «Эхограф», «Поза», «Биоблок» и «Цитос» (установлен на станции до ее запуска). Схема подготовки аппаратуры к этому полету отличалась от той, которая использовалась в программе «Интеркосмос». Вся техническая документация на аппаратуру разрабатывалась в соответствии с согласованными требованиями французскими специалистами. Кроме того, все испытания на соответствия требованиям, выданным советской стороной (РКК «Энергия»), проводились специалистами Национального центра космических исследований (КНЕС) Франции, в распоряжении которых была мощная испытательная база.

Кроме представителя Франции станцию «Салют-7» посетил в 1984 году космонавт Индии (Шарма Ракеш). Научная аппаратура для этого полета была разработана как индийскими («Векторкардиограф», магнитный регистратор «БРИЗ»), так и советскими специалистами (блок питания «БРИЗ», «МИОКОМ-01И»).

Техническое обеспечение советской программы медико-биологических исследований на ОС «Салют-7» осуществлялось по двум основным направлениям. К первому относятся собственные разработки («ИГС-02», «УБИМ-8», «КПСУ-01», «Глюкометр», «БИОХИМ»), а ко второму – разработки второго поколения научной аппаратуры в странах – участницах программы «Интеркосмос» («Балатон-М», комплекс «Плазма-01»).

СГК принимала непосредственное участие в обеспечении полета корабля «Союз-Т13», экипаж которого (В.А. Джанибеков, В.П. Савиных) осуществил стыковку с неуправляемой станцией «Салют-7» и провел комплекс ремонтно-восстановительных работ, позволивших продолжить ее эксплуатацию. Для этих работ СГК ИМБП был разработан комплект «Анализ-2», с помощью которого осуществлялась проверка наличия в атмосфере станции вредных для здоровья человека составляющих.

20.02.1986 года был осуществлен запуск базового блока ОС «Мир». За период своего пребывания на орбите станция обросла исследовательскими модулями. На станции побывали многочисленные экспедиции посещения, в том числе по проектам «Аустромир», «Евромир», «Мир – ШАТТЛ», «Мир – НАСА». Все эти работы невозможно было бы провести без наличия на борту средств медицинского и санитаро-гигиенического обеспечения, медицинского и дозиметрического контроля, новой научной аппаратуры, расходных материалов для научной аппаратуры и средств медицинского контроля. СГК смогла выполнить все заявки РКК «Энергия». В 1992 году были объединены лаборатория штатных средств медицинского обеспечения, лаборатория научной аппаратуры и лаборатория средств медицинского контроля, а также ОТК и лаборатория испытаний, а СГК переименована в КГК. Главным конструктором был назначен директор Института А.И. Григорьев, начальником КГК стал заместитель Главного конструктора А.Д. Носкин.

В 1998 году ИМБП стал головной организацией по разработке средств медицинского обеспечения и научной аппаратуры для проведения медико-биологических исследований на МКС. Была проведена и реорганизация КГК – в результате была организована структура, которая действует по сегодняшний день.

В период с 1998 по 2012 год КГК в кооперации были разработаны и доставлены на борт средства медицинского обеспечения экипажей – тренажер «Бегущая дорожка БД-2», нагружатель силовой «НС-1М», электромиостимулятор – комплект «Стимул-01», усовершенствованные комплект «Чибис-М», профилактический нагрузочный костюм «Пингвин» с системой измерения нагрузок, тренировочно-нагрузочный костюм ТНК-У-1, комплект эспандеров. Были разработаны и усовершенствованы укладки медицинские и средства личной гигиены. Модернизирована аппаратура медицинского контроля – разработаны комплексы «Альфа-12», «Бета-09», «КМА-01».

Для обеспечения космических экспериментов в период с начала развертывания МКС и с первой основной экспедиции МКС-1 и по МКС-21 включительно КГК или при его участии было разработано 26 наименований новых видов научной аппаратуры; изготовлено, испытано и поставлено на борт 138 единиц такой аппаратуры, что позволило обеспечить выполнение 30 космических экспериментов. За этот же период работы было поставлено 21 наименование комплектов расходных изделий общим числом 204 единицы. В среднем на каждую экспедицию для инженерно-технического обеспечения научных медико-биологических программ приходилось более 16 единиц научной аппаратуры и расходных изделий. Ежегодно для МКС КГК изготавливает, обеспечивает контроль качества и доставляет в среднем до 650 изделий средств личной гигиены и медицинского контроля.

Начиная с 2008 года КГК активно включился в работу по разработке научной аппаратуры для биоспутников «Бион-М» и КА «Фотон-М». Были разработаны комплекс «МЛЖ-01», комплекс «Контур-БМ», «ФРАГМЕНТЕР», «ППН», «Биоконт-Б» для проведения научных исследований в процессе полета «Бион-М» № 1

продолжительностью 30 суток. Для проведения медико-биологических исследований в процессе полета «Фотон-М» № 4 продолжительностью 45 суток разработаны комплекс «ГК-04», комплекс «Флюор-П», «МТВ», «Биокультиватор» и «ППН».

Участок стандартизации и нормоконтроля

В конце 1979 года в ИМБП был организован отдел технической документации (ОТД) и стандартизации, который включал в себя группы :

– стандартизации;
– нормоконтроля технической документации;
– копировально-множительной техники.

Возглавила ОТД Галкина Лия Филипповна.

В 1980 году начальником ОТД и стандартизации стал Кекелия Бодри Герасимович. С 1981 года по 1989 год группой нормоконтроля руководила Маркович Галина Петровна, с 1988 по 1992 год – Митяшенкова Галина Васильевна, с 1992 по 2002 год – Шатов Октябрь Васильевич, с 2002 года по настоящее время – Садычка Галина Тихоновна. 1 июля 2010 года группа была преобразована в участок стандартизации и нормоконтроля. Начальник участка – Садычка Галина Тихоновна, сотрудники Волкова Людмила Борисовна, Потапова Алла Александровна.

Основными функциями участка являются организация и выполнение работ по внедрению новых стандартов, абонентский учет и хранение, выдача стандартов, ведение фонда нормативно-технической документации по стандартизации, регистрация, учет и хранение конструкторской и нормативной документации, проведение нормоконтроля конструкторской документации на штатные системы и научную аппаратуру, рассмотрение, согласование и своевременное внесение изменений в конструкторскую документацию.

Лаборатория штатных средств медицинского обеспечения и профилактики

В конце 1998 года в ИМБП была создана лаборатория штатных средств медицинского обеспечения и профилактики. Одной из причин создания лаборатории была передача Институту головной роли по созданию штатных средств медицинского обеспечения и прямое финансирование Роскосмосом данных работ. Начальником лаборатории была назначена Ярманова Евгения Николаевна, ранее занимавшаяся разработкой аналогичных систем для орбитального корабля «Буран». В состав лаборатории вошли: Мисецкая Ирина Ивановна (с 1998 по 2007 год), Сысоева Наталья Алексеевна, Ратникова Наталья Вячеславовна, Комарова Валентина Геннадьевна, Сидорова Нина Васильевна (с 1998 года), Табунина Ольга Алексеевна (с 1998 года), Медведева Ольга Николаевна (с 2007 года), Суструева Галина Васильевна (с 2003 года), Бондарева Тамара Александровна (с 1999 года), Химорода Никита Николаевич (с 2006 года), Петров Дмитрий Сергеевич (с 2007 года), Мерекин Дмитрий Вячеславович (с 2013 года).

Основной задачей лаборатории является разработка, изготовление, комплектация, испытания и поставка штатных средств медицинского обеспечения и профилактики для пилотируемых космических аппаратов. За время существования лаборатория разработала и поставила на МКС следующие изделия.

Нагружатель силовой «НС-1М»

Нагружатель силовой «НС-1М» для выполнения космонавтами резистивных упражнений по нагружению рук, ног, спины.

Стенд «Бегущая дорожка БД-1» с программным обеспечением – для локомоторных тренировок в пассивном режиме с использованием системы виброизоляции TVIS и бортового медицинского лэптопа RSE-Med.

Комплект «Чибис-М»

Тренировочно-нагрузочный костюм «ТНК-У-1М» обеспечивает продольную осевую нагрузку на космонавта при выполнении локомоторных тренировок на бегущей дорожке.

Комплект эспандеров предназначен для физических тренировок космонтавтов с целью сохранения структуры и свойств мышц.

Комплект «Чибис-М» создает заданные величины отрицательного давления над нижней половиной тела космонавта с использованием ручного и автоматического режимов управления.

ПНК «Пингвин» с системой измерения нагрузок предназначен для создания продольной осевой нагрузки на опорно-мышечный аппарат космонавта с измерением создаваемой нагрузки.

ПНК «Пингвин»

Комплект «Стимул-01 НЧ» (для низкочастотной электромиостимуляции мышц нижних конечностей и мышц спины космонавта в условиях космического полета).

Комплект «Стимул-01 ВЧ» (для высокочастотной электромиостимуляционной тренировки мышц нижних и верхних конечностей и мышц спины у космонавта).

Тренажер «Бегущая дорожка БД-2» – для локомоторных тренировок космонавтов на бегущей дорожке с системой виброизоляции.

Набор для личной гигиены «Комфорт 1М» обеспечивает личную гигиену космонавтов при полетах на МКС.

Набор для личной гигиены «Комфорт 3М».

Укладка «Комфорт-2М» предназначена для обеспечения личной гигиены космонавта при полете на ТПК «Союз».

Укладка «Слогия»

Укладка «Слогия» (профилактика и лечение заболеваний зубов, десен, слизистых оболочек полости рта космонавтов в условиях полета).

Укладка с шинами для оказания травматологической помощи космонавтам в условиях полета на МКС.

Укладка «Водные процедуры» (для гигиенических процедур космонавтов с помощью увлажненных водой салфеток).

Укладка с очками обеспечивает защиту глаз космонавтов от ультрафиолетового излучения при выполнении видеонаблюдений и работ с оптической аппаратурой.

Укладка «Защита-ОПС» (защита космонавтов от потенциально опасных сред).

Аптечка «БД» (профилактика вестибулярных расстройств при полете на ТПК «Союз»).

Укладка медицинская «П-4» (профилактика и лечение нарушения слуха у космонавтов).

Укладка с шинами

В состав лаборатории входит производственный участок, занимающийся изготовлением средств личной гигиены. Производственный участок, входивший до 1997 года в структуру отдела 0-12, изготовил более 8000 изделий для поставки на ОС «Мир» и МКС, сегодня в его составе трудятся Н.В. Ратникова, В.Г. Комарова, Г.В. Суструева, О.Н. Медведева.

Лаборатория комплексного планирования разработок

Лаборатория комплексного планирования разработок обеспечивает проведение работ, связанных с изготовлением и поставкой средств медико-биологического обеспечения для космических объектов. Лаборатория осуществляет поставки этих средств Головному Заказчику, участвует в проведении входного контроля комплектующих изделий, поступающих в ИМБП для использования при комплектации бортовых поставок, ведет учет и хранение комплектующих изделий и готовой продукции.

Лаборатория была сформирована в 1979 году как бюро комплектации бортовых поставок (в составе отдела № 17). В состав бюро входили Л.Н. Неверова (начальник бюро), С.Р. Коваленко, В.Ф. Столбов, Л.А. Будакова. В 1989 году в результате реорганизации бюро было переименовано в лабораторию № 814, в состав которой вошли Л.Н. Неверова (начальник лаборатории), В.Ф. Столбов, А.В. Синельников, И.А. Воейкова. В 1993 году лаборатория стала структурным подразделением КГК – лабораторией № 153. В ней работали: Л.Н. Неверова, В.Ф. Столбов, А.Ю. Егоров, А.М. Бухтеева, О.Р. Федосеева, Е.В. Горбачева, Н.Е. Спицына. В

2013 году лабораторию возглавил Пронин Александр Викторович. На сегодняшний день в ней также трудятся: А.В. Пронин, В.Ф. Столбов, А.Ю. Егоров, О.Р. Федосеева, Н.Е. Спицына, А.Г. Кузнецов.

Полиграфический участок

Полиграфический участок обеспечивает проведение копировально-множительных и переплетно-брошюровочных работ по всем тематикам Института.

С 1978 года подразделение входит в состав СГК. С 1981 года по 2000 год подразделение возглавлял Кекелия Бадри Герасимович, необыкновенно трудолюбивый, ответственный и знающий человек.

В 1992 году подразделение было переименовано в Бюро размножения, в 2000 году – в полиграфический участок, начальником которого была назначена Митрофанова Екатерина Дмитриевна. В разные годы на полиграфическом участке работали Л.А. Хохлова, О.Ю. Величко. Участок оборудован новой современной копировальной техникой, что позволяет справляться со всеми копировальными и переплетными работами.

Лаборатория целевых полезных нагрузок и средств медицинского контроля

Лаборатория создана в июне 1978 года. Прежнее название «Лаборатория научной аппаратуры» (17 «А», позже 811 и О-155). Начальником лаборатории 17 «А» был назначен Кожаринов Валерий Иванович, руководивший ею до 2005 года. Сегодня лабораторией руководит Стругов Олег Михайлович.

Лаборатория обеспечивает пилотируемые и беспилотные космические аппараты научной аппаратурой, предназначенной для проведения медико-биологических космических экспериментов, начиная с пилотируемого полета ОС «Салют-6» (29.09.1977 года – 20.07.1982 года).

К основным достижениям лаборатории относится инженерно-техническое обеспечение научных медико-биологических программ на ОС «Салют-6», «Салют-7», «Мир» и МКС, а также пилотируемых кораблях «Союз», и их обеспечение средствами медицинского контроля.

Сотрудники лаборатории принимали самое непосредственное участие в создании аппаратуры, обеспечивающей реализацию научных программ, как в рамках «Интеркосмоса», так и в рамках национальной программы.

Во время полета ОС «Салют-7» (19.04.1982 – 07.02.1991) на этой аппаратуре отработали 6 основных и 5 экспедиций посещения, в том числе две международных – с участием космонавтов Франции и Индии.

За 15 лет пребывания на орбите ОС «Мир» (19.02.1986 – 23.03.2001), она была непрерывно обитаема в течение 10 лет. За это время на ней отработали 28 основных и 15 экспедиций посещения, из них 14 международных с космонавтами из Сирии, Болгарии, Афганистана, Франции, Японии, Великобритании, Австрии,

Германии, Словакии, Канады. Выполнена огромная программа медико-биологических экспериментов, аппаратура для которых разрабатывалась с непосредственным участием специалистов лаборатории.

Другой важной вехой стала программа «Мир – Шаттл», в реализация которой также участвовали сотрудников лаборатории. Было осуществлено 7 кратковременных экспедиций посещения с помощью корабля «Атлантис» (США), одна с помощью корабля «Индевор» (США) и одна с помощью корабля «Дискавери» (США), во время которых на станции побывали 44 астронавта. Во время полета ОС «Мир» для выполнения научных медико-биологических экспериментов на станцию было доставлено более 80 видов научной аппаратуры.

Для обеспечения космических экспериментов в период с начала развертывания МКС и с первой основной экспедиции (МКС-1) по МКС-21 включительно лабораторией или при ее участии было разработано 26 наименований новых видов научной аппаратуры; изготовлено, испытано и поставлено на борт 138 единиц такой аппаратуры, что позволило обеспечить выполнение 30 космических экспериментов. За этот же период был поставлен 21 комплект расходных изделий общим числом 204 единицы. В среднем на каждую экспедицию для инженерно-технического обеспечения научных медико-биологических программ приходилось более 16 единиц научной аппаратуры и расходных изделий.

Комплект «Типология» в составе: укладка «Типология», укладка «Типология-Данные» – установление объективных признаков типологических проявлений операторской деятельности при выполнении профессиональных задач в условиях космического полета. Эксперимент выполняется с использованием комплекса «Нейролаб-2000М» и дополнительной служебной аппаратуры.

Модуль «Мис-Лада»

Модуль исследования субстратов «Лада» в составе: модуль «Мис-Лада», укладка «Мис-Принадлежности», укладка «Мис-Данные», блок контроля газоанализаторов, укладка «БКГА-Кронштейн» – изучение гидрофизических характеристик и процессов диффузии газов в корнеобитаемых средах в условиях микрогравитации, во время космического полета при проведении эксперимента «Растения». Эксперимент выполняется с использованием отдельных составляющих оранжереи «ЛАДА» и дополнительной служебной аппаратуры.

Комплекс «Нейролаб-2000М» в составе: комплект «Нейролаб-М», комплект «Нейролаб-РМ1», комплект «Нейролаб-РМ2» – психофизиологические обследования космонавтов во время космического полета при проведении эксперимента «Пилот-М». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплекс «Пневмокард» в составе: комплект «Пневмокард» в составе: прибор «Пневмокард», пояс с кабелем отведений, датчик «Пневмокард-ПТГ», датчик

«Пневмокард», компакт-диск «Пневмокард», укладка «Пневмокард-КРМ» укладка «Пневмокард-Данные» – исследование особенностей реакции сердечно-сосудистой системы при адаптации организма к условиям длительного космического полета при проведении эксперимента «Пневмокард». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплекс «Дыхание-1» в составе: комплект «Дыхание-1», комплект принадлежностей – исследование фундаментальных физиологических механизмов функции внешнего дыхания в условиях длительных орбитальных полетов при проведении эксперимента «Дыхание». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплект «Дыхание-1»

Укладка «Взаимодействие» – изучение закономерностей поведения малой группы (космического экипажа) в длительном космическом полете при проведении эксперимента «Взаимодействие». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплекс «Сонокард»

Комплекс «Сонокард» в составе: комплект «Сонокард», укладка «Сонокард», укладка «Сонокард-Данные» – регистрация в ночное время сигналов микроколебаний тела, связанных с сердечными сокращениями, дыханием и двигательной активностью, в условиях космического полета при проведении эксперимента «Сонокард». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Пакеты «Аквариум» (с образцами покоящихся форм животных организмов) – получение данных о возможности длительного хранения покоящихся форм животных организмов и определения их способности к реактивации после экспонирования в условиях космического полета при проведении эксперимента «Аквариум». Эксперимент выполняется с использованием укладки «РАСТЕНИЯ» из оранжереи «ЛАДА».

Инкубационные контейнеры «Планария», укладка «АРТ» – оценка воздействия невесомости на структурное и функциональное восстановление поврежденных органов и тканей в опытах на животных при проведении эксперимента «Регенерация».

Инкубационный контейнер «Улитка», укладка «АРТ» – изучение ультраструктуры, элементного состава и морфометрии статоконий, исследование регенерации и роста статоконий при проведении эксперимента «Регенерация».

Укладка «Эритроцит»

Укладка «Эритроцит» – получение новых данных о влиянии факторов космического полета на систему крови человека с целью расширения ее диагностических и прогностических возможностей, выявления механизмов возникновения сдвигов в гематологических показателях («космическая анемия», лимфоцитоз) при проведении эксперимента «Гематология». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Укладка «Фибробласт-1» – оценка цитотоксической активности изолированных лимфоцитов крови человека при совместном культивировании с культурой клеток К-562 в условиях микрогравитации при проведении эксперимента «Межклеточное взаимодействие». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплект «Нейролаб-М»

Комплект «Нейролаб-М» – оценка физиологического состояния космонавтов с помощью диагностического оборудования во время выполнения сеансов эксперимента «Пилот». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Оранжерея «Лада» в составе: блок управления, блок освещения, листовая камера, корневой модуль, канистра для воды, укладка «Принадлежности», расходуемые материалы: укладка «Растения» – изучение особенностей роста и развития растений, технологии их культивирования в условиях космического полета при проведении эксперимента «Растения-2». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Оранжерея «Лада»

Аппаратура «Биориск» в составе: контейнеры «Биориск-МСВ», комплекты «Биориск-КМ», комплект «Биориск-МСН» – исследование влияния факторов космического пространства на состояние систем «микроорганизмы – конструкционные материалы» и «микроорганизмы – субстраты» применительно к проблеме экологической безопасности космической техники и планетарного карантина при проведении эксперимента «Биориск».

Укладка «ТБК-1» (телемедицинский бортовой комплект) в составе: блок вторичного электропитания, устройство захвата видеоизображения, отоскоп, чехол, комплект кабелей – регистрация, обработка, хранение и передача специальной медицинской информации, характеризующей состояние здоровья членов экипажа при проведении эксперимента «БИМС». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплекс «Пульс» в составе: комплект «Пульс», расходуемые материалы: укладка «Пульс», карта PCMCIA «Пульс-данные» (в составе укладки «Пульс») – контроль и прогнозирование функционального состояния организма на основе исследования кардиореспираторной системы в покое и при проведении функциональных проб в условиях космического полета при проведении эксперимента «Пульс». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплекс «Пульс»

Комплекс «ТЕЕМ-100М»

Комплекс «ТЕЕМ-100М» в составе: газоанализатор «ТЕЕМ-100М», укладка «ТЕЕМ-100М» или укладка «Профилактика» – анализ параметров внешнего дыхания в покое и при проведении функциональных проб в условиях космического полета при проведении эксперимента «Профилактика». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Укладка «М-Приемники» – суточный сбор урины в условиях космического полета при проведении эксперимента «Диурез». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Укладка «Дрозофила» (объектом изучения является плодовая мушка дрозофила) – исследование генотипических особенностей, определяющих индивидуальные различия в устойчивости биологических объектов к воздействию факторов космического полета при проведении эксперимента «Полиген». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Укладка «Салива-Ф. Фарма» – отбор проб слюны из ротовой полости в условиях космического полета при проведении эксперимента «Фарма». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Укладка «Дрозофила»

Комплект «Брадоз» в составе: термолюминесцентные детекторы, твердотельные трековые детекторы, биологические объекты (семена высших растений) – регистрация интегральных поглощенных доз ионизирующего излучения, спектров линейных передач энергии тяжелых заряженных частиц и радиационных повреждений генетического аппарата при проведении эксперимента «Брадоз».

Укладка «Салива-А Пародонт»

Укладка «Салива-А Пародонт», укладка с пробирками «Пародонт» – отбор проб слюны из ротовой полости и отбор проб с фронтальной поверхности зуба при проведении эксперимента «Пародонт». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплект «Спрут-К» – определение объемов жидкостных сред организма человека путем измерения импеданса тела и его сегментов при проведении эксперимента «Спрут-МБИ». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Прибор «АККУСПОРТ»

Комплект «Лактат» в составе: прибор «АККУСПОРТ», укладка «ЛАКТАТ» – измерение содержания лактата в капиллярной крови человека в условиях космического полета при проведении эксперимента «Профилактика». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

Комплект «Кювета экспериментальная» – определение характеристик влагопереноса (скорости перемещения фронта пропитки и влагосодержания в отдельных зонах) при проведении эксперимента «Массоперенос». Эксперимент выполняется с использованием дополнительной служебной аппаратуры.

В разные годы в лаборатории работали: Л.Г. Сафонова, О.Л. Дубровская, Т.М. Патрикеева, Т.В. Меркулова, И.Н. Соколова, Ю.И. Коротков, В.В. Архипов, В.А. Смирнов, Ю.Г. Авакян, Л.М. Комарова, И.И. Попов, В.И. Сомов, В.Г. Горелов, Ю.Н. Жук, А.Д. Воронин, Г.Б. Сорокин.

Сегодня в лаборатории трудятся Пахомов Андрей Иванович, Кожаринов Валерий Иванович, Грачев Владимир Александрович, Афанасьев Александр Юрьевич, Седлецкий Владислав Сергеевич, Есин Валерий Юрьевич, Коргун Сергей Васильевич, Смирнов Юрий Игоревич.

Отделение испытаний и контроля качества бортовой аппаратуры

Основной задачей подразделения является технический контроль качества изготавливаемых штатных средств и научной аппаратуры на их соответствие установленным требованиям нормативно-технической, проектно-конструкторской,

технологической и эксплуатационной документации, действующим стандартам и утвержденным образцам.

ОТК было создано в ИМБП в 1967 году. С 1976 года его начальником был И.И. Булахов, а с 1989 года – П.И. Фильченков.

До 1992 года ОТК являлось самостоятельным структурным подразделением Института и в состав СГК не входило. В 1992 году на базе ОТК и лаборатории надежности было создано новое подразделение – отделение испытаний и контроля качества бортовой аппаратуры. Начальниками отделения, Главными контролерами качества были: с 1992 года по апрель 1999 года – Сергеев Владислав Петрович, с апреля 1999 года по апрель 2011 года – Орельчиков Виктор Иванович, с мая 2011 года по настоящее время – Старикова Нина Федоровна.

За прошедшие годы особенно большой вклад в решение стоящих задач внесли: А.Г. Михальченко, В.Д. Передкова, Н.В. Ратникова., Ю.В. Сергеев, Г.С. Тимофеева, О.Н. Ястребова, А.В. Михайлин, И.Н. Корсуков, Ю.Н. Жук, А.Ф. Шумилин, Э.Ф. Зане-Замрий, Д.В. Михайличенко, В.П. Горбачев, Д.Н. Суструев.

В целом, как видно из представленного материала, КГК являлся и является одним из важнейших структурных подразделений ИМБП, который из года в год успешно решает большой комплекс проблем, связанных с разработкой, изготовлением, испытанием и поставкой бортовых средств медико-биологического и изделий научно-исследовательского назначения как для пилотируемых, так и для автоматических космических аппаратов. А это, в свою очередь, способствует тому, чтобы отечественная космонавтика удерживала лидирующие позиции в деле освоения космического пространства.

2.14. Отдел экспериментальной биологии и медицины

Штемберг Андрей Сергеевич, заведующий отделом и лабораторией экстремальной физиологии, доктор биологических наук

Отдел экспериментальной биологии и медицины ИМБП является ведущим подразделением в области гравитационной биологии, физиологических проблем влияния на организм различных экстремальных факторов на уровне целостного организма и его основных функциональных систем, органов, тканей, клеток и субклеточных структур, проблем фармакологической коррекции функционального состояния организма при данных воздействиях, а также организации и координации работ, связанных с подготовкой и проведением исследований на млекопитающих в полетах КА, международного сотрудничества по программам биологических исследований в полетах автоматических КА и обеспечения научных подразделений ИМБП лабораторными животными.

Основные задачи, решаемые отделом экспериментальной биологии и медицины:

– составление текущих и перспективных программ биологических исследований в полетах автоматических КА, организация их обсуждения и утверждения;

– организация и проведение комплексных экспериментов на животных (мелкие лабораторные животные, обезьяны) по изучению физиологических реакций целостного организма и его основных функциональных систем, механизмов их реализации и регуляции на разных уровнях организации биологических систем при воздействии различных экстремальных факторов, включая факторы космического полета (измененная гравитация, гипокинезия/гиподинамия, гипоксия, измененная газовая среда, ионизирующие и неионизирующие излучения и др.), а также при комбинированном воздействии этих факторов и в зависимости от функционального состояния основных регуляторных систем организма;

– организация и проведение экспериментальных и клинических исследований по фармакологической коррекции функционального состояния организма при воздействии различных факторов применительно к задачам экстремальной, космической и экологической медицины;

– разработка подходов к оценке, прогнозированию и повышению неспецифической индивидуальной резистентности организма к воздействию экстремальных факторов применительно к задачам профессионального отбора лиц опасных профессий (космонавты, подводники, летчики, спасатели и др.);

– организация современного экспериментально-виварного комплекса, отвечающего международным требованиям, предъявляемым к исследованиям на лабораторных животных;

– организация «Приматологического центра» в соответствии со статусом Центра коллективного пользования РАН;

– курирование разработок научно-исследовательской аппаратуры по тематике отдела.

В отдел экспериментальной биологии и медицины входят:

– лаборатория гравитационной биологии;
– лаборатория экстремальной физиологии;
– лаборатория экспериментальной и клинической фармакологии;
– лаборатория экспериментальных животных.

Основы отдела экспериментальной биологии и медицины закладывались в секторе биологических и физиологических исследований в космических полетах (сектор 2), организованном в ИМБП в 1970 году для проведения исследований на биологических спутниках. Первым руководителем сектора был доктор медицинских наук, профессор Е.А. Ильин.

Основные направления исследований сектора 2 включали гравитационную биологию, хронобиологию (Г.П. Парфенов, А.М. Алпатов, М.Г. Таирбеков), морфологию (А.С. Капланский), эмбриологию (Л.В. Серова), физиологию высшей нервной деятельности (Н.Н. Лившиц, Е.С. Мейзеров), магнитобиологию, изучение эффектов воздействия ультрафиолетовых излучений (З.Н. Нахильницкая, А.Д. Стржижовский, В.Я. Климовицкий, В.Н. Беневоленский).

С 1978 года начались исследования на приматах по следующим направлениям: изучение болезни движения, предоставившее материал для разработки средств профилактики (И.Б. Козловская, М.Г. Сирота, В.И. Корольков, А.М. Бадаква), исследование высшей нервной деятельности (И.Б. Козловская, С.Б. Якушин), характеристики метаболизма и газообмена (В.И. Корольков), изучение сердечно-сосудистой системы (В.П. Кротов, А.М. Бадаква).

В этих работах использовались АНОГ, иммерсия, перегрузки на ЦФ. Изучались толерантность организма к перегрузкам, физиология движений, нейрофизиологические показатели, изменения внутричерепного давления.

После перехода ИМБП в систему РАН сектор 2 был преобразован в отдел экспериментальной биологии. До 2006 года отдел возглавлял доктор медицинских наук В.И. Корольков; с 2006 по 2010 года – доктор медицинских наук В.П. Кротов.

В 2010 году была проведена реструктуризация ИМБП, в состав отдела вошла лаборатория экспериментальной и клинической фармакологии и отдел получил название отдела экспериментальной биологии и медицины. С 2010 года отделом руководит доктор биологических наук А.С. Штемберг.

Лабораторию О-162 с момента ее организации и до 2006 года возглавлял В.И. Корольков. Вначале она называлась лабораторией жизнеобеспечения животных в космических полетах, а с 1978 года – лабораторией гравитационной физиологии животных. Сотрудники лаборатории принимали активное участие в реализации научных программ на биоспутниках серии «Бион», где центральное место отводилось экспериментам на приматах. При подготовке обезьян к полету на первом этапе проводился клинико-физиологический отбор и выработка инструментальных рефлексов с использованием тренажеров, сопряженных с ЭВМ (В.С. Магедов).

Начиная с 1983 года было запущено 6 биологических спутников с 12 обезьянами на борту.

Сотрудники лаборатории принимали активное участие в изучении влияния микрогравитации на показатели сердечно-сосудистой системы: ЭКГ, артериальное давление и кровоток в сонной артерии (В.П. Кротов), напряжение кислорода в лобной и соматосенсорной областях коры головного мозга (Е.Ю. Бычкова), внутричерепное давление и его пульсовую компоненту (Е.В. Трамбовецкий).

Коллектив лаборатории экстремальной физиологии. Слева направо: А.Г. Беляева, Ю.В. Гордеев, Р.И. Руднева, О.Н. Васильева (сидит), В.С. Кохан, К.С. Стогова, А.О. Лазарев, В.П. Кротов

В результате проведенных исследований было установлено, что в первые часы и даже дни космического полета повышается внутричерепное давление, которое, однако, нельзя рассматривать как внутричерепную гипертензию, ибо его значения оставались в пределах верхней границы «нормы».

Полученные данные о динамике кровотока в общей сонной артерии в первые сутки полета (как увеличение, так и его уменьшение) свидетельствовали о том, что патогенез отека мягких тканей лица и шеи не обязательно связан с возрастанием кровоснабжения этих областей.

Снижение после полета ортостатической устойчивости и наличие еще в течение месяца выраженной реакции внутричерепного давления на ортоположение свидетельствуют о длительности процесса перестройки аппарата регуляции гемоликвородинамики к условиям земной силы тяжести.

Анализ пунктата костного мозга в первые сутки после полета показал ярко выраженное снижение интенсивности процесса костномозгового эритро- и гранулопоэзов. В картине крови имело место развитие специфической реакции, заклю-

чающейся в снижении гемоконцентрации (гематокрит и содержание гемоглобина) с последующим восстановлением в результате активации эритропоэза, что связано, в первую очередь, с воздействием перераспределения крови и уменьшением опорной нагрузки (Т.Е. Бурковская, Н.А. Чельная).

По приглашению американских специалистов из лаборатории «Армстронг» (Сан-Антонио, США) в 1992 году В.П. Кротов участвовал в экспериментах по изучению функции сердца у обезьян во время параболических полетов на самолете «КС 135», когда во время каждой параболы эффект микрогравитации продолжался 30–40 с. Ежедневно на протяжении 5 часов самолет выполнял параболические полеты. Для оценки функции сердца обезьянам предварительно имплантировали в левый желудочек специальные «порты» – эластические трубочки, позволяющие в любое время зондировать желудочек, а также проводить катетеры в аорту. Оказалось, что во время микрогравитации у всех обезьян увеличивалась растяжимость миокардиальных волокон левого желудочка. Спустя год в ИМБП после имплантации аналогичных электродов и датчиков американскими специалистами оценивалась функция сердца у обезьян во время двухнедельного пребывания в антиортостатическом положении под углом 10°. Были получены данные, свидетельствующие о том, что сократительная функция миокарда левого желудочка не нарушается после 12-суточной гипокинезии, в первые часы и сутки гипокинезии увеличивается растяжимость миокардиальных волокон левого желудочка, при этом снижается чувствительность барорефлекторного контроля частоты сердечных сокращений.

После завершения космических полетов обезьян на биоспутниках в лаборатории были продолжены комплексные исследования по изучению механизмов гиподинамического синдрома на моделях антиортостатической гипокинезии и иммерсии, а также по возможности его коррекции с помощью гравитационных нагрузок.

В целом, гиподинамический синдром проявлялся в виде: изменений высшей нервной деятельности, снижения уровня основного обмена, ректальной температуры, массы тела, гидратации организма, разнообразных изменений в нейроэндокринной системе, характерных изменений белкового, углеводного и минерального обменов (О.Н. Васильева, А.Г. Беляева, Р.И. Руднева, Ю.В. Гордеев, М.А. Доценко).

Были получены данные о возможности коррекции проявлений гиподинамического синдрома у обезьян с помощью гравитационных воздействий, создаваемых вращением на ЦФ (1,2–1,6 $+G_z$ в течение 30 мин 2–3 раза в неделю) (А.Р. Котовская). Применение гравитационных воздействий в процессе АНОГ приводило к существенно меньшему изменению белкового обмена, снижению количества внеклеточной жидкости в организме и кровотока в мышцах нижних конечностей, более быстрому восстановлению локомоторных и координационных нарушений, повышению активности лимфоидной ткани, меньшему увеличению показателя гематокрита и более высокому уровню активации эритроидного кроветворения в период реадаптации. Однако при выборе режима гравитационных воздействий важно учитывать возможность развития отрицательных кумулятивных эффектов

повторного воздействия перегрузок (Т.Е. Бурковская, Н.А. Чельная, В.Е. Сулягин, В.И. Лобачик).

Сопоставление профилактического влияния тренировок (периодического подъема обезьян в вертикальное положение как с активной, так и пассивной опорной нагрузкой) на динамику клинико-биохимических показателей крови, гемоциркуляцию, состояние водного обмена и ортостатическую толерантность обезьян после 27–30-суточной АНОГ показало, что используемый комплекс профилактических мероприятий не внес существенного вклада в динамику изменений гематологических показателей, а также в процесс формирования метаболического гомеостаза и эндокринной системы в ходе адаптации к действию АНОГ и последующей реадаптации (Т.Е. Бурковская, М.А. Доценко, И.А. Аюшеева). Тем не менее у всех обезьян, переводимых в процессе АНОГ как в активное, так и пассивное ортоположение, во время 10-минутной ортопробы в конце эксперимента наблюдали меньшее увеличение количества крови в сосудистом русле нижних конечностей, чем у обезьян в группе АНОГ без профилактики (В.И. Лобачик, Ю.В. Гордеев).

Впервые в мире была реализована модель 9-суточного пребывания обезьян в иммерсионной среде (В.Е. Сулягин). Установлено снижение функциональной активности ЦНС, оцениваемое по показателям условно-рефлекторной деятельности. Так, в первые 3 дня пребывания обезьян в иммерсии практически до нуля уменьшалось число обращений к компьютеру, то есть происходило глубокое торможение игровой мотивации. В дальнейшем прослеживалась тенденция к восстановлению условно-рефлекторной деятельности. Однако только с возвращением обезьян в клетки у них восстанавливался исходный аровень мотивации по отношению к компьютерной игре и успешность выполнения зрительно-моторной задачи в течение оптимального временного промежутка (О.Н. Васильева, А.Г. Беляева).

В 2006 году была проведена НИР «Изучение влияния на организм животного радиационного воздействия, моделирующего радиационный фон за пределами магнитосферы Земли» по программе фундаментальных исследований РАН «Физиологические механизмы регуляции внутренней среды и организации поведения живых систем».

Эксперимент проводили на четырех обезьянах Macaca mulatta, самцах 3–5 лет. Было обнаружено, что натуральные киллеры (выявляемые моноклональными антителами CD16) через неделю после первого облучения у всех обезьян снизились существенно, а через неделю после второго облучения практически исчезли. Облучение обезьян привело к существенному повышению в лимфоцитах периферической крови общего количества аберрантных клеток и аберраций хромосомного типа. В отличие от аберраций хромосомного типа, частота аберраций хроматидного типа отличалась колебаниями их уровня: небольшое количество одиночных фрагментов обнаруживалось у животных до облучения, затем они не выявлялись; после 1-го облучения частота их возрастала до 1,1 на 100 клеток, а после 2-го облучения снижалась в 2 раза. В 75 % случаев после облучения наблюдалось уменьшение исследованных групп микроорганизмов кишечника обезьян, причем в подавляющем

большинстве это были условно-патогенные аэробы, между тем количество микроорганизмов защитных групп практически не изменилось (А.О. Лазарев, Ю.В. Гордеев, М.А Доценко, Т.Е. Бурковская, Н.А. Чельная, О.Н. Васильева, В.П. Кротов).

Был подготовлен и проведен эксперимент по облучению обезьян гамма-радиацией с использованием двух режимов фракционированного гамма-облучения. Результаты проведенных исследований показали, что фракционированное и хроническое облучение обезьян в относительно небольших дозах вызывает ряд функциональных нарушений в организме животных. Степень нарушений во многом зависит от индивидуальных особенностей. Во время проведения эксперимента были выполнены исследования инструментальной деятельности обезьян. Проведен анализ экспериментальных данных с использованием прогрессивных методов статистического анализа. В итоге была подтверждена возможность моделирования действия космической радиации с помощью модели эффективной остаточной дозы на ряд функциональных систем организма (В.П. Кротов, А.О. Лазарев, Ю.В. Гордеев, М.А. Доценко, Т.Е. Бурковская, Н.А. Чельная, О.Н. Васильева).

Лаборатория экспериментальных животных (виварий) существует с момента организации ИМБП, с 1963 года. Работы по созданию вивария велись под руководством А.А. Чеболы. В 1964 году проводились исследования на собаках, для размещения которых на базе ИМБП «Хорошевское шоссе» были выделены 4 комнаты в подвальном помещении корпуса № 2. Эксперименты проводились в интересах пилотируемых полетов в космос. Одна из комнат была приспособлена под операционную, руководимую А.Н. Назиным. Активное участие в работе с экспериментальными животными принимали: Ю.А. Сенкевич, Б.Б. Егоров, Е.А. Ильин, К.В. Смирнов, В.А. Кондратьева, Л.В. Серова, В.И. Лобачик, Б.А. Маркелов, А.С. Капланский, Г.И. Горгиладзе, В.И. Корольков.

В 1968 году на базе «Планерная» был создан филиал вивария, где содержалось 280 собак, на которых проводили уникальные эксперименты по исследованию хронического действия ионизирующих излучений на организм. С февраля 1970 года этим филиалом вивария руководила К.А. Строганова.

Кроме того, филиалы вивария были расположены в Дубне на базе ОИЯИ (зав. виварием Л. Кащеева), в 12 медсанчасти и на территории 6-й клинической больницы (зав. виварием Ю.П. Чивкунов).

После введения в эксплуатацию корпуса № 4 на Хорошевском шоссе виварию были выделены подвальные помещения этого корпуса. В это время в виварий пришли работать М.А. Сейдаметов и Ю.И. Рюмин.

В 1973 году в связи с завершением строительства корпуса № 10 на базе «Планерная» весь этот корпус был отдан под содержание лабораторных животных и проведение на них экспериментов.

В 1978 году на базе вивария под руководством Е.А. Ильина и В.И. Королькова был создан «Приматологический центр».

До 1990 года Экспериментально-биологической клиникой (виварием) руководила А.А. Чебола, с 1990 года по август 1991 – К.А. Строганова. С 1 августа

Коллектив лаборатории экспериментальных животных (вивария). Слева направо: Л.В. Кокорева, И.Р. Валикова, К.А. Строганова, В.А. Евсеев, В.А. Филимонова, Н.В. Трофимова, В.П. Алтухова

1991 года им руководит В.А. Филимонова. В июле 2001 года подразделение было переименовано в лабораторию экспериментальных животных.

В настоящее время основным направлением научных исследований отдела является изучение механизмов формирования реакций и прогнозирование характера ответа основных функциональных систем и целостного организма на воздействие целого ряда внешних факторов, к которым относятся как факторы космического полета, так и различные другие экологические факторы, связанные с деятельностью людей других экстремальных профессий (подводники, спортсмены, спасатели и др.), а также разработка методов фармакологической коррекции состояний организма, возникающих в результате воздействия данных факторов. В рамках этого направления важнейшей задачей является исследование функциональных реакций на эти воздействия основных регуляторных систем организма: ЦНС, нейроэндокринной и иммунной.

Важной проблемой, решением которой отдел занимается совместно с отделом радиационной безопасности космических полетов и лабораторией радиационной биологии ОИЯИ (г. Дубна), является изучение эффектов воздействия космического излучения, моделируемого в наземных условиях, на системы организма (в первую очередь на ЦНС). Считается, что в дальних космических экспедициях за пределы магнитосферы Земли одним из основных факторов, лимитирующих возможность осуществления таких экспедиций, может быть радиационный, который в сочетании с другими факторами космического полета может привести к нарушениям функций ЦНС, лежащих в основе операторской деятельности космонавтов. А это, в свою очередь, представляет реальную опасность для выполнения ими полетного

задания и самой их жизни. При этом следует подчеркнуть, что, в отличие от отдаленных последствий воздействия радиации (канцерогенез, катарактогенез, цитогенетические нарушения, сокращение продолжительности жизни и др.), эргономический риск, обусловленный возможными нарушениями операторской деятельности космонавтов, связан с угрозой их жизни непосредственно в процессе полета.

Эта задача решается в двух направлениях. Во-первых, изучаются эффекты длительного хронического действия ионизирующих излучений, моделирующего временные условия облучения в космическом полете. Такие модельные исследования проводятся в отделе с использованием гамма-установок в режимах квазихронического и фракционированного длительного облучения. Во-вторых, изучается специфика эффектов воздействия на организм тяжелых заряженных частиц, которые составляют существенную и наиболее опасную часть галактического космического излучения. Такие эксперименты проводятся на базе ОИЯИ.

Другая, не менее важная, актуальная и, к сожалению, недостаточно изученная проблема – это проблема эффектов комбинированного действия радиационного и нерадиационных факторов космического полета, важнейшим из которых является гравитационный. Эффекты гипогравитации моделируются в отделе с помощью методик антиортостатического вывешивания (в экспериментах с крысами и мышами) и антиортостатической гипокинезии и водной иммерсии (в экспериментах с приматами); эффекты гипергравитации (перегрузок) – с помощью вращения на ЦФ.

В частности, в 2011–2012 годах в лаборатории экстремальной физиологии были проведены эксперименты по изучению эффектов комбинированного воздействия 30-суточного антиортостатического вывешивания и перегрузки, с облучением ионами ^{12}C и протонами, а также уникальный эксперимент по исследованию одновременного комбинированного действия длительного гамма-облучения и антиортостатического вывешивания на поведение крыс и его обусловливающие нейрохимические механизмы.

Отдел участвует в подготовке и реализации программы исследований на автоматических космических аппаратах по программе «Бион» в части изучения поведения экспериментальных животных и его нейрохимических механизмов (совместно с лабораторией нейрохимических механизмов обучения и памяти Института высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН).

Отдел осуществляет международное сотрудничество по разработке и подготовке программы совместных исследований по космической радиобиологии с Массачусетским технологическим институтом (США) в рамках проекта «Сколково», а также с Корейским институтом атомной энергии (готовится совместный эксперимент).

Новым перспективным направлением исследований, реализуемым с 2012 года, является изучение воздействия гипомагнитной среды на функции ЦНС экспериментальных животных, так как при межпланетных полетах (в частности, Марсианской экспедиции) отсутствие магнитного поля Земли может оказаться фактором, существенно влияющим на здоровье и работоспособность космонавтов.

Кроме этого, в настоящее время в лаборатории адаптирована и отработана в исследованиях на приматах методика холтеровского мониторирования и проводятся исследования по изучению влияния антиортостатической нагрузки с большим углом наклона на состояние сердечно-сосудистой системы и инструментальную деятельность обезьян. Последняя оценивается с помощью метода, обеспечивающего непрерывный мониторинг высшей нерной деятельности обезьян в течение длительного времени и включающего базовые элементы операторской деятельности путем использования автоматизированной компьютерной системы игровых тестов.

Лаборатория экспериментальной и клинической фармакологии

В 1968 году Виктора Степановича Шашкова пригласили работать в ИМБП, где он организовал и возглавил лабораторию экспериментальной и клинической фармакологии, которой руководил до 2004 года. Действительный член РАМН и Международной академии астронавтики, заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор В.С. Шашков – один из основоположников космической фармакологии. Под его руководством было подготовлено 5 докторов и 14 кандидатов наук. С 2004 года лабораторию возглавляет д.м.н., профессор В.В. Яснецов.

Основные направления исследований лаборатории:

– фармакологическая защита организма человека и животных от различных экстремальных воздействий;

– электрофизиологическое исследование нейронных механизмов функционирования вестибулярного ядерного комплекса и действия вестибулопротекторов.

За прошедшие годы был разработан ряд лекарственных средств профилактики и терапии нарушений функций организма человека в космических полетах; экспериментально обоснован метод защиты от ионизирующего излучения в сверхсмертельных дозах с помощью комбинированного применения экранирования и радиопротекторов, в том числе индралина, были экспериментально обоснованы и внедрены в практику космической медицины рациональные схемы применения сердечно-сосудистых средств, противолучевых препаратов, стимуляторов физической работоспособности и операторской деятельности (в том числе «сидноглутона» – стимулятора умственной и физической работоспособности с выраженными криопротекторными свойствами), препаратов, нормализующих водно-солевой обмен, минеральный обмен в костной ткани и регулирующих циклы сон – бодрствование. Лекарственные средства профилактики и купирования космической формы болезни движения (в том числе комбинированные препараты-вестибулопротекторы «Икарон-1» и «Икарон-2») вошли в состав штатных средств обеспечения медицинской безопасности космических полетов человека.

Весомый вклад в достижения лаборатории внесли в разные годы О.Д. Анашкин, Ю.В. Дрозд, А.В. Илюхин, С.Л. Ильина, Е.А. Красавин, Н.Г. Лакота, А.Ю. Модин, В.В. Сабаев, Ю.Ю. Осипов, Г.В. Крупенникова. Более 40 лет работает в лаборато-

Коллектив лаборатории экспериментальной и клинической фармакологии. Слева направо: В.Г. Мотин, Н.А. Чельная, В.В. Яснецов, С.К. Карсанова, Л.Д. Коломеец

рии С.К. Карсанова, принимая активное участие во всех научных исследованиях. Плодотворно трудятся Ю.В. Иванов, В.Г. Мотин, Н.А. Чельная и Л.Д. Коломеец.

В 1996 году за цикл работ по нейрофармакологии вестибулярной системы профессорам В.С. Шашкову и В.В. Яснецову была присуждена премия РАМН по нейрофармакологии им. В.В. Закусова, а ранее, в 1977 году В.С. Шашков был удостоен премии Президиума АМН СССР им. Н.П. Кравкова. Только за последние 10 лет сотрудниками лаборатории защищены 7 кандидатских диссертаций, опубликовано более 70 статей, 2 монографии, получены 7 патентов РФ, одному сотруднику присвоено ученое звание профессора.

В целом же, за прошедшие годы сотрудники отдела экспериментальной биологии и медицины внесли весомый вклад в развитие космической и экстремальной биомедицины.

2.14.1. Лаборатория гравитационной биологии

Лаборатория создана в 1970 году для подготовки и проведения экспериментов по программе «Бион» на живых системах, стоящих по уровню эволюционного развития ниже млекопитающих. Лаборатория входила в состав сектора № 2, которым руководил д.м.н., проф. Е.А. Ильин.

Первым заведующим лабораторией был Глеб Петрович Парфенов, биолог широкого профиля, генетик, кандидат биологических наук, блестяще защитивший впоследствии докторскую диссертацию. Г.П. Парфенов до прихода в ИМБП работал в ГНИИИ АиКМ МО СССР и принимал участие в подготовке и проведении биологических экспериментов в полетах беспилотных, а также пилотируемых КА «Восток», «Восход» и «Союз».

Ильин Евгений Александрович, доктор медицинских наук, профессор

Парфенов Глеб Петрович, доктор биологических наук, профессор. Заведовал отделом до 27.04.1970 года

Раков Денис Вячеславович, заведующий лабораторией, кандидат биологических наук

Проведение исследований на микроорганизмах, культурах клеток и тканей животных, грибах, растениях и насекомых позволило сделать заключение о возможности осуществления элементарных биологических процессов в условиях невесомости и о независимости этих процессов в индивидуальных клетках от гравитации.

С 1985 года, т.е. после смерти Г.П. Парфенова, руководителем лаборатории стал старший научный сотрудник той же лаборатории Алексей Михайлович Алпатов, защитивший впоследствии докторскую диссертацию. В связи с уходом на пенсию ряда сотрудников сузился и спектр проводимых исследований; работа велась только по клеточной биологии и биоритмологии. В этот период лаборатория начала активно сотрудничать с учеными зарубежных стран. Итогом этого явились многочисленные совместные публикации, главным образом, о влиянии невесомости на циркадианные ритмы у животных.

В 2003–2007 годах заведующим лабораторией был доктор биологических наук Мурад Гарунович Таирбеков. В этот отрезок времени лаборатория занималась теоретическим анализом роли гравитации в процессах жизнедеятельности, прежде всего на клеточном уровне. Итогом явились две брошюры, подготовленные М.Г. Таирбековым по данному вопросу, и курс лекций для студентов МВТУ имени Н.Э. Баумана.

В 2004–2007 годах лаборатория занималась организацией и проведением российско-американских экспериментов с микроорганизмами, тритонами и гекконами в полетах КА «Фотон-М2» и «Фотон-М3». Результаты этих экспериментов были опубликованы в журналах и широко обсуждались на международных конференциях.

В 2007 году заведующим лабораторией стал кандидат биологических наук Денис Вячеславович Раков, прошедший полный курс обучения в аспирантуре ИМБП. С возобновлением работ по программе «Бион» (Проект «Бион-М» № 1) на лабораторию была возложена головная роль по организации и координации работ по данному проекту. Итогом этой работы явился 30-суточный полет биоспутника «Бион-М» № 1 в апреле – мае 2013 года. Помимо этого, лаборатория выполняла работы по разработке программ биологических экспериментов и исследований в полетах КА «ОКА-Т МКС», «Фотон-М» № 4 и «Возврат-МКА», а также

активно принимала участие в организации и проведении международных конференций и симпозиумов.

В связи с некоторым увеличением численного состава в лаборатории возобновились собственные экспериментальные исследования, касающиеся изучения влияния невесомости на отдельные структуры головного мозга.

При лаборатории стала функционировать Комиссия по биомедицинской этике института.

В.В. Антипов и О.Г. Газенко на встрече с японскими журналистами по поводу биологических исследований в космосе на советских биоспутниках (Москва, июль 1988 года)

Численный состав лаборатории всегда был небольшим – не более 7 человек, однако творческая активность, особенно в 1970–1980-е годы, была достаточно высокой. В этой связи особо следует отметить работу таких сотрудников лаборатории, как В.П. Жваликовская, А.В. Ростопшина, Э.А. Ойгенблик, А.А. Лукин. Идейным руководителем работ лаборатории в 90-е годы был профессор Всеволод Васильевич Антипов – один из основоположников космической биологии.

Коллектив лаборатория гравитационной биологии. Слева направо: Н.П. Спирина, М.А. Иванова, Д.В. Раков, А.М. Аргунова, И.Б. Краснов, М.С. Сенотрусова, Е.А.Ильин, Н.Ф. Невструева, Н.М. Кусалова, М.А. Герасимова

В настоящее время в состав лаборатории входят главный научный сотрудник Е.А. Ильин, ведущий научный сотрудник И.Б. Краснов, научный сотрудник А.М. Аргунова, старшие лаборанты Н.Ф. Невструева, Н.П. Спирина и Н.М. Кусалова.

2.15. Филиал Института медико-биологических проблем – Центр медико-экологических исследований

Филиал ИМБП – Центр медико-экологических исследований (ЦМЭИ) – единственное в России научное подразделение, которое изучает актуальные проблемы высокогорной физиологии и медицины.

Курданов Хусейн Абукаевич, директор ЦМЭИ, Заслуженный деятель науки РФ, профессор

Начало современных исследований по комплексному влиянию факторов высокогорья на организм человека было положено в отделе физиологии и патологии высокогорья (руководитель – профессор Х.А. Курданов) при Президиуме Кабардино-Балкарского научного центра РАН (1993 год). В 1997 году отдел вошел в состав Международного центра астрономических и медико-экологических исследований РАН, Национальной академии наук Украины (НАНУ) и Правительства КБР, где председателем Научного совета и руководителем медико-экологического направления являлся профессор Х.А. Курданов.

ЦМЭИ как филиал ИМБП был создан в 2005 году (директор – Заслуженный деятель науки РФ, профессор Х.А. Курданов).

О.Г. Газенко на Эльбрусе (зима 1977–1978 гг.)

Вся история становления и развития Филиала связана с именем незабвенного Олега Георгиевича Газенко, с которым коллективу ЦМЭИ посчастливилось работать много лет. Впервые Олег Георгиевич побывал на Эльбрусе в 1932 году в составе экспедиции Института курортологии Минздрава СССР и неоднократно посещал Приэльбрусье в последующие годы. Он был Почетным Председателем Ученого совета ЦМЭИ, неоднократно выступал перед сотрудниками, давал рекомендации, определял направления исследований. Во время встреч и бесед его мысли были направлены в будущее – на развитие космонавтики, астробиологии. При этом им особо подчеркивалась значимость высокогорных исследований для развития космонавтики.

В настоящее время основными направлениями деятельности Филиала являются:

– изучение проблем экстремальной, экологической (в т.ч. высокогорной), клинической, спортивной физиологии и медицины;

– разработка и внедрение методов повышения адаптационного потенциала организма человека к гипоксии и другим экстремальным факторам высокогорья;

О.Г. Газенко и Х.А. Курданов на месте стоянки палаточного городка экспедиции в 1932 году (2006 год)

О.Г. Газенко на месте расположения Альплагеря «Баксан» (2006 год)

– разработка и внедрение методов реабилитации больных с хроническими неинфекционными заболеваниями, спортсменов высокой квалификации, лиц опасных профессий в условиях средне- и высокогорья;

– научно-техническое обеспечение разработок, включая создание и оснащение научных комплексов и объектов;

– разработка и внедрение новых методов диагностики и мониторирования состояния органов и физиологических систем (в том числе неинвазивных и беспроводных).

Филиал состоит из отдела физиологии и патологии высокогорья, отдела клинической физиологии и медицины, дирекции и хозяйственного отдела. Заместителем директора по научной работе является к.м.н. Л.М. Батырбекова, заместителем по общим вопросам – А.А. Тилов, ученым секретарем – М.Х. Курданова.

М.Х. Курданова, ученый секретарь ЦМЭИ, к.м.н.

В Филиале работают 3 доктора и 10 кандидатов наук, лауреаты Премии Ленинского комсомола в области науки и техники, Премии Сената Италии для иностранных ученых, стипендиат Президента РФ. 3 сотрудника ЦМЭИ являются членами Научного совета по физиологическим наукам РАН и Межведомственного Совета по гипоксии и сердечно-сосудистым заболеваниям РАМН и Минздрава РФ, 2 – членами иностранных академий и обществ (США, Франции, Германии, Египта).

Научная деятельность ЦМЭИ проводится по проектам Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине», плана НИР ИМБП по тематике РАН и договорам с научными, лечебными и образовательными учреждениями. В частности, выполнены совместные исследования с такими учреждениями, как:

– Институт генетики им. Н.И. Вавилова РАН;

– Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН;

– Российский кардиологический научно-производственный комплекс Минздрава РФ;

– Институт физиологии им. А.А. Богомольца НАНУ;
– Санкт-Петербургский государственный университет;
– Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова;
– Московский государственный медико-стоматологический университет;
– Компания «Парексель РАША АС» (Норвегия).

За годы работы Филиала получен целый ряд результатов фундаментального и прикладного характера.

Исследование комплексного влияния гипоксии и физической нагрузки в барокамере

К.м.н. Е.К. Арсагова проводит исследование сердечно-сосудистой системы

Старший научный сотрудник Р.С. Акбулатов проводит исследование влияния акустических сигналов на ЦНС

Научный сотрудник Ж.А. Геляхова проводит ультразвуковое исследование сосудов шеи и головы

К.м.н. И.А. Бесланеев проводит анализ результатов суточного мониторирования АД и ЭКГ

Старший научный сотрудник Е.А. Прокопец определяет уровень гормонов щитовидной железы в крови жителей высокогорья

Так, впервые показано, что у больных артериальной гипертонией (АГ) в условиях высокогорья активируется неокислительный и ингибируется окислительный путь метаболизма L-аргинина.

Получены новые данные о функциональном состоянии эндотелия и метаболизме оксида азота у здоровых и больных АГ в условиях высокогорья. Показано, что как у здоровых, так и больных АГ, проживающих в горах, содержание нитрит-аниона, нитрат-аниона, оксида азота в плазме, эритроцитах, крови выше, чем у жителей равнины.

Проведен трехмерный, многофакторный и дискриминантный анализ гемодинамических показателей, компонентов крови (липидный профиль, макро- и микроэлементы) и системы NO, его стабильных метаболитов. Выявлены наиболее информативные показатели, взаимосвязанные с оксидом азота и его стабильными метаболитами.

Получены новые данные о механизмах влияния липопротеидов атерогенных и антиатерогенных классов на функциональное состояние эндотелия, с учетом климатогеографических факторов.

Сформированы основные представления о физиологической адаптации к гипоксии как о процессе становления нового устойчивого уровня, обеспечивающего надежность функционального состояния организма в измененных условиях среды.

Предложена концепция об оптимальной ступенчатой адаптации к гипоксии. Разработан и апробирован новый (структурно-лингвистический) подход к оценке функционального состояния организма человека в норме и патологии. Под действием внешних влияний или внутренних изменений переход между состояниями происходит скачкообразно по определенным правилам, которые можно классифицировать и описать с помощью спектральных формул, волновых чисел и комплекса математико-статистических показателей ритма сердца или любого иного периодического процесса в организме.

Разработаны медикаментозные и немедикаментозные методы (в т.ч. нейроинформационные технологии) для повышения адаптационного потенциала организма человека к экстремальным условиям высокогорья.

На спортсменах высокой квалификации (альпинисты, лыжники, борцы вольного стиля) показана целесообразность проведения тренировочного процесса в условиях средне- и высокогорья. Выявлена положительная динамика в показателях кардиореспираторной и иммунной систем.

Обоснована целесообразность реабилитации пострадиационных больных, больных бронхиальной астмой и анемиями в условиях средне- и высокогорья.

Впервые в условиях высокогорья выявлены особенности фармакокинетики и фармакодинамики нитратов, ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента, сахароснижающих препаратов, что необходимо учитывать при назначении их больным на горных территориях.

В природных условиях (зона действия Тырныаузского вольфрамомолибденового комбината) и эксперименте (на лесных мышах и крысах) выявлен дозоза-

висимый эффект молибдена на жизненно важные органы и системы. Показано, что высокие дозы молибдена приводят к патологическим (морфологическим и биохимическим) изменениям в эндокринных органах, сердце, сосудах, мышцах и центральной нервной системе.

Прибор «ОМЕЛОН А-1» для неинвазивного определения содержания глюкозы в крови по параметрам АД

Разработан новый подход к оценке взаимосвязи уровня АД и содержания глюкозы в крови у здоровых и различных групп больных. Предложена компьютерная программа, позволяющая неинвазивным (расчетным) путем определять по параметрам АД содержание глюкозы в крови. На основе этих результатов создан промышленный образец прибора – глюкотонометра. На метод и прибор получены 5 патентов РФ и 1 патент США.

За период работы Филиала подготовлено 19 кандидатских и 2 докторские диссертации. Сотрудниками ЦМЭИ в 2005–2011 годы опубликовано свыше 250 работ в российских и зарубежных изданиях, в том числе 10 монографий, 146 статей в журналах и сборниках. Результаты научных исследований ежегодно представлялись на крупнейших международных и российских научных форумах.

Применительно к перспективам научных исследований следует отметить, что системный анализ дисфункции эндотелия, в том числе в условиях гипоксии, позволит получить новые данные о механизмах развития наиболее распространенных сосудистых заболеваний (атеросклероз, эндартериит и др.), разработать новые подходы к их лечению. Планируется выявить новые научные сведения о механизмах адаптации к гипоксии в норме и при некоторых патологических состояниях, разработать методы борьбы с эндогенными и экзогенными гипоксическими состояниями. Эти результаты важны для спортивной, клинической, авиакосмической медицины и физиологии. Ожидается, что дальнейшее исследование молибденозов позволит показать роль этого микроэлемента в развитии целого ряда заболеваний и разработать препараты для лечения и профилактики гипо- и гипермолибденических состояний. Будет продолжено изучение взаимосвязи артериальной гипертензии и нарушений углеводного обмена. Планируется наладить промышленное производство глюкотонометра, в результате чего он найдет широкое использование в клинической практике, особенно в труднодоступных регионах. Перспективным направлением научных изысканий является изучение влияния высокочастотных нейроакустических импульсов на различные системы организма человека в норме и при некоторых сердечно-сосудистых заболеваниях. Предварительные результаты позволяют надеяться, что электроакустические импульсы могут быть эффективны для лечения и профилактики целого ряда хронических неинфекционных заболеваний, в основе этиопатогенеза которых важное значение имеют продукты перекисного окисления липидов.

В 2012 году в ЦМЭИ начаты работы по исследованию жизненно важных функций организма при помощи датчиков с последующей передачей данных на различные компьютерные системы беспроводным способом. Поскольку для горных районов доступность медицинской помощи в значительной степени связана с удаленностью населенных пунктов от городских и районных центров и климатогеографическими особенностями местности, одним из направлений деятельности ЦМЭИ будет телемедицина.

Таким образом, за прошедшие годы сотрудниками ЦМЭИ получен целый ряд новых научных данных в области высотной физиологии и медицины. Эти результаты имеют большое значение для понимания механизмов развития состояний и заболеваний, в генезе которых ключевая роль принадлежит гипоксическому фактору.

2.16. Отдел метрологического обеспечения НИОКР

С первых дней создания ИМБП руководство отрасли было озабочено безусловным соблюдением государственных и отраслевых стандартов при проведении работ, что позволяло обеспечивать высочайший уровень, достоверность и надежность результатов исследований и разработок.

В организации и проведении работ по метрологии и стандартизации в ИМБП участвовали выдающиеся специалисты. Понимая опасность ошибочных и недостоверных результатов исследований, связанных с принятием ответственных решений (диагноз, работоспособность, прогноз состояния и обеспечения успешной операторской деятельности), руководство привлекло к решению этих задач одного из ведущих специалистов в области авиационной и космической биологии и медицины С.В. Чижова. Организация подразделения и непосредственное руководство работами было поручено капитану первого ранга к.х.н. А.П. Терещенко (1963–1972 годы.). Особое внимание он и его сотрудники уделяли проблемам, связанным с достоверностью результатов исследований, и, в первую очередь, с погрешностью, вносимой средством измерения, экспериментатором и методической ошибкой.

С 1973 по 1980 год подразделением руководил полковник авиации к.т.н. Н.М. Ватуля, за разработки военной авиационной техники удостоен звания лауреата Государственной премии СССР.

С 1980 года подразделение возглавляет к.т.н. Б.Л. Аветисянц. В этот период уровень организации и проведения работ в области метрологии и стандартизации достиг такого уровня, что ИМБП был определен базовой организацией по метрологии и стандартизации в системе 3-го ГУ при Минздраве СССР и возглавил разработку и реализацию перспективной программы развития метрологии и стандартизации отрасли на период до 2005 года – План «Корса».

В связи с активизацией работ по созданию МКС в 1998–2006 годах руководство работами по метрологии и стандартизации было передано СГК ИМБП с возложением обязанностей главного метролога на заместителя главного конструктора А.Д. Носкина.

С начала 2000-х годов, ИМБП, сохраняя лидирующие позиции в мировой системе медико-биологических исследований в космосе, существенно расширил область исследований, связанных с обеспечением здоровья и работоспособности спецконтингента (авиация, гипербария, спорт высоких достижений, операторская деятельность в спецусловиях и т.п.). Кроме того, возрос объем работ по внедрению разработок в практическую медицину. Проведение этих работ потребовало новых организационных решений и привлечения квалифицированных специалистов в области метрологии и стандартизации. С этой целью работы по метрологии были сконцентрированы в специализированном подразделении, которое возглавил Б.Л. Аветисянц, одновременно став главным метрологом ИМБП. Метрологическая служба ИМБП была аккредитована Госстандартом России на право ме-

трологической аттестации методик выполнения измерений и расчетов и на право проведения калибровочных работ.

Сотрудники отдела. Слева направо: ст. инженер А.И. Рыжов, зам. зав. отделом А.Н. Чернецкий, вед. инж. В.В. Чередеев, ст. лаборант Г.Ю. Гребенкова, зав. отделом к.т.н. Б.Л. Аветисянц

Достигнутые результаты послужили основой для создания на базе ИМБП Испытательного медико-биологического и технического центра «МЕДИЦИНА» (руководитель – Б.Л. Аветисянц). С 2008 года он является единственным в стране испытательным центром, аккредитованным Российским космическим агентством на право проведения сертификационных испытаний средств медико-биологического обеспечения космических полетов. В дальнейшем Центр был аккредитован Госстандартом и Росздравнадзором России на право проведения испытаний изделий медицинского назначения и медицинской техники для допуска к использованию в России и внесения в Госреестр.

В соответствии с современными требованиями к качеству выполняемых работ, решая задачу безусловного удовлетворения требований Заказчика, в России распространена получившая широкое признание в мире Система менеджмента качества (СМК). Работы по реализаци требовний СМК выполняет Отдел метрологического обеспечения научно-исследовательскитх и опытно-конструкторских работ под руководством Б.Л. Аветисянца, на которого (также) возложены обязанности помощника директора по качеству.

Работы, выполненные коллективом отдела по внедрению в ИМБП СМК и разработке соответствующих стандартов, позволили получить аккредитацию в общероссийской и ведомственной (Роскосмос) системах качества.

2.17. Научно-организационный отдел ИМБП

Поляков Михаил Васильевич, заведующим отделом, д.м.н., профессор, заслуженный врач РФ

Научно-организационный отдел предназначен для осуществления менеджмента научной, научно-методической и испытательной деятельности Института, оказания научно-методической помощи сотрудникам ИМБП при организации и проведении исследований и подготовке научно-технической документации, для подготовки научных аналитических, информационных и экспертных материалов, организации и проведения научно-технического взаимодействия с учреждениями и ведомствами.

Основные задачи отдела включают:

– формирование перспективных и годовых планов НИОКР Института;

– обеспечение контроля за выполнением календарных планов НИОКР по государственным контрактам и договорам, качественной подготовкой отчетных материалов;

– разработку совместно с научными подразделениями Института предложений к проектам федеральных и отраслевых целевых программ, программ Президиума РАН, Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН, министерств и ведомств;

– подготовку совместно с научными подразделениями Института технических заданий на проведение перспективных НИОКР;

– участие в работе по анализу результатов исследований и разработок, полученных при выполнении НИОКР Института, разработке внутренних регламентирующих документов (стандартов предприятия, положений, методических рекомендаций и т.п.);

– взаимодействие с подразделениями РАН, министерств и ведомств по направлениям научной деятельности Института;

– подготовка информационно-справочных материалов по направлениям научной деятельности Института в РАН, министерства и ведомства, а также к заседаниям Ученого совета Института;

– участие в обеспечении проводимых Институтом научных мероприятий и др.;

– обеспечение деятельности Дирекции Института.

Научно-организационный отдел ИМБП был создан при формировании Института. Его возглавляли известные ученые в области авиационной и космической медицины:

– Космолинский Федор Петрович – март 1964 г. – декабрь 1964 г.;

– Смирнов Константин Владимирович – декабрь 1964 г. – июнь 1970 г.;

– Шерашов Семен Георгиевич – декабрь 1970 г. – апрель 1972 г.;

– Калиниченко Иван Родионович – октябрь 1972 г. – август 1978 г.;

Научно-организационный отдел (2013 год). Слева направо: в.н.с., д.т.н. Зорина Нина Георгиевна, вед. инж. Оленина Наталья Васильевна, вед. инж. Сергиенко Раиса Леонтьевна, главный специалист, к.т.н. Овчинников Валерий Васильевич, д.м.н., проф., зав. отделом Поляков Михаил Васильевич, к.м.н., в.н.с. – зам. зав. отделом Скедина Марина Анатольевна, лаборант Пипко Анастасия Дмитриевна

- Юганов Евгений Михайлович – ноябрь 1978 г. – ноябрь 1985 г.;
- Горлов Виктор Григорьевич – январь 1986 г. – июль 1987 г.;
- Репин Александр Анатольевич – декабрь 1988 г. – октябрь 1989 г.;
- Самарин Георгий Иванович – март 1992 г. – май 1994 г.;
- Нечаев Альберт Петрович – апрель 1997 г. – декабрь 2011 г.;

С января 2012 г. отделом руководит д.м.н., профессор Поляков Михаил Васильевич.

До 1998 года руководители и специалисты Научно-организационного отдела исполняли функции ученого секретаря ИМБП.

В научно-организационном отделе работали: кандидат медицинских наук, участник Великой Отечественной войны, Иван Родионович Калиниченко, доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, участник Великой отечественной войны Евгений Михайлович Юганов, к.б.н. Эдуард Николаевич Светайло, научный сотрудник, консультант, доктор медицинских наук, профессор Евгений Александрович Коваленко, Инна Викторовна Болтунова.

В настоящее время в отделе работают 2 доктора наук (М.В. Поляков, Н.Г. Зорина) и 4 кандидата наук (Н.Л. Делоне, Г.А. Мановцев, В.В. Овчинников, М.А. Скедина). Сотрудники отдела ведут научно-исследовательскую работу и участвуют в научных исследованиях и испытаниях, проводимых подразделениями ИМБП,

Научно-организационный отдел (2003 год). Слева направо, в первом ряду: зам. зав. отделом, в.н.с., к.м.н. Мановцев Герман Анатольевич, главный специалист, к.т.н. Овчинников Валерий Васильевич, н.с., консультант, д.м.н., проф. Коваленко Евгений Александрович, зам. зав. отделом Голов Виктор Константинович; во втором ряду: вед. инж. Оленина Наталья Васильевна, в.н.с., д.т.н. Зорина Нина Георгиевна, зав. отделом Нечаев Альберт Петрович, вед. инж. Сергиенко Раиса Леонтьевна

Начальник отдела кадров Н.А. Журавлев поздравляет с 60-летием заведующего отделом Е.М. Юганова (справа)

подготавливают перспективные и годовые планы НИОКР медико-биологического обеспечения космических полетов и медико-биологических космических экспериментов, проводят анализ выполнения планов, обобщают научные результаты, итоги научно-практических работ, подготавливают научные отчеты, заключения, научные доклады, научно-методические материалы, проекты нормативно-правовых и директивных документов, выступают с докладами на международных и российских научных форумах.

М.А. Скедина, наряду с функциями заместителя заведующего отделом, руководит несколькими аспирантами и дипломниками, завершает подготовку собственной диссертации на соискание ученой степени доктора наук.

Н.Г. Зорина подготавливает документы по ГНЦ, занимается научной работой, в качестве ответственного исполнителя подготовила итоговые научно-технические

отчеты по Государственному контракту с Министерством образования и науки, является куратором Программы фундаментальных исследований Президиума РАН и ряда фундаментальных тем.

Н.Л. Делоне активно и с энтузиазмом популяризирует результаты научного поиска и практических разработок ИМБП.

Делоне Наталья Львовна, научный сотрудник, консультант, к.б.н.

А.Д. Пипко, владея современными методами обработки графических материалов с помощью прикладных пакетов программ персональных компьютеров, вносит существенный вклад в формирование и оформление различных научно-технических документов.

Группой автоматизации (В.В. Овчинников – руководитель, Н.В. Оленина, Р.С. Сергиенко) созданы: информационная система по кадровому составу Института, автоматизированная система сбора, анализа и обобщения представляемых в РАН показателей результативности различных сторон деятельности Института (научно-исследовательской, испытательной, опытно-конструкторской, по медицинскому обеспечению космических полетов и др.), а также научной деятельности сотрудников; разработана пилотная версия системы сбора и обработки оперативной информации о выполняемых Институтом НИОКР и других данных.

Сотрудниками отдела становятся специалисты, имеющие опыт научно-исследовательской и испытательной работы, руководителей научных тем и научных программ, подготовки отчетных и нормативно-технических документов (руководств, стандартов и др.).

Ведущий научный сотрудник отдела, к.м.н. Г.А. Мановцев

Ведущий научный сотрудник к.м.н. Г.А. Мановцев был испытателем в «годовом эксперименте» в наземном лабораторном комплексе ИМБП, проводил испытания систем жизнеобеспечения и оценку возможности пребывания человека в измененных условиях среды обитания. Заведующий отделом М.В. Поляков участвовал в различных наземных и летных исследованиях и испытаниях, в том числе и на летающих лабораториях.

Высокая профессиональная квалификация и большой опыт научно-организационной работы сотрудников отдела позволяют им успешно осуществлять возложенные на них функции, оказывать квалифицированную методическую и кон-

Г.А. Мановцевев (врач) проводит медицинское обследование в «годовом эксперименте»

сультативную помощь сотрудникам подразделений Института.

На протяжении 50 лет научно-организационный отдел Института способствовал и способствует целенаправленной и слаженной научно-исследовательской и испытательной работе подразделений ИМБП, тщательному выполнению функциональных и взятых договорных обязательств Института, обеспечивал и обеспечивает своевременность и высокое качество научно-технической и отчетной документации по темам НИОКР. Отделом выполнялась и выполняется большая организационная работа по взаимодействию с организациями, предприятиями, ведомствами и министерствами по составлению и координации научно-исследовательских планов фундаментальных и научно-прикладных работ, научных конференций и симпозиумов.

2.18. Отделение Ученых советов и аспирантуры

Отделение организовано в 1996 году и является самостоятельным структурным подразделением ИМБП. Руководство работой отделения осуществляет Ученый секретарь Института, на которого возложены функции заведующего отделением (1996–1999 гг. – Э.Н. Светайло, с 1999 года по настоящее время – Л.Б. Буравкова).

Основными задачами отделения являются организация деятельности и техническое обеспечение работы Ученого совета (рабочего) ИМБП, подготовка совместно с научными подразделениями Института материалов и проектов решений, участие в формировании Плана фундаментальных и поисковых НИР, в работе по анализу выполнения планируемых исследований, испытаний и разработок и их результатов.

Отделение Ученых советов и аспирантуры. Слева направо: в.н.с, к.б.н. Т.А. Смирнова, ученый секретарь ИМБП – зав. отделением д.м.н., проф., член-корр. РАН Л.Б. Буравкова, с.н.с. Л.М. Комарова, ст. техник Л.М. Симонова (2013 год)

Важным аспектом деятельности отделения является организация подготовки научных кадров высшей квалификации, включая аспирантов и соискателей ученых степеней, обеспечение выполнения учебного плана их подготовки, организация и проведение экзаменов кандидатского минимума. Сотрудники отделения организуют и обеспечивают работу диссертационных советов Института по защите докторских и кандидатских диссертаций.

На базе отделения работает экспертная комиссия Института по научным публикациям (монографии, статьи, доклады, тезисы, авторефераты соискателей), представляемым в отечественные и зарубежные издания, а также отчетам по НИОКР для зарубежных заказчиков.

Отделение Ученых советов и аспирантуры. Слева направо: Л.М. Комарова, Л.М. Симонова, М.И. Мизин, Л.Б. Буравкова, Е.С. Жиляев, Т.А. Смирнова (2004 год)

В отделении работают преданные делу ветераны Института: к.б.н. Т.А. Смирнова (председатель экспертной комиссии Института), Л.М. Комарова (зав. аспирантурой), Л.М. Симонова (секретарь Ученого совета), Е.С. Жиляев (инженер).

2.19. Отдел внедрения, реализации и пропаганды научных достижений

Отдел внедрения, реализации и пропаганды научных достижений (ОВРПД) во главе с кандидатом медицинских наук М.С. Белаковским был создан в 1988 году по инициативе директора ИМБП А.И. Григорьева.

Белаковский Марк Самуилович

Марк Самуилович Белаковский – заведующий отделом ВРПД, кандидат медицинских наук, заслуженный работник здравоохранения РФ, лауреат премии Правительства РФ за 2001 год, действительный член Международной академии астронавтики и Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского. Победитель московского конкурса «Менеджер года – 2005» в номинации «Научные исследования и опытно-конструкторские разработки». Принимал непосредственное участие в обеспечении пилотируемых полетов на КК серии «Союз», ОС «Салют», «Мир», МКС, исследованиях на биоспутниках, в подготовке и проведении высокоширотных научно-спортивных полярных экспедиций газеты «Комсомольская правда», первой экспедиции советских альпинистов на Эверест, экспедиций в пустыню Кара-Кум, медико-биологическом обеспечении спортсменов высшей квалификации.

Для организации сотрудничества на коммерческой основе, выхода ИМБП на рынок с товарами и услугами решались следующие задачи:

1. Анализ, систематизация и обобщение предложений для дальнейшей коммерческой реализации (информация, научно-методическая документация, методические и технологические разработки, лекарственные средства, возможности для предоставления услуг и т.п.).
2. Проведение маркетинговых исследований, которые выявили практически полное отсутствие сведений о спросе на товары и услуги в области космической медицины и биологии, необходимость комплексного изучения возможного рынка сбыта, активного участия в его формировании и прогнозировании развития. К исследованиям были привлечены специалисты из профильных организаций. Самое пристальное внимание было уделено вопросам ценообразования на услуги и продукцию ИМБП.

Первые шаги по поиску партнеров показали полное отсутствие потенциальных заказчиков в России. Вследствие этого основная ставка была сделана на внешнеэкономическую деятельность (ВЭД). Были развернуты работы по пропаганде достижений отечественной космической медицины и биологии, поиску партнеров как в России, так и за рубежом, формированию благоприятного отношения к ИМБП в обществе, поддержанию его высокой репутации.

Немаловажной задачей явилась также подготовка специалистов для коммерческой деятельности, поскольку попытки привлечь профессиональных коммер-

сантов со стороны не увенчались успехом. Для этого в отдел стали приглашаться сравнительно молодые, энергичные, инициативные, с хорошей образовательной базой специалисты со знанием иностранных языков и началась срочная их подготовка по вопросам международного бизнеса. В 1988 году в Институте повышения квалификации при Всесоюзной академии внешней торговли в группе «генеральных директоров внешнеторговых организаций отраслевых министерств и ведомств и их заместителей» прошел подготовку М.С. Белаковский. Начиная с 1992 года ряд сотрудников ИМБП (В.В. Архипов, Т.Н. Агапцева, Л.А. Денисова, Н.А. Соломатин, А.Р. Куссмауль и др.) прошли обучение в Московском институте международного бизнеса (МИМБ) по различным направлениям внешнеэкономической деятельности.

Кроме того, были установлены надежные партнерские отношения с Международной программой ТАСИС «Повышение эффективности менеджмента», в рамках которой были организованы стажировки ряда специалистов ИМБП (В.В. Архипов, В.К. Ильин и др.) в западноевропейских фирмах и организациях (Daimler-Benz Aerospace, Fokker Space, ESA) по проблемам менеджмента в области телемедицины, биоутилизации органических отходов, организации работ по связям с общественностью. В рамках программы Европейского Союза «Инновационные проекты для малых и средних предприятий» прошла обучение Т.Н. Агапцева.

Многолетняя практика ВЭД в ИМБП подтвердила правильность кадровой ориентации на молодых сотрудников и, кроме этого, выработала определенные запросы к личностным качествам специалиста по ВЭД: психологическая выдержка, способность брать ответственность на себя, обязательность, быстрота реакции.

Параллельно с решением вышеперечисленных задач пришлось заниматься созданием товарных знаков продукции (услуг), определением авторских прав на разработки, подготовкой условий для проведения рекламной кампании о деятельности ИМБП.

На ОВРПД была возложена функция организационно-координационного сопровождения ВЭД института на всех этапах работ, от формирования коммерческого предложения до закрытия контрактов.

В рамках ВЭД было реализовано около 300 контрактов/договоров практически со всеми ведущими космическими агентствами, научными учреждениями и частными компаниями более чем 40 стран, в том числе США, Канады, Германии, Франции, Италии, Испании, Австрии, Японии, Китая, Республики Корея, Малайзии и ряда других стран.

М. С. Белаковский и Е.П. Демин проводят переговоры с японскими специалистами по возможному участию NASDA в российском эксперименте SFINCSS (имитация полета международного экипажа на космической станции) (1999 год)

Тематика контрактов весьма разнообразна: подготовка аналитических обзоров по различным аспектам космической медицины и биологии, научное сопровожде-

ние и помощь иностранным партнерам в подготовке и проведении исследований на ОС «Мир» и МКС, консалтинговые услуги, участие иностранных специалистов в наземных экспериментах, проводимых на стендовой базе ИМБП, исследования по программам, предложенным иностранными организациями.

В качестве иллюстрации некоторых направлений контрактной деятельности можно привести следующие примеры.

Были подготовлены аналитические отчеты: «Психологические проблемы длительного космического полета» (для японской корпорации JSUP), «Результаты исследований влияния факторов космического полета на физиологические системы и психологический статус человека» (для NSBRI, США), «Микробная контаминация на борту пилотируемых космических кораблей» (для ESA), «Измерение доз в тканеэквивалентном сферическом фантоме» (для Национального института радиологии, Япония), «Результаты исследований влияния факторов космического полета на биологические системы и предложения по перспективе сотрудничества между KAERI и ИМБП» (для KAERI, Республики Корея).

Институт оказывал консультационные услуги при разработке и сертификации научного оборудования, продуктов питания для космонавтов.

Т.Н. Агапцева и Н.М. Ракова на встрече с канцлером Германии Ангелой Меркель и депутатами бундестага, посвященной российско-немецкому сотрудничеству по проекту «Марс-500» (2010 год)

При проведении наземных аналоговых экспериментов по изучению эффектов космического полета на организм человека «HUBES-94», «ЭКОПСИ-95», «АНОГ-96», «SFINCSS-99», «Марс-500» было обеспечено взаимодействие с учеными более чем 20 стран.

Сотрудники отдела курировали разработку, испытания и проверку научно-исследовательского оборудования для использования на борту ОС в проектах: «Нейролаб» (в сотрудничестве с DLR и Коралевски Индустри, Германия), «Пневмокард» (в сотрудничестве с DLR и Высшей школой г. Ганновера, Германия), «Кардиомед» (в сотрудничестве с Национальным центром космических исследований Франции – CNES); «Лада» (совместно с Университетом штата Юта, США), «Электронный нос» (совместно с компанией Astrium GmbH, Германия); участие ИМБП на контрактной основе в медицинском освидетельствовании, обучении, обеспечении полетов космических туристов и астронавтов ЕКА из Франции, Италии, Бельгии, Испании, Нидерландов и Канады, а также УКП из США, ЮАР, Бразилии, Малайзии, Республики Корея, Канады; международное сотрудничество в разработке научных программ.

В период осуществления экспедиций посещения на МКС сотрудниками ИМБП был выполнен большой объем работ по подготовке и реализации на контракт-

ной основе медико-биологических и биотехнологических исследований и экспериментов в научных программах «Марко Поло» (ЕКА, Италия), «Дельта» (ЕКА, Нидерланды), «ANGKASA» (Малайзия), «КАР» (Республика Корея).

Важным этапом сотрудничества с ESA/DLR был долгосрочный космический полет астронавта Томаса Райтера, в котором при поддержке ИМБП были успешно проведены 6 медико-биологических экспериментов: «ETD», «Cult», «NOA 1, 2», «Immuno», «ALTCRISS», «Cardiocog».

В качестве примера можно привести и долгосрочное взаимовыгодное сотрудничество на контрактной основе по медико-биологическим исследованиям на МКС с Европейским космическим агентством: проекты «Матрешка», «Expose-R», «ETD», «Immuno», «Cardiocog».

ВЭД сегодня является составной частью успешно проводимого Институтом международного сотрудничества, она способствует укреплению экономического положения, стимулирует материальную и моральную заинтересованность как отдельных специалистов, так и научных коллективов в целом в высококачественной научно-производственной деятельности. Существенный вклад в ее становление и развитие внесли сотрудники отдела: М.С. Белаковский, Л.А. Денисова, В.В. Архипов, Е.В. Родионова, Т.Н. Агапцева, Н.В. Соломатин.

Одним из важных, перспективных и весьма непростых направлений работы Института является инновационная деятельность (ИД). Выявление, защита, оценка и управление интеллектуальной собственностью становятся год от года все более актуальными для Института по мере развития инновационной экономики.

Основным исполнительным звеном всей системы ИД является ОВРПД и его сотрудники: М.С. Белаковский, А.Б. Сахарова, А.Р. Куссмауль, О.Г. Иванов. Этому способствует, в частности, успешная ВЭД, которая может рассматриваться как важный элемент ИД.

Реальный практический выход научно-исследовательской деятельности ИМБП – это инновации в виде аппаратуры, техники, технологий, методик.

Основными направлениями ИД являются:

– участие в проведении научной экспертизы НИОКР Института для дальнейшего внедрения и реализации. Организация работы по внедрению научных разработок ИМБП в практику;

– координация работ по внедрению и реализации научных достижений между организациями-контрагентами и научными подразделениями ИМБП;

– анализ, обобщение и систематизация материалов по внедрениям научно-практических разработок, создание банка данных;

– осуществление работ по защите интеллектуальной собственности в области научных и технических разработок и услуг ИМБП;

– оказание помощи изобретателям в составлении заявок на патенты и их дальнейшее сопровождение в Роспатенте РФ.

За период с 2001 года по настоящее время Институтом получено 72 охранных документа, в том числе 52 патента на изобретение, 18 патентов на полезную мо-

дель, 2 свидетельства на товарный знак. Две разработки ИМБП получили патентную защиту за рубежом: в США и Европе.

Для повышения эффективности ИД создается база данных по патентам, ноу-хау, товарным знакам и другим документам, закрепляющим интеллектуальную собственность, принадлежащую ИМБП, которая будет использована для совершенствования механизмов практической реализации результатов научно-технической деятельности. В ИМБП уже образовалось несколько очагов кристаллизации ИД, лидерами которых являются: И.Б. Козловская, И.В. Саенко, Р.М. Баевский, Л.Б. Буравкова, А.Т. Логунов, И.А. Смирнов, О.Л. Виноградова, В.А. Орлов, Б.С. Шенкман, В.В. Цетлин.

Весьма актуальной является задача расширения внешней среды поддержки ИД путем укрепления уже установившихся связей, увеличения круга партнеров по продвижению инновационных разработок в России и за рубежом.

В настоящее время формируется инновационная политика Института, которая может и должна стать плодом совместного творчества всех подразделений ИМБП, заинтересованных в повышении эффективности и результативности ИД.

Связь с общественностью – одно из важных направлений работы отдела, направленная на формирование благоприятного отношения к ИМБП, поддержание его высокой репутации в обществе, пропаганду достижений отечественной космической медицины и биологии, важнейший компонент в поисках партнеров и заказчиков.

Пресс-секретарь ИМБП О.В. Волошин

В своей работе со средствами массовой информации (СМИ) ИМБП руководствуется принципами систематичности, открытости, оперативности и достоверности предоставляемой информации.

Формы этой работы весьма разнообразны: телемосты, пресс-конференции, рассылки информационных писем и пресс-релизов, встречи с журналистами по различным аспектам деятельности ИМБП. Было организовано около 30 пресс-конференций в Институте, ЦУПе, в Испании, Германии, Австрии, Нидерландах по различным направлениям деятельности института, отдельным экспериментам, проектам: «Бион-11», «АНОГ-96», «SFINCSS-99», «Первый международный молодежный спутник», «Телемедицина».

Пресс-конференция, посвященная началу эксперимента «Марс-500» (3 июня 2010 года, НЭК ИМБП)

Благодаря активности и профессионализму сотрудников отдела информация о проекте «Марс-500» облетела весь мир и способствовала привлечению всеобщего внимания.

За период проведения «Марс-500» было организовано 8 пресс-конференций, все они показали высокий интерес СМИ к проекту и науке в целом. Особенно хочется выделить две пресс-конференции, первую – в ЦУПе, перед первым выходом двух членов экипажа в имитатор марсианской поверхности с online трансляцией выхода, вторую – по выходу международного экипажа из 520-суточной изоляции, проведенную в РИА «Новости», на которой присутствовало более 200 журналистов.

Для информационной поддержки проекта «Марс-500» за отчетный период было создано несколько интернет-ресурсов.

1. Официальный сайт проекта (http://mars500.imbp.ru, создан в марте 2009 года). На сайте опубликованы материалы по 14-суточной, 105-суточной и 520-суточной изоляции, общая информация о проекте, его партнерах. Представлена фотогалерея, история экспериментов, список наград и патентов, новостной раздел.
2. Блог в Livejournal (http://imbp-mars500.livejournal.com, создан в октябре 2009 года).
3. Твиттер-аккаунт (http://twitter.com/mars500project, создан в июне 2010 года).
4. При поддержке компании Google в марте 2010 года был создан портал (http://www.google.ru/mars500).
5. При поддержке компании Google в марте 2010 года был создан видеопортал на Youtube (http://www.youtube.com/mars500project), где на текущий момент размещено 37 видеороликов, созданных в ИМБП, которые освещали проект «Марс-500».
6. Частота цитирования на Google проекта «Марс-500» – более 400 000 000 ссылок (!). По рейтингу известного американского сайта space.com проект вошел в десятку крупнейших советских и российских космических проектов, прошедших путь от чертежной доски до реализации, и встал в один ряд с такими достижениями, как запуск первого спутника и полет Юрия Гагарина.

Одним из важнейших результатов проекта «Марс-500» является привлечение внимания широкой мировой общественности, ученых, молодежи к различным аспектам пилотируемых межпланетных полетов и науке в целом. Ход проекта освещали журналисты более 60 стран мира. Во многом благодаря всему этому о деятельности ИМБП хорошо знают не только в космических и научных кругах, но и в обществе.

Важный вклад в работу со СМИ внесли сотрудники отдела М.С. Белаковский, В.Б. Пищик, С.А. Шевницина, Э.В. Рябов, И.П. Пономарева, П.С. Моргунов, О.В. Волошин, Л.М. Чевелева, О.Г. Иванов.

Традиционно ИМБП участвовал в тематических информационно-образовательных выставках по космонавтике и медицине, проводившихся в СССР и за рубежом по линии Министерства здравоохранения СССР и Академии наук, а также представлял свои разработки в павильоне «Космос» на ВДНХ.

С 1989 года Институт начал участвовать в международных коммерческих выставках по медицине и здравоохранению, проводимых у нас в стране, был актив-

ным участником и одним из организаторов 1-го международного авиационно-космического салона в России (1993), первой международной выставки «Средства спасения-94».

Осваивая новую для себя область коммерческих выставок, Институт в то же время активно налаживал контакты с Ассоциацией музеев космонавтики и космическими музеями в России и за рубежом, готовил самостоятельные экспозиции и участвовал в совместных выставках, где являлся фактически единственной организацией, пропагандирующей достижения космической биологии и медицины.

Заметная пропагандистская деятельность Института была замечена зарубежными организаторами выставок. В 1991 году ИМБП совместно с «Лицензинторгом» успешно представил свою экспозицию на крупной международной выставке «Космос и коммерция» (Вашингтон, США). В 1992 году принял участие в выставке «ЭКСПО-92» (Севилья, Испания), посвященной 500-летию открытия Америки Христофором Колумбом и Году космоса, с экспозицией по космической биологии.

В том же, 1992 году по приглашению организаторов международной выставки растений «Флориада» в Нидерландах ИМБП представил экспозицию «Растения в космосе», которая пользовалась огромным успехом, стенд ежедневно посещало до 6000 человек. За экспозицию Институт был награжден серебряной медалью организационного комитета выставки.

Важным событием для Института стали выставки «ГНЦ-95» в Москве (стенд посетил премьер-министром России В.С. Черномырдин), «ГНЦ-96» в Санкт-Петербурге, выставка в ИМБП к визиту заместителя премьер-министра России И.И. Клебанова.

Е.Е. Журавлева на международной выставке и конференции «Эксполанг-2007» (Париж, Франция)

Одним из первых удачных опытов участия в Международных коммерческих выставках явился 27-й Салон изобретений, новых технологий и изделий (Женева, 1999), где международное жюри наградило ИМБП серебряной медалью.

Особенно активизировалась выставочная деятельность после перехода ИМБП в систему РАН.

С 2001 по 2012 год Институт принял участие в 62 выставках. Из них в России – 30, за рубежом – 32. В их числе:

– выставка Правительства Москвы (Берлин, Германия, 2003 год);
– всемирная выставка «Экспо-2005» (Нагоя, Япония);
– «Российская наука сегодня» (Пекин, Китай, 2006 год; Дели, Индия, 2008 год; Париж, Франция, 2010 год);
– «Научно-технические и инновационные достижения России» (Мадрид, Испания, 2011 год);

– Всемирный салон инноваций, научных исследований и новых технологий (Брюссель, Бельгия, 2006, 2007, 2008, 2009 гг.);

– Международная ярмарка изобретений (Сеул, Республика Корея, 2006 год);

– Международная выставка изобретений (Нюрнберг, Германия, 2007 год);

– Всемирный салон изобретений, новой техники и технологий (Женева, Швейцария, 2007, 2008 гг.);

– Европейский салон изобретений «Конкурс Лепин» (Страсбург, Франция, 2009, 2010, 2011 гг.);

– Европейский салон изобретений «МуженИннов» (Лазурный берег, Франция, 2012 год);

– Московский международный салон изобретений и инновационных технологий «Архимед» (Москва, 2002, 2003, 2010, 2011 гг.);

– «Высокие технологии XXI» (Москва, 2004, 2007, 2008 гг.);

– «Российская академия наук медицине и здоровью» (Госдума, Москва, 2005 год).

Экспозиции в целом и отдельные разработки Института всегда получали высокую оценку жюри, специалистов и посетителей. С 2001 по 2012 год ИМБП был награжден 18 золотыми, 16 серебряными, 2 бронзовыми медалями, 54 почетными и благодарственными дипломами и грамотами, Кубком за высокий уровень изобретательства, 2 Гран-при и Специальным призом.

А.Б. Сахарова и О.Г. Иванов на выставке «Здравоохранение-2008» (Москва)

Непосредственное участие в организации и проведении выставочной деятельности принимали: М.С. Белаковский, Л.А. Денисова, С.А. Шевницина, В.В. Архипов, А.Б. Сахарова, П.С. Моргунов, В.А. Солодовников, О.Г. Иванов.

Привлечение молодежи к такой отрасли науки, как космическая биология и медицина, является основной задачей образовательной деятельности отдела. Организация экскурсий и бесед со школьниками, учащимися Французского лицея им. Александра Дюма (г. Москва), студентами России и зарубежных стран приобщает молодежь к этой области знаний. Участие специалистов ИМБП в конкурсах «Лучший по профессии», «Звездная эстафета», шефская помощь в оснащении учебных заведений стендами и литературой по космической и медицинской тематике пробуждает интерес к профилю работы Института. Все это способствует ознакомлению с деятельностью ИМБП и пробуждению в молодежной среде заинтересованности в проблемах космической биологии и медицины.

Встречи с летчиками-космонавтами (В.В. Поляковым, Б.В. Моруковым, А.И. Лазуткиным и др.) и испытателями-добровольцами (С.И. Нефедовым, Х.В. Хобихожиным и др.) оказывают большое влияние на подрастающее поколение. Вопросы,

которые задаются на этих встречах, говорят о неподдельном интересе молодежи к особенностям самочувствия человека в состоянии невесомости и ощущениям, связанным с ним. Участников встреч очень интересует работа средств жизнеобеспечения, вопросы здоровья, питания, оказания, при необходимости, медицинской помощи, качество сна и наличие сновидений у испытателей, экстремальные ситуации, которые иногда создаются в наземных экспериментах, моделирующих условия космического полета, и многое другое.

И.П. Пономарева с начальником ЦПК им. Ю.А. Гагарина В.В. Циблиевым и начальником мед. службы ЦПК В.В. Моргуном в мемориальном музее-кабинете академика В.В. Парина (2006 год)

Открытие в ИМБП мемориального музея-кабинета академика В.В. Парина (директор на общественных началах – И.П. Пономарева) и принятие его в Музейный совет РАН в 2002 году способствовало активизации просветительской деятельности.

В ЦУМОКО (руководитель А.П. Шуленин) экскурсанты с особым интересом слушают рассказ о создании этого Центра, переговоры летающих космонавтов с его специалистами.

Возможность пройтись в сопровождении специалистов института Е.П. Демина, А.В. Трямкина, В.Ю. Есина, В.П. Горбачева по действующим модулям НЭК ИМБП, в котором моделируются многие факторы космического полета, пощупать все своими руками, а также послушать рассказы участников длительных испытаний позволяют школьникам приобщиться к реальным достижениям ученых и инженеров.

Ежегодные выезды специалистов института в Объединенный мемориальный музей Ю.А. Гагарина (г. Гагарин), Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (г. Калуга) и Всероссийский детский центр «Орленок», выступления с докладами и участие в прениях среди школьников из многих городов России реализуют образовательно-воспитательную направленность.

Активный и «легкий на подъем» космонавт-исследователь С.Н. Рязанский регулярно проводит занятия, читает лекции по подготовке космонавтов и перспективам космических полетов.

Все эти формы работы создают заинтересованное, уважительное отношение к историческому наследию, к достижениям отечественной космической биологии и медицины.

Основными организаторами и исполнителями этого направления являются: И.П. Пономарева, С.А. Шевницина, Г.Г. Граковская и О.Г. Иванов.

В целом же, подводя итог сказанному, следует отметить, что благодаря активной, дружной и целеустремленной работе сотрудников отдела достижения ученых

Сотрудники отдела. Слева направо, в первом ряду: И.П. Пономарева, М.С. Белаковский (заведующий отделом), Т.Н. Агапцева; во втором ряду: О.Г. Иванов, С.И. Нюхтикова, Е.Е. Журавлева, А.Б. Сахарова, М.М. Белоцкий, А.Р. Куссмауль, А.В. Матюшев, О.В. Волошин, Л.М. Чевелева

ИМБП широко известны не только в нашей стране, но и за рубежом. И для ИМБП как для мирового лидера в области космической биологии, физиологии и медицины в преддверии 50-летнего Юбилея это имеет особое значение.

2.20. Информационно-редакционный отдел

В штатное расписание Института в 1964 году был включен отдел научно-технической информации с редакционно-издательской группой, который насчитывал в то время 18 человек, включая группу переводчиков из 5 сотрудников.

В 1966 году руководителем отдела стал профессор И.М. Хазен (вплоть до 1969 года), когда в развивающемся Институте возникла необходимость накопления и обобщения информационных материалов по основным проблемам космической биологии и медицины. Деятельность отдела, его основные задачи определялись руководством Института в зависимости от штатного расписания отдела, который должен был иметь в своем составе специалистов определенного профиля.

Помимо переводчиков и библиографов, обеспечивающих отбор и перевод (Н.Л. Ковалева, Ж.Н. Ярославцева и др.) наиболее актуальных материалов (в том числе переводов из близких по тематике иностранных журналов), и их накопление в справочно-информационном фонде, далее – в научной библиотеке), в составе отдела появились инженеры и переплетчики (численность отдела достигала 27 человек), что отражало потребность Института в издании и распространении среди специалистов получаемых уникальных данных в специализированном научном журнале.

Сенкевич Юрий Александрович, заведующий отделом, кандидат медицинских наук, врач, ученый, путешественник, журналист

Работа в этом направлении велась достаточно активно, и в 1967 году вышел первый номер журнала (в издательстве «Медицина»), первым главным редактором которого был В.В. Парин.

С августа 1970 г. по декабрь 1972 г. заведующим отделом был Р.Б. Стрелков, а с 1974 по 1982 год – Ю.А. Сенкевич, который, будучи членом Ученого совета Института, прекрасно понимал, какого рода информация должна быть доведена до сведения специалистов. В 1982 году начальником отдела был назначен С.О. Николаев.

В соответствии с положением об Информационно-редакционном отделе (ИНФРО с 1991 года, до этого времени он назывался ОНМИ, ОНМИТИ), его основными задачами являются:

1) участие в обеспечении профильных, текущих и перспективных плановых НИОКР Института;

2) накопление литературы по тематике НИР Института в справочно-информационном фонде (библиотеке) с учетом рекомендаций ведущих научных сотрудников ИМБП;

3) редакционно-издательская деятельность:

– научное, литературное и техническое редактирование информационных материалов, набор, подготовка к выпуску и распределение в Институте и смеж-

ных организациях журнала «Авиакосмическая и экологическая медицина» – 6 номеров в год;

– литературное и техническое редактирование, набор, подготовка к выпуску сборников материалов Всесоюзной конференции по космической биологии и авиакосмической медицине, материалов международных и внутрисоюзных конференций и совещаний, в организации которых ИМБП является головным;

4) обеспечение перевода при выполнении программ в рамках международного научного сотрудничества:

– обеспечение переписки руководства ИМБП и ведение телефонных переговоров со штаб-квартирами НАСА (США), КНЕС (Франция), ЕКА и другими зарубежными организациями;

– обеспечение перевода при проведении телеконференций и т.д.;

– обеспечение последовательного перевода выступлений и бесед руководства ИМБП с прибывающими в институт иностранными специалистами, а также перевода во время проведения в подразделениях Института совместных с зарубежными организациями работ;

– перевод на иностранные языки тезисов, докладов и других материалов по заданию руководства Института.

Методикой синхронного перевода мастерски овладели: Г.Я. Тверская, Л.Л. Журня, Л.М. Смирнова, Н.Л. Ковалева, М.Н. Кантамирова.

Отдел функционально был разделен на: 1) редакционно-издательскую группу, 2) справочно-информационный фонд, 3) группу научного перевода. Группы работали в тесном взаимодействии, объем работ определялся руководством Института в соответствии с основными задачами и штатной численностью.

Сотрудники отдела. Слева направо, в первом ряду: Е.В. Рзаева, С.О. Николаев (нач. отдела), Т.С. Муромцева; во втором ряду: Е.А. Алексеева, З.М. Варламова, С.М. Плаксина

Основная работа редакционно-издательской группы связана с подготовкой к печати рецензируемого журнала «Авиакосмическая и экологическая медицина».

До 1991 года журнал выпускался в издательстве «Медицина», которое, не получая достаточной финансовой поддержки, намеревалось прекратить его выпуск. Остро встал вопрос о собственном издательстве. Для этого ИМБП была учреждена фирма «Слово», которая получила лицензию на издание журнала, а возглавил ее сотрудник отдела В.В. Круговых, что существенно облегчало работу над журналом, которую проводила редакционно-издательская группа отдела (в ее состав в разные годы входили В.В. Круговых, Т.А. Смирнова, Л.Ю. Собесская, Л.П. Васильева, Е.А. Алексеева, С.М. Плаксина). Благодаря поддержке О.Г. Газенко была найдена типография, руководство которой согласилось печатать журнал.

В настоящее время Институт является учредителем и издателем журнала «Авиакосмическая и экологическая медицина». Главный редактор – директор Института И.Б. Ушаков (журнал был основан в 1967 году как журнал «Космическая биология и медицина». С 1974 по 1991 год выходил под названием «Космическая биология и авиакосмическая медицина»).

Журнал принимает экспериментальные и теоретические работы отечественных и зарубежных авторов по актуальным проблемам авиационной, космической, морской, водолазной, спортивной и экологической физиологии и медицины. Основные рубрики журнала: «Обзоры», «Экспериментальные и общетеоретические исследования», «Клинические исследования», «Методики», «Краткие сообщения», «Дискуссии», «Письма в редакцию», «Рецензии», «Из истории космической биологии и авиакосмической медицины», «Хроника и информация». Издание осуществляется на безгонорарной основе.

Два раза в год готовится необходимая документация для подписки на журнал через «Роспечать» (номер 46829 в каталоге). Следует отметить, что при подготовке журнала стали более рационально использовать расходные материалы, используя безбумажную технологию передачи материалов в типографию.

В целях своевременного информирования научных работников и специалистов, сотрудников научных библиотек и органов научно-технической информации о вновь выходящей литературе по медико-биологическим, социальным и психологическим проблемам освоения космоса и труднодоступных регионов Земли, ИМБП совместно с РГБ (бывшей Государственной библиотекой СССР им. В.И. Ленина) с 1980 по 1992 год издавались ежегодные библиографические указатели (в подготовке участвовали В.В. Васильева, Н.В. Зимина, Л.А. Денисова).

Многоплановость и сложность темы обусловили многоступенчатую классификацию литературы, поэтому каждая из глав состояла из разделов, подразделов и параграфов, соподчинение которых обозначено системой цифровых индексов. В пределах одного классификационного деления материал был сгруппирован в алфавите фамилий авторов или заглавий. В начале раздела указывались сведения о работах, изданных на русском языке, как оригинальных, так и переводных, затем – названия работ, опубликованных на иностранных языках.

Для удобства библиография была снабжена приложениями – списками сборников, коллективных монографий и сериальных изданий, а также указателем имен и названий книг. В поиске, аннотировании и организации материала наряду с авторами принимали участие Л.М. Смирнова, Ж.Н. Ярославцева, О.С. Кузнецова.

В информационном бюллетене публиковались: переводы отдельных обзоров, статей и докладов ведущих зарубежных ученых в области авиакосмической, гипербарической медицины и биологии, в том числе из зарубежных журналов (Aviation Space and Environmental Medicine, Undersea Biomedical Research, Journal of Applied Physiology, Journal of Experimental Biology, Medsubhyp, Physiologist, Space World, Space-flight и др.), из сборников трудов международных конгрессов, конференций, симпозиумов, проводимых МАФ, МАА, Комитетом по космическим исследованиям при Международном совете научных союзов и другими международными организациями по медико-биологическим и техническим проблемам обеспечения космических полетов, глубоководных погружений и прикладных исследований. Кроме того, в каждом номере представлялись переводы научных работ по гипербарической физиологии и медицине, аннотации и изобретения по широкому спектру проблем, связанных с мирным освоением космического пространства (В.Б. Пищик, В.А. Шиенок и другие переводчики отдела). Опубликованы два обзора зарубежной биоастронавтики и ряд отечественных обзоров.

В 2007 году были подготовлены к печати тезисы докладов на российской конференции «Проблемы обитаемости в гермообъектах», ее программа, а также два тома материалов (на русском и английском языках), посвященных итогам проведенного в Институте эксперимента SFINCSS.

В 1990-х годах сократилось количество сотрудников, прекратился выпуск «Информационного бюллетеня», Общесоюзного библиографического указателя «Медико-биологические и социально-психологические проблемы освоения космоса и регионов Земли с экстремальными условиями существования». Пришлось отказаться от выпуска информационных подборок в режимах избирательного распределения информации и дифференцированого обеспечения руководства, библиографических подборок (которые включали актуальные материалы, отбираемые В.Б. Пищиком). Их компьютерную обработку осуществляла, в основном, З.М. Варламова.

Основные усилия сотрудников были сосредоточены на редакционно-издательской деятельности, участии в международном сотрудничестве, комплектовании справочно-информационного фонда и ряде других работ.

С 3 по 5 ноября 2003 года на базе Президиума РАН была проведена российская конференция с международным участием «Организм и окружающая среда: адаптация к экстремальным условиям». В работе тематических научных сессий конференции 3 и 4 ноября приняли участие 446 специалистов из 35 российских и 20 зарубежных учреждений. На пленарной сессии 5 ноября присутствовало около 1000 человек. Зарубежные специалисты (55 человек) представляли научные учреждения Белоруссии, Украины, США, Франции, Германии, Италии, Чехии, Сло-

вакии, Бельгии и Китая. Конференция была приурочена к 40-летию деятельности Института медико-биологических проблем. На пленарной сессии в день закрытия конференции директором ИМБП академиком А.И. Григорьевым был представлен доклад об основных итогах деятельности Института за период с 1963 по 2003 год. В рамках конференции было также проведено годичное открытое собрание секции «Организм и окружающая среда» Научного совета РАН по физиологическим наукам. На нем были подведены итоги конференции и заслушаны отчеты руководителей проблемных комиссий. По мнению выступающих, конференция была достаточно информативной и хорошо организованной. Для обеспечения успешной работы конференции Институтом были подготовлены и тиражированы информационные письма, программа конференции на русском и английском языках, сборник материалов конференции объемом 448 страниц и информационные материалы об основных достижениях космической биологии и медицины.

В 2006 году по рекомендации архивной службы РАН в отделе был сформирован архив из документов, имеющих научное, социальное, экономическое и историческое значение. Создана архивная служба ИМБП (зав. архивом Т.С. Муромцева).

В 2010 году отделом были подготовлены к печати материалы XXI съезда Физиологического общества им. И.П. Павлова объемом 706 страниц, а в 2011 году – Космического форума, посвященного 50-летию полета в космос Ю.А. Гагарина (272 страницы). Отдел участвовал в подготовке к изданию коллективных монографий сотрудников Института – «Орбитальная станция «Мир» (два тома, 669 и 624 страницы и «Международная космическая станция, российский сегмент» (два тома, 371 и 490 страниц).

В 2012 году сотрудники отдела подготовили к изданию сборник материалов к Международному симпозиуму по результатам экспериментов, моделирующих пилотируемый полет на Марс («Марс-500»).

В справочно-информационном фонде имеется большое количество книг, переданных из личных библиотек специалистами и ветеранами – более 10000 книг по тематике НИР, а также профильных журналов, в том числе Aviation Space and Environmental Medicine, J. Gravitational Physiology.

Комплектование фонда современной научной литературой проводится с учетом запросов специалистов Института. Ежегодно проводится подписка на научные периодические журналы (около 100 наименований).

С 2004 года ведется учет книг, отчетов, авторефератов и диссертаций в электронном виде. Весь каталог отчетов, диссертаций и авторефератов переведен в электронный вид – это позволяет осуществлять быстрый поиск по любым библиографическим показателям. В связи с большим интересом читателей к материалам, опубликованным в выпускаемом Институтом журнале и в профильных англоязычных журналах, эти издания перемещены в читальный зал.

В библиотечном фонде в настоящее время насчитывается свыше 20 000 книг, 3260 научных отчетов по темам НИР института, 501 диссертация, 1793 авторефератов.

В июле 2012 года Институтом был заключен договор с Научной электронной библиотекой (НЭБ) РИНЦ РАН с целью предоставления пользователям НЭБ возможности поиска, просмотра и свободного использования лицензионных материалов по журналу «Авиакосмическая и экологическая медицина» в информационных, научных и учебных целях. Была проведена большая работа по подготовке передаваемых материалов. Сотрудник отдела Е. Рзаева работает на сайте НЭБ в специальной on line программе.

В читальном зале имеется библиотечный компьютер коллективного пользования с выходом в Интернет.

Группой работ по сайту ИМБП была пересмотрена и уточнена рубрикация, определены актуальность информационных материалов и перечень необходимых изменений их размещения, назначены кураторы соответствующих разделов, пересмотрен порядок подготовки материалов перед введением в сайт. На сайте, в соответствии с требованиями ВАК, своевременно представляются материалы всех соискателей о предстоящей защите диссертаций в Институте. Кроме того, на нем размещаются данные о предстоящих научных встречах, краткие отчеты об участии специалистов Института в работе различных зарубежных научных форумов.

Таким образом, информационно-редакционный отдел ИМБП в течение почти 50 лет регулярно информировал сотрудников Института, а также отечественную и мировую общественность о достижениях советской и российской космической биологии, физиологии и медицины, чем немало способствовал лидерскому имиджу ИМБП в этой области.

2.21. Отдел международных научно-технических связей

Развитию научно-технических связей в ИМБП всегда придавалось очень большое значение. Уже с первых дней образования ИМБП как головной организации, ответственной в нашей стране за медико-биологическое сопровождение космических полетов, формирование международной кооперации стало рассматриваться как эффективное средство, способное существенно ускорить научно-технический прогресс в области космической биологии и медицины, поднять на качественно более высокий уровень отечественные научные исследования и технические разработки.

Развитию сотрудничества способствовали ряд принятых в те годы международных соглашений и договоренностей. Так, в 1961 году Генеральная ассамблея ООН приняла резолюцию с рекомендацией странам, членам ООН, сотрудничать в освоении космического пространства, а Комитет ООН по мирному исследованию и использованию космического пространства приступил к подготовке документов, которые легли в основу международного космического права. В 1962 году в Варшаве было подписано «Соглашение о международном сотрудничестве социалистических стран». Результатом переписки между академиком А.А. Благонравовым и вице-директором НАСА доктором Хью Л. Драйденом явилась серия соглашений, одно из которых, достигнутое в октябре 1965 года, предусматривало издание совместного научного труда «Основы космической биологии и медицины». Для осуществления Соглашения в начале 1966 года была образована Объединенная редакционная коллегия, сопредседателями которой стали Главный ученый секретарь АН СССР академик Н.М. Сисакян (после смерти которого в марте того же года был назначен профессор О.Г. Газенко) и Лауреат Нобелевской премии Мелвин Кальвин. В состав Объединенной редакционной коллегии от Академии наук СССР вошли академик В.Н. Черниговский, академик Г.И. Петров, академик А.А. Имшенецкий, заместитель министра МЗ СССР А.И. Бурназян, профессор О.Г. Газенко, профессор А.М. Генин, академик В.В. Парин (директор ИМБП) и сменивший его после смерти в 1971 году профессор П.В. Васильев. Ответственным секретарем издания была назначена к.б.н. Э.Ф. Панченкова.

В 1967 году стартовала международная программа «Интеркосмос», одно из центральных мест в которой занимали исследования в области космической биологии, физиологии, психологии и радиационной безопасности космических полетов. В 1971 году в результате переговоров между Академией наук СССР и НАСА была создана Советско-американская совместная рабочая группа по космической биологии и медицине. Учитывая научное и практическое значение биологических исследований в космических полетах, Правительство СССР в январе 1970 г. издало Постановление о развертывании работ по программе «Бион». ИМБП стал выполнять функции ведущей организацией по реализации этой программы. Начиная с полета биоспутника «Бион-3» («Космос-782»), к реализации этой программы стали активно привлекаться зарубежные специалисты из стран социалистического содружества, США, Франции и других стран.

В первые годы работы ИМБП деятельность по организации и координации работ, проводимых сотрудниками Института в рамках международных научно-исследовательских тем, была возложена на Научно-организационный отдел. Для сопровождения этого направления работ в Научно-организационном отделе была сформирована специальная группа во главе со старшим научным сотрудником к.б.н. О.Л. Торчинской. В 1970-е годы существенное увеличение объема работ, выполняемых специалистами Института по реализации международных соглашений со специалистами США, стран социалистического содружества, Франции, Индии, потребовало создания в ИМБП самостоятельного подразделения.

В марте 1979 года для координации все расширяющихся международных связей такое подразделение было создано. Оно получило название «Отдел международных научно-технических связей» (ОМНТС). Организация работы этого отдела и руководство им было возложено на д.м.н., профессора В.И. Фофанова. Будучи опытным специалистом в области авиакосмической медицины и хорошим организатором науки, В.И. Фофанов быстро вошел в круг проблем ОМНТС, подготовил штатное расписание отдела, привлек к работе ряд перспективных специалистов Института и переводчиков. В ведение ОМНТС была передана международная телефонная и факсимильная связь Института. Основными задачами ОМНТС в тот период были: участие в организации совместных научных исследований со специалистами социалистических стран, Франции, Индии в рамках программы «Интеркосмос»; координация работ, выполняемых специалистами Института в рамках решений совместной Советско-американской рабочей группы по космической биологии и медицине; подготовка и проведение ежегодных совместных итоговых Совещаний и научных симпозиумов.

Во время проведения встречи с представителями Индии (Москва, ИМБП, 1982 год; в центре стола заседания – В.И. Фофанов)

В ноябре 1985 года ОМТНС возглавил кадровый сотрудник Института кандидат физ.-мат. наук Р.А. Кузин. Для приема иностранных делегаций и для проведения технических испытаний совместно разрабатываемой с зарубежными партнерами научной аппаратуры были выделены и оборудованы специальные помещения. По вопросам международных научно-технических связей Института было организовано делопроизводство, создан архив отдела.

Во время подписания протокола международной встречи (Москва, ИМБП, 1989 год; крайний справа во втором ряду – Р.А. Кузин)

В начале 1990-х годов было принято решение о завершении программы «Ин-

теркосмос». Тем не менее общий объем исследований, выполняемых Институтом на основе международной кооперации, значительно увеличился за счет активного участия наших специалистов в реализации научной программы медико-биологических исследований в длительных полетах на ОС «Мир», реализации межправительственных соглашений России и США в рамках проектов «Мир – Шаттл» и «Мир – НАСА», возобновления совместных работ по подготовке второго, дополненного российско-американского издания «Космическая биология и медицина», участия в переговорах и подготовительных работах по созданию МКС. Увеличился объем научных исследований, выполняемых Институтом на контрактной основе за счет бюджета зарубежных партнеров, что позволило осуществлять выбор и привлечение к сотрудничеству на взаимовыгодных условиях наиболее передовых научных и технических зарубежных организаций, учреждений, ученых и специалистов. В период 1994–2000 годов, наряду с другими подразделениями, ОМНТС принял активное участие в организации и координации работ по проведению на базе ИМБП 3 длительных (до 240 суток) наземных экспериментов с участием международных экипажей и зарубежных ученых из США, Германии, Канады, Норвегии, Чехии, Австрии, Японии (эксперименты HUBES, ECOPSY-95, SFINCSS-99).

Начиная с 2000 года, после перевода Института в систему РАН, на ОМНТС были возложены также функции по организации и контролю исследований, проводимых на основе межакадемических соглашений РАН и Академиями наук других стран.

В разное время в ОМНТС работали такие специалисты, как: к.б.н. О.И. Бабкина, к.б.н. А.Н. Потапов, к.м.н. А.М. Бабин, Г.Н. Плисковская, Л.Ф. Козинашева, Л.М. Смирнова, В.И. Мышко, С.М. Пакулов, М.П. Долинина, В.А. Мясникова, О. Бордовских, В.И. Сафонов. В 2004–2012 годах заведующим ОМНТС являлся д.м.н., профессор В.П. Катунцев. В настоящее время в отделе работают: к.т.н. И.В. Шумилина (и.о. заведующего отделом), Ю.Н. Жук, Н.М. Уткина, Н.Н. Шклярова.

Сотрудники ОМНТС (Москва, ИМБП, декабрь 2012 г.). Слева направо сидят: Н.М. Уткина, д.м.н., профессор В.П. Катунцев, Н.Н. Шклярова; стоят: Ю.Н. Жук, к.т.н. И.В. Шумилина

ОМНТС принимает участие в решении задач в области космической, гипербарической и экологической биологии и медицины в процессе осуществления международных научно-технических связей; проводит работу в тесном контакте с подразделениями ИМБП, соответствующими подразделениями Управления внешних связей РАН, Управления международного сотрудничества Роскосмоса и других ведомств.

Основными задачами отдела в настоящее время являются:

– участие в организации, планировании, управлении и координации мероприятий, проводимых ИМБП по линии международных научно-технических связей в Российской Федерации и за рубежом;

– подготовка совместно со специалистами ИМБП проектов договорных актов о сотрудничестве с зарубежными партнерами;

– контроль, анализ и обобщение материалов по отчетам загранкомандировок сотрудников Института и приемам иностранных специалистов в ИМБП;

– подготовка отчетных и справочно-информационных материалов руководству Института, Управлению внешних связей РАН о результатах совместных работ с иностранными специалистами;

– подготовка и участие в организации и проведении международных совещаний Рабочих групп по космической биологии и медицине;

– организация выезда специалистов ИМБП за рубеж и учет специалистов Института, выезжающих за рубеж;

– подготовка материалов на получение загранпаспортов на выезжающих за рубеж научных сотрудников ИМБП через Управление внешних связей РАН и МИД РФ;

– организация приема иностранных ученых и специалистов в ИМБП и учет иностранных специалистов, принимаемых в Институте;

– оформление официальных приглашений для получения виз иностранным специалистам, прибывающим в Институт, через Управление федеральной миграционной службы по г. Москве, а также в рамках процедуры выдачи виз гражданам Европейского Союза в соответствии с федеральным законодательством РФ;

– участие в подготовке необходимых документов, разрешающих вывоз за рубеж научно-технических материалов;

– ведение делопроизводства по вопросам международных научно-технических связей ИМБП.

В целом же, подводя итог сказанному, следует отметить, что за прошедшие годы ОМНТС внес немалый вклад в установление международных связей в области космической биологии и медицины, успешную реализацию международных космических проектов и пропаганду достижений ИМБП.

2.22. Инженерно-техническая служба

Главная задача инженерно-технической службы (ИТС) – обеспечение надежного функционирования стендов и установок, входящих в состав экспериментально-стендовой базы ИМБП, а также оборудования и аппаратуры, используемой в научных подразделениях. Помимо этого на ИТС возложена задача поддержания в работоспособном состоянии сложной, учитывая расположенность зданий и сооружений ИМБП на пяти территориях, инженерной инфраструктуры.

Первым главным инженером ИМБП был С.Б. Максимов, который внес основной вклад в организацию инженерной службы. В 1970 г. инженерную службу возглавил В.А. Смирнов. Благодаря их усилиям, служба была укомплектована высококвалифицированными специалистами, способными решать инженерные задачи в условиях активного развития научно-технической базы Института.

В 1974 году главным инженером был назначен А.М. Захаров, который проработал на этой сложной должности около 10 лет. Его особенно тепло вспоминают работавшие с ним сотрудники. Ему были присущи не только высокий профессионализм, ответственность и требовательность, но и внимание к людям.

В 1983 году главным инженером стал Ю.П. Храмцов, который, будучи до этого 12 лет заместителем главного инженера, имел богатый опыт работы в ИМБП. Неоспорим его личный вклад в создание инфраструктуры базы «Планерная». При нем были введены в строй цех водозабора, большая котельная, построены основные корпуса. На долю Ю.П. Храмцова пришлись сложные годы перестройки, хронического недофинансирования. Однако, несмотря на все трудности, ИТС достойно решала поставленные перед ней задачи.

В конце 90-х годов XX века перед Институтом остро встал вопрос финансирования несвойственной научному учреждению деятельности по обеспечению коммунальными услугами целого ряда предприятий на базе «Планерная». По решению дирекции часть ИТС, занимавшаяся этими вопросами, была выделена из ИМБП и преобразована в самостоятельное предприятие. Это позволило значительно сократить численный состав службы, снизить накладные расходы Института и направить высвободившиеся финансовые ресурсы на реконструкцию корпусов. Сложилась новая структура ИТС, которая сохраняется и в настоящее время.

В феврале 1999 г. главным инженером реорганизованной службы был назначен А.В. Асейчев (заместитель главного инженера с 1990 г.), главным механиком – В.Н. Орлов, главным энергетиком В.И. Арацкий. Начальниками цехов стали: электроцеха – Е.В. Кремнев (в настоящее время главный энергетик), ремонтно-механического – В.А. Силкин, ремонтно-строительного – В.М. Анохин, работавший в этой должности с 1987 года.

К 2000 году нормативный срок проведения капитального ремонта основных корпусов был превышен более чем в 2 раза, что приводило к постоянным авариям на инженерных сетях. На плечи назначенных специалистов легла сложная задача эксплуатации изношенных инженерных систем корпусов и их реконструкция.

Сотрудники инженерно-технической службы, слева направо: инженер ООТиЭК К.О. Халанцева, начальник РСЦ С.Н. Ефремов, зав. складом О.В. Турбина, главный механик А.З. Грицай, начальник участка Ю.Е. Сталоверов, начальник электроцеха В.П. Боднар, маляр Т.Г. Затолокина, главный инженер А.В. Асейчев, инженер по надзору А.А. Суворов, зав. складом З.И. Волкова, начальник цеха А.Ф. Чирков, токарь В.Е. Дроздов, ведущий инженер В.Н. Орлов, мастер В.А. Курочкин, слесарь Ю.М. Гончаренко, инженер А.А. Чичигина

Благодаря вниманию к службе директора ИМБП А.И. Григорьева и его первого заместителя В.М. Баранова, пониманию ими возникающих проблем, службе начали выделяться достаточные средства на проведение работ по реконструкции зданий и инженерных систем.

В течение короткого времени ИТС удалось более чем в 10 раз снизить аварийность, исключить аварии с материальным ущербом, реконструировать системы отопления и водоснабжения почти всех корпусов ИМБП, капитально отремонтировать кровельное покрытие зданий, смонтировать системы учета электроэнергии, тепла и воды, установить новый лифт и телефонную станцию, оборудовать все корпуса новыми системами пожарной сигнализации, капитально отремонтировать системы электроснабжения ряда корпусов. Для реализации масштабного и уникального проекта «Марс-500» в 2008–2009 гг. были проведены реконструкция инженерных систем НЭК и работы по ремонту и созданию новых лабораторий и стендовых баз.

Расширение спектра и увеличение объема научных исследований ставит сегодня перед ИТС новые задачи по повышению надежности работы инженерных систем, завершению работ по капитальному ремонту корпусов, организации технического обслуживания инженерных систем и объектов Ростехнадзора.

Серьезными задачами службы остаются совершенствование организации работ по охране труда и энергосбережению в Институте.

Несомненной заслугой руководителей подразделений ИТС является создание сплоченных коллективов, способных решать сложные технические задачи.

Сегодня нельзя не вспомнить главных специалистов и руководителей, внесших значительный вклад в работу ИТС. Это:

– главные механики – П.И. Хонер (с момента основания Института до 1985 года), Б.М. Федюничев, В.Н. Орлов;

– главные энергетики – В.Г. Грищенков, В.А. Мацнев, В.И. Арацкий;

– начальники инженерно-организационного отдела – М.М. Дубровский, А.Е. Юнин;

– начальники отдела охраны труда и техники безопасности В.Я. Егоров, В.П. Шатон;

– начальник отдела связи Ю.Л. Шмелев, заместитель главного энергетика М.А. Циховский, начальник цеха водоподготовки, а затем ремонтно-механического цеха А.С. Пинаков.

Работавший в инженерно-организационном отделе ИТС Института Е.Е. Ветров впоследствии возглавил инспекцию котлонадзора в Управлении Госгортехнадзора РФ.

Эти люди – не только прекрасные специалисты, болевшие за порученное дело, но и достойные руководители, о которых с большой теплотой вспоминают сотрудники, работавшие рядом с ними.

14 сотрудников ИТС работают в ИМБП свыше 25 лет. Нашим ветеранам традиционно присущи профессионализм, ответственность за порученное дело, требовательность и доброжелательность к коллегам.

В год 50-летия ИМБП стаж работы в Институте мастера электроцеха В.А. Курочкина и токаря ремонтно-механического цеха В.Е. Дроздова составит 45 лет. Эти прекрасные специалисты на протяжении многих лет остаются примером добросовестного отношения к работе и благодаря своей квалификации часто выручают научные подразделения при подготовке и проведении экспериментов.

Техник службы главного энергетика Н.Н. Воронина работает 43 года. На ее глазах и при активном участии проходило становление отдела главного энергетика. Сегодня она передает свой богатый опыт дочери Анастасии – старшему инженеру службы.

42 года работают в Институте заведующая складом З.И. Волкова и слесарь-ремонтник Н.Ф. Богачев. Эти сотрудники своим отношением к труду являются для всех примером. Всегда можно быть уверенным, что порученное им дело будет выполнено качественно и в срок.

Ведущего инженера инженерно-организационного отдела С.Г. Акопову знают в подразделениях уже 36 лет не только как специалиста по подготовке технической документации на вновь вводимые стендовые базы, но и как отзывчивого и внимательного представителя инженерной службы в Профкоме ИМБП.

Стаж работы в Институте мастера участка связи В.А. Позднякова – 32 года. Говорят, что «один в поле не воин», а вот он уже более 10 лет успешно «воюет» как единственный связист на базе «Планерная».

34 года работает в ремонтно-строительном цехе Т.Г. Затолокина. Ее, маляра по профессии, можно назвать настоящим художником своего дела. В Институте, наверное, нет помещения, где бы она не делала ремонт. Ее добросовестный труд и замечательные человеческие качества заслуживают искренних слов благодарности. 28 лет проработала в этом цехе Л.И. Золотцева – высококвалифицированный маляр и прекрасный человек.

30 лет добросовестно трудится в ИМБП заместитель начальника цеха Н.Г. Эктов, специалист-строитель, который пользуется заслуженным авторитетом и уважением коллег и подчиненных.

В.Н. Орлов работает в Институте 27 лет (с 1986 года – заместитель главного механика, с 1999 г. – главный механик, с 2010 г. – ведущий инженер ОГМ). Под его руководством осуществлялась реконструкция сетей тепло- и водоснабжения основных корпусов ИМБП в «постперестроечное» время. В.Н. Орлов пользуется заслуженным авторитетом и уважением не только в ИТС, но и среди сотрудников всего Института. Очень ответственный и душевный человек, прекрасный специалист, он сумел создать слаженный коллектив с богатыми традициями, способный решать сложные технические задачи.

26 лет – стаж в Институте сварщика В.В. Данкова, по 25 лет – инженера Т.В. Романенко и слесаря-ремонтника В.И. Туркова. Эти специалисты передают свой богатый профессиональный опыт новым сотрудникам.

Низкий поклон и здоровья Вам, ветераны ИМБП!

2.23. Планово-экономический отдел

Планово-экономический отдел (ПЭО) был организован одновременно с созданием ИМБП и развивался вместе с ним. Появлялись новые направления деятельности, новые источники финансирования, новые правила взаимодействия с заказчиками. Может показаться, что работа сотрудников ПЭО – это сплошь расчетно-отчетная рутина. Но это далеко не так: ведь экономистам нередко приходится вникать в существо проблем, связанных с научно-организационной и финансово-хозяйственной деятельностью Института.

Сотрудники планово-экономического отдела, слева направо, стоят: зам. нач. отдела Л.П. Плахтий, вед. экономист Т.М. Харина, нач. отдела Т.В. Семенкова, вед. экономист Я.В. Максимец, ст. экономист О.В. Тимоничева, вед. экономисты Е.В. Смагина и О.А. Петрова, ст. экономист И.Ю. Зань; сидят: вед. экономисты Г.В. Арзамазова, Т.И. Самохвалова и Е.А. Ховрина

Суть деятельности, любой коллектив характеризуют люди. Сегодня нельзя не вспомнить «живую легенду» отдела – Л.И. Богомолову, которая в течение 33 лет была Главным экономистом ИМБП. Прирожденный лидер, отличный специалист, интеллигентный человек. Ее уважали и даже многие побаивались, но с ее мнением нельзя было не считаться – таковы отзывы тех, кому довелось с ней работать. Из тех, кто работал в ПЭО в прежние годы, можно особо выделить Т.В. Белозерову, Г.В. Федотову, И.В. Нечаеву.

ПЭО возглавляли такие опытные экономисты, как Т.В. Антипова (с 1998 г.), Т.И. Самохвалова. С 2008 по 2011 год отделом руководила И.В. Болтунова, которая большое внимание уделяла внедрению в работу отдела новейших компьютерных технологий. С 2012 года начальником ПЭО является Т.В. Семенкова.

В отделе, как и в любом коллективе, постепенно меняется состав сотрудников. В первую очередь хочется отметить ветеранов Института, продолжающих работать и сегодня – это Л.П. Плахтий, С.В. Сокольская, Т.И. Самохвалова, Е.А. Ховрина, Т.А. Никитина, Г.В. Арзамазова. А также вспомнить добрыми словами «старую гвардию» – экономистов подразделений: Г.В. Антушевич, Р.И. Леонову, В.Н. Полякову, М.И. Ульянову, Л.И. Остапенко, Т.Н. Еремееву, В.И. Бокову, В.А. Бондаренко. За последние годы отдел пополнился молодыми сотрудниками, которые постепенно становятся квалифицированными специалистами.

2.24. Отдел кадров

Отдел кадров является структурным подразделением ИМБП и осуществляет подбор и учет кадров, готовит документы к аттестациям сотрудников, наградные документы, приказы по кадровым вопросам и т.п.

В разные годы отделом кадров руководили: А.Ф. Веревейко, А.К. Калабухов, П.И. Бодров, С.И. Плахтий, Н.А. Журавлев, А.В. Красов, Л.Я. Позднякова.

В настоящее время в отделе, руководимом Н.А. Галаниной, работают ведущий инженер Галина Алексеевна Куприянова, начальник отдела Наталия Александровна Галанина, инспектор Вероника Сергеевна Румянцева, ведущий инженер Ольга Семеновна Кузнецова, старший специалист Наталья Александровна Лазарева.

Сотрудники отдела, слева направо: ведущий инженер Галина Алексеевна Куприянова, начальник отдела Наталия Александровна Галанина, инспектор Вероника Сергеевна Румянцева, ведущий инженер Ольга Семеновна Кузнецова, старший специалист Наталья Александровна Лазарева

Историческая справка о кадровой службе Института

1. Веревяйко Андрей Федорович – начальник ОК – 20.01.1964 г. – 13.03.1964 г.
2. Калабухов Александр Карпович – зам. директора по режиму и кадрам – 03.08.1965 г. – 07.03.1969 г.
3. Бодров Петр Иванович – начальник ОК – 10.01.1964 г. – 26.02.1980 г.
4. Плахтий Сергей Иванович – начальник ОК – 20.07.1966 г. – 01.06.1981 г.
5. Журавлев Николай Афанасьевич – помощник директора по кадрам – 08.06.1972 г. – 19.01.1987 г.
6. Красов Александр Васильевич – начальник ОК – 06.06.1988 г. – 16.03.1993 г.
7. Позднякова Людмила Яковлевна – начальник ОК – 25.01.1994 г. – 29.04.2005 г.
8. Галанина Наталия Александровна – начальник ОК – с 01.12.2005 г. по настоящее время.

2.25. Общий отдел

Основной задачей Общего отдела является документационное обслуживание ИМБП, включая учет входящей корреспонденции и контроль за исполнением документов.

В разные годы отдел назывался по-разному: Канцелярия, Отдел учета и регистрации корреспонденции, Общий отдел, однако суть работы от этого не менялась. Неизменным оставалось чуткое, внимательное отношение работников отдела к сотрудникам Института и к своему делу.

Сотрудники общего отдела, слева направо, сидят: заместитель начальника отдела Татьяна Семеновна Мысловская; инспектор Ирина Петровна Веселова; стоят: инспектор Лиана Николаевна Полищук; начальник отдела Татьяна Николаевна Шишкина

Руководителями отдела в разное время были: Е.Н. Яковлева (1964–1975 гг.), Л.Б. Щеглова (1976–1978 гг.), Н.И. Филипповская (1979–1985 гг.), Т.С. Мысловская (1986–2013 гг).

В настоящее время в отделе, руководимом Т.Н. Шишкиной, работают заместитель начальника отдела Татьяна Семеновна Мысловская; инспектор Ирина Петровна Веселова и инспектор Лиана Николаевна Полищук.

В последние годы сотрудники отдела активно внедряют в ИМБП систему электронного документооборота.

Ветераном отдела является Т.А. Сысоева, проработавшая в Институте более 43 лет. Она награждена медалями «Ветеран труда», «Ветеран ИМБП», Дипломом «Ю.А. Гагарин» Роскосмоса.

2.26. Преобразованные подразделения ИМБП

2.26.1. Отдел морфологии

В.В. Португалов

Морфологические исследования органов и тканей животных, находившихся в космических полетах и в условиях моделирования факторов космического полета в наземных экспериментах, проводились в ИМБП начиная с 1964 г. в отделе морфологии под руководством члена-корреспондента АМН СССР, доктора биологических наук, профессора лауреата Государственной премии Виктора Валентиновича Португалова. Целью исследований являлось выяснение морфологическими, цитохимическими и иммуноцитохимическими методами клеточных и субклеточных механизмов адаптации нервной, эндокринной, мышечной, костной и других систем организма млекопитающих к действию факторов космического полета – невесомости, ускорению, ионизирующей радиации, а также к воздействию гипергравитации и измененной газовой среды.

А.С. Капланский

В отдел морфологии входило несколько лабораторий. В первой из них, возглавляемой в период 1964–1978 гг. д.б.н. В.В. Португаловым, а позднее – д.м.н. А.С. Капланским, осуществлялось изучение отолитового аппарата (в.н.с., к.м.н. И.Б. Краснов), структур нервной системы (В.В. Португалов, И.Б. Краснов, м.н.с., к.б.н. А.В. Горбунова, м.н.с. Н.В. Петрова), мышечной системы (ст.н.с., к.м.н. Е.И. Ильина-Какуева, м.н.с. Н.П. Кривенкова, м.н.с. К.Д. Рохленко, ст.н.с., к.б.н. В.И. Старостин), костной системы (А.С. Капланский, ст.н.с., к.б.н. Г.Н. Дурнова, ст.н.с., к.м.н. В.Н. Швец, ст.н.с., к.б.н. Т.Е. Бурковская), лимфоидных органов (А.С. Капланский, Г.Н. Дурнова, м.н.с., к.б.н. Е.В. Воротникова), сердца (А.С. Капланский, Г.Н. Дурнова, м.н.с. З.Ф. Савик), клеток крови и костного мозга (В.Н. Швец, Т.Е. Бурковская), щитовидной и паращитовидной желез (с.н.с., к.м.н. В.И. Логинов).

Работа второй лаборатории, которой руководила в 1965–1967 гг. д.м.н. Г.Д. Князева, а позднее, до 1988 г. к.м.н. Е.А. Савина, была сконцентрирована в основном на изучении эндокринных органов: щитовидной и паращитовидных желез (ст.н.с., к.б.н. Г.И. Плахута-Плахутина), поджелудочной железы и гипофиза (м.н.с. Е.И. Алексеев), структур гипоталамо-гипофизарной нервной системы (к.м.н. Е.А. Савина, Е.И. Алексеев, к.м.н. В.К. Подымов), надпочечников (Е.А. Савина, м.н.с., к.б.н. А.С. Панкова), а также почек (А.С. Панкова), семенников (Г.И. Плахута-Плакутина) и легких (с.н.с., к.м.н. В.И. Яковлева).

Для исследования органов и тканей животных в отделе морфологии использовались как традиционные морфологические методы, так и широкий спектр методов цитологического анализа, включавшего морфометрию клеток и внутриклеточных структур, денситометрию, количественный цитохимический анализ активности ферментов, содержания РНК и белка в отдельных изолированных нервных клетках, трансмиссионную и сканирующую электронную микроскопию, микрофорез нуклеотидов и белков, интерферометрию, флуорометрический анализ и иммуноцитохимию.

Морфологические исследования проводились в двух основных направлениях. Первое из них – изучение влияния невесомости на органы и системы крыс, находившихся в космических полетах продолжительностью от 5 до 22 суток на борту советских биоспутников «Космос-605» (1973 г.), «Космос-690» (1974 г.), «Космос-782» (1975 г.), «Космос-936» (1977 г.), «Космос-1514» (1983 г.), «Космос-1667» (1985 г.), «Космос-1887» (1987 г.) и «Космос-2044» (1989 г.), а также на борту американского многоразового транспортного космического корабля (МТКК) «Колумбия» по программам 9-суточного («Спейслэб-1», STS-40, 1991 г.) и 14-суточного («Спейслэб-2», STS-58, 1993 г.) его полетов. Позднее исследовалось влияние невесомости на органы и системы монгольских песчанок, находившихся в 12-суточном полете на биоспутнике «Фотон-М-3» (2007 г.). Ко второму направлению следует отнести исследования, проведенные в наземных экспериментах, которые были тесно связаны с экспериментами в космических полетах.

В рамках первого направления сотрудники отдела разрабатывали научные программы морфологического, цитохимического и электронно-микроскопического изучения органов и тканей крыс, участвовали в работе поисковых групп на месте приземления биоспутников, осуществляя максимально быстрое взятие и фиксацию образцов тканей и органов, подчас в сложнейших зимних условиях, в степи, в специально развернутых палатках. В состав поисковых групп в разные годы входили: И.Б. Краснов, А.С. Капланский, Е.И. Ильина-Какуева, Г.Н. Дурнова, А.В. Горбунова, Г.И. Плахута-Плакутина, Н.П. Спирина, К.Д. Рохленко, А.С. Панкова, З.Ф. Савик, В.Н. Швец, О.Е. Кабицкая, П.И. Катунян, С.В. Руднева, И.Б. Старикова, З.Л. Сорвачева. В ряде случаев в поисковую группу включались специалисты различных сотрудничавших с ИМБП научных организаций: П.В. Беличенко, М.А. Маханов, Н.А. Шашкова (Научный центр психического здоровья РАМН), В.Н. Фролов (МГУ), И.В. Поляков, В.В. Макаров, Л.В. Пахунова (Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко).

Е.И. Ильина-Какуева

В результате морфологических, цитохимических, иммуноцитохимических и электронно-микроскопических исследований, проведенных сотрудниками отдела

Работа с образцами тканей крыс на месте посадки биоспутника «Космос-782» (15 декабря 1975 года)

морфологии и их коллегами из сотрудничавших с ИМБП научных организаций, в органах и тканях крыс, находившихся в космических полетах, был выявлен целый ряд изменений, из которых наиболее значимыми были изменения в нервной, эндокринной, костной и мышечной системах. Эти изменения свидетельствовали (на основании проведения морфофункциональных корреляций) о том, что у крыс в невесомости: 1) снижаются уровни афферентного вестибулярного притока в вестибулярный мозжечок и проприоцептивного притока от задних конечностей в нейроны поясничных спинномозговых узлов, проприоцептивный мозжечок и соматосенсорную кору; 2) снижается функциональная активность нейронов синего пятна – основного норадренергического центра мозга, а также спинальных мотонейронов поясничного утолщения, иннервирующих антигравитационные мышцы, и клеток Пуркинье мозжечка, оказывающих тормозное влияние на вестибулярные ядра; 3) развивается атрофия антигравитационных мышц задних конечностей и трансформация функциональных свойств их мышечных волокон, прогрессирующие с увеличением продолжительности полета, а также замедляется образование мышечного рубца; 4) снижается функциональная активность гормон-продуцирующих клеток щитовидной, паращитовидной и поджелудочной желез, клеток передней и задней долей гипофиза; 5) развивается остеопения трубчатых костей задних конечностей и тормозится остеогенез при образовании костной мозоли. У крыс после полета в мышцах задних конечностей наряду с атрофическими изменениями, возникшими в невесомости вследствие отсутствия гравитационной нагрузки, были обнаружены также изменения в медленной антигравитационной мышце, вызванные послеполетным нарушением гемодинамики (Е.И. Ильина-Какуева). Эти и другие обнаруженные факты, а также предотвращение возникновения в космическом полете некоторых эффектов невесомости у крыс с помощью искусственной силы тяжести на биоспутнике «Космос-936», позволили сделать вывод о развитии у млекопитающих в невесомости минимализации функций организма (А.С. Капланский, Е.А.Савина), в основе большинства проявлений которой лежит возникающий в невесомости гипонорадренергический синдром (И.Б. Краснов). Однако вывод о минимализации функций очевидно не носит всеобъемлющий характер, поскольку результаты электронно-микроскопического изучения мозга крыс, находившихся в космических полетах, указывают на резкую активизацию структурных элементов зрительной коры и интенсивное образование аксонных колб роста в нодулусе мозжечка и соматосенсорной коре, отражающее установление новых межнейронных связей (И.Б. Краснов, Л.Н. Дьячкова).

В то же время морфологическое изучение органов и тканей крыс не выявило модифицирующего влияния невесомости на относительную биологическую активность ионизирующей радиации в эксперименте с искусственным источником гамма-излучения на биоспутнике «Космос-690» (В.В. Португалов, Е.А. Савина).

Г.Н. Дурнова

Начиная с экспериментов на биоспутнике «Космос-782» морфологами отдела в рамках программ совместных исследований на биоспутниках осуществлялось сотрудничество со специалистами исследовательских центров США, Франции, Польши и ряда других стран.

Продолжением исследований крыс, подвергавшихся воздействию невесомости на биоспутниках «Космос», являлось морфологическое, цитохимическое, иммуноцитохимическое и электронно-микроскопическое изучение органов и тканей крыс, находившихся в полетах на борту МТКК «Колумбия». В рамках советско-американских экспериментов по программе «Спейслэб-1» (1991 г.) группа сотрудников отдела морфологии под руководством И.Б. Краснова осуществляла в Эймсском исследовательском центре НАСА (ARC) (Моффет-Филд, Калифорния) первичную обработку представляемых американской стороной образцов тканей крыс для 17 экспериментов и транспортировала их в Москву для дальнейшего исследования. В рамках российско-американских экспериментов по программе «Спейслэб-2» (1993 г.), в соответствии с которой декапитация крыс, взятие образцов тканей и их фиксация впервые проводились в космическом полете, группа российских специалистов, руководимая И.Б. Красновым, осуществляла подготовку экспериментов на месте старта МТКК «Колумбия» (мыс Канаверал), взятие и фиксацию биоматериала для 21 эксперимента на месте приземления МТКК «Колумбия» (база ВВС США «Эдвардс», Калифорния), транспортировку биоматериала в ARC, его первичную обработку в ARC и последующую транспортировку в Москву. Анализ взятых и фиксированных в невесомости эндокринных органов, головного мозга, мышц и костей крыс выявил четкое отличие возникших в полете изменений от изменений, развивающихся после приземления под влиянием силы тяжести Земли.

И.Б. Краснов

Полученные сведения о структурных и цитохимических особенностях мозга крыс, находившихся в космических полетах, свидетельствуют о том, что в течение первых двух недель пребывания животных в невесомости структурные изменения в мозгу претерпевают определенную динамику, а в соматосенсорной коре, зрительной коре и других структурах мозга в условиях снижения афферентного

вестибулярного и проприоцептивного притоков происходит активная перестройка межструктурных нервных связей, сопровождающаяся, по-видимому, ослаблением связей, свойственных условиям силы тяжести Земли, и интенсивным образованием новых связей, характерных для условий невесомости. В вестибулярном мозжечке и соматосенсорной коре крыс, находившихся в космических полетах, были выявлены ультраструктурные признаки как уменьшения афферентного притока в невесомости, так и его резкого после приземления возрастания (И.Б. Краснов, Л.Н. Дьячкова), подтверждающие ранее высказанные гипотезы о послеполетном усилении афферентного притока в структуры мозга и повышении в невесомости чувствительности отолитового аппарата (И.Б. Краснов).

Наряду с сотрудниками отдела морфологии ИМБП в исследовании центральной и периферической нервной системы крыс, находившихся в космических полетах на биоспутниках, на МТТК «Колумбия» и в наземных экспериментах, активное участие принимали: д.б.н. Т.А. Леонтович, д.м.н. И.В. Викторов, д.м.н. П.В. Беличенко, д.б.н. Л.М. Герштейн, к.м.н. В.С. Кесарев, М.А. Маханов, к.б.н. А.В. Сергутина, Н.А. Шашкова (Научный центр психического здоровья РАМН), к.м.н. Л.Н. Дьячкова, к.б.н. М.М. Умнова (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева РАН), д.м.н. Т.С. Гулевская, к.м.н. В.А. Моргунов (Научный центр неврологии РАМН), действительный член РАМН д.м.н. И.Г. Акмаев, к.б.н. О.В. Фиделина, к.б.н. О.В. Вихрева, к.м.н. О.С. Горбатюк (Эндокринологический научный центр РАМН), д.м.н. В.И. Дробышев, к.м.н. И.В. Поляков, к.м.н. В.В. Макаров, к.м.н. А.Н. Корденко (Воронежская государственная медицинская академия им. Н.Н. Бурденко), к.б.н. Г.В. Красников, к.б.н. И.В. Денисенкова, Т.Д. Бурцева (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого), д.м.н. С.Н. Оленев (Санкт-Петербургский педагогический университет), к.м.н. И.И. Бабиченко (РУДН), д.м.н. Н.Н. Демин, к.б.н. А.Н. Панов, к.б.н. Н.Л. Рубинская (Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН).

Одним из направлений морфологических исследований, проводившихся в ИМБП в 1965–1982 гг., являлось изучение влияния факторов космического полета на клетки культур тканей млекопитающих, лишенные регулирующих влияний нервной и эндокринной систем целостного организма. Основной задачей лаборатории, руководимой к.б.н. Ф.В. Сушковым, в первый период её работы являлась разработка методов культивирования монослойных культур клеток млекопитающих в условиях космических полетов на биоспутниках. Проведенная Ф.В. Сушковым, С.В. Рудневой, И.Б. Стариковой и З.Л. Сорвачевой работа дала возможность успешно провести эксперименты по изучению влияния невесомости на монослойные культуры клеток сирийского хомячка и клеток линий «L» и «237», находившиеся в 6- и 22-суточных полетах на биоспутниках «Космос-368» (1970 г.) и «Космос-782» (1973 г.). Исследования не выявили изменений структурной организации, параметров митотического цикла и процесса митоза в находившихся в невесомости клетках при их культивировании после полета, что позволило Ф.В. Сушкову, М.Г. Таирбекову, Г.П. Парфенову и Е.Я. Шепелеву высказать гипо-

тезу о нечувствительности свободноживущих одноклеточных организмов к изменению величины и направленности гравитационного поля.

Второе направление исследований, осуществлявшихся сотрудниками отдела морфологии, – светомикроскопическое, цитохимическое, иммуноцитохимическое и электронно-микроскопическое изучение органов и тканей животных, находившихся в наземных экспериментах с моделированием эффектов невесомости, воздействием гипергравитации, измененной газовой среды, ионизирующей радиации, а также с пребыванием в состоянии гипобиоза. Наземные эксперименты с моделированием эффектов невесомости проводились с целью: а) воспроизведения и более детального изучения изменений, возникающих в органах и тканях млекопитающих в космическом полете; б) изучения динамики изменений, вызванных длительным моделированием эффектов невесомости, а также динамики выраженности этих изменений после прекращения моделирования; в) оценки эффективности использования фармакологических средств для предотвращения или минимизации изменений в органах и тканях, вызванных моделированием эффектов невесомости.

В 1970–1988 гг. для моделирования состояния гиподинамии, возникающего у космонавтов в космическом полете, в экспериментах на крысах была широко использована клиностатическая гипокинезия, в процессе которой животные находились в пеналах, существенно ограничивавших их подвижность. У пребывавших в клиностатической гипокинезии крыс исследовали влияние ограничения подвижности на скелетные мышцы (Е.И. Ильина-Какуева, В.И. Старостин, Н.В. Петрова), мотонейроны спинного мозга (В.В. Португалов, А.В. Горбунова), пролиферацию и дифференцировку гемопоэтических стволовых клеток, оценивали степень терапевтического воздействия бифосфонатов, дифосфонатов и витамина Д3 на остеопороз костной ткани, а также комбинированное воздействие гипокинезии и ионизирующей радиации на дифференцировку стволовых клеток, образующих колонии в селезенке и бедренной кости (В.Н. Швец, А.С. Панкова). Однако в условиях клиностатической гипокинезии существенный вклад в картину влияния ограничения подвижности на органы и ткани крыс вносил развивавшийся у животных стресс.

В начале 90-х годов XX века в экспериментальную практику отдела морфологии ИМБП была введена новая модель эффектов невесомости – вывешивание крыс за хвост в антиортостатическом положении (АНОП). Она моделировала два эффекта, возникающих у человека в невесомости – отсутствие опоры на нижние конечности и перераспределение жидких сред в краниальном направлении. Возможность воспроизведения изменений, возникающих у крыс в космическом полете, доказывало возникновение у крыс, находившихся в АНОП, сходных изменений в поясничных спинномозговых узлах, мотонейронах спинного мозга, мозжечке, соматосенсорной коре, эндокринных органах, антигравитационных мышцах и костях задних конечностей.

При исследовании пребывавших в АНОП крыс были выяснены динамика развития атрофического процесса в антигравитационных мышцах, зависимость раз-

вития остеопении трубчатых костей задних конечностей от длительности АНОП, пола и возраста животных, а также динамика образования костной мозоли и мышечного рубца в условиях АНОП и процессы восстановления костной ткани и кальцитонин-продуцирующей системы после прекращения воздействия АНОП (А.С. Капланский, Г.Н. Дурнова, Е.И. Ильина-Какуева, Е.И. Алексеев, В.И. Логинов). Выявленное тормозящее воздействие ибандроната, ретаболила, эстрадиола и кальцитонина, прерывистой опорной нагрузки и фармакологической стимуляции спинальных мотонейронов на развитие остеопении трубчатых костей у крыс в условиях АНОП, а также активирующее влияние ряда этих факторов на эндокринную регуляцию остеообразования, позволило заложить теоретическую основу для разработки мер профилактики и минимизации остеопении у человека в длительных космических полетах (А.С. Капланский, Г.Н. Дурнова, В.И. Логинов, Е.И. Алексеев). Отставленное на длительный срок после первичного повторное пребывание крыс в АНОП вызвало появление морфологических и цитохимических признаков процессов, направленных на облегчение адаптации центральной нервной и сердечно-сосудистой систем животных к повторному моделированию эффектов невесомости, что позволило обосновать возможность воспроизведения эффектов повторного космического полета у крыс, находящихся в первом для них космическом полете после их предварительного предполетного пребывания в АНОП (И.Б. Краснов).

Наряду с изучением органов и тканей крыс, подвергавшихся воздействию эффектов невесомости в наземных экспериментах, сотрудниками были проведены также исследования органов и тканей обезьян Macaca mulatta, находившихся в условиях антиортостатической гипокинезии, водной иммерсии и моделирования опорной нагрузки, характерной для условий силы тяжести Луны (Е.А. Савина, Г.И. Плахута-Плакутина, Е.И. Алексеев, А.С. Капланский, Г.Н. Дурнова).

В рамках наземных экспериментов с целью выяснения общих закономерностей и механизмов адаптации млекопитающих к измененной гравитационной среде, а также для оценки возможности использования искусственной силы тяжести (ИСТ) на борту КК для предотвращения развития у космонавтов неблагоприятных эффектов невесомости в 1982, 1988, 1995–1997 гг. и в 2000–2001 гг. сотрудниками отдела проводилось морфологическое, цитохимическое и электронно-микроскопическое изучение органов и тканей крыс, находившихся в условиях длительного постоянного или прерывистого, а также повторного воздействия гипергравитации величиной 2 G. В эксперименте 1982 г. с продолжительным вращением крыс при 2 G, который осуществляла лаборатория физиология ускорений и искусственной силы тяжести ИМБП, руководимая д.м.н. А.Р. Котовской, морфологи Е.А. Савина, Г.И. Плахута-Плакутина и И.Б. Краснов принимали участие, исследуя отдельные эндокринные органы и мозжечок. В 1988 г. И.Б. Красновым, Е.И. Алексеевым, Т.Е. Бурковской и Е.И. Ильиной-Какуевой в проводившемся на базе лаборатории физиология ускорений и искусственной силы тяжести эксперименте, в ходе которого изучалось развитие крыс с момента оплодотворения яйцеклетки до 75 суток постнатального периода в условиях постоянного воздействия 2 G, впервые

была показана возможность пре- и постнатального развития млекопитающих в условиях гипергравитации. При этом морфологические проявления онтогенетической адаптации к длительному воздействию гипергравитации в отолитовом аппарате, соматосенсорной коре, спинном мозге, камбаловидной мышце, миокарде, эндокринных, кроветворных и других органах у развивавшихся при 2 G крыс были иными, чем у взрослых животных, длительное время подвергавшихся воздействию 2 G, а механизмы адаптации – более эффективными (В.И. Дробышев, И.В. Поляков, В.Н. Фролов, М.М. Умнова, Л.Н. Дьячкова, Т.М. Досаев).

Позднее, исследования по изучению влияния гипергравитации на крыс и, в частности, влияния прерывистой ИСТ проводились при частичной поддержке грантов «Наука – НАСА» (1995–1997 гг.), «ИНТАС-ОУПЕН» (2000–2001 гг.) и «ИНТАС-ЕКА» (2001 г.) под руководством И.Б. Краснова. Воздействие гипергравитации величиной 2 G путем вращения животных в периферических клетках центрифуг «ЦФКБ-365» и «ЦФ-4» осуществляли сотрудники лаборатории физиология ускорений и искусственной силы тяжести Г.Ф. Николашин, В.Н. Самуйлов и В.П. Масляный. Морфологическое, цитохимическое и иммуногистохимическое изучение органов и тканей животных проводилось И.Б. Красновым, Е.И. Алексеевым, В.И. Логиновым, а также О.В. Фиделиной, О.В. Вихревой и О.С. Горбатюком (Эндокринологический научный центр РАМН), Т.С. Гулевской и В.А. Моргуновым (Научный центр неврологии РАМН), Г.В. Красниковым, Т.Д. Бурцевой и И.В. Денисенковой (Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого), Л.Н. Дьячковой и М.М. Умновой (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева РАН), д.б.н. Ю.С. Ченцовым, к.б.н. Л.С. Погодиной, к.б.н. Т.В. Липиной, Е.Н. Вареник, к.б.н. В.Н. Фроловым и д.б.н. М.В. Шорниковой (МГУ), действительным членом РАМН д.м.н. М.Р. Сапиным, к.м.н. Д.Е. Григоренко и к.б.н. Л.М. Ерофеевой (Институт морфологии человека РАМН), И.И. Бабиченко (РУДН), академиком РАН д.м.н. М.В. Угрюмовым, к.б.н. П.В. Ершовым, к.б.н. Т.А. Прониной (Институт биологии развития им.Н.К.Кольцова РАН), Т.Е. Бурковской, Н.А. Чельной, к.м.н. Л.А. Сидоренко, д.б.н. Б.С. Шенкманом и д.б.н. Т.Л. Немеровской (ИМБП).

Анализ результатов светомикроскопического, электронно-микроскопического, цитохимического и иммуногистохимического изучения ЦНС крыс, находившихся в условиях гипергравитации, позволил на основании проведения морфофункциональных корреляций сделать вывод о том, что длительное (до 33 сут) постоянное пребывание животных в условиях 2 G вызывает повышение функциональной активности спинальных мотонейронов уровня L5, увеличение афферентного притока в соматосенсорную кору и афферентного вестибулярного притока в вестибулярный мозжечок, повышение функциональной активности клеточных элементов этих структур, а также синего пятна, дорзального ядра шва, супраоптического и паравентрикулярного ядер гипоталамуса. Длительное воздействие гипергравитации индуцирует гипертрофию кардиомиоцитов левого желудочка сердца, тогда как параметры, характеризующие антигравитационную камбаловидную мышцу,

в течение длительного воздействия 2 G претерпевают разнонаправленные изменения. Изучение эндокринных органов показало, что в основе дивергенции между торможением пластических процессов и интенсификацией энергетического обмена, возникающей у животных в условиях гипергравитации, лежит дивергенция функции эндокринных органов: с одной стороны – гипофункция соматотропных клеток гипофиза и инсулин-продуцирующих клеток поджелудочной железы, с другой – гиперфункция тиреоидной паренхимы и глюкагон-продуцирующих клеток поджелудочной железы (И.Б. Краснов, Е.И. Алексеев, В.И. Логинов).

Моделирование ИСТ прерывистым воздействием гипергравитации (1 час в день ежедневно) величиной 2 G на крыс, находившихся в условиях моделирования эффектов невесомости (АНОП), предотвращало в проприоцептивном и вестибулярном мозжечке и соматосенсорной коре развитие изменений, вызванных снижением афферентного притока от нижних конечностей и вестибулярного аппарата, а также способствовало гипертрофии кардиомиоцитов левого желудочка и снижало выраженность атрофии мышечных волокон и деструкции нервно-мышечного аппарата в камбаловидной мышце, что указывало на возможность использования прерывистого воздействия гипергравитации для создания ИСТ. Однако возникновение деструктивных изменений в дендритных шипиках и аксонных терминалях соматосенсорной коры и в сосудах мозга свидетельствовало о чрезмерности используемой величины гипергравитации (И.Б. Краснов, Л.Н. Дьячкова, М.М. Умнова, Т.С. Гулевская, Ю.С. Ченцов, Т.В. Липина).

Как показал анализ результатов иммуноцитохимических, электронно-микроскопических и цитологических исследований органов и тканей крыс, отставленное на длительное время повторное воздействие 2 G на этих животных вызывает в клетках нервной, сердечно-сосудистой и иммунной систем, а также в эндокринных органах, регулирующих углеводный, белковый, липидный и водно-солевой обмен, возникновение эффекта отсроченной потенциации, проявляющегося в изменениях структуры и функции клеток, которые указывают на усиление, повышение эффективности и ускорение процессов, облегчающих адаптацию к повторному воздействию гипергравитации (И.Б. Краснов). В основе эффекта лежит, очевидно, способность животных запоминать изменение уровня гравитации – «гравитационная память», доказательства существования которой были обнаружены при исследовании генов c-Fos в синем пятне мозга крыс при повторном воздействии 2 G (О.В. Фиделина, И.Б. Краснов).

Наряду с исследованием влияния измененного гравитационного поля, сотрудниками отдела морфологии ИМБП изучалось также влияние измененной газовой, радиационной сред и состояния гипобиоза. В частности, в 60–70 гг. XX века А.С. Капланским и Г.Н. Дурновой в экспериментах на мышах были получены приоритетные данные о влияние гипоксии на состояние внутренних органов, включая лимфоидные, на уровень гуморального и клеточного иммунитета, подвергнуты анализу механизмы адаптации иммунных процессов к гипоксии, а также исследовано влияние гипероксии на состояние иммунитета и развитие инфекционно-

го процесса. Существенный вклад в современные представления о последствиях длительного воздействия ионизирующей радиации на млекопитающих внесли проводившиеся в рамках хронического эксперимента на собаках морфологические исследования Е.А. Савиной, Г.И. Плахута-Плакутиной и В.И. Яковлевой. Оценка степени физиологичности введения крыс в искусственный гипобиоз с помощью нейроплегических смесей и охлаждения тела по методу Н.Н. Тимофеева была проведена В.В. Португаловым, И.Б. Красновым и Е.И. Ильиной-Какуевой на основании результатов гистохимического анализа активности ферментов в нервной системе, печени и почках находившихся в гипобиозе животных.

Практически с первых дней и в течение всего времени существования отдела в нем работали ученые-энтузиасты, усилиями каждого из которых были заложены основы современной гравитационной морфологии. Так, у истоков организации отдела стоял один из основоположников отечественной гистохимии В.В. Португалов, осуществлявший руководство отделом в сложный период становления морфологических исследований животных после первых полетов биоспутников. Настойчивыми исследованиями Е.А. Савиной с сотрудниками была расшифрована природа нейроэндокринных и эндокринных нарушений у крыс в невесомости. А.В. Горбуновой удалось обнаружить цитохимические признаки возникновения в невесомости гипофункции нейронов спинальной рефлекторной дуги. А.С. Каплански и Г.Н. Дурнова впервые показали клеточный механизм развития остеопении в космическом полете. Основные закономерности изменения структуры антигравитационных мышц в невесомости были выяснены Е.И. Ильиной-Какуевой. Под руководством И.Б. Краснова было создано новое направление – космическая нейроморфология, исследования в рамках которого позволили обнаружить морфологические и цитохимические признаки деафферентации, изменения коммутации и гипофункции структур мозга в невесомости.

На протяжении многих лет верными и самоотверженными помощниками в исследовательской работе морфологов были старшие лаборанты: Н.П. Спирина, Н.М. Кусалова, Л.М. Плешивцева, Т.А. Обыдина, Н.А. Кулякина, А.С. Бабкова, А.К. Князева. Надежная и безотказная работа измерительной аппаратуры в отделе обеспечивалась четкой работой старшего инженера С.В. Новикова.

Результаты исследований сотрудников отдела опубликованы в многочисленных статьях в отечественных и зарубежных журналах, и их приоритетный характер неизменно признавался коллегами в России и за рубежом. Полученные экспериментальные материалы представлялись на конференциях по космической биологии и авиакосмической медицине, физиологических и морфологических съездах, международных симпозиумах по гравитационной физиологии, в также на советско-французских симпозиумах, проводившихся в рамках сотрудничества в области космической цитологии между Министерством эдравоохранения СССР и ИНСЕРМ Франции. Работа сотрудников отдела по организации морфологических исследований животных, находившихся в полетах на биоспутниках, получила высокую оценку государства. В 1977 г. Е.А. Савина была награждена орденом

Трудового Красного Знамени, а в 1997 г. А.С. Капланскому была присуждена премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Таким образом, проводившиеся в отделе морфологии ИМБП почти на протяжении 50 лет морфологические исследования животных, находившихся в космических полетах и в наземных экспериментах с моделированием эффектов невесомости и воздействием гипергравитации, впервые дали возможность получить фундаментальные знания о клеточных и субклеточных механизмах функционирования нервной, эндокринной, мышечной, костной и других систем млекопитающих, находившихся в измененной гравитационной среде и, в частности, в условиях микрогравитации. Выяснение особенностей строения и цитохимических особенностей клеточных элементов органов и тканей животных, пребывавших в невесомости, позволило глубже понять механизмы адаптации человека к условиям космического полета, а также процессы его послеполетной реадаптации к условиям силы тяжести Земли. Результаты наземных экспериментов по исследованию влияния фармакологических препаратов, искусственной силы тяжести и облегчения адаптации к повторному моделированию эффектов невесомости могут служить основой для перспективных разработок средств предотвращения негативного влияния невесомости на жизнедеятельность человека в длительном космическом полете.

2.26.2. Лаборатория физиологии развития животных

Лаборатория физиологии развития животных (№ 212, ранее – 28А, 34) была создана в 1970 году в 10 секторе, сначала как лаборатория биологической оценки систем жизнеобеспечения животных. В соответствии с положением о лаборатории, ее основной задачей было обоснование оптимальных физиолого-гигиенических требований к системам жизнеобеспечения животных для экспериментов в условиях космического полета, а также – организация и проведение полетных экспериментов с животными. В ходе решения этих задач сотрудниками лаборатории совместно с инженерными подразделениями ИМБП и СКТБ «Биофизприбор» были созданы и испытаны системы содержания мелких лабораторных животных (БИОС и БИОС-виварий), методы отбора и предполетной подготовки животных, методы проведения наземных контрольных опытов. Эти разработки были использованы во всей серии экспериментов на биоспутниках «Космос» при непосредственном участии сотрудников лаборатории.

Наряду с этими работами, лаборатория с самого начала своего существования проводила собственные исследования в космических полетах и наземных модельных опытах. Основные из них следующие.

Проведен сравнительный анализ физиологических эффектов невесомости и гипергравитации, позволивший сделать заключение о существенной роли неспецифического (стрессорного) компонента в общем комплексе реакций организма при изменении силы тяжести в пределах ±1 G по отношению к земной.

Изучено влияние невесомости, гипергравитации, гипокинезии, иммобилизационного стресса, «вывешивания» и других неблагоприятных воздействий на состояние репродуктивных органов и репродуктивной функции крыс-самцов. Изучено поведение крыс-самцов после космических полетов разной продолжительности, а также непосредственно в космическом полете в эксперименте «Поведение» на биоспутнике «Космос-1129». Предложено использование системы «мать – плод» в качестве одной из экспериментальных моделей для изучения механизмов физиологического действия невесомости. Проведен эмбриологический эксперимент с млекопитающими животными на биоспутнике «Космос-1514», впервые показавший, что в невесомости возможно не только поддержание физиологических функций взрослого организма, но и формирование функций у развивающегося плода. Проведены эксперименты на ЦФ, показавшие возможность реализации полного цикла развития млекопитающих – от оплодотворения до рождения и вскармливания потомства – в условиях гипергравитации величиной 2 G.

У спускаемого аппарата биоспутника «Космос-782» С.Н. Дерягина, Л.В. Серова, Н.А. Чельная

Н.А. Чельная и Л.Г. Холина осматривают животных после полета

На протяжении всех двадцати лет существования лаборатории ее работой руководила Л.В. Серова (с 1987 г. – доктор биол. наук). Большой вклад в работу лаборатории в разные годы внесли Л.А. Денисова, В.Б. Пищик, Н.А. Чельная, Г.Д. Шитов, З.И. Апанасенко, М.А. Кузнецова, Е.С. Мейзеров, Е.В. Снеткова, А.М. Пустынникова, И.А. Лангемак, С.Н. Дерягина, Г.М. Потапова, С.Я. Иванова.

Практически с самого начала лаборатория имела широкую научную кооперацию с различными институтами нашей страны (Институт эволюционной физиологии и биохимии РАН; Институт биологии развития РАН; Институт биохимии РАН; Институт морфологии человека РАМН), а также с учеными Болгарии, Германии, Польши, Чехии и Словакии (в рамках программы «Интеркосмос»), США и Франции.

Обследование животных на месте приземления в эмбриологическом эксперименте на биоспутнике «Космос-1514». Л.А. Денисова (сидит) и А.М. Пустынникова

За годы работы лаборатории ее сотрудники опубликовали более 150 статей на русском, английском, немецком и других языках. Подготовлена коллективная монография «Онтогенез млекопитающих в невесомости», вышедшая в 1988 году в издательстве «Наука», а в 1993 году переведенная на английский язык и изданная Эймсским центром НАСА. Сотрудники лаборатории регулярно принимали участие в работе совещаний по программе «Интеркосмос», Международных симпозиумах по гравитационной физиологии и других конференциях.

В 1992 году при реорганизации 10 сектора лаборатория была закрыта, однако работы по физиологии развития животных, начатые в лаборатории, продолжались. Были проведены несколько серий эмбриологических экспериментов в условиях гипокинезии, гипергравитации, водной депривации. Было начато новое направление работ, связанное с анализом возможного влияния невесомости и гипергравитации на процессы старения и биологический возраст животных.

Таким образом, исследования сотрудников лаборатории внесли существенный вклад в понимание процессов, происходящих с живыми организмами в космических полетах.

Non progredi est regredi.
Не идти вперед, значит идти назад.

Глава 3
ИНСТИТУТ КАК ГОЛОВНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ПО ПРОБЛЕМАМ КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ В СССР И РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук является подведомственной РАН организацией, входящей в состав Отделения физиологии и фундаментальной медицины. Главной целью деятельности Института является проведение фундаментальных и прикладных научных исследований в области космической медицины и биологии.

Основные направления научной деятельности Института, указанные в Уставе института, определены в соответствии с постановлением Правительства РФ от 05 июня 1994 года № 648 «О реализации Указа Президента Российской Федерации от 22 июня 1993 года № 939 «О государственных научных центрах Российской Федерации».

На ИМБП возложены функции по проведению научно-исследовательских, испытательных, опытно-конструкторских и технологических работ, в том числе:

– по космической биологии и медицине;
– по созданию медико-технических средств обеспечения для сохранения здоровья и работоспособности космических экипажей;
– по медико-биологическому и медико-техническому обеспечению российских и международных космических экспедиций и спасательных работ в чрезвычайных ситуациях;
– по медицинскому сопровождению проектирования и создания новых перспективных космических пилотируемых летательных аппаратов.

Совместными решениями РАН, Российского авиационно-космического агентства и Минздрава России на Институт возложена головная роль по медицинскому и санитарно-гигиеническому обеспечению здоровья членов экипажей и реализации российской национальной программы медико-биологических исследований и экспериментов на МКС, созданию штатных средств и научной аппаратуры, используемых для решения задач медицинского обеспечения полетов.

ИМБП принимает участие в реализации приоритетных направлений развития науки, технологий и техники Российской Федерации (утверждены Указом Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899):

– науки о жизни,
– транспортные и космические системы,
– энергоэффективность,
– энергосбережение,
– ядерная энергетика,
– информационно-телекоммуникационные системы.

При этом Институт участвует в разработке таких критических технологий, как:

– биомедицинские и ветеринарные технологии,
– геномные, протеомные и постгеномные технологии,
– клеточные технологии,
– нано-, био-, информационные, когнитивные технологии,
– технологии биоинженерии,
– технологии новых и возобновляемых источников энергии, включая водородную энергетику,
– технологии снижения потерь от социально значимых заболеваний,
– технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения.

Из Перечня приоритетов модернизации экономики и технологического развития РФ (Послание Президента Федеральному Собранию РФ от 12 ноября 2009 года) ИМБП работает по направлениям: «Космос и телекоммуникации», «Медицинские технологии и фармацевтика».

ИМБП на протяжении многих лет постоянно расширяет свое участие в международных проектах и научных мероприятиях, в научном обмене, привлекает к сотрудничеству ведущих зарубежных ученых и специалистов. Институт имеет устойчивые связи с космическими агентствами, научными учреждениями и промышленными фирмами США, Франции, Германии, Канады, Японии, Австрии, Италии, Болгарии, Венгрии и ряда других стран. В рамках научно-технического сотрудничества осуществляются совместные международные проекты «Международная космическая станция» (США, Россия, страны Европейского космического агентства (ЕКА), Канада, Япония), «Искусственная гравитация» (ЕКА, Германский аэрокосмический центр, НАСА), «Фотон-М» и «Бион-М» (США, Франция, Германия, Италия, Болгария, Япония, Украина, Южная Корея, Чехия, Венгрия), межакадемические научно-технические связи (АН Болгарии, АН Венгрии, АН Чехии, НАН Армении), проводится совместная разработка научной аппаратуры (Франция, Германия, Венгрия, Болгария, Канада и др.). 35 сотрудников Института имеют членство в Международной академии астронавтики.

В последние годы ИМБП осуществлял свою научную деятельность по:

– Программе фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине» (2003–2013 гг.): проведение фундаментальных

исследований, ориентированных на решение ряда приоритетных проблем медицины, и внедрение основных достижений в практику медицинских учреждений Российской академии наук;

– Программе Президиума РАН «Механизмы интеграции молекулярных систем при реализации физиологических функций» (2012–2014 гг.);

– Программе Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН «Интегративная физиология» (2012–2014 гг.);

– Программе фундаментальных исследований Отделения биологических наук РАН «Механизмы физиологических функций: от молекулы до поведения» (2009–2011 гг.);

– Плану фундаментальных научных исследований ИМБП в рамках Программы Российской академии наук на 2008–2012 гг.: получение новых данных об особенностях адаптации живых систем различного уровня организации к измененным условиям среды обитания, создание задела для разработки технологий обеспечения жизнедеятельности и защиты человека в этих условиях;

– Федеральной космической программе России на 2006–2015 гг.: медицинское сопровождение пилотируемых космических полетов, фундаментальные и прикладные исследования для реализации программ медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов, а также планы по разработке и совершенствованию комплекса средств и методов медицинского и санитарно-гигиенического обеспечения здоровья, безопасности и работоспособности экипажей до, во время и после пилотируемых космических полетов, сопровождению пилотируемых космических полетов, разработке и усовершенствованию бортовых средств медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов, включая средства медицинского контроля и профилактики, оказания медицинской помощи, личной гигиены, бытовые средства защиты космонавтов, средства индивидуального дозиметрического контроля и аппаратуры для беспилотных космических аппаратов, создание и модернизация средств медицинского обеспечения экипажей РС МКС;

– Программе фундаментальных исследований на пилотируемых и беспилотных космических аппаратах: разработка программ научных медико-биологических исследований в области физиологии человека, гравитационной физиологии, психофизиологии, радиационного воздействия, генетики на пилотируемых космических объектах по космической биологии, микробиологии и радиобиологии, в том числе с международным участием;

– ИМБП включен в Сводный реестр организаций оборонно-промышленного комплекса РФ, имеет лицензии на осуществление космической деятельности (№ 974К от 08.08.2008 г.) и медицинской деятельности (№ ФС-99-01-007145 от 12.11.2010 г.); аккредитован в ФГУ «РОСТЕСТ – МОСКВА» на право проведения калибровочных работ, аккредитован в Федеральной системе сертификации космической техники (ФСС КТ) в качестве «Органа по сертификации продукции медико-биологического обеспечения космических полетов». Ведущие специалисты

Института получили сертификаты экспертов ФСС КТ. Метрологическая служба ИМБП аккредитована Ростехрегулированием на право метрологической аттестации методик (методов) измерений. Институт имеет испытательный центр «Медицина».

Наличие и функционирование отраслевых информационных ресурсов, содержащих информацию в рамках, имеющих отношение к разработкам Института, во многом решает проблему координации научно-технической деятельности по реализации приоритетных направлений, направлений модернизации и технологического развития. Институт выпускает научный журнал «Авиакосмическая и экологическая медицина» (ISSN 0233-528X). ИМБП является учредителем научного электронного журнала «Физиология мышечной деятельности», зарегистрированного в качестве средства массовой информации (Свидетельство РОСКОМНАДЗОРА Эл № ФС77-37914 от 29.10.2009 г.), библиотечный фонд Института насчитывает свыше 20 тыс. книг и свыше 3 тыс. научных отчетов. Институт выписывает около 100 научных журналов. Каждый год к ним прибавляются 2–3 новых издания. Более 280 компьютеров Института подключены к сети Интернет, что предоставляет сотрудникам широкие возможности для своевременного получения научной информации из отечественных и зарубежных источников. Ученые Института представлены в проблемных комиссиях РАН, РАМН, Роскосмоса, ФМБА России, российских научных обществах (физиологическом обществе, обществах кардиологов, терапевтов и др.), международных обществах по гравитационной физиологии и изучению мозга, в редакционных коллегиях ряда отечественных и зарубежных журналов («Физиология человека», «Патологическая физиология и экспериментальная терапия», «Авиакосмическая и экологическая медицина», «Сенсорные системы», J. Gravit. Physiol., J. Vestibular Res. и многие др.).

3.1. Ученый совет

Для обеспечения единой научно-технической политики и координации проводимых работ в ИМБП создается Ученый совет, который:

– разрабатывает основные направления научной деятельности Института;

– рекомендует к утверждению планы научных работ, планы подготовки научных кадров и международного сотрудничества, планы развития и другие планы Института, рассматривает вопросы материально-технического и финансового обеспечения планируемых работ;

– утверждает перспективные и годовые планы научных подразделений и работников, работающих по индивидуальным планам;

– утверждает структуру Института;

– выдвигает кандидатов в действительные члены и члены-корреспонденты РАН;

– избирает тайным голосованием научных работников Института, делегируемых в состав Общего собрания РАН и Общего собрания Бюро отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН;

– избирает (по представлению директора Института) Первого заместителя директора по науке, заместителей директора по науке и ученого секретаря Института;

– избирает руководителей научных подразделений Института с учетом мнения научных коллективов;

– избирает научных работников, принимаемых по конкурсу;

– обсуждает и утверждает важнейшие результаты деятельности Института для представления в годовой отчет РАН;

– заслушивает отчет директора о деятельности Института;

– проводит общеинститутские конкурсы научных проектов и завершенных исследований;

– рассматривает предложения по вопросам научной политики, изменению научных тематик;

– выдвигает научные труды, открытия, изобретения и иные достижения для присуждения различных премий и других отличий, представляет работников Института к присвоению ученых и почетных званий;

– утверждает темы диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук, аттестует аспирантов и докторантов;

– утверждает планы издательской деятельности Института, избирает главных редакторов изданий Института и утверждает составы редколлегий;

– утверждает планы научного международного сотрудничества, совещаний и конференций Института;

– утверждает планы подготовки научных кадров;

– рассматривает и утверждает отчеты директора и руководителей научных подразделений о выполнении планов НИР, планов международного сотрудничества и других утвержденных Ученым советом планов;

– рассматривает и рекомендует к печати научные труды Института;

– осуществляет контроль за работой аспирантуры Института, утверждает темы диссертационных работ и научных руководителей аспирантов, систематически заслушивает отчеты аспирантов и их руководителей.

Ученый совет избирается после выборов директора Института тайным голосованием на Конференции научных работников Института из числа работников Института, имеющих ученую степень.

В состав Ученого совета по должности входят директор Института (исполняющий обязанности директора), ученый секретарь. В состав Ученого совета без выборов входят члены РАН, работающие в Институте. В состав Ученого совета могут быть также избраны ведущие ученые, не работающие в Институте. Ученый совет Института избирается на срок полномочия директора. Состав Ученого совета утверждается решением Бюро отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН.

Срок полномочий Ученого совета – 5 лет.

Ученый (рабочий) совет Института медико-биологических проблем

12.1966 г. – 06.1969 г. Председатель совета – Парин В.В., директор Института. Зам. председателя совета – Нефедов Ю.Г., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Смирнов К.В., заведующий Научно-организационным отделом. Состав совета – 43 человека.

1970 г. Председатель совета – Газенко О.Г., директор Института. Зам. председателя совета – Нефедов Ю.Г., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Смирнов К.В., заведующий Научно-организационным отделом. Состав совета – 43 человека.

07.1971 г. – 03.1972 г. Председатель совета – Газенко О.Г., директор Института. Зам. председателя совета – Нефедов Ю.Г., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Шерашов С.Г., заведующий Научно-организационным отделом. Состав совета – 43 человека.

05.1972 г. – 10.1972 г. Председатель совета – Газенко О.Г., директор Института. Зам. председателя совета – Нефедов Ю.Г., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Грозов П.П., заместитель заведующего Научно-организационным отделом. Состав совета – 43 человека.

11.1972 г. – 05.1973 г. Председатель совета – Газенко О.Г., директор Института. Зам. председателя совета – Нефедов Ю.Г., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Калиниченко И.Р., заведующий Научно-организационным отделом. Состав совета – 43 человека.

Приказ 3-го Главного Управления МЗ СССР № 250-з от 24.12.1974 г. об утверждении Ученого совета (рабочего) ИМБП МЗ СССР. Председатель совета – Газенко О.Г., директор Института. Зам. председателя совета – Нефедов Ю.Г., первый

зам. директора. Ученый секретарь совета – Калиниченко И.Р., заведующий Научно-организационным отделом. Состав совета – 38 человек.

Состав Ученого совета ИМБП утвержден Начальником Федерального Управления «Медбиоэкстрем» при Минздраве РФ 24 января 1997 г. Председатель совета – Григорьев А.И., директор Института. Зам. председателя совета – Баранов В.М., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Светайло Э.Н., ученый секретарь Института. Состав совета – 43 человека.

Состав Ученого совета ИМБП утвержден Постановлением Бюро Отделения физиологии РАН № 23 от 25 апреля 2001 г. Председатель совета – Григорьев А.И., директор Института. Зам. председателя совета – Баранов В.М., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Буравкова Л.Б., ученый секретарь Института. Состав совета – 48 человек.

Состав Ученого совета ИМБП утвержден Постановлением Бюро биологических наук РАН № 89 от 31 марта 2009 г. Председатель совета – Ушаков И.Б., директор Института. Зам. председателя совета – Орлов О.И., первый зам. директора. Ученый секретарь совета – Буравкова Л.Б., ученый секретарь Института. Состав совета – 54 человека.

Постановлением Бюро Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН № 13 от 27 марта 2012 г. внесены изменения в состав Ученого совета. В настоящее время в составе Ученого совета ИМБП – 56 человек.

1. Ушаков Игорь Борисович, д.м.н., проф., член-корр. РАН, акад. РАМН, директор, председатель Ученого совета.
2. Григорьев Анатолий Иванович, д.м.н., проф., академик РАН и РАМН, научный руководитель ИМБП.
3. Орлов Олег Игоревич, д.м.н., член-корр. РАН, 1-й зам. директора по науке, заместитель председателя совета.
4. Буравкова Людмила Борисовна, д.м.н., проф., член-корр. РАН, ученый секретарь, зав. лаб.
5. Аветисянц Борис Львович, к.т.н., зав. лаб.
6. Агуреев Александр Никитович, к.м.н., зав. лаб.
7. Ананьев Владимир Николаевич, д.м.н., проф., вед.н.с.
8. Ардашев Вячеслав Николаевич, д.м.н., проф., зав. отделением.
9. Баевский Роман Маркович, д.м.н., проф., вед.н.с.
10. Белаковский Марк Самуилович, к.м.н., зав. отд.
11. Беркович Юлий Александрович, д.т.н., вед.н.с.
12. Берсенев Евгений Юрьевич, к.б.н., зав. отд.
13. Берендеева Татьяна Александровна, к.м.н., председатель Совета молодых специалистов.
14. Богомолов Валерий Васильевич, д.м.н., зам. директора по науке.
15. Бояринцев Валерий Владимирович, д.м.н., проф.
16. Бубеев Юрий Аркадьевич, д.м.н., проф., зав. отд. – зав. лаб.
17. Виноградова Ольга Леонидовна, д.б.н., проф., зав. лаб.

18. Воронков Юрий Иванович, д.м.н., проф., зав. отд. – зав. лаб.
19. Гущин Вадим Игоревич, д.м.н., зав. лаб.
20. Иванов Александр Александрович, д.м.н., проф., зав. лаб.
21. Ильин Евгений Александрович, д.м.н., проф., гл.н.с.
22. Ильин Вячеслав Константинович, д.м.н., проф., зав. отд. – зав. лаб.
23. Катунцев Владимир Петрович, д.м.н., проф.
24. Козловская Инеса Бенедиктовна, д.м.н., проф., член-корр. РАН, зав. отд. – зав. лаб.
25. Комаревцев Владимир Николаевич, д.м.н., проф., зав. отд.
26. Котовская Адиля Равгатовна, д.м.н., проф., зав. лаб.
27. Курданов Хусейн Абукаевич, д.м.н., проф., директор филиала ИМБП в г. Нальчике.
28. Ларина Ирина Михайловна, д.м.н., проф., зав. лаб.
29. Левинских Маргарита Александровна, д.б.н., вед.н.с.
30. Мацнев Эдуард Иванович, д.м.н., проф., зав. отделением
31. Митрикас Виктор Георгиевич, д.т.н., вед.н.с.
32. Моруков Борис Владимирович, д.м.н., проф., член-корр. РАМН, зам. директора по науке.
33. Мухамедиева Лана Низамовна, д.м.н., зав. лаб.
34. Новикова Наталия Дмитриевна, д.б.н., зав. лаб.
35. Носовский Андрей Максимович, д.б.н., вед.н.с.
36. Оганов Виктор Сумбатович, д.м.н., проф., зав. лаб.
37. Орлов Владимир Александрович, д.б.н., зав. лаб.
38. Петров Владислав Михайлович, к.ф.-м.н., зав. отд. – зав. лаб.
39. Поляков Алексей Васильевич, к.м.н., зав. отд. – зав. лаб.
40. Поляков Михаил Васильевич, д.м.н., проф., зав. отд.
41. Самарин Георгий Иванович, к.м.н., зав. лаб.
42. Синяк Юрий Емельянович, д.т.н., проф., зав. отд. – зав. лаб.
43. Смирнов Игорь Алексеевич, к.т.н., зав. лаб.
44. Солдатов Павел Эдуардович, д.м.н., вед.н.с.
45. Степанова Светлана Ивановна, д.м.н., проф., вед.н.с.
46. Суворов Александр Владимирович, д.м.н., зав. лаб.
47. Сычев Владимир Николаевич, д.б.н., зам. директора по науке.
48. Усов Виталий Михайлович, д.м.н., проф., вед. н. с.
49. Фомина Елена Валентиновна, д.б.н., зав. лаб.
50. Хананашвили Михаил Михайлович, д.м.н., проф., акад. РАМН, вед.н.с.
51. Цетлин Владимир Владимирович, д.т.н., зав. лаб.
52. Шафиркин Александр Венецианович, д.б.н., вед.н.с.
53. Шенкман Борис Стивович, д.б.н., проф., зав. лаб.
54. Шишов Анатолий Анатольевич, д.м.н., проф., вед.н.с.
55. Штемберг Андрей Сергеевич, д.б.н., зав. отд. – зав. лаб.
56. Яснецов Владимир Викторович, д.м.н., проф., зав. лаб.

Ученый секретарь ИМБП избирается на Ученом совете Института по представлению директора на срок до пяти лет. Ученый секретарь организует работу Ученого совета в соответствии с Уставом Института и с должностными обязанностями. Ученый секретарь Института одновременно является ученым секретарем Ученого совета.

Ученые секретари Института

Смирнов
Константин
Владимирович

Калиниченко
Иван
Родионович

Юганов
Евгений
Михайлович

Светайло
Эдуард
Николаевич

Буравкова
Людмила
Борисовна

Смирнов Константин Владимирович, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ. Ученый секретарь ИМБП с 1964 по 1970 гг.

Калиниченко Иван Родионович, кандидат медицинских наук, Ученый секретарь ИМБП с 1970 по 1978 гг.

Юганов Евгений Михайлович, доктор медицинских наук, профессор, Заслуженный деятель науки РФ, Ученый секретарь ИМБП с 1979 по 1988 гг.

Светайло Эдуард Николаевич, кандидат биологических наук, Ученый секретарь ИМБП с 1989 по 1998 гг.

Буравкова Людмила Борисовна, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, Ученый секретарь ИМБП с 1999 года по настоящее время.

3.2. Экспериментально-стендовая база

Экспериментально-стендовая база ИМБП представляет собой технологическую и инженерную инфраструктуру, предназначенную для проведения модельных экспериментов с имитацией воздействия на живые системы факторов экстремальной среды и включающую уникальные стенды и установки национальной значимости, а также экспериментальное оборудование и аппаратуру, в том числе:

– наземный экспериментальный комплекс (НЭК) для исследования влияния длительного пребывания человека в условиях изоляции и искусственной среды обитания;

– стенды и центрифуги, которые предназначены для воспроизведения основных наземных моделей, обеспечивающих изучение воздействия измененной гравитации на организм человека на различных этапах космического полета и оценки эффективности средств профилактики;

– глубоководный водолазный комплекс ГВК-250 (единственный барокомплекс, действующий в настоящее время в гражданских ведомствах страны), который предназначен для имитации погружений на глубины до 250 м в условиях искусственной газовой среды и микроклимата с целью изучении действия факторов высокого давления на организм человека и его работоспособность, испытания новой медицинской и спасательной аппаратуры, круглосуточного обеспечения специализированной медицинской помощью пострадавших водолазов и кессонщиков при декомпрессионной болезни и баротравме легких. Барокамера ПДК-2У позволяет проводить имитационные погружения на глубину 100 м, а комплекс барокамер различных объемов для животных обеспечивает возможность проведения исследований на «глубинах» до 2000 м;

– комплекс термобаровлагокамер, предназначеных для проведения научно-исследовательских работ и экспериментов с техническими устройствами в условиях комплексного воздействия давления, температуры и влажности воздуха, повышенного содержания кислорода, углекислого газа и других газов;

– специальная барокамера ГБК-63 для проведения научно-исследовательских и физиолого-технических исследований при различных температурно-влажностных режимах, степени разрежения атмосферы и составе газовой среды.

На базе ИМБП созданы Центры коллективного пользования РАН «Приматологический центр» и «Работоспособность».

Возможности экспериментально-стендовой базы ИМБП существенно расширяются за счет создания новых стендов и внедрения новой научной аппаратуры, в том числе созданной с участием специалистов ИМБП.

Кроме этого, сотрудниками ИМБП для проведения исследований и испытаний используется экспериментально-стендовая база предприятий, научно-исследовательских учреждений и вузов. Особое значение имеют исследования и медико-биологические эксперименты, которые проводятся сотрудниками ИМБП в натурных условиях с воздействием реальных факторов экстремальной среды, в том числе на

космических спутниках, космических кораблях и космических станциях в космических полетах, оснащаемых соответствующим оборудованием и приборами.

Наземный экспериментальный комплекс

По инициативе С.П. Королева в 1964–1970 годах в ИМБП при участии ряда предприятий страны был создан наземный экспериментальный комплекс (НЭК) с имитатором марсианского корабля, введенный в эксплуатацию в 1970 году.

В 1971–1975 годах в НЭК была проведена серия экспериментов длительностью 60–120 суток, целью которых являлось изучение реакций организма и его отдельных систем на длительное пребывание в экстремальных условиях, отработка образцов и технологических режимов перспективных систем обеспечения жизнедеятельности, технологий сбора и обработки медицинской информации.

В последующие годы с участием испытателей-добровольцев проведены эксперименты продолжительностью от 25 до 120 суток, основными задачами которых являлось изучение: а) групповой динамики и психологической совместимости в изолированной малой группе при прилете экспедиций посещения, в том числе в женском составе (сентябрь 1976 года – январь 1977 года, 1980 год), в смешанном по гендерному составу экипаже при моделировании ситуаций острого периода адаптации (1983 год); б) психофизиологического состояния членов экипажа при имитации аварийных ситуаций (измененный режим труда и отдыха, измененные параметры среды обитания и др.) (1987 год); в) функционального состояния операторов и их профессиональной деятельности в условиях среды обитания с пониженным (до 16 %) содержанием кислорода (1989 год).

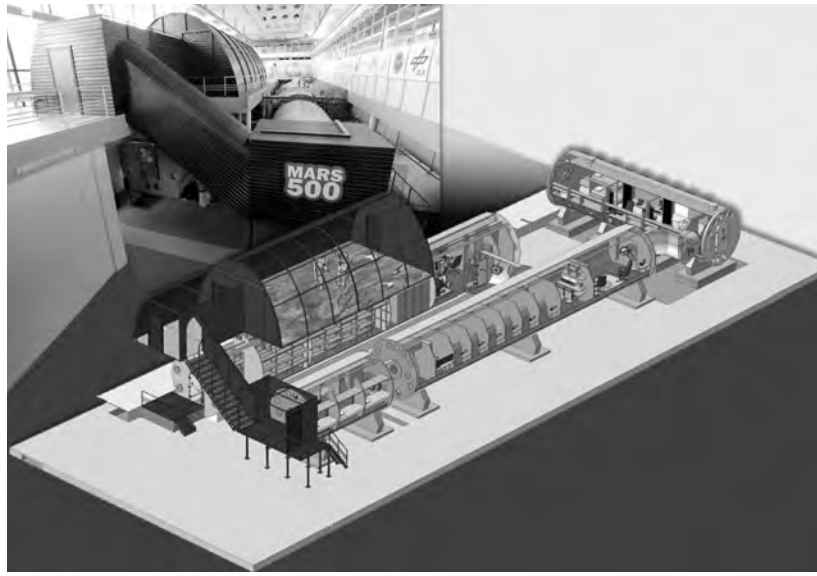
В сентябре 1994 года – январе 1995 года был проведен эксперимент «HUBES» (Human Behavior in Extended Spaceflight – Поведение человека в длительном космическом полете), моделировавший 135-суточный полет астронавта ЕКА на ОС «Мир» (программа «EURO-MIR-95»).

С целью уточнения понятия «Психофизиологическая комфортность среды обитания» в октябре 1995 года – январе 1996 года был проведен 90-суточный эксперимент «ЭКОПСИ-95», в котором исследовалось взаимодействие человека с замкнутой средой и возможность управления динамикой этого процесса.

В НЭК проходили отработку бортовые СЖО, сбора и обработки медицинской информации, впоследствии использовавшиеся на ОС «Салют», «Мир» и МКС.

В июле 1999 года – марте 2000 года был проведен эксперимент «SFINCSS-99» (Simulation of Flight of International Crew on Space Station – Моделирование полета международного экипажа на космической станции). Его целью являлось моделирование длительного, 240-суточного полета на МКС. Это был первый эксперимент, в котором в качестве испытателей-добровольцев приняли участие представители 5 стран. В рамках научной программы было реализовано 80 экспериментов ученых 9 стран (России, Японии, Германии, Канады, США, Норвегии, Швеции, Чехии, Австрии).

В начале 2000-х годов НЭК был существенно модернизирован и дооснащен для проведения широкого спектра исследований, связанных с пребыванием и деятельностью человека и малых групп людей в экстремальных условиях. Это позволило организовать и провести исследования в рамках научного проекта «Марс-500» (моделирование полета на Марс). В период подготовки и проведения экспериментов по программе «Марс-500» НЭК включал в себя 4 экспериментальные установки суммарным объемом 550 м^3, имитатор марсианской поверхности, наземный центр управления, инженерную инфраструктуру.



НЭК (внешний вид и схематическое изображение) в 2010–2011 годах

Рабочие места специалистов дежурной бригады НЭК

Международный экипаж: в центре сидит командир экипажа Ситев Алексей Сергеевич (Россия); стоят, слева направо: исследователь Urbina Diego (Италия), бортинженер Шарль Роман (Франция), врач экипажа Камолов Сухроб Рустамович (Россия), исследователь Смолиевский Александр Егорович (Россия, ИМБП), исследователь Wang Yue (Китай) в кают-компании НЭК

Проведение медико-биологических исследований в 520-суточном эксперименте

Проект «Марс-500» осуществлялся под эгидой Роскосмоса и Российской академии наук при широком участии российских и зарубежных организаций.

Основной частью этого проекта являлась серия экспериментов с 14-суточной (ноябрь 2007 года), 105-суточной (завершена в июле 2009 года) и 520-суточной (июнь 2010 года – ноябрь 2011 года) изоляцией экипажа.

В целом, экспериментальные исследования должны были дать ответ на основной принципиальный вопрос: сохранятся ли здоровье и работоспособность человека на необходимом уровне при присущих марсианскому полету ограничениях, поскольку именно они могут оказывать самое непосредственное и существенное влияние на физическое и психологическое состояние экипажа.

Имитация деятельности на «поверхности» Марса

Целью 520-суточного эксперимента являлось изучение взаимодействия в контуре «человек – окружающая среда» и получение экспериментальных данных о состоянии здоровья и работоспособности человека, находящегося в условиях изоляции в герметично замкнутом пространстве ограниченного объема при моделировании основных отличий и ограничений, присущих марсианскому полету.

Задачами эксперимента являлись:

– изучение влияния моделируемых условий пилотируемой марсианской экспедиции на здоровье и работоспособность экипажа;

– отработка организации деятельности экипажа и его взаимодействия с ЦУП НЭК при моделировании особенностей, присущих марсианскому полету;

– отработка принципов, методов и средств контроля и мониторинга среды обитания;

– отработка принципов, методов и средств контроля, диагностики и прогнозирования состояния здоровья и работоспособности, оказания медицинской помощи, средств сбора, обработки и анализа медицинской и физиологической информации, средств профилактики;

– апробация элементов справочно-информационной системы;

– отработка средств и методов телемедицины для дистанционного контроля за состоянием здоровья человека;

– апробация методов и автономных средств психологической поддержки;

– оценка современных технологий, систем и средств обеспечения жизнедеятельности и защиты человека.

Научная программа эксперимента включала 105 проектов российских и зарубежных исследователей. В эксперименте в качестве испытателей-добровольцев участвовали представители России, Италии, Франции и Китая.

Глубоководный водолазный комплекс ГВК-250

Барокамера глубоководного водолазного комплекса ГВК-250

В ИМБП находится единственный глубоководный водолазный комплекс ГВК-250, позволяющий проводить эксперименты с имитацией погружения до глубины 250 метров. Комплекс состоит из барокамеры с тремя отсеками (жилой отсек объемом 15 м^3, переходной отсек – 5,5 м^3 и лечебный отсек – 8,5 м^3) и систем жизнеобеспечения. ГВК-250 был изготовлен в 1980 году в Польше, передан

Академией наук СССР в ИМБП в 1984 году и сдан в эксплуатацию в 1993 году.

С 1993 года ГВК-250 в постоянной эксплуатации. Проведенная в 2005 году модернизация значительно расширила его технико-эксплуатационные возможности в интересах проводимых научных исследований в области водолазной, экологической, авиакосмической и спортивной медицины.

Пульт оператора ГВК-250

За 20 лет эксплуатации в ГВК-250 были проведены 23 комплексных эксперимента, среди которых эксперимент «Русалки», испытания нового аппарата для подводных погружений, сателлитный эксперимент проекта «Марс-500» по длительному пребыванию испытателей-добровольцев в кислородо-азотно-аргоновой пожаробезопасной среде.

В барокамере (эксперимент «Русалки»). Слева направо: Е.Д. Солодовникова, А.П. Спирькова и Н.А. Баркалая

Испытание нового аппарата

Наряду с научными исследованиями в ГВК-250 регулярно проводятся тренировочные спуски водолазов МГПСС, МЧС и МВД России с целью их поддержания в постоянной готовности. Начиная с 1998 года проводится лечение водолазов, дайверов и кессонщиков с использованием разработанного в отделе барофизиологии и водолазной медицины ИМБП метода. К настоящему времени осуществлено успешное лечение около 140 человек. На базе комплекса также проводятся занятия со студентами факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова и Государственной классической академии им. Маймонида.

Центр коллективного пользования РАН «Приматологический центр»

Приматологический центр был создан в 1978 году при активном участии известных ученых в области космической биологии, медицины и приматологии академиков О.Г. Газенко, Б.А. Лапина и И.Б. Козловской, а его руководителем стал д.м.н. В.И. Корольков.

В.И. Корольков

Центр имеет хорошо оснащенную экспериментальную стендовую базу.

Для оценки психомоторного статуса обезьян используется уникальная методика их обучения компьютерным играм. Обучение животных программам инструментальной деятельности осуществляется с помощью специального оборудования, которое позволяет детально исследовать поведение, вестибулярные и двигательные реакции. Система психомоторного тестирования включает компьютер со специальным программным обеспечением, манипулятор типа «джойстик», доступный для обезьяны (находящейся как в условиях свободного поведения в клетке, так и в условиях фиксации), монитор и устройство для пищевого подкрепления правильной работы животного. В общем виде программа работы ориентирована на сопровождение движущейся по экрану монитора мишени, положение которой должно отслеживаться курсором, управляемым с помощью манипулятора. Исследователь может задавать программу с требуемым уровнем сложности выполняемой задачи. Система может работать круглосуточно и позволяет животному оперировать с «джойстиком» в любое время по собственному выбору. Компьютерная система управления накапливает результаты работы, которые впоследствии могут быть скопированы на внешний диск для последующей обработки.

Коллектив Приматологического центра (2006 год). Слева направо: М.А. Ремпель, Ю.В. Гордеев, Е.Е. Соколова, Л.Ф. Хайбулина, М.А. Доценко, В.Е. Сулягин, К.А. Строгонова, В.И. Корольков, Н.А. Чельная, В.П. Кротов

При обучении приматов инструментальной деятельности и при проведении исследований для размещения животных могут быть использованы как стандартные приматологическе кресла, так и аналоги кресел, разработанных для капсул «БИОС-Примат», применявшихся в полетах на биоспутниках серии «Космос».

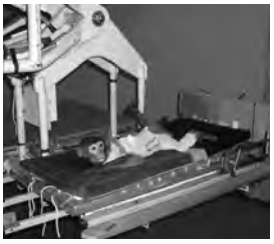
«БИОС-Примат» представляет собой капсулу цилиндрической формы, в которой размещены кресло для животного, элементы систем жизнеобеспечения, вентиляции и удаления отходов жизнедеятельности, аппаратура для проведения функционального тестирования обезьян и предъявления программ инструментальной деятельности, устройства съема и предварительной обработка физиологической информации и др. Управление этим оборудованием осуществляется с помощью встроенного компьютера.

Иммерсионный стенд представляет собой прозрачный бак емкостью 500 литров, в котором может размещаться фиксационное кресло с обезьяной. Системы стенда обеспечивают его заполнение водой до требуемого уровня, управление

Выполнение инструментальной деятельности

Обезьяны в капсулах «БИОС-Примат»

Антиортостатическая гипокинезия



Центрифуга «ЦФ-4»

скоростью ее слива, подогрев и перемешивание воды. Стенд оснащен аппаратурой для определения кинетики перераспределения жидких сред в организме животного.

Стенды для проведения исследований в условиях АНОГ позволяют проводить эксперименты одновременно на 12 обезьянах при их фиксации под различными углами наклона верхней или нижней части тела. Фиксация может производиться в положении на спине или на животе с помощью специальных костюмчиков, не ограничивающих свободу рук, что позволяет, в частности, проводить психомоторное тестирование животных.

Центрифуга «ЦФ-4» с радиусом вращения 3,5 метра предназначена для проведения исследований на животных при воздействии перегрузок в диапазоне от 1 до 12 G. Предельный вес размещаемых в центрифуге объектов при перегрузке 10 G – 100 кг. На центрифуге проводились, в частности, исследования с крысами в условиях имитации длительной (до 1 месяца) гипергравитации, а также эксперименты с обезьянами.

Стенд для тестирования вестибулярной функции включает плоскопараллельные качели, оборудованные трехосевым акселерометром, кресло для фиксации обезьяны, измерительную и регистрирующую аппаратуру, компьютер с устройствами ввода/вывода аналоговых сигналов и программой обработки, результаты которой используются для управления ходом эксперимента. Вестибулярным стимулом служит последовательность затухающих колебаний качелей с периодом 3 с.

Локомоторный стенд позволяет проводить исследования параметров локомоций обезьян массой до 10 кг. Управляющий привод входящей в состав стенда бегущей дорожки обеспечивает скорость ее движения от 1,6 до 8 км/ч. Во время локомоции может проводиться видеозапись движений и позы животного.

Для проведения функциональных проб на обезьянах с целью изучения реакций системы кровообращения и аппарата ее регуляции на постуральные воздействия используются поворотные столы.

В 2007 году в Центре введена в строй опытная облучательная установка, на которой в 2007–2009 годах проведены исследования влияния на организм обезьян радиационного воздействия, моделирующего радиационный фон в космическом пространстве за пределами магнитосферы Земли.

Разработанные в Центре методические приемы обеспечивают надежную регистрацию: электрической активности нейронов различных структур мозга при выполнении животными запрограммированных двигательных актов; артериального давления и скорости кровотока с использованием тензометрических и ультразвуковых методов; внутричерепного давления; электрокардиограммы, электрогастрограммы, реопневмограммы; электромиографической активности различных мышц, а также кинематических и электрографических показателей движения конечностей, головы и глаз животного. Для оценки клинико-физиологического состояния животных используются радионуклидные, морфологические, биохимические и иммунологические методы.

В Центре имеется оснащенный современным оборудованием операционный блок, а его персонал способен обеспечить проведение любых типов операционных вмешательств (в том числе и стереотаксических), а также провести, при необходимости, реабилитационные мероприятия.

Центр коллективного пользования РАН «Работоспособность»

Центр коллективного пользования РАН «Работоспособность» создан в 2005 году. Основными направлениями его деятельности являются проведение фундаментальных и прикладных исследований физиологических механизмов, определяющих физическую работоспособность человека, в том числе в экстремальных условиях; разработка и практическое использование новых перспективных методов тестирования и повышения физической работоспособности человека.

В настоящее время Центр является одной из немногих баз в России, где могут проводиться комплексные исследования мышечной активности человека на современном методическом уровне.

Основными задачами деятельности Центра являются:

– организация и проведение научно-исследовательских работ по изучению физиологии мышечной деятельности, исследованию энергетического обеспечения глобальной работы (аэробных возможностей организма), силовых, скоростно-силовых возможностей и выносливости рабочих мышечных групп, задействованных в различных видах упражнений;

– разработка и апробирование новых методов повышения физической работоспособности человека;

– тестирование физиологического состояния людей различного уровня тренированности, включая высококвалифицированных спортсменов;

– разработка методов тестирования и проведение исследований состояния мышечной системы и систем вегетативного обеспечения мышечной работы у больных, страдающих заболеваниями нервно-мышечного аппарата и сердечно-сосудистой системы;

– оказание консультативной и научно-методической помощи национальным сборным командам, а также иным учреждениям и ведомствам России, за-

интересованным в оценке физиологических возможностей людей, профессиональная деятельность которых связана с напряженной физической работой в экстремальных условиях;

– предоставление экспериментального оборудования для использования в учебном процессе государственным образовательным учреждениям.

Тестирование аэробных возможностей на гребном эргометре

Приборная база Центра включает уникальные исследовательские комплексы и аппаратуру, в том числе:

– аппаратурный комплекс для исследования вегетативного обеспечения и энергетики работы (регистрация показателей сердечно-сосудистой системы, параметров внешнего дыхания и газообмена, потребления кислорода работающими мышцами, активности симпатической нервной системы, биохимических показателей крови, гистохимических характеристик мышечной ткани);

– аппаратуру для тестирования скоростно-силовых возможностей скелетных мышц человека (динамометры, тренажерные комплексы, бегущие дорожки, велоэргометры, приборы для регистрации электрической активности мышц);

Тестирование аэробных возможностей на бегущей дорожке

– комплекс оборудования для проведения биомеханических исследований (видеокамеры для скоростной видеосъемки, тензоплатформы, приспособления для оптимизации выполнения движений);

– компьютерную сеть и программное обеспечение для сбора и анализа экспериментальных данных.

Тестирование аэробных возможностей на лыжероллерах

Среди уникальных методов, использующихся в исследованиях, следует отметить:

– микронейрографический метод регистрации симпатической активности в периферическом нерве человека, осуществляемый путем введения в малоберцовый нерв через кожу тонкого вольфрамового микроэлектрода, кончик которого позиционируется вблизи от постганглионарных симпатических волокон, а разрядная активность симпатических волокон регистрируется одновременно с показателями, характеризующими функционирование сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Метод используется для исследования симпатической регуляции сосудистого тонуса

при различных режимах мышечной работы, эффектов тренировки различных мышечных групп, а также в условиях гипокинезии и гипогравитации;

– метод инфракрасной спектроскопии, который позволяет регистрировать изменения концентрации гемоглобина и дезоксигемоглобина в работающей мышце – показателей, связанных с доставкой кислорода и его потреблением тканью; измерения проводятся с использованием спектрометра «NIRO-200»;

– метод определения минутного объема сердца при интенсивной физической работе с использованием газового масс-спектрометра в открытом контуре;

– метод комплексной оценки функционального состояния организма человека по динамическим характеристикам реакции кардиореспираторной системы на физическую нагрузку переменной мощности.

В качестве основных достижений следует отметить следующие.

1. Разработана многоуровневая система тестирования состояния организма человека, которая позволяет оценить работоспособность и функциональные резервы организма в целом, а также состояние отдельных мышечных групп и механизмов управления движением. Система успешно использовалась при подготовке национальных сборных команд по конькобежному спорту, биатлону, фигурному катанию, академической гребле, триатлону, лыжным гонкам, большому теннису, шорт-треку. Она также может использоваться в учреждениях спортивно-оздоровительного профиля для тестирования людей с разным уровнем физической подготовки, в том числе для тестирования больных с заболеваниями опорно-двигательного аппарата и сердечно-сосудистой системы.

2. Разработаны технологии потенциации силовых и выносливостных возможностей организма для повышения эффективности тренировочных нагрузок:

– методика силовой тренировки на фоне использования пищевых добавок для увеличения силы без изменения аэробных возможностей;

– низкоинтенсивная тренировка мышц с неполным расслаблением для обеспечения роста силовых возможностей при минимизации травматизма;

– методика низкочастотной электростимуляции мышц при их растяжении для увеличения окислительного потенциала без потери силовых возможностей;

– методика применения модуляторов липидного обмена для повышения аэробных возможностей.

Использование таких методик позволяет уменьшить время, затрачиваемое на подготовку людей к деятельности, требующей высоких силовых возможностей и выносливости.

3. Создана технология разработки новых тренажерных устройств и методик тренировки для развития заданных физических качеств. Технология базируется на использовании комплексной методики тестирования состояния организма человека при работе и программно-аппаратного измерительного комплекса, регистрирующего биомеханические параметры тренировочного движения. Она включает следующие компоненты: а) биомеханический анализ конкретных видов деятельности, подбор оптимальной тренировочной нагрузки в нужном диапазоне скоростей

и углов сгибания в суставах; б) разработку тренажера для целенаправленного развития необходимых двигательных качеств; в) разработку программ тренировок с использованием созданного тренажера. Разработанные тренажерные устройства интенсивно используются в ряде национальных сборных страны и защищены патентами РФ.

Тестирование силовых возможностей на универсальном динамометре

4. Разработан способ неинвазивной оценки жесткости мышц на основе ультразвуковой визуализации структурных изменений в сухожильном аппарате мышцы при ее сокращении. Применение методики в национальной сборной по конькобежному спорту показало ее эффективность при планировании и корректировке тренировочного процесса.

5. Разработана система мероприятий по повышению стресс-устойчивости и психологической готовности к физической работе в экстремальных условиях как с помощью метода транскраниальной электростимуляции для активации защитных систем мозга, так и путем фармакологической коррекции с использованием пептидного препарата «Селанк», разработанного в Институте молекулярной генетики РАН.

Тренировка силовых возможностей на тренировочно-измерительном комплексе

База Центра используется для обучения студентов Факультета фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, РГУ физической культуры, спорта и туризма, МГТУ им. Н.Э. Баумана и МФТИ современным методам исследований мышечной деятельности человека.

С использованием оборудования Центра проводились и проводятся работы в рамках Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине», по темам РАН, грантам РФФИ, контрактам с Минобрнауки России.

Таким образом, экспериментально-стендовая база ИМБП позволяет имитировать различные значения факторов среды обитания и условий деятельности и их сочетаний, проводить практически любые медико-биологические фундаментальные и научно-практические исследования в интересах изучения воздействия на живые системы (в т.ч. человека) экстремальных факторов среды, разработки систем жизнеобеспечения, спасения, выживания, а также для оказания лечебно-профилактических мероприятий, повышения адаптационных возможностей и функциональных резервов организма, что имеет особое значение применительно к решению задач в области космической биологии, физиологии и медицины.

3.3. Подготовка научных кадров

Подготовке научных кадров в ИМБП уделяется особое внимание. На основании лицензии о последипломном образовании Институт проводит отбор и прием молодых специалистов с высшим образованием. Подготовка аспирантов (граждан России и зарубежных стран) осуществляется в соответствии с законодательством РФ. Кроме этого подготовка научных кадров высшей квалификации осуществляется через соискательство в процессе работы сотрудников по научным направлениям Института с написанием диссертаций на соискание ученой степени кандидата или доктора наук.

Защита диссертаций аспирантами и соискателями ученой степени кандидата или доктора наук осуществляется в диссертационных советах ИМБП или других ведущих научно-исследовательских институтов и вузов Российской Федерации.

Институт является базовым учреждением для проведения занятий, прохождения преддипломной практики, выполнения курсовых и дипломных работ ФФМ МГУ, МАИ, МФТИ, психологического факультета МГУ. Ежегодно на 4 базовых кафедрах (ФФМ МГУ, кафедра экологической и экстремальной медицины, МАИ, кафедра «Системы жизнеобеспечения», МФТИ, кафедра биомеханики, факультет молекулярной и биологической физики (ФМБФ)) обучаются более 100 студентов 3–5 курсов, часть из них выполняет также курсовые и дипломные работы непосредственно в Институте под руководством научных сотрудников – кандидатов и докторов наук.

Ответственные за работу базовых кафедр – Л.Б. Буравкова, О.Л. Виноградова, В.И. Гущин, А.И. Дьяченко.

В рамках договоров о сотрудничестве между Институтом и вузами при поддержке РАН осуществляется:

– предоставление высшим учебным заведениям стендовой базы Института для проведения практики, выполнения курсовых и дипломных работ;

– привлечение студентов для выполнения плановых НИР в Институте, а также участия их в грантах, в том числе международных;

– предварительный отбор студентов в лабораториях Института для последующего поступления в аспирантуру;

– сохранение и улучшение кадрового потенциала Института;

– обеспечение подготовки кадров высокой квалификации;

– участие кадровых высококвалифицированных сотрудников Института в чтении лекций, проведении занятий и практических работ, привлечение их к руководству дипломными работами студентов.

Аспирантура ИМБП

Первые шесть аспирантов, поступавшие в аспирантуру Института биофизики МЗ СССР (по специальностям «радиобиология» – 5 чел., «космическая ме-

дицина» – 1 чел.), заканчивали ее в 1964–1965 гг. уже как аспиранты нашего ИМБП. Среди них В.А. Галичий, ныне д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела психологии, нейрофизиологии и психофизиологии деятельности операторов Института.

С 1966 года прием аспирантов проводился ежегодно. В 90-х годах двадцатого века Институт поддерживал работу аспирантуры из собственных финансовых средств, а с 2000 года, с переходом Института в РАН, ежегодно выделяется академическая квота на аспирантов (8–12 человек). Таким образом, на начало 2013 года общее число принятых в аспирантуру Института составило 480 человек.

Научными руководителями аспирантов в первые десятилетия существования Института были основоположники современной космической биологии и медицины: В.В. Парин, В.И. Яздовский, Ф.Д. Горбов, Т.Н. Крупина, Ю.Г. Григорьев, М.С. Гаевская, М.Д. Емельянов, А.Г. Кузнецов, Е.Е. Ковалев, Б.С. Алякринский, С.В. Чижов, Ю.Г. Нефедов, А.М. Генин, Б.М. Федоров, Е.Я. Шепелев, П.М. Граменицкий, Е.А. Коваленко, А.Р. Котовская, Н.А. Агаджанян, И.И. Брянов, Л.И. Какурин, Г.И. Мелешко.

Среди выпускников аспирантуры Института – академик А.И. Григорьев (аспирант В.В. Парина в 1967–1970 гг.), академик РАМН В.М. Баранов (аспирант Ю.Г. Нефедова в 1969–1972 гг.), члены отряда космонавтов: к.м.н. В.В. Поляков (аспирант А.С. Ушакова в 1971–1974 гг.), к.м.н. Г.С. Арзамасов (аспирант Л.И. Какурина в 1974–1977 гг.), к.м.н. В.Ю. Лукьянюк (аспирант А.Р. Котовской в 1981–1984 гг.), д.м.н., член-корр. РАМН Б.В. Моруков (аспирант Л.И. Какурина в 1975–1978 гг.), к.т.н. А.Л. Смиренный (аспирант Б.Г. Гришаенкова в 1990–1993 гг.), к.б.н. С.Н. Рязанский (аспирант И.Б. Козловской в 1997–2000 гг.), а также сотрудники Института – первый зам. директора д.м.н., член-корр. РАН О.И. Орлов (аспирант А.И. Григорьева в 1984–1987 г.г.), Ученый секретарь Института д.м.н., профессор, член-корр. РАН Л.Б. Буравкова (аспирант Е.А. Коваленко в 1976–1979 гг.), д.м.н. В.Б. Носков (аспирант С.В. Чижова в 1970–1973 гг.), д.м.н. В.П. Катунцев (аспирант П.М. Граменицкого в 1971–1974 гг.), д.м.н. Л.Х. Брагин (аспирант Н.А. Агаджаняна в 1976–1979 гг.), д.м.н. В.И. Гущин (аспирант В.И. Мясникова в 1980–1983 гг.), д.м.н. П.Э. Солдатов (аспирант Б.Г. Гришаенкова в 1988–1991 гг.), Ученый секретарь диссертационного совета, д.б.н. М.А. Левинских (аспирант Г.И. Мелешко в 1980–1983 гг.), д.т.н., проф. Ю.А. Беркович (аспирант Б.А. Адамовича в 1974–1977 гг.).

По сохранившимся протоколам и копиям удостоверений о сдаче кандидатских экзаменов можно проследить, сколь широк был в начале диапазон специальностей аспирантуры в Институте – от радиобиологии, радиационной защиты, медицинской физики, нормальной физиологии, физиологии человека и животных, космической биологии, авиационной и космической медицины до математических методов в космической биологии и медицине, электроизмерений, телеизмерений и цифровых устройств для автоматического контроля и управления, теории автоматического регулирования, проектирования и конструкции летательных

аппаратов, процессов и аппаратов химической технологии, системы обеспечения жизнедеятельности экипажей летательных аппаратов. Экзамены по философии и иностранному языку аспиранты сдавали на кафедрах западноевропейских языков и философии РАМН, Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского, МАИ, ЦОЛИУВ, 1-го ММИ им. И.М. Сеченова, 2-го МГМИ им. Н.И. Пирогова, ММСИ, РМАПО и др.

Многие годы аспирантура относилась к научно-организационному отделу Института, руководителями которого являлись Ю.Г. Григорьев, К.В. Смирнов, И.Р. Калиниченко, И.С. Васильев, В.Г. Горлов, Е.М. Юганов, Э.Н. Светайло. При этом организацией работы аспирантуры занимались Ю.Г. Нефедов, А.Ф. Веревейко, Г.Ф. Макаров. После передачи Института в декабре 2000 г. в ведение РАН аспирантура, которой руководит Л.М. Комарова, организационно вошла в отделение Ученых советов, которое возглавляет Ученый секретарь Института Л.Б. Буравкова.

В соответствии с лицензией, выданной Министерством образования РФ 14 марта 2001 г., Институту предоставлено право осуществления образовательной деятельности в сфере послевузовского профессионального образования (аспирантура) по специальностям:

- физиология (03.03.01);
- биотехнология (03.01.06);
- безопасность в чрезвычайных ситуациях /технические науки/ (05.26.02);
- авиационная, космическая и морская медицина (14.03.08).

Этот же диапазон специальностей аспирантуры обозначен и в бессрочной лицензии, выданной Институту 29 мая 2012 г. Кроме того, начиная с приема 2012 г. (Приказ Минобрнауки от 12.08.2011 г. № 2202) срок обучения аспирантов по указанным специальностям составляет теперь 4 года в очной форме (вместо 3 лет), 5 лет (вместо 4) – в заочной форме.

Для приема вступительных и кандидатских экзаменов по специальностям сформированы комиссии, которые возглавляют директор Института д.м.н., чл.-корр. РАН, академик РАМН И.Б. Ушаков и заместители директора д.м.н. В.В. Богомолов, д.м.н., чл.-корр. РАМН Б.В. Моруков, д.м.н., чл.-корр. РАН О.И. Орлов. Кандидатские экзамены по иностранному языку, истории и философии науки аспиранты сдают на соответствующих кафедрах Института языкознания РАН и Института философии РАН.

В 1990-е годы в аспирантуру поступали 3–7 человек, в период 2001–2012 гг. 10–16 человек, при этом численность аспирантов ежегодно составляет от 30 до 45 человек. Аспиранты Института – это выпускники медицинских вузов Москвы, Казани, Екатеринбурга, университетов Нижнего Новгорода, Казани, Бурятии, Владимира, Воронежа, Дубны, Омска, Пензы, Твери, Томска, Ростова, Рязани, Челябинска, Ярославля, Самары, московских вузов: МИФИ, МФТИ, МАИ, МВТУ, МСХА, университетов: МГУ, РУДН и др. Средний возраст поступающих в аспирантуру 22–24 года. Распределение (усредненные данные) по специальностям:

14.03.08 – 45 %, 03.03.01 – 30 %, 05.26.02 – 20 %, 03.01.06 – 5 % от общего числа поступивших в аспирантуру за последние 12 лет.

Курс лекций аспирантам по авиационной и космической физиологии и медицине, медицинскому обеспечению космических полетов, гипербарической физиологии и водолазной медицине, космической биотехнологии, комплексу систем обеспечения жизнедеятельности космонавта в пилотируемом космическом аппарате читали и читают ведущие специалисты института: к.м.н. А.Н. Агуреев, к.м.н. Б.В. Афонин, д.м.н., проф. Ю.А. Бубеев, д.м.н. В.В. Богомолов, д.м.н., проф., член-корр. РАН Л.Б. Буравкова, д.б.н., проф. О.Л. Виноградова, д.м.н. В.И. Гущин, д.м.н., проф. А.Д. Егоров, д.м.н., проф. В.К. Ильин, д.м.н., проф. Е.А. Ильин, д.м.н., проф. В.П. Катунцев, д.м.н., проф. Е.А. Коваленко, д.м.н., проф., член-корр. РАН И.Б. Козловская, к.м.н. М.И. Колотева, д.м.н. А.Р. Котовская, д.м.н. Л.Н. Корнилова, д.м.н. В.П. Кротов, д.м.н., проф. И.М. Ларина, д.м.н., член-корр. РАМН Б.В. Моруков, д.м.н. Л.Н. Мухамедиева, к.м.н. И.А. Ничипорук, д.б.н. Н.Д. Новикова, д.м.н., проф. В.С. Оганов, к.м.н. Ю.Ю. Осипов, д.м.н. Б.Н. Павлов, д.м.н. И.Д. Пестов, к.ф.-м.н. В.М. Петров, к.м.н. А.В. Поляков, д.м.н. В.В. Поляков, д.б.н. Л.В. Серова, д.т.н., проф. Ю.Е. Синяк, к.т.н. И.А. Смирнов, врач-профпатолог, водолаз-глубоководник Г.М. Соколов, д.м.н. С.И. Степанова, д.м.н. А.В. Суворов, д.б.н. В.Н. Сычев, д.м.н., проф., член-корр. РАН, академик РАМН И.Б. Ушаков, д.т.н. В.В. Цетлин, ведущий инженер О.В. Шатов, д.б.н., проф. Б.С. Шенкман, к.м.н. Г.А. Шумилина. Среди научных руководителей аспирантов в настоящее время 21 доктор наук, из них 7 профессоров и три члена-корреспондента РАН.

Из 117 человек, принятых в период 2001–2009 гг., окончили аспирантуру 88 молодых ученых (из них 47 защитили диссертации, 6 – подготовили работы к защите), на конец 2012 г. продолжали работать в Институте 54 человека в должностях: зав. лабораторией – 1, ведущий научный сотрудник – 1, старший научный сотрудник – 6, научный сотрудник – 22, младший научный сотрудник – 15, ведущий инженер – 2, программист – 3, инженер-исследователь – 2, лаборант-исследователь – 2.

Необходимо отметить, что аспирантура в Институте является не только ступенью послевузовского образования, но и эффективным механизмом привлечения и закрепления молодых специалистов в науке.

Рабочая группа Совета молодых ученых

В ИМБП работает Рабочая группа Совета молодых ученых (СМУ). В нее может войти любой молодой сотрудник ИМБП, согласный возложить на себя труд и ответственность по выбранному вопросу и оказывать всем желающим посильную помощь.

В состав СМУ (2013 год) включены: Татьяна Берендеева – председатель СМУ, Сергей Пономарев – заместитель председателя СМУ, инициативная группа СМУ: Юлия Попова, Алексей Сальников, Юрий Смирнов, Ольга Ударцева и представитель в Профкоме Института Анна Пахомова.

Премия им. А.В. Лебединского

В целях поощрения молодых ученых Института за достигнутые результаты в решении фундаментальных и прикладных задач космической биологии и медицины, гипербарической физиологии, водолазной и экологической медицины, создания комплекса систем обеспечения жизнедеятельности космонавта и для увековечения памяти Андрея Владимировича Лебединского – первого директора Института медико-биологических проблем, доктора медицинских наук, профессора, академика АМН СССР, выдающегося физиолога и радиобиолога, одного из основоположников авиационной медицины, блестящего педагога и крупного организатора медицинской науки, а также в связи со столетним юбилеем ученого, Ученым советом Института в мае 2002 года учреждена ежегодная премия им. А.В. Лебединского.

Лауреаты премии им. А.В. Лебединского:

2003 год: *Берсенев Е.Ю.* – за экспериментальные исследования функциональных резервов организма человека на основе анализа вариабельности сердечного ритма; *Старкова Л.В.* – за разработку вопросов биодеградации отходов жизнедеятельности в условиях пилотируемых космических объектов;

2006 год: *Литвинова К.С.* – за экспериментальные исследования характеристик кальций-механической связи в изолированных волокнах скелетных мышц в условиях гравитационной разгрузки;

2008 год: *Куссмауль А.Р.* – за экспериментальные исследования механизмов биологического действия инертных газов и внедрение полученных результатов в медицинскую практику; *Попова Ю.А.* – за исследования механизмов регуляции метаболизма у человека при адаптации к условиям измененной газовой среды; *Попов Д.В.* – за экспериментальные исследования аэробной работоспособности индивидуумов, адаптированных к выполнению высоких физических нагрузок; *Репина Л.А.* – за экспериментальные исследования цитогенетических нарушений в лимфоцитах крови человека in vitro при действии низких доз ионизирующего излучения;

2009 год: *Павлов Н.Б.* – за исследования и внедрение новых дыхательных газовых сред и смесей в гермобарокамерах и терапии; *Григорьева О.В.* – за экспериментальные исследования влияния микрогравитации на межклеточное взаимодействие лимфоцитов – естественных киллеров и клеток-мишеней;

2010 год: *Константинова Н.А.* – за экспериментальные исследования влияния медленного клиностатирования на основные свойства эмбриональных стволовых клеток мыши in vitro; *Баранцева М.Ю.* – за экспериментальные цитогенетические, биохимические и морфологические исследования клеток органов кроветворения, периферической крови лабораторных животных при длительном сочетанном воздействии химических веществ и ионизирующего излучения; *Туртикова О.В.* – за экспериментальное исследование ростовых процессов в постуральной мышце при гравитационной разгрузке, а также поиск и изучение новых путей предотвращения ее гипогравитационной атрофии;

2011 год: *Гершович Ю.Г.* – за экспериментальное исследование влияния 3D-клиностатирования на дифференцировку, экспрессию генов и морфофункциональные свойства мезенхимальных клеток-предшественников костного мозга человека;

2012 год: *Борзых А.А.* – за экспериментальные исследования изменения локомоторных и дыхательных мышц, а также артерий, обеспечивающих их кровоснабжение, при различных способах повышения функциональной нагрузки; *Гершович П.М.* – за экспериментальные исследования влияния 3D-клиностатирования на пространственную организацию цитоскелета и экспрессию генов мезенхимальных клеток-предшественников костного мозга человека in vitro.

Защитные советы Института 1965–2012 гг.

Защитный совет организации п/я 3452 по присуждению ученых степеней 04.1965 г. Председатель совета – Парин Василий Васильевич, директор Института. Заместитель председателя – Нефедов Юрий Герасимович, зам. директора Института. Ученый секретарь – Смирнов Константин Владимирович. Специальность: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина. Членов совета – 19 человек.

11.1965 г. – 07.01.1976 г. – Совет по присуждению ученых степеней Института медико-биологических проблем МЗ СССР:

по 06.1969 г.: Председатель совета – Парин Василий Васильевич, директор Института. Заместитель председателя – Нефедов Юрий Герасимович, зам. директора Института. Ученый секретарь – Смирнов Константин Владимирович. Специальность: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина;

с 09.1969 г. по 12.1975 г.: Председатель совета – Газенко Олег Георгиевич, директор Института. Заместитель председателя – Нефедов Юрий Герасимович, зам. директора Института. Ученый секретарь – Шашков Виктор Степанович. Специальность: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина.

Заместителями председателя совета в эти годы также были: В.В. Португалов, Л.И. Какурин, Е.Я. Шепелев, Н.Н. Гуровский.

С 1976 года в Институте действуют советы:

Специализированный совет К 074.31.01 по присуждению ученой степени кандидата наук в ИМБП МЗ СССР (с 03.09.1976 г. до 16.05.2008 г.):

1. Приказ Председателя ВАК при Совете Министров СССР № 1464-в от 3 сентября 1976 г. об утверждении специализированного совета К 074.31.01 по присуждению ученой степени кандидата наук в ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Нефедов Юрий Герасимович, первый зам. директора Института. Заместитель председателя – Ушаков Аркадий Сергеевич, зам. зав. сектором Института. Заместитель председателя – Шепелев Евгений Яковлевич. Ученый секретарь – Бычков Валентин Панфилович, д.м.н., проф. Состав совета – 22 человека. Специальность: 14.00.32 – космическая и морская медицина;

2. Приказ ВАК при Совете Министров СССР № 1141-в от 23 декабря 1981 г. об утверждении специализированного совета К 074.31.01 по присуждению ученой степени кандидата наук в ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Нефедов Юрий Герасимович, первый зам. директора Института. Заместитель председателя – Егоров Борис Борисович, зав. сектором Института. Заместитель председателя – Ушаков Аркадий Сергеевич, зам. зав. сектором Института. Ученый секретарь – Бычков Валентин Панфилович, д.м.н., проф. Состав совета – 25 человек. Специальности: по медицинским наукам: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина; 03.00.13 – физиология человека и животных;

3. Приказ Председателя ВАК при Совете Министров СССР № 805-в от 3 декабря 1986 г. об утверждении специализированного совета К 074.31.01 по присуждению ученой степени кандидата наук в ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Нефедов Юрий Герасимович, первый зам. директора Института. Заместитель председателя – Шашков Виктор Степанович, зав. лабораторией Института. Заместитель председателя – Ушаков Аркадий Сергеевич, зав. сектором Института. Ученый секретарь – Бычков Валентин Панфилович, д.м.н., проф. Состав совета – 25 человек. Специальности: по медицинским наукам: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина; 03.00.13 – физиология человека и животных. Срок полномочий — по 31 декабря 1990 г.;

4. Приказ ВАК при Совете Министров СССР № 2282-в от 12 ноября 1991 г. об утверждении состава специализированного совета К 074.31.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Григорьев Анатолий Иванович, директор Института. Заместитель председателя – Ильин Евгений Александрович, зам. директора Института. Заместитель председателя – Шашков Виктор Степанович, зав. лабораторией Института. Ученый секретарь – Пономарева Ирина Павловна, к.б.н., с.н.с. Института. Состав совета – 21 человек. Специальности: 14.00.32 – авиационная, космическая и морская медицина по биологическим и медицинским наукам; 03.00.13 – физиология человека и животных по биологическим наукам. Срок полномочий – на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной Постановлением ГКНТ СССР от 4 ноября 1988 г. № 386.

Диссертационный совет К 002.111.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в ГНЦ РФ – ИМБП РАН:

5. Приказ ВАК Минобразования России № 673-в от 2 марта 2001 г. об утверждении состава диссертационного совета К 002.111.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук в ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Председатель совета – Григорьев Анатолий Иванович, директор ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Ильин Евгений Александрович, зам. директора ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Шашков Виктор Степанович, зав. лабораторией ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Ученый секретарь – Пономарева Ирина Павловна, к.б.н., в.н.с. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Состав совета – 23 человека. Специальности: 14.00.32 – авиационная, космическая и морская медицина (био-

логические, медицинские науки); 03.00.13 – физиология (биологические науки); 05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях (медицинские науки) в области медицинского обеспечения безопасности, здоровья и работоспособности человека в экстремальных ситуациях, включая средства защиты, профилактики и лечения.

С 16 мая 2008 г. в Институте действует диссертационный совет по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 002.111.01, утвержденный приказом Рособрнадзора России № 937-592.

Специализированный совет Д 074.31.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при ИМБП МЗ СССР (с 07.01.1976 г. по 16.05.2008 г.):

1. Приказ председателя ВАК при Совете Министров СССР № 40 от 7 января 1976 г. об утверждении специализированного совета Д 074.31.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Газенко Олег Георгиевич, директор Института. Заместитель председателя – Генин Абрам Моисеевич, д.б.н., проф. Заместитель председателя – Брянов Иван Иванович. Ученый секретарь – Шашков Виктор Степанович, д.м.н., проф. Состав совета – 22 человека. Специальность: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина;

2. Приказ председателя ВАК при Совете Министров СССР № 96-в от 19 февраля 1982 г. об утверждении специализированного совета Д 074.31.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Газенко Олег Георгиевич, директор Института. Заместитель председателя – Гуровский Николай Николаевич, зам. директора Института. Заместитель председателя – Генин Абрам Моисеевич, д.б.н., проф. Ученый секретарь – Шашков Виктор Степанович, д.м.н., проф. Состав совета – 23 человека. Специальности: по медицинским наукам: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина; 03.00.13 – физиология человека и животных; по биологическим наукам: 14.00.32 – космическая и авиационная медицина;

3. Приказ ВАК при Совете Министров СССР № 24-в от 16 января 1987 г. об утверждении специализированного совета Д 074.31.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Газенко Олег Георгиевич, директор Института. Заместитель председателя – Генин Абрам Моисеевич, помощник директора Института. Заместитель председателя – Ильин Евгений Александрович, зав. сектором Института. Ученый секретарь – Катунцев Владимир Петрович, к.м.н., с.н.с. Состав совета – 25 человек. Специальности по медицинским и биологическим наукам: 14.00.32 – авиационная, космическая и морская медицина; 03.00.13 – физиология человека и животных; 05.26.03 – системы жизнеобеспечения в специальных условиях. Срок полномочий – по 31 декабря 1990 г.;

4. Приказ ВАК при Совете Министров СССР № 2228-в от 10 октября 1991 г. об утверждении специализированного совета Д.074.31.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук в ИМБП МЗ СССР.

Председатель совета – Газенко Олег Георгиевич, советник при дирекции ИМБП МЗ СССР. Заместитель председателя – Баранов Виктор Михайлович, первый зам. директора Института. Заместитель председателя – Генин Абрам Моисеевич, д.б.н., проф., в.н.с. Ученый секретарь – Буравкова Людмила Борисовна, к.б.н., с.н.с. Состав совета – 21 человек. Специальности: 14.00.32 – авиационная, космическая и морская медицина по биологическим и медицинским наукам; 03.00.13 – физиология человека и животных по биологическим наукам. Срок полномочий – на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной Постановлением ГКНТ СССР от 4 ноября 1988 г. № 386.

Диссертационный совет Д 002.111.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук в ГНЦ РФ – ИМБП РАН:

5. Приказ ВАК Минобразования России № 1385-в от 11 мая 2001 г. об утверждении состава диссертационного совета Д 002.111.01 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук в ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Председатель совета – Газенко Олег Георгиевич, советник дирекции ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Баранов Виктор Михайлович – первый зам. директора ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Оганов Виктор Сумбатович, зав. лабораторией ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Ученый секретарь – Буравкова Людмила Борисовна – Ученый секретарь ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Состав совета – 25 человек. Специальности: 14.00.32 – авиационная, космическая и морская медицина (биологические, медицинские науки); 03.00.13 – физиология (биологические, медицинские науки).

С 16 мая 2008 г. действует диссертационный совет Д 002.111.01 по защите докторских и кандидатских диссертаций при Институте медико-биологических проблем РАН, утвержденный приказом Рособрнадзора России № 937-592 в составе 32 человек.

Председатель совета – Баранов Виктор Михайлович, академик РАМН, профессор, д.м.н. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Орлов Олег Игоревич, член-корреспондент РАН, д.м.н. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Богомолов Валерий Васильевич, д.м.н., ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Ученый секретарь – Левинских Маргарита Александровна, д.б.н. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Специальности: 03.03.01 – физиология (биологические науки, медицинские науки); 14.00.32 – авиационная, космическая и морская медицина (медицинские науки, биологические науки). Срок полномочий – на период действия номенклатуры специальностей научных работников, утвержденной приказом Минпромнауки России от 31.01.2001 г. № 47.

Приказом Рособрнадзора № 1-5/592 от 22.01.2010 г. (о внесении изменений в состав совета) состав диссертационного совета Д 002.111.01 утвержден в количестве 33 человек.

Председатель совета – Ушаков Игорь Борисович, член-корреспондент РАН, академик РАМН, профессор, д.м.н., директор ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Орлов Олег Игоревич, член-корреспондент РАН, д.м.н., 1-й зам.

директора ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Богомолов Валерий Васильевич, д.м.н. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Ученый секретарь – Левинских Маргарита Александровна, д.б.н. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Специальности: 03.03.01 – физиология (биологические науки, медицинские науки); 14.03.08 – авиационная, космическая и морская медицина (медицинские науки, биологические науки).

Заседание Ученого совета. Докладывает Образцова Ольга Анатольевна, соискатель ученого звания кандидат медицинских наук по специальностям 14.03.08 – авиационная, космическая и морская медицина, 03.01.03 – молекулярная биология (2013 год)

Диссертационный совет Д 002.111.02 (11.07.1997 г. – 04.2012 г.):

1. Приказы ВАК Минобразования России № 436-в от 11 июля 1997 г. и № 244-в от 15 декабря 2002 г. об утверждении состава диссертационного совета Д 002.111.02 по защите диссертаций на соискание ученой степени доктора наук при ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

Председатель совета – Синяк Юрий Емельянович, зав. отделом ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Гайдадымов Виктор Борисович, д.т.н., в.н.с. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Ученый секретарь – Назаров Николай Михайлович, д.б.н., в.н.с. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Состав совета – 18 человек. Специальности: 05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях (авиационная и ракетно-космическая техника, технические науки); 03.00.23 – биотехнология (биологические науки);

2. Приказом Рособорнадзора № 1817-1239 от 12.09.2008 г. разрешена деятельность совета по защите докторских и кандидатских диссертаций Д 002.111.02 при Государственном научном центре Российской Федерации – Институте медико-биологических проблем РАН.

Председатель совета – Синяк Юрий Емельянович, д.т.н., профессор ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Заместитель председателя – Новикова Наталия Дмитриевна, д.б.н., с.н.с. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Ученый секретарь – Назаров Николай Михайлович, д.б.н., с.н.с. ГНЦ РФ – ИМБП РАН. Состав совета – 18 человек. Специальности: 05.26.02 – безопасность в чрезвычайных ситуациях (авиационная и ракетно-космическая техника, технические науки); 03.00.23 – биотехнология (биологические науки).

В 2012 г. деятельность совета приостановлена.

3.4. Международное сотрудничество

ИМБП осуществляет широкое международное научно-техническое сотрудничество с космическими агентствами, научными центрами, университетами, коммерческими фирмами и промышленными организациями более чем 40 стран, включая США, Германию, Францию, Италию, Болгарию, Венгрию, Канаду, Японию, Китай, Корею, Малайзию и ряд других стран.

Основными направлениями международного научно-технического сотрудничества ИМБП являются:

– освоение и использование передовых зарубежных технологий, опыта организации и проведения научных исследований;

– совместное проведение модельных экспериментов по изучению влияния факторов космического полета на организм человека и биологические объекты;

– совместная разработка и испытание исследовательского оборудования для применения на МКС;

– до- и послеполетное медицинское обследование членов международных космических экипажей;

– совместное проведение научных биомедицинских исследований на МКС;

– совместное проведение научных медико-биологических исследований на беспилотных космических аппаратах;

– использование достижений космической медицины в клинической практике для лечения и реабилитации пациентов с различной парциальной недостаточностью здоровья;

– разработка и реализация образовательных программ для школьников, студентов и молодых специалистов.

Первым международным соглашением по исследованию космоса принято считать соглашение Академии наук СССР и НАСА, подписанное 8 июня 1962 года академиком А.А. Благонравовым и вице-директором НАСА Хью Л. Драйденом. Соглашение предусматривало образование рабочих групп и проведение исследований в области космической метеорологии, связи и магнитосферы. В 1965 году были приняты решения о создании группы по космической биологии и медицине и подготовке к изданию совместного, обобщающего опыт двух стран, многотомника «Основы космической биологии и медицины». В 1964 году было подписано межправительственное соглашение о сотрудничестве в космических исследованиях с Индией, а в 1966 году – с Францией.

В 1967 году стартовала первая, масштабная по числу участников и направлениям работ международная космическая программа, получившая наименование «Интеркосмос». В ней принимали участие специалисты 10 социалистических стран: Болгарии, Венгрии, Вьетнама, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, СССР, Чехословакии. В нашей стране непосредственное руководство этой работой было возложено на Совет по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства Академии наук СССР

Участники 4-го заседания советско-американского комитета по подготовке совместного «Руководства по космической медицине и биологии». Слева направо, сидят: C. Berry, O. Reynolds, M. Calvin, О.Г. Газенко, Е.Ф. Панченкова; стоят: S. White, J. Marbarger, П.В. Симонов, R. Kraus, J. Talbot, П.В. Васильев, Ю.П. Хоменко, W. Vishniac, D. Thibudeau, Р.Р. Савистович, J. Jacobs (Вашингтон, США, 1968 год)

(Совет «Интеркосмос») под председательством вице-президента Академии академика Б.Н. Петрова.

XVII Совещание по программе «Интеркосмос» (г. Кошица, ЧССР, 1984 год). В президиуме заседания: С. Бараньски (ПНР), П. Гроза (СРР), В.М. Баранов (СССР)

Важное место в совместной деятельности ученых по программе «Интеркосмос» занимали исследования в области космической биологии и медицины. Эти исследования проводились по трем направлениям: космическая физиология и биология, космическая психология и радиационная безопасность космических полетов. Ведущее место в их реализации занимали специалисты ИМБП. Для выполнения научных программ разрабатывались планы двух- и многосторонних соглашений по конкретным научно-исследовательским темам. Работу координировала «Постоянно действующая рабочая группа по космической биологии и медицине». Первое совещание этой группы состоялось в нашей стране в июле 1968 года, а в последующие годы такие совещания проводились поочередно в других странах-участницах программы «Интеркосмос».

На ежегодных совещаниях этой группы и международных симпозиумах ученые имели возможность подвести итоги конкретных исследований, обменяться мнениями по научным вопросам, разработать и обсудить планы дальнейших совместных работ.

Общая фотография участников XVIII Совещания по программе «Интеркосмос» (г. Гагры, 1985 год)

Космонавты социалистических стран

Вершиной сотрудничества стран-участниц программы «Интеркосмос» с полным основанием можно назвать осуществленные в 1978–1981 годах 7-суточные экспедиции посещения девяти международных экипажей с участием космонавтов-исследователей Чехословакии, Польши, ГДР, Болгарии, Венгрии, Кубы, Монголии, Вьетнама и Румынии на ОС «Салют-6».

В ходе этих полетов была выполнена обширная программа медико-биологических исследований и экспериментов, для обеспечения которых в странах-участницах было разработано и создано более 40 научных приборов и устройств. Использование этой аппаратуры и новых методик позволило значительно расширить объем научных исследований, получить важные сведения об особенностях функционировании физиологических систем организма в условиях острого периода адаптации к невесомости. Разработанная аппаратура обогатила арсенал средств медицинского контроля за состоянием здоровья космонавтов.

Первый интернациональный экипаж корабля «Союз-28» (1978 г.)

Объединение интеллектуального и технического потенциала ученых разных стран способствовало быстрому прогрессу знаний, более продуктивной работе по решению актуальных задач космической медицины и биологии. Одним из блестящих итогов первого этапа работ по ранее достигнутым межправительствен-

СССР – ПНР (1978 год)
П. Климук – М. Гермашевский

СССР – ГДР (1978 год)
В. Быковский – З. Йен

СССР – НРБ (1979 год)
Н. Рукавишников – Г. Иванов

СССР – СРВ (1980 год)
В. Горбатко – Фам-Туан

СССР – Куба (1980 год)
А. Тамайо Мендес – Ю. Романенко

СССР – ВНР (1980 год)
Б. Фаркаш – В. Кубасов

СССР – МНР (1981 год)
В. Джанибеков – Ж. Гуррагча

СССР – СРР (1981 год)
Л. Попов – Д. Прунариу

Международные полеты на ОС «Салют-6» по программе «Интеркосмос»

Экипаж совместного космического полета «Союз – Аполлон»

Маршал ВВС Индии и военный атташе посольства Индии в СССР на встрече с заместителем главного конструктора ИМБП Б.А. Адамовичем (1982 год)

Подготовка первого космонавта Франции Ж.-Л. Кретьена (в центре) к полету (1982 год)

ным соглашениям СССР и США явился выполненный в 1975 году совместный советско-американский полет экипажей КК «Союз» и «Аполлон», в подготовке и реализации которого активное участие принимали многие специалисты ИМБП.

Программа «Интеркосмос» и проект «Союз – Аполлон» дали импульс дальнейшему международному сотрудничеству в пилотируемой космонавтике. В 1982 году в космос была запущена ОС «Салют-7», на которой работали 6 основных экипажей и 4 экипажа экспедиций посещения; в двух из них приняли участие представители Франции и Индии.

Весомый вклад в успешное решение многих медико-биологических проблем космических полетов внесли эксперименты, проведенные на биологических спутниках Земли серии «Космос» по программе «Бион». Исследуемыми биообъектами являлись млекопитающие (крысы и обезьяны), земноводные, рыбы, рептилии, насекомые, черви, яйца земноводных и птиц, культуры клеток млекопитающих, высших и низших растений, культуры растительных клеток и тканей, микроорганизмы. Начиная с полета биоспутника «Бион-3» («Космос-782») к участию в реализации научной программы (с правом проведения как совместных, так и самостоятельных экспериментов) были приглашены ученые США, Чехословакии, Польши, Болгарии, Венгрии, Румынии, Германии, Франции, Канады, Нидерландов и Китая. В период с 1973 года по 1996 год было запущено 11 таких биоспутников. Результаты комплексных физиологических, биохимических и морфологических исследований на биообъектах, возвращаемых после 5–22,5-суточных полетов на Землю, позволили приступить не только к выяснению феноменологии биологических эффектов невесомости и космической радиации, но и к изучению механизмов их развития.

Проект «Бион-11» (1996 год) осуществлялся на принципиально иной основе. Между НАСА и Роскосмосом был заключен договор на проведение совместной деятельности, что сделало участие американских специалистов более полным на каждом этапе реализации проекта и более ответственным, с точки зрения обеспечения успеха проекта в целом. Французские специалисты участвовали в проекте «Бион-11» в качестве соисполнителей. Ведущим научным учреждением РФ, ответственным за реализацию программы «Бион», стал ИМБП.

Президиум международной конференции по обсуждению результатов совместных биологических исследований на спутнике «Космос-782» (Москва, 1976 год)

Б.А. Лапин и О.Г. Газенко при подготовке обезьян к полету на биоспутнике «Бион-10»

В последующие годы международные биологические исследования в космосе были успешно продолжены в 16-суточном полете биоспутника «Фотон М-2» (2005 год) и 12-суточном полете биоспутника «Фотон М-3» (2007 год). В формировании научной программы и выполнении этих исследований принимали участие специалисты США, Германии, Японии и ряда других стран. С участием широкой международной кооперации был осуществлен 30-суточный полет биоспутника «Бион-М» № 1 (2013 год). Опыт успешной реализации биологических исследований в космосе с широким участием зарубежных специалистов и организаций свидетельствует о высокой эффективности такой формы международного сотрудничества.

Последующее развитие космонавтики сопровождалось значительным увеличением сроков пребывания космонавтов на орбите и, следовательно, увеличением длительности воздействия на организм факторов орбитального космического полета. Поэтому актуальным, по-прежнему, оставалось изучение процессов адаптации организма человека к невесомости различных сроков воздействия, а также поиск эффективных методов и средств поддержания высокой работоспособности экипажей на всех этапах длительного полета. Значительный интерес представляли изыскания, связанные с созданием на борту ОС биолого-технических систем жизнеобеспечения с использованием растений и животных в качестве биологического звена. С увеличением продолжительности космических полетов большое значение приобретали психологические исследования, направленные на обеспе-

Участники совместной подготовки и реализации полета обезьян на биоспутнике «Бион-10» (1992 год)

Эймсский научный центр НАСА. Подписание документов по совместному эксперименту на биоспутнике «Бион-11» (1995 год)

чение работоспособности экипажей при длительном пребывании в условиях невесомости. Важными оставались задачи совершенствования путей и методов обеспечения радиационной безопасности космических полетов.

Эти и другие вопросы легли в основу следующего этапа международного сотрудничества – подготовки и реализации исследований на ОС «Мир», запуск кото-

рой состоялся в феврале 1986 года. Международное сотрудничество в этот период осуществлялось по двум направлениям. С одной стороны, в космических исследованиях непосредственное участие принимали космонавты из стран содружества. Примером тому может служить подготовка и реализация на ОС «Мир» совместных медико-биологических исследований советско-болгарского космического проекта «Шипка» (1988 год). С другой стороны, научные эксперименты выполняли только члены российских экипажей (основных экспедиций и экспедиций посещения) на научной аппаратуре, созданной специалистами стран-участниц программы «Интеркосмос». К ним относятся целенаправленные международные медико-биологические эксперименты, которые стали проводиться с 1987 года.

Проект «Шипка» явился качественно новым полетным медико-биологическим проектом. Впервые была разработана и создана научная аппаратура, позволяющая автоматизировать выполнение экспериментов на станции. Во время полета советско-афганского экипажа, состоявшегося в августе 1988 года, программа проекта «Шипка» была расширена путем использования усовершенствованной аппаратуры.

Советско-афганский экипаж с сотрудниками ИМБП перед полетом (1988 год)

В целом, 15-летний период функционирования ОС «Мир», ставшей международной научной лабораторией, вписал яркую страницу в международное сотрудничество. На борту станции работали 28 основных экспедиций; выполнено 9 совместных полетов с американскими многоразовыми КК по программам «Мир – Шаттл» и «Мир – НАСА». На станции разное по продолжительности время работали 62 иностранных космонавта и астронавта из 10 стран, входивших в составы основных экспедиций и экспедиций посещений, был выполнен комплекс экспериментов по программе «Евромир».

Астронавт У. Мербольд (Германия) и врач-космонавт В.В. Поляков проводят научный эксперимент по борту ОС «Мир» (1994 год)

Помимо колоссального объема принципиально новых научных результатов, существенно уточняющих имевшиеся в ту пору теоретические представления об адаптации организма человека к условиям длительного космического полета, при реализации программы «Мир» впервые была апробирована технология совместного управления медицинским обеспечением полета из российского и американского ЦУП. Было отработано взаимодействие международных экипажей в длительных полетах; приобретен опыт совместного выполнения нескольких международных научных программ интегрированным экипажем.

Следующим шагом развития международного сотрудничества в области пилотируемой космонавтики стало подписание 2 сентября 1993 года Председателем Правительства РФ В.С. Черномырдиным и вице-президентом США А. Гором «Совместного заявления о сотрудничестве в космосе», предусматривающего создание совместной ОС. В соответствии с этим документом Федеральное космическое агентство России и НАСА разработали и 1 ноября 1993 года утвердили «Детальный план работ по Международной космической станции». Это позволило в июне 1994 года подписать контракт между НАСА и Роскосмосом «О поставках и услугах для станции «Мир» и Международной космической станции».

Космонавт Б.В. Моруков (в центре) на борту МКС (2000 год)

Накопленный опыт взаимодействия наших специалистов с зарубежными партнерами при реализации таких космических проектов, как «Интеркосмос», «Мир», «Мир – Шаттл» и «Мир – НАСА», был положен в основу организации последующих медико-биологических исследований и экспериментов на МКС. Экипаж первой основной экспедиции был доставлен на МКС кораблем «Союз ТМ-31» в ноябре 2000 года. В том же году состоялся полет сотрудника ИМБП Б.В. Морукова на корабле «Атлантис» в качестве космонавта-исследователя.

Современный этап развития пилотируемой космонавтики характеризуется развитием международного сотрудничества в освоении околоземного космического пространства, настоящее и будущее которого связано с завершением строительства и эксплуатацией МКС, а также с подготовкой полетов на Луну, астероиды и Марс. В настоящее время большинство контактов представителей ИМБП с зарубежными специалистами связано с работами на МКС.

Международное сотрудничество Института по проекту МКС осуществляется в рамках соглашений между Роскосмосом и НАСА через функционирование следующих международных медицинских органов: Многостороннего комитета по медицинской политике, Многостороннего совета по космической медицине и Многостороннего комитета по медицинским операциям при участии других международных партнеров: Европейского космического агентства (ESA), Канадского космического агентства (CSA), Японского аэрокосмического исследовательского агентства (JAXA).

Представители ИМБП принимают также участие в работе Многосторонней комиссии по операциям экипажей, Интегрированной группы медицинского обеспечения ЦУП-Х, Группы руководства полетными миссиями МКС, Совместной консультативно-экспертной комиссии Стаффорда-Анфимова, Международной рабочей группы по радиационному здоровью в космосе, Многостороннего наблюдательного (экспертного) совета по исследованиям с участием человека.

В составе этих комиссий и комитетов специалисты ИМБП участвуют в разработке и согласовании регламентирующей и оперативной документации по различным аспектам обеспечения здоровья экипажей МКС, в выполнении комплекса практических работ по медико-биологическому и санитарно-гигиеническому обеспечению полетов основных экипажей МКС, экипажей посещений и транспортных кораблей («Союз-ТМ» и МТКК «Спейс-Шаттл»), в реализации работ по медико-техническим аспектам подготовки и эксплуатации бортовых средств и аппаратуры для медико-биологического обеспечения экипажей МКС, в проведении биомедицинской экспертизы бортовых медико-биологических исследований и экспериментов по соблюдению правовых и этических норм при испытаниях с участием человека.

Необходимо также отметить, что после завершения программы полетов американских КК «Спейс-Шаттл» Россия стала единственной страной, обеспечивающей доставку экипажей на МКС на кораблях «Союз». Это определяет необходимость медицинского обеспечения участников полетов по российской программе, согласования доставки научного оборудования и научных программ, реализуемых на МКС.

Международный статус МКС способствует проведению совместных научных экспериментов. Помимо НАСА широкое сотрудничество развернули российские и европейские научные учреждения под эгидой Роскосмоса и ESA. При активном участии ИМБП осуществлены полеты граждан США, ряда европейских стран, Бразилии, Малайзии, Южной Кореи, Канады и других стран. Научные программы зарубежных участников полетов включали медико-биологические и биотехнологические эксперименты, методика которых разрабатывалась при участии специалистов ИМБП.

Российская программа медико-биологических исследований на МКС служит хорошей основой для международного сотрудничества. Программа включает более 60 экспериментов по физиологии, биологии, медицинскому обеспечению,

радиационной безопасности. В случае заинтересованности зарубежные специалисты могут интегрировать свою методику в российский эксперимент или предложить проведение нового эксперимента с участием в нем российских ученых.

В качестве иллюстрации успешного сотрудничества по медико-биологическим исследованиям на МКС на контрактной основе можно привести следующие примеры:

– проект «Матрешка» (совместно с ESA, Германским аэрокосмическим центром (DLR), CSA, научными институтами Венгрии, Болгарии, Японии) по созданию комплекса бортовых средств для изучения закономерностей формирования доз космического излучения в критических органах тела человека с использованием приборов «Пилле», «Люлин» (Венгрия) и дозиметрических средств Канады;

– проект «Expose» (совместно с ESA, DLR и компанией «Kayzer Threde») по исследованию влияния космической радиации на биологические объекты;

– эксперимент «Immuno» (совместно с ESA) по исследованию нейроэндокринных и иммунных ответов у человека во время и после космического полета на МКС;

– эксперимент «ETD» (совместно с ESA) по изучению влияния длительной микрогравитации на ориентацию плоскости Листинга и координацию движений глаз и головы;

– эксперимент «Cardiocog» (совместно с ESA) по исследованию особенностей реакций сердечно-сосудистой системы при адаптации организма к условиям длительного космического полета;

– эксперимент «Аквариум-AQH» (совместно с JAXA) по изучению влияния условий космического полета на эмбриогенез, онтогенез, органогенез и поведение гетеротрофных организмов (рыб), обитающих в водной среде.

В настоящее время ведутся работы по подготовке научного оборудования и документации на проведение совместных экспериментов с JAXA по проекту «PADDLES – Матрешка», Корейским исследовательским институтом атомной энергии (KAERI) по проекту «Биориск» и другими международными партнерами.

С 2001 года реализуется контракт между ESA и Роскосмосом по совместному проекту «Деятельность по сбору основных данных для экспедиций МКС». Сбор до- и послеполетных данных позволяет оценить влияние факторов космического полета на различные системы организма человека и разработать новые методы и средства для сохранения здоровья и работоспособности экипажей во время полета и при возвращении на Землю.

Особую эффективность и действенность приобрела в наши дни такая форма сотрудничества, как совместная разработка научно-исследовательской аппаратуры, приборов и отдельных устройств. Эти работы осуществляются как на двусторонней, так и многосторонней основе. ИМБП продолжает тесно сотрудничать с иностранными научно-исследовательскими институтами в части разработки и создания научно-технической аппаратуры для наземных и космических исследований. К наиболее успешным проектам можно отнести:

– проект «Нейролаб» (в сотрудничестве с DLR и «Коралевски Индустри») по созданию комплекса аппаратуры для исследования особенностей психофизиологического состояния космонавта в длительном полете;

– проект «Пневмокард» (в сотрудничестве с DLR и Высшей школой г. Ганновера) по созданию аппаратурно-программного комплекса для диагностической и прогностической оценки функционального состояния членов космических экипажей;

– проект «Кардиомед» (в сотрудничестве с Национальным центром космических исследований Франции) по созданию комплекса аппаратуры для медицинского контроля космонавтов на российском сегменте МКС;

– проект «Лада» (совместно с Лабораторией космической динамики Университета штата Юта, США) по созданию перспективных оранжерейных устройств для МКС.

Одной из центральных составляющих деятельности ИМБП (как научного учреждения РАН) является участие наших специалистов в сотрудничестве с зарубежными организациями в рамках межакадемических научно-технических соглашений РАН с академиями ряда зарубежных стран.

На протяжении ряда лет ИМБП сотрудничает с Институтом космических исследований и технологий Болгарской академии наук (БАН) по исследованию динамики дозы и потока космического излучения в тканево-эквивалентном фантоме на РС МКС с использованием прибора «Люлин-5» в рамках международного эксперимента «Матрешка-Р» (проект «Люлин-5»), по изучению центральных и периферических механизмов изменений функциональных свойств нервно-мышечного аппарата человека в невесомости (проект «Потенциал действия»), по радиационному зондированию окололунного пространства в рамках проекта «Луна – ГЛОБ-РЗ», по исследованию биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения с использованием дозиметра «РДЗ БЗ» внутри спутника «Бион-М» № 1. С Институтом микробиологии им. Ст. Ангелова БАН проводятся работы по исследованию возможностей анаэробной биодеградации органических отходов на МКС (проект «Биодеградация»).

В рамках соглашений РАН с Академии наук Чехии выполняются исследования по дозиметрии применительно к полетам на пилотируемых космических аппаратах и биологических спутниках (совместно с Институтом атомной энергии), а также по изучению социальных и культуральных аспектов поведения экипажей в экстремальных условиях (совместно с Институтом психологии).

В рамках космического эксперимента «Матрешка-Р» на МКС проводятся совместные с Исследовательским центром атомной энергии Венгерской академии наук (ВАН) исследования космического излучения с использованием спектрометра «Тритель», разработанного венгерскими специалистами.

Согласно «Протоколу о научном сотрудничестве между РАН и ВАН на период 2011–2013 годах» специалистами ИМБП и Института психологических исследований ВАН в эксперименте по моделированию полета на Марс апробирован

метод автоматизированного контент-анализа общения экипажа с персоналом управления экспериментом; с Заммельвейским медицинским университетом ведутся совместные исследования координации позы и движения в условиях микрогравитации.

Участники 240-суточного международного эксперимента «SFINCSS»

Помимо выполнения исследований в реальных условиях космического полета в ИМБП накоплен большой опыт по организации и проведению наземных модельных экспериментов с широким привлечением зарубежных специалистов. В 1990-е годы на базе НЭК ИМБП с международным участием проведены эксперименты «HUBES» (135 суток, 1994–1995 годы), «ЭКОПСИ-95» (90 суток, 1995–1996 годы), «SFINCSS-99» (240 суток, 1999–2000 годы), в которых изучались особенности формирования психофизиологического статуса человека и его взаимодействия с искусственной средой обитания в условиях длительной изоляции. Результаты эксперимента «SFINCSS-99», проведенного в преддверии полетов на МКС с участием испытателей-добровольцев из России, Японии, Канады, Франции, Германии и исследователей из 9 стран (России, Японии, Германии, Канады, США, Норвегии, Швеции, Чехии, Австрии), были использованы для решения ряда организационных задач медицинского обеспечения интернациональных экипажей.

Марсианский экипаж в работе (ИМБП, 2011 год)

В ноябре 2011 года в ИМБП был успешно завершен широкомасштабный проект «Марс-500» по имитации пилотируемого полета на Марс, в котором принимали участие представители ESA, DLR, ASI (Итальянское космическое агентство), ANGKASA (Малазийское космическое агентство), КЦПК (Китайский центр подготовки астронавтов), научные институты и организации США, Южной Кореи, Италии, Германии, Австрии, Испании. Из 105 проектов, включенных в научную программу эксперимента, 31 выполнялся иностранными учеными.

Кроме того, с участием иностранных партнеров на базе ИМБП неоднократно проводились эксперименты по изучению особенностей функционирования физиологических систем организма человека при моделировании эффектов невесомости методами «сухой» иммерсии и гипокинезии.

Большое значение в ИМБП придается также такой форме международного сотрудничества, как совместная работа в рамках двусторонних рабочих групп. Создание Советско-американской совместной рабочей группы (СРГ) по космической медицине и биологии еще на заре развития пилотируемой космонавтики явилось важным событием в истории становления сотрудничества в нашей стране и США в области медико-биологических исследований в космосе. На протяжении всей истории своего существования эта группа являлась гибким инструментом эффективного и взаимовыгодного научно-технического сотрудничества. В зависимости от целей и задач СРГ в разные периоды видоизменялись ее устав, название и структура. Успешная деятельность СРГ служила образцом при организации других двусторонних рабочих групп в области космической биологии и медицины (с KNES, CSA, ESA, DLR). В разные периоды с российской стороны в сотрудничестве с НАСА кроме ИМБП (как головной организации) принимали участие ЦПК им. Ю.А. Гагарина, ряд институтов РАН, РКК «Энергия», НИИХиммаш, НПП «Звезда» и другие организации.

Первый советско-американский эксперимент с воздействием гипокинезии и ОДНТ, руководители: Л.И. Какурин и H. Sandler (ИМБП, 1979 год)

Гости из Австрии в лаборатории профессора И.Б. Козловской во время эксперимента на стенде «сухой» иммерсии (ИМБП, 1987 год)

В 1972 году председатель Совета министров СССР А.Н. Косыгин и президент США Р. Никсон подписали «Соглашение о сотрудничестве в исследовании и использовании космоса в мирных целях». Это Соглашение придало юридический статус ранее подписанным советско-американским соглашениям по космосу, в том числе совместным советско-американским рабочим группам (СРГ).

Настоящий этап деятельности СРГ осуществляется на основе «Соглашения между Российской Федерацией и США по сотрудничеству в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях» от 17 июня 1992 года. В дополнение к этому Соглашению руководителями Роскосмоса и НАСА в том же году был подписан основополагающий документ о сотрудничестве, содержащий раздел об СРГ по космической биомедицине и жизнеобеспечению. Вопросы сотрудничества в рамках СРГ были отнесены в ведение Роскосмоса. Произошло расширение круга задач перспективных исследований по всем направлениям, в частности в области длительного пребывания человека в космических летательных аппаратах и на планетарных базах.

Совещание совместной советско-американской рабочей группы по космической биологии и медицине в НАСА (1979 год)

Перед СРГ был поставлен ряд новых конкретных задач по медико-биологическому обеспечению полетов на ОС «Мир», МТТК «Спейс – Шаттл» с участием российских космонавтов и американских астронавтов, а также с возможностью создания МКС. СРГ в качестве координирующего органа участвует в проведении совместных исследований с целью совершенствовании медицинских аспектов безопасности и эффективной деятельности экипажей космических станций в проведении полетных медико-биологических исследований применительно к задачам МКС и будущим межпланетным полетам.

Участники XIV Совещания российско-американской рабочей группы по космической биологии и медицине (ИМБП, 2011 год)

К разряду наиболее значимых результатов деятельности СРГ следует отнести издание в 1975 году совместного советско-американского трехтомника «Основы космической биологии и медицины», совместные медико-биологические исследования по проектам «Союз – Аполлон», «Союз – Шаттл», «Мир – НАСА», «Спейс – Шаттл» (SLS-1 и SLS-2), «Бион» № 3–11, «Фотон М» № 2, 3, МКС. Основные итоги работы российских и американских ученых суммированы в 5-томном совместном издании «Космическая биология и медицина», опубликованном в период с 1994 до 2009 года.

ИМБП имеет давние связи с учеными Франции. Начало этим связям было положено еще в 70-е годы прошлого столетия при разработке (в рамках двусторонней рабочей группы по космической медицине и биологии) научной программы медико-биологических исследований «Космонавт» (эксперименты «Поза», «Эхография», «Цитоз-2», «Биоблок-3») применительно к подготовке первого совместного полета советского и французского космонавтов, заинтересованности и активном участии французских специалистов в реализации космической программы «Бион».

Совместные российско-американские многотомные издания по космической биологии и медицине

Созданный в последние годы по проекту «Кардиомед» комплекс современной диагностической аппаратуры проходит апробацию в перечне бортовых средств МКС, предназначенных для проведения медицинского контроля за состоянием здоровья космонавтов. В рамках соглашения РАН с Национальным центром научных исследований Франции и договора о сотрудничестве ИМБП с университетом г. Анжэ 1 января 2010 года впервые создана совместная Международная ассоциативная лаборатория «Дисфункция сердечно-сосудистой системы, индуцированная невесомостью и условиями жизнедеятельности: протеомные, клеточные и интегративные подходы».

Участники советско-французской встречи (Корсика, 1976 год)

Тесные связи поддерживаются специалистами ИМБП и с учеными Германии. Официальное сотрудничество в области космической биологии и медицины началось после подписания в октябре 1988 года «Соглашения о научно-техническом сотрудничестве в области исследования и использования космического пространства в мирных целях» между Федеральным министерством научных исследований и технологии ФРГ и Академией наук СССР. В дальнейшем основные направления сотрудничества по космической биологии и медицине были конкретизированы в соглашениях, договорах и контрактах между ИМБП как ведущим учреждением в России по медико-биологическому обеспечению космических полетов и институтами, организациями и клиниками Германии. Среди этих организаций следует отметить Институт авиационной и космической медицины (DLR, г. Кельн), Университет им. Людвига Максимилиана (г. Мюнхен), Клиника «Бавария Крейша» (г. Дрезден),

компания «Евроспейс» (г. Флеа), Свободный Университет (г. Берлин), Институт патофизиологии клиники «Шарите» Университета им. Гумбольдта (г. Берлин).

Важным шагом для развития взаимовыгодного сотрудничества послужило подписание в 2003 году «Кооперативного соглашения между Германским аэрокосмическим центром (DLR) и ИМБП», создание двусторонней рабочей группы DLR/ИМБП по космическим наукам о жизни и подписание в 2005 году «Меморандума о взаимопонимании по реализации работ в области адаптации человека в экстремальных условиях» между ИМБП и Центром космической медицины Берлинского медицинского университета.

В дни работы 10-го Совещания рабочей группы DLR/ИМБП по космическим наукам о жизни (г. Сергиев Посад, 2012 год)

Сотрудничество охватывает широкий спектр работ по космическим медико-биологическим программам, включая разработку и выполнение исследований на МКС с участием членов экипажа, на беспилотных биологических спутниках, в российских и германских наземных комплексах, параболических полетах, на вышках и ракетных зондах. Доверительные партнерские отношения, сложившиеся между российскими и немецкими специалистами, позволили подготовить и успешно осуществить программы медико-биологических исследований во время полетов европейских (в том числе немецких) астронавтов на ОС «Мир» и МКС, программу проекта «Фотон М-3» по изучению влияния невесомости на различные физиологические системы и особенности водной регуляции у монгольских песчанок.

Большое внимание в сотрудничестве с германскими специалистами уделяется проведению опережающих наземных исследований с целью разработки новых перспективных средств и методов для оценки состояния здоровья и повышения безопасности экипажей как орбитальных, так и будущих межпланетных полетов.

Так, в эксперименте по моделированию пилотируемого полета на Марс была апробирована, а впоследствии использована на МКС аппаратура «Электронный нос» для микробиологического контроля среды обитания.

В Кельне, на базе Европейского центра подготовки астронавтов, и в Москве (ЦКБ РАН, клинический отдел ИМБП) проведен медицинский отбор добровольцев в экипаж проекта «Марс-500». В состав экипажа предварительного наземного эксперимента со 105-суточной изоляцией, проведенного в ИМБП в 2009 году, был включен представитель Германии – военный инженер Бундесвера Oliver Knickel. Большую заинтересованность в поддержке проекта «Марс-500» проявили немецкие фирмы – производители продуктов питания (Apetito, Enervit, Hipp), медицинской техники и материалов (Medisana), а также средства массовой информации Германии (Deutche Welle, RTL Television, ARD, ZDF, № 24, WRD, DPA, RTL Radio Die Welt, Suddeutsche Zeitung, Reue Bircher Beitung).

Важным направлением двусторонней деятельности является внедрение достижений космической медицины в практику здравоохранения на Земле. Большим подспорьем в решении этой задачи являются традиционно проводимые в Берлине специалистами Германии из DLR, EADS, Берлинского Центра космической медицины совместно с учеными ИМБП научно-технические конгрессы и выставки «Достижения космической и экстремальной медицины для охраны здоровья на Земле». Научная программа конгрессов и экспонаты выставок вызывают серьезную заинтересованность представителей космических агентств, научных центров, институтов и промышленных компаний многих стран, позволяют широко пропагандировать, продвигать и внедрять в практику здравоохранения российские достижения в области космической биомедицины.

Постоянный обмен опытом с ведущими учеными зарубежных стран и использование в научных лабораториях ИМБП передовых технологий позволяет нашим специалистам выполнять медико-биологические исследований на самом высоком научном уровне и получать принципиально новые, значимые научные результаты. Мировая научная общественность проявляет серьезный интерес к исследованиям и публикациям, выходящим из стен Института. Немаловажным компонентом успеха в формировании международной кооперации и развитии международного сотрудничества является участие в международных научных конференциях и привлечение ведущих сотрудников к работе в международных науч-

Президиум пленарного заседания 17-го Международного симпозиума «Человек в космосе». Слева направо: В.А. Рогожников, А.И. Григорьев, генеральный секретарь Международной академии астронавтики Ж.-М. Контан, В.В. Моргун (Москва, 2009 год)

ных организациях. Специалисты Института – постоянные участники, члены программных комитетов и руководители секций таких престижных мировых научных форумов, как: Международные астронавтические конгрессы, Заседания научной ассамблеи Комитета по исследованию космического пространства (КОСПАР), Международные симпозиумы «Человек в космосе», Международные симпозиумы по гравитационной физиологии, Международные саммиты по космической медицине, Научные заседания Ассоциации авиакосмической медицины.

В 2006–2009 годы академик А.И. Григорьев являлся вице-президентом Международной астронавтической федерации. В течение последних 10 лет ученые ИМБП имеют постоянное представительство в Комиссии № 2 и Попечительском совете Международной академии астронавтики, координирующим вопросы по космическим наукам о жизни; 32 сотрудника Института являются членами Международной академии астронавтики. За выдающийся вклад в развитие космической медицины академик О.Г. Газенко был удостоен высшей награды Международной академии астронавтики – Премии им. Теодора Кармана. За цикл научных работ академик А.И. Григорьев, член-корреспондент РАН профессор И.Б. Козловская и профессор А.Д. Егоров награждены Почетными дипломами секции «Космические науки о жизни» Международной академии астронавтики. За достижения в области медицинского обеспечения космических полетов к.м.н. И.Б. Гончаров удостоен награды Президента Международной авиакосмической медицинской ассоциации. Международный авторитет и признание ведущих специалистов ИМБП свидетельствуют о лидерстве российских ученых в космических медико-биологических исследованиях.

Торжественная церемония вручения медали и мантии доктора Honoris Causa профессору В.С. Оганову (9-й слева). (Франция, Лионский университет, 1993 год)

Международное сотрудничество является важной составляющей успешно проводимой Институтом научно-практической деятельности, позволяющей аккумулировать передовые технологии и методологии, современную аппаратуру, получать новые знания и обмениваться опытом и результатами уникальных экспериментов. Институт – общепризнанный мировой лидер в области космической медицины и биологии, организатор и координатор крупнейших и значимых исследовательских программ и проектов, осуществленных и осуществляемых в пилотируемых и беспилотных космических полетах и в наземных экспериментах.

Учитывая перспективы развития космонавтики, ученые и специалисты ИМБП заинтересованы не только в сохранении, но и в дальнейшем развитии сотрудничества, прежде всего по таким крупным проблемам, как:

– адаптация организма к условиям длительного, в том числе межпланетного полета;

– управление функциональным состоянием человека в космическом полете и целенаправленная коррекция неблагоприятных изменений в организме с целью сохранения здоровья и профессионального долголетия космонавта;

– жизнеобеспечение человека в космическом полете, включая внекорабельную деятельность, создание перспективных биолого-технических систем жизнеобеспечения;

– поиск внеземной жизни.

Некоторые из этих проблем уже давно стали предметом совместных исследований и обмена научной информацией, другие требуют терпеливого и вдумчивого подхода к их совместному решению в будущем.

3.5. Участие ИМБП в проекте «Буран»

Взлет орбитального пилотируемого корабля «Буран»

Создание многоразового орбитального пилотируемого корабля (ОК) «Буран» и ракеты-носителя «Энергия» является выдающимся достижением отечественной науки и промышленности.

«Буран» – это корабль, который воплотил в себя новое направление в развитии отечественной космической техники, но вместе с тем явился логическим продолжением предыдущих разработок с расширением выполняемых в полете задач и с совершенствованием самой техники. От космических кораблей-предшественников его отличали многоразовость применения, новые возможности по выполнению транспортных задач и орбитальных операций, использование планирующего спуска в атмосфере и горизонтальной («по-самолетному») посадки на аэродром, внедрение в конструкцию и системы новых технических идей и решений. Применение планирующего спуска привело к необходимости разработки и использования многоразовой тепловой защиты и конструкции, также поставило перед космической медициной задачу обеспечения работоспособности экипажа в случае ручного управления посадкой после кратковременного пребывания в невесомости.

Решением Комиссии по военно-промышленным вопросам при Совете министров СССР от 18.12.1986 года № 349 ИМБП был определен головной организацией по медико-техническому сопровождению создания «Бурана», включая обеспечение высокой работоспособности и сохранение здоровья его экипажей.

Для выполнения этой задачи необходимо было разработать не только бортовые средства медицинского обеспечения экипажей, но и создать наземные стенды для отработки методик отбора экипажей и проведения исследований.

Научными руководителями этих работ в ИМБП были: в 1977–1983 годы А.М. Генин, в 1984–1985 годы О.Г. Газенко, в 1985–1989 годы А.И. Григорьев, в 1990–1991 годы В.М. Баранов, В.В. Богомолов. В 1984–1990 годы по программе «Космическая болезнь движения» – И.Б. Козловская. С 1977 по 1989 год техническое сопровождение работ осуществлял Главный конструктор ИМБП Б.А. Адамович.

Ответственными исполнителями работ по ОК «Буран» в ИМБП с 1977 по 1983 год были Л.В. Гусева, с 1984 по 1991 год А.А. Антонов и Л.В. Гусева.

Продолжительность полета ОК «Буран» по основному варианту составляла 7 суток, что соответствовало времени острого периода адаптации человека к невесомости, когда его работоспособность существенно снижается. Эта проблема осложнялась тем обстоятельством, что на завершающем этапе полета при посадке деятельность членов экипажа становится наиболее ответственной и активной.

Институтом с целью выполнения поставленных перед ним задач были разработаны: бортовые средства и методики, а также наземные стенды.

Бортовые средства медико-биологического обеспечения условно делились на средства медицинского контроля, средства профилактики неблагоприятного воздействия факторов полета, средства радиационного контроля, средства санитарно-гигиенического обеспечения и средства оказания медицинской помощи.

Средства медицинского контроля обеспечивали непрерывный контроль функционального состояния членов экипажа, находящихся в скафандрах, на активных участках полета и при выходе в открытый космос, периодический медицинский контроль для прогнозирования состояния здоровья экипажа с проведением функциональных проб на этапе орбитального полета, а также оценку эффективности профилактических и лечебных мероприятий.

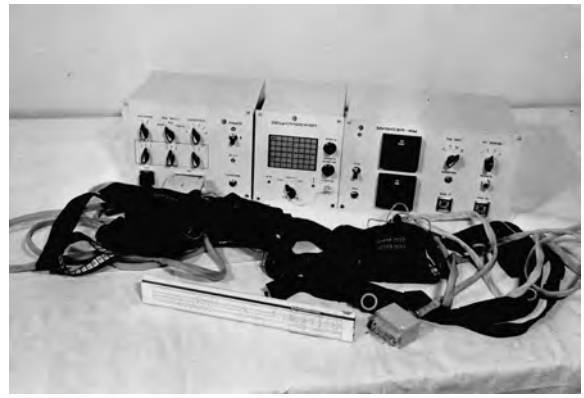
Непрерывный контроль функционального состояния членов экипажа проводился с помощью средств оперативного медицинского контроля (комплексов «Бета-06», «Альфа-09») по минимальному набору клинико-физиологических показателей (электрокардиограммы, пневмограммы, ушной пульсограммы, реограммы, частоты сердечных сокращений, температуры тела) на этапах выведения, стыковки, спуска, посадки и при ВКД. Периодический медицинский контроль проводился с помощью комплекса «Гамма-3» и магнитного регистратора, позволяющих более глубоко оценивать эффективность профилактических и лечебных мероприятий в полетах продолжительностью до 30 суток и в определенной степени прогнозировать функциональное состояние и здоровье членов экипажа по показателям электрокардиограммы в 12 отведениях и в трех ортогональных отведениях, венозно-артериальной пульсограммы, реоплетизмограммы, артериального давления.

Оперативный контроль радиационной обстановки во время полета и индивидуальных доз облучения членов экипажа с учетом высоты полета и наклонения круговых орбит осуществлялся с помощью бортового дозиметра «РД-3», индивидуального прямопоказывающего дозиметра «ИПД-2» и индивидуальной дозиметрической сборки «Д-3М».

Комплекс «Бета-06» для ОК «Буран»

Комплекс «Альфа-09» для ОК «Буран»

Регистратор магнитный РМ6-12М для ОК «Буран»



Комплекс «Гамма-03» для ОК «Буран»

Средства профилактики использовались для поддержания работоспособности членов экипажа и профилактики неблагоприятного воздействия ряда факторов полета, в основном, невесомости и перегрузок в направлении «голова – таз», действующих на участке спуска и посадки.

Известно, что невесомость, особенно в кратковременных (до 12 суток) полетах, существенно влияет на физиологические функции членов экипажа и психический статус, вызывая в первые дни вестибуловегетативные расстройства и снижая в первые 5–7 суток работоспособность. При полетах большей продолжительности развивается частичная атрофия мышц, ответственных за поддержание вертикальной позы, и уменьшается содержание минерального компонента в костях. Это обстоятельства не вызывает какой-либо угрозы в кратковременных полетах, однако должно учитываться при полетах продолжительностью порядка 30 суток.

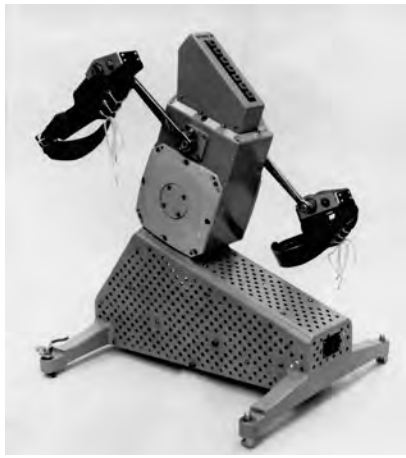
Данные ИМБП, полученные в исследованиях после трехсуточной иммерсии, показали, что устойчивость человека к перегрузкам величиной 3 G в направлении «голова – таз» снижалась на 48 %. Из этого следовало, что у членов ОК «Буран» после воздействия невесомости существенно увеличивается риск развития расстройств зрения в форме «серой» и «черной» пелены с последующей потерей сознания. Для предотвращения этих явлений предусматривалось использование таких средств профилактики, как фармрецептура болезни движения, велоэргометр «ВБ-4», стенд «Бегущая дорожка» «БД-1», пережимное средство «Браслет», электромиостимулятор «Тонус-3», водно-солевые добавки, противоперегрузочное устройство «Каркас».

Средства санитарно-гигиенического обеспечения включали средства личной гигиены, комплект предметов туалета, электробритву, гигиеническое белье «Камелия», салфетки санитарные для поверхностей и пылесос.

Средства оказания медицинской помощи были предназначены для проведения лечебно-профилактических мероприятий в случае возникновения заболеваний и травм, коррекции функциональных расстройств и поддержания работоспособности членов экипажа ОС. Они включали бортовую аптечку (7 суток полета) или

Комплекс СМБО и СОИ экипажей МКС «Буран»

Наименование средств	Предприятие-изготовитель	Специалисты Института – участники разработки
Средства медицинского контроля: – при внекорабельной деятельности («Бета-06»); – на активных участках полета («Альфа-09»); – для углубленного медицинского обследования («Гамма-3», «Мимоза-4М», магнитный регистратор «РМ-6М»)	СКТБ «Биофизприбор»	Б.М. Федоров, В.В. Ткачев, И.И. Попов, В.И. Сомов, Л.М. Комарова, К.К. Щербаков, О.Г. Ицеховский, А.П. Шуленин
Средства радиационного контроля: – дозиметр групповой («РД-3»); – дозиметр прямопоказывающий индивидуальный («ИПД-2»); – индивидуальные дозиметры («ИД-3М»)	НИЯФ, МГУ им. М.В. Ломоносова, ИМБП	Е.Е. Ковалев, Ю.А. Акатов, В.В. Бенгин, В.Г. Митрикас, В.В. Архангельский, В.В. Маркелов, И.В. Черных, В.В. Шустрова
Средства профилактики неблагоприятного воздействия факторов полета: – фармрецептуры профилактики болезни движения («Р-1», «Р-2», «Р-3», «Р-4»); – велоэргометр («ВБ-4»); – бегущая дорожка («БД-1») с комплектом эспандеров (была начата разработка «УКТФ-3» с нагружателями для рук); – пережимные манжеты («Браслет»); – электромиостимулятор («Тонус-3»); – противоперегрузочный костюм («Каркас-2») (была начата разработка ППУ «Кентавр») – водно-солевые добавки (ВСД)	ИМБП, СКБ ЭО при ИМБП, ИБФ, СКТБ «Биофизприбор», ВНИИПП и СПТ	В.С. Шашков, Н.Г. Лакота, Р.Р. Галле, В.И. Степанцов, И.Б. Козловская, Л.И. Какурин, В.М. Михайлов, В.В. Лобачик, Е.А. Ильинская, А.Р. Котовская, И.Ф. Виль-Вильямс, В.Г. Исупов, И.И. Брянов
Средства оказания медицинской помощи: – аптечка бортовая («АБ»); – укладка медицинская («УМ»)	ИМБП	Л.Л. Стажадзе, И.Б. Гончаров, В.В. Ленский, И.В. Ковачевич
Средства санитарно-гигиенического обеспечения: – салфетки и полотенца сухие и влажные для гигиенических процедур, салфетки для АСУ, для поверхностей интерьера; – комплект предметов туалета (КПТ); – белье повседневное и спортивное («Камелия»); – пылесос («Ракета-7С»); – косметический прибор	ИМБП, СКБ ЭО при ИМБП, ИБФ, ДАЗ им. 50-летия СССР	А.Н. Викторов, Н.Д. Новикова, Г.А. Шумилина, Н.А. Поликарпов, Н.В. Кондрашова, Е.А. Дешевая, А.Д. Носкин, Л.Н. Неверова, В.Г. Комарова
Средства обеспечения питанием: – рационы питания, основной и дополнительный; – средства приема и подогрева пищи	ВНИИПП и СПТ	В.П. Бычков, С.К. Каландаров, А.К. Сивук, А.Н. Агуреев



Велотренажер ВБ-4

Тренажер «Бегущая дорожка» для ОК «Буран»

медицинскую укладку (30 суток полета), состав которой подбирался на основе прогнозирования заболеваний и функциональных расстройств у членов экипажа во время полета с учетом опыта космических полетов и анализа заболеваемости среди малых групп, работающих в экстремальных условиях.

В 1984–1990 годах в ИМБП выполнялась научно-исследовательская программа «Космическая болезнь движения». Результатом стала разработка научно обоснованной системы профилактики космического адаптационного синдрома, существенно снижающего работоспособность космонавтов в острый период адаптации к невесомости.

Кооперация по программе включала более 40 предприятий. Для решения задач исследования институтом были созданы:

1. Стенд «Вега» – для имитации острого периода адаптации к невесомости (уточнения методов отбора экипажей «Бурана»);
2. Стенд «МПК» (модифицированные параллельные качели) – для уточнения методов отбора экипажей «Бурана»;
3. Тренажер «Оператор»;
4. Кабина «Юпитер»;
5. Стенд «Костюмная иммерсия»;
6. Модернизированная стендовая база (модель БД) (стенд постоянной иммерсии, стенд безопорного вращения).

Институт участвовал в сопровождении горизонтально-летных испытаний аналога ОК «Буран» в части оценки психофизиологической напряженности операторской деятельности в ручном и автоматическом режимах управления посадкой (В.П. Сальницкий и Б.Н. Рыжов).

Таким образом, ИМБП внес существенный вклад в разработку медико-технического сопровождения ОК «Буран».

Глава 4
ИСПЫТАТЕЛИ, КОСМОНАВТЫ И КАНДИДАТЫ В КОСМОНАВТЫ

4.1. Испытатели ИМБП

Их называют «наземными» космонавтами, «космонавтами номер ноль», космическими лоцманами. Благодаря этим людям, в том числе, стали возможными достижения и в космосе, и в морских глубинах.

Долгие годы официально считалось, что в нашей стране испытания на людях не проводятся, должности «испытатель» в ИМБП не было, а сотрудников, оформляемых на должности механиков, техников, лаборантов, инженеров и т.д. для проведения экспериментов, именовали испытуемыми (или обследуемыми). Соответственно, эксперименты, проводимые на людях, именовались обследованиями с участием испытуемых (обследуемых). При этом, конечно, учитывались принципы добровольности, моральная и материальная заинтересованность, право на безнаказанный отказ от продолжения эксперимента, на оказание испытуемому, при необходимости, медицинской помощи, но практика независимой биоэтической экспертизы обоснованности и безопасности экспериментального исследования отсутствовала.

В феврале 1993 года директор ИМБП академик О.Г. Газенко совместно с группой членов РАН и РАМН выступил с открытым «Обращением к научной общественности и руководителям российской науки», призывающим создать при научных учреждениях, проводящих биомедицинские исследования, комитеты по биоэтике, призванные защищать права и интересы испытуемых и предотвращать негуманное обращение с животными (А.И. Григорьев, И.Д. Пестов, 2011).

Основы для урегулирования производственных споров между экспериментаторами и испытателями были заложены с созданием «Комиссии по биомедицинской этике» Института медико-биологических проблем, которая получила полномочия рассматривать и давать заключение о соответствии биоэтическим нормам экспериментальных исследований, которые планируется проводить с участием человека и на животных, в наземных условиях и в космических полетах. Деятельность этой комиссии была рассчитана на защиту безопасности, прав и достоинства добровольцев, согласившихся выступить в роли объектов исследования, а также на обеспечение гуманного обращения с животными.

Первым председателем комиссии был А.М. Генин, которого на этом посту сменил И.Д. Пестов. В настоящее время эта комиссия именуется «Комиссией по биомедицинской этике Физиологической секции Российского комитета по биоэтике». Возглавляет ее доктор медицинских наук, профессор Е.А. Ильин.

Испытатели делятся на штатных, внештатных и самоэкспериментаторов.

Штатные испытатели

Первая группа штатных испытателей ИМБП (10–12 человек) была набрана в апреле-мае 1964 года. Ее костяк составили отслужившие солдаты-испытатели-москвичи из команды испытателей ГНИИИ АиКМ МО СССР (И.И. Харачабан, Г.П. Завадовский и др.). В эту команду отбирались только абсолютно здоровые лица. Медицинский отбор первой группы испытателей ИМБП проводился в основном на базе 6 Клинической больницы, инициатором был Г.П. Михайловский. Впоследствии эти испытатели пригласили в ИМБП своих друзей, также отслуживших срочную службу. В этой связи следует поздравить предшественников испытателей ИМБП – ныне здравствующих испытателей из команды ГНИИИ АиКМ МО с 60-летием создания этой команды (30 июня 1953 года) и вспомнить тех, кто не дожил до наших дней.

Первые испытатели ИМБП были оформлены на должности техников с окладами 100 рублей (для сравнения – инженер тогда получал 140–180 руб. в месяц). За участие в испытаниях они получали дополнительное вознаграждение. Врачами, осуществлявшими медицинский контроль за испытателями и предоставлявшими материалы их обследования на врачебно-экспертную комиссию ИМБП, в период с 1964 по 1986 год поочередно были: В.И. Лобачик, Ю.С. Мдинарадзе, Н.В. Татаринова, Т.Д. Васильева, М.М. Маник, М.Я. Толмачева.

Испытатели обычно работали 5–6 лет. При увольнении они проходили заключительное обследование в полном объеме, а результаты обследования рассматривались на заседании врачебно-экспертной комиссии (ВЭК) ИМБП. В решении ВЭК указывалось состояние здоровья испытателя. Карты клинико-физиологического обследования хранились в архиве группы медицинского контроля.

За время существования группы штатных испытателей с 1964 года до начала 1990-х годов в ней работало 59 человек. Все они стремились к расширению кругозора, что повышало ценность проводимых с их участием экспериментов. В группе испытателей каждый четвертый был студентом или имел диплом о высшем образовании, это было новое качество участника испытаний. Во время учебы испытатели получали специальность. Испытатели ИМБП активно сотрудничали с врачами, проводившими исследования.

Примером этого может служить содружество испытателя С.И. Нефедова с проф. Е.Б. Шульженко. Они совместно принимали решение о продлении «сухой иммерсии» с 28 до 56 суток. К этому решению присоединился и напарник С.И. Нефедова – И.К. Палатов.

С.М. Кузнецов, В.И. Мохначев, Е.Г. Ромашко имели высшее образование. Инженерами стали: А.Д. Каманин, Е.А. Кирюшин, В.П. Кузьмищев, Б.В. Марычев, С.И. Нефедов, А.М. Никитин, Э.В. Рябов, А.В. Феофанов. Окончил юридический институт и впоследствии работал в прокуратуре И.К. Палатов. В МГУ учились Б.В. Перов (факультет психологии), Ю.Г. Данец (окончил 4 курса биофака). Окончили училище им. Гнесиных В.А. Добыко и техникум В.П. Смирнов. Ф.М. Мазепа поступил в дипломатическую академию. В 1965 году старшим группы испытателей ИМБП и руководителем физической подготовки был назначен и до 1990 года исполнял эту обязанность участник Великой Отечественной войны лаборант Сергей Михайлович Кузнецов. За испытательскую деятельность он в 1997 году был награжден Орденом мужества. Наивысшие награды Родины (звание Героя Российской Федерации) получили испытатели С.И. Нефедов и Е.А. Кирюшин. Орденами Трудового Красного Знамени награждены за годовой эксперимент Г.А. Мановцев, А.Н. Божко и Б.Н. Улыбышев.

Герой Российской Федерации С.И. Нефедов

Г.П. Михайловский

М.М. Коротаев

Довольно подробно об испытателях ИМБП рассказано в очерке Георгия Петровича Михайловского (заместителя заведующего сектором, заместителя председателя ВЭК) и старшего группы испытателей ИМБП Сергея Михайловича Кузнецова «Испытатели-добровольцы ИМБП (1964–1986 гг.)» (2005), а также в материале заведующего отделом подготовки космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей Маркса Михайловича Коротаева «Незабываемое. Становление отбора и подготовка космонавтов гражданских ведомств» (2003).

Внештатные испытатели

Несмотря на наличие в ИМБП штатных испытателей, большинство экспериментов все же было проведено с участием внештатных испытателей (сотрудников подразделений ИМБП, в которых проводились испытания, членов их семей и приглашенных друзей, а также сотрудников смежных учреждений).

Внештатные испытатели, как правило, подбирались и рекомендовались ответственным врачом, проводящим испытания. В направлении на медицинское обследование и допуск к работе указывались тип и характер испытания. Объем медицинского обследования определялся исходя из условий данного испытания,

заводилась персональная медицинская карта испытателя, в которой регистрировали все виды испытаний и результаты медицинских обследований за все годы работы внештатным испытателем. Медицинская карта хранилась в группе медицинского контроля.

ВЭК ИМБП давала внештатным испытателям допуск только к данному конкретному испытанию. Во время эксперимента испытатели работали под контролем ответственного за испытание врача.

Перед каждым испытанием, в соответствии с «Положением об испытаниях и исследованиях, проводимых в ИМБП», заполнялся бланк «Информированное согласие» – карта испытателя, в которой фиксировались результаты медицинского осмотра перед испытанием, допуск врача, проводящего исследование (эксперимент), к испытанию. Испытатель расписывался в карте в графе «С условиями испытания ознакомлен» и таким образом давал свое письменное согласие на участие в нем.

При участии испытателей в сложных (тяжелых) исследованиях (центрифуга, термокамеры, высотные «подъемы» в барокамере и др.) все внештатные испытатели за сутки до эксперимента помещались в стационар «Клиники здорового человека». Утром у них измерялась температура и проводился анализ крови. В некоторых случаях брали на анализ мочу. Получив результаты лабораторных исследований, врач проводил осмотр, измерял артериальное давление и давал разрешение на допуск к данному исследованию. Перед новым исследованием (испытанием) внештатный испытатель вновь проходил обследование, и вновь принималось решение ВЭК.

При участии внештатного испытателя в исследовании, продолжающемся длительное время (включая период реабилитации), по правилам, действующим в ИМБП, он на этот срок оформлял отпуск за свой счет без сохранения должностного оклада.

При подготовке к гипербарическим исследованиям и испытаниям имелись определенные отличия от общих принципов отбора, освидетельствования и допуска, обусловленные особенностями пребывания в условиях повышенного давления.

Многие воспоминания испытателей читаются как увлекательные повести. В их числе очерк Х.В. Хобихожина «Эксперимент SFINCSS – взгляд изнутри» (2001). Автор воспоминаний – участник двух 120-суточных экспериментов с антиортостатической гипокинезией, экспериментов с иммерсией, в барокамере, на центрифуге, с изоляцией и многих других; провел в условиях модельных экспериментов более двух лет «чистого времени». Будни внештатных испытателей в условиях проведения экспериментов на природе описаны В.В. Круговых (2011–2013).

Год в «земном звездолете»

Для решения ряда задач, связанных с разработкой СЖО для обеспечения возможности длительного пребывания человека в гермообъекте и создания частично

замкнутого «круговорота веществ», в ИМБП был проведен годовой эксперимент (5 ноября 1967 года – 5 ноября 1968 года) с участием трех испытателей-добровольцев: врача Г.А. Мановцева (руководитель группы), биолога А.Н. Божко, техника Б.Н. Улыбышева.

Участники годового эксперимента в наземном лабораторном комплексе, испытатели-добровольцы, сотрудники ИМБП, слева направо: Г.А. Мановцев, А.Н. Божко и Б.Н. Улыбышев

Научным руководителем проекта являлся первый заместитель директора ИМБП Ю.Г. Нефедов, имевший значительный опыт исследований по проблеме обитаемости атомных подводных лодок. Непосредственное участие в организации и обеспечении эксперимента принимали заместитель директора Б.А. Адамович и главный инженер С.Б. Максимов. Ответственным врачом была А.А. Веселова, ответственным инженером – В.Н. Стефов, а доверенным врачом экипажа – Ю.С. Мдинарадзе.

Системы экспериментального комплекса обеспечивали возможность пребывания испытателей-добровольцев в бытовом отсеке кабины (площадь – 12 м^2) и оранжерее, регенерацию питьевой воды из мочи и конденсата атмосферной влаги, регенерацию санитарно-бытовых вод, очистку атмосферы от диоксида углерода и вредных примесей, регенерацию кислорода.

В бытовом отсеке размещались исследовательская аппаратура, спальные места и предметы быта; поддерживались нормальная температура, давление и влажность воздуха. Системы водообеспечения и освещения создавали в оранжерее оптимальные для выращивания растений условия.

Инфраструктура комплекса включала также системы врачебного контроля и медицинских исследований, химико-аналитического контроля, связи и телевидения, а также систему централизованного контроля и управления экспериментом.

Программа эксперимента предусматривала решение следующих основных задач:

1. Установление возможности пребывания человека в условиях герметичной камеры ограниченного объема при употреблении воды и кислорода, регенерируемых из продуктов жизнедеятельности человека, и использовании обезвоженных продуктов питания.
2. Исследование влияния условий длительного пребывания в гермокамере на организм человека.
3. Оценка эффективности работы систем, основанных на регенерации продуктов жизнедеятельности человека.

Члены экипажа выполняли медицинские и биологические исследования, осуществляли контроль за работой систем, обслуживали оранжерею. Отводилось так-

Б.Н. Улыбышев за сбором урожая

же время на уборку помещения, приготовление и прием пищи, отдых. В течение эксперимента испытатели помимо обычной воды употребляли в пищу воду, регенерированную из мочи и конденсата атмосферной влаги. Меню рациона питания, состоявшего из высушенных вакуумной сушкой натуральных продуктов, было четырехразовым с повторяемостью блюд через пять суток. С 22 января 1968 года к основному рациону добавилась свежая зелень (кресс-салат, хибинская капуста, укроп), выращиваемая в оранжерее.

В процессе эксперимента последовательно были подключены все системы комплекса, в результате чего был достигнут частичный круговорот воды (включая санитарно-бытовые воды) и максимальная для этого состава систем степень регенерации кислорода.

В основу оценки работоспособности испытателей был положен большой комплекс клинико-физиологических исследований с систематическими измерениями жизненно важных показателей. Были отмечены изменения в частоте пульса и дыхания, величинах максимального и минимального артериального давления, массы тела, которые в целом не носили критического характера. В то же время были выявлены определенные особенности физиологических реакций организма. Так, комплексный анализ физиологических показателей свидетельствовал о том, что период начальных адаптационных изменений составлял примерно 2 месяца и был обусловлен изменением характера двигательной активности.

Г.А. Мановцев проводит аудиометрию в годовом эксперименте с изоляцией в наземном экспериментальном комплексе (5.11.1967–5.11.1968 г.)

Были получены данные о детренированности системы терморегуляции человека. Повышение температуры в объекте до 30 °С при имитации аварийной ситуации приводило к повышению температуры тела в среднем до 37 °С. Последующая нормализация температурного режима нивелировала неблагоприятные изменения.

В эксперименте были отмечены определенные трудности психологического характера, поскольку численность группы (3 человека) создавала предпосылки для объединения двух ее членов против одного. Но в целом работа экипажа была эффективной, и он выполнил все поставленные перед ним задачи. В годовом эксперименте наряду с научными результатами были получены данные, использованные в дальнейшем при создании СЖО регенерационного типа для пилотируемых космических аппаратов.

В 1994 году в ИМБП был проведен эксперимент со 120-суточной антиортостатической гипокинезией, в котором участвовала группа женщин.

Космонавт В.М. Афанасьев, директор ИМБП А.И. Григорьев и космонавт Ю.В. Усачев на встрече с женщинами – участницами эксперимента со 120-суточной антиортостатической гипокинезией (1994 год)

Гипербарические исследования и испытания

С начала 1980 до ввода в эксплуатацию в 1993 году глубоководного водолазного комплекса ГВК-250 испытатели ИМБП принимали участие в экспериментальных исследованиях, проводимых на барокомплексе «Кролик» Южного отделения Института океанологии АН СССР (ЮО ИОАН) им. П.П. Ширшова (Геленджик) и на водолазном судне «Спрут» Министерства газовой промышленности (Баренцево море). Ряд этих экспериментальных спусков в лабораторных и морских условиях был проведен в условиях ранее не применявшихся газовых сред и режимов. В экспериментах были установлены отечественные и мировые рекорды величин повышенного давления, не превзойденные до настоящего времени. Научным руководителем исследований в Геленджике был А.М. Генин, ответственным исполнителем А.И. Дианов, затем – И.П. Полещук.

А.М. Генин, М.П. Бобровницкий, И.П. Полещук, А.М. Михненко, В.В. Исаенко на барокомплексе «Кролик» (Геленджик, 1983 год)

В 1981–1987 годах на базе ЮО ИОАН в экспериментальных исследованиях с использованием кислородно-азотно-гелиевых и кислородно-неоновых сред принимали участие врачи ИМБП: Р.Д. Унку, А.В. Суворов, М.П. Бобровницкий, В.Н. Семенцов, Т.Ю. Гусейнов, А.Е. Михненко, С.В. Родченков, В.И. Богданов. В первом экспериментальном спуске в мае 1981 года с длительным пребыванием (ДП) в кислородно-азотно-гелиевой среде на «глубине» 100 м в течение 3 недель врачами-испытателями были Р.Д. Унку, М.П. Бобровницкий и А.В. Суворов. В этом же году Р.Д. Унку уча-

Старший инженер-водолаз ЮО ИОАН В.К. Тутубалин и врач-физиолог ИМБП Р.Д. Унку во время пребывания на «глубине» 450 метров

Старший инженер-водолаз ЮО ИОАН В.С. Подымов и врач-физиолог ИМБП А.В. Суворов во время эксперимента (10 мая – 12 июня 1984 года)

ствовал в экспериментах под давлением 200 и 350 м. Лабораторный эксперимент на «глубине» более 300 м был выполнен впервые в нашей стране. В 1984 году Р.Д. Унку и А.В. Суворов приняли участие в новом рекордном спуске с 3-недельным пребыванием под давлением 350 м вод. ст. и с последующим 3-суточным пребыванием на 450 м вод. ст.

В 1986 году Р.Д. Унку участвовал в одном из первых в мире «спусков» в барокамере в кислородно-неоновой среде в режиме ДП на 250 м вод. ст., а затем было выполнено кратковременное «погружение» в кислородно-неоновой среде В.Н. Семенцова и А.Е. Михненко на «глубину» 410 м. Плотность газовой среды в барокомплексе (32 кг/м^3) была в 27 раз больше, чем у воздуха в обычных условиях, и соответствовала плотности кислородно-гелиевой среды на глубине 2 км. В ходе эксперимента врачи-испытатели выполняли различные исследования, в том числе такие сложные, как введение себе в трахею интубационной трубки. При этом до «глубины» 360 м испытатели были даже в состоянии работать на велоэргометре. Это до сих пор непревзойденный мировой рекорд в неонсодержащей газовой среде.

С середины 1980-х ИМБП активно включился в работы по медицинскому обеспечению глубоководных работ на морских нефтегазопромыслах. В экспериментальном спуске на глубину 305 м на водолазном судне «Спрут» в декабре 1985 года вместе с водолазами-глубоководниками «Арктикморнефтегазразведки» в качестве акванавтов приняли участие врачи ИМБП Б.А. Власов и В.Ю. Берелавичус. Этот спуск был повторением до сих пор не побитого в нашей стране отечественного рекорда, установленного в 1956 году военными водолазами. В сложных условиях длительного пребывания под высоким давлением в морских условиях врачи ИМБП успешно справились с медицинским обеспечением спускавшихся под воду водолазов-глубоководников.

После установки в 1992 году на базе ИМБП «Планерная» глубоководного водолазного комплекса ГВК-250 и монтажа вспомогательных систем потребовалось проверить в действии все системы и комплекс в целом. Этот первый в Минздраве России барокомплекс был смонтирован предприятием «СпецСМУ-19», а все подготовительные и черновые работы выполнялись сотрудниками ИМБП. После серии технических испытаний были поэтапно проведены экспериментальные спуски с участием испытателей для оценки функционирования комплекса при различных условиях эксплуатации.

Как и в космических исследованиях, основной контингент испытателей при проведении исследований и испытаний в условиях гипербарии составляли врачи и инженеры – сотрудники ИМБП (главным образом отдела барофизиологии и во-

долазной медицины, возглавляемого Б.Н. Павловым). В дальнейшем в этих исследованиях участвовали также члены семей сотрудников ИМБП, представители других организаций (в основном кессонщики Мосметростроя) и студенты различных вузов. Медицинское освидетельствование испытатели вначале проходили в Центральной водолазно-медицинской комиссии Минздрава России на базе клинического отдела ИМБП, а с 1997 года, после создания водолазно-медицинской комиссии ИМБП под председательством Б.Н. Павлова – на базе отдела барофизиологии и водолазной медицины, испытатели допускались к участию в экспериментах после амбулаторного или стационарного обследования (с 2001 года – обычно в 119 Клинической больнице ФМБА России). До начала эксперимента испытатели сдавали зачеты водолазной квалификационной комиссии ИМБП под председательством П.С. Спирькова и проходили тренировочные «погружения» в воздушной среде на различные «глубины», вплоть до 100 м. Обычно до и после эксперимента испытатели в течение 1–2 суток находились на базе ГВК-250 под наблюдением врачей. В это время также проводили фоновые исследования. В остальном организация допуска испытателей к участию в гипербарических исследованиях соответствовала организации, принятой в космических исследованиях.

В приемо-сдаточных испытаниях в феврале 1993 года – длительное пребывание в течение 5 суток под давлением 5 м вод. ст. – первыми «поселенцами» барокомплекса были В.Ю. Берелавичус, В.И. Лавров и С.В. Магер. На следующем этапе испытаний, в марте 1993 года – кратковременный спуск на «глубину» 100 м – в состав группы испытателей вошли В.И. Лавров, Р.Р. Рамазанов, А.Е. Михненко и С.В. Магер. В этом же месяце было проведено третье, заключительное испытание – длительное пребывание на «глубине» 100 м общей продолжительностью 7 суток – с участием испытателей, принимавших участие в предыдущих испытаниях. В ходе испытаний испытатели оценивали условия обитания в барокамере, работу систем жизнеобеспечения, проводили оперативный медицинский контроль с использованием разработанной в ИМБП аппаратуры «Зета-5». Замечания и предложения испытателей легли в основу доработки систем барокомплекса. Приказом директора Института № 77 от 13.12.1993 года ГВК-250 был введен в эксплуатацию. Финалом тестирования ГВК-250 стал экспериментальный спуск с максимальной «глубиной» погружения – 25-суточный эксперимент под давлением 250 м вод. ст., проведенный в период с декабря 1994 года по январь 1995 года с участием испытателей М.С. Шищенко, В.И. Лаврова и П.К. Киреева.

Испытатели (слева направо) М.С. Шищенко, П.К. Киреев и В.И. Лавров

В дальнейшем основным направлением использования ГВК-250 были экспериментальные спуски на «глубины» от 5 до 200 м методами кратковременного и длительного пребывания в гипероксических, нормоксических и гипоксических га-

Научный руководитель эксперимента «Работоспособность и безопасность водолазов при длительном погружении на глубину 250 м» Б.Н. Павлов в ГВК-250 (1994 год)

И.В. Шумилов в перерывах между экспериментами на ГВК-250

зовых средах различного состава. Первое экспериментальное исследование было одним из самых сложных по исполнению и по условиям пребывания испытателей в барокамере. Врачи А.В. Смолин и С.М. Бочаров, а также кессонщики И.В. Шумилов и А.А. Вялов после приема гидазепама или плацебо подвергались быстрой компрессии воздухом до давления 200 м и в течение нескольких часов дышали через маски кислородно-гелиевой смесью. Сопоставление данных электрофизиологических и психофизиологических исследований у испытателей, принимавших разные препараты, показало защитное действие гидазепама от нервного синдрома высоких давлений, что послужило основой для разработки соответствующей инструкции.

С середины 1990-х годов основное внимание уделялось исследованию влияния кислородно-азотных и кислородно-азотно-аргоновых смесей при различном содержании кислорода на умственную и физическую работоспособность (с проведением электрофизиологических, клинико-лабораторных и микробиологических исследований). Медицинский контроль состояния испытателей и исследования в ходе экспериментов и испытаний проводили Б.Н. Павлов, В.В. Смолин, Г.М. Соколов, Л.Б. Буравкова, А.И. Дьяченко, Р.Р. Рамазанов, С.Е. Плаксин, Ю.А. Шулагин, Ю.А. Попова, М.А. Скедина, М.П. Тугушева, В.К. Ильин, З.О. Соловьева и др. Инженерный состав отдела барофизиологии и водолазной медицины под руководством П.С. Спирькова обеспечил безопасное проведение экспериментальных исследований и испытаний, а также принял в них участие в качестве испытателей.

За 5 лет (с 1995 по 1999 год) было выполнено 6 НИР, в которых были проведены многочисленные экспериментальные спуски (только в 1998 году в двух НИР было 29 спусков). Наибольшая нагрузка легла на участников четырех НИР – И.В. Шумилова и А.А. Вялова. Кроме них, испытателями были: Б.Н. Павлов, В.К. Ильин, П.С. Спирьков, В.В. Смолин, Г.М. Соколов, В.И. Лавров, С.В. Плаксин, С.М. Бочаров и А.В. Смолин, инженеры и техники А.В. Девятко, Н.А. Сафир и А.С. Копченков. В экспериментальном спуске 1999 года по 18-суточному пребыванию под давлением 5 м вод ст. в нормоксической пожаробезопасной среде участвовали только родственники сотрудников отдела барофизиологии и водолазной медицины: Н.Б. Павлов, А.С. Плаксин и Д.В. Девятов.

С 2000 по 2012 год наряду с продолжением гипербарических исследований с использованием различных газовых сред было проведено большое количество

испытаний технических средств. Из гипербарических исследований, проводившихся в эти годы, следует отметить два эксперимента по НИР, выполненной в 2003 году, в которых испытатель Н.Б. Павлов и студенты МАИ А.В. Поротиков и Н.Б. Кулиненко по три дня жили и проводили исследования под давлением 5 м вод. ст. в кислородно-азотной среде и после двухсуточного отдыха – в кислородно-азотно-аргоновой среде при парциальном давлении кислорода 0,15 кгс/см^2.

Слева направо: Н.Б. Павлова с успешным окончанием эксперимента поздравляют Г.М. Соколов и В.В. Смолин

Эти же испытатели провели в условиях повышенного давления испытания аппарата «Малыш-К», предназначенного для регенерации кислорода обитаемых отсеков МКС в нештатных ситуациях.

Исследование физической работоспособности в ГВК-250. Испытатели (слева направо) Н.Б. Павлов, А.В. Поротиков и Н.Б. Кулиненко

А.В. Поротиков, Н.Б. Кулиненко и А.Е. Жгутов провели нормобарические испытания в гермообъекте индивидуального аппарата поглощения CO_2 для посадочного модуля, в ходе испытаний осуществлялась дозированная подача в отсек диоксида углерода.

Н.Б. Кулиненко проводит исследования содержания оксида углерода в выдыхаемом воздухе

Испытания технических средств, предназначенных для применения в гипербарической газовой среде, на воде и под водой, проводились в условиях повышенного давления в барокамере, а в отдельных случаях – также в бассейне. Инженеры отдела барофизиологии и водолазной медицины ИМБП Д.Б. Емельянцев, Ф.А. Смелов, Е.А. Французов и П.В. Эссаулов, студенты А.В. Поротиков, Н.Б. Кулиненко, А.Е. Жгутов и М.В. Колосов, представители других организаций участвовали в ряде испытаний технических средств, в числе которых были переоборудованная декомпрессионная барокамера ПДК-2УМ, ингалятор для дыхания подогретыми кислородно-гелиевыми смесями «Ингалит», аппаратура УЗИ внутрисосудистого газообразования, аварийный дыхательный аппарат для очистки от CO_2 гипербарической газовой среды барокамеры и водолазного колокола, водолазный дыхательный аппарат с полузамкнутой схемой дыхания «ДА-21» (проверен под давлением в барокамере и в бассейне), система постоянного протоколирования видеонаблюдения в барокамере, пожаробезопасные

Фоновые испытания аппаратуры оперативного медицинского контроля «ОМК-БК» в барокамере ПДК-2МУ. Электроды на враче А.В. Аникиеве. Обеспечивает запись инженер П.В. Эссаулов

электроподогреваемая одежда, спальные мешки и простыни, гидро- и теплозащитная одежда для спасения плавсостава (6-часовое пребывание на поверхности воды при 0 °С). Д.Б. Емельянцев участвовал в испытаниях мягкой переносной лечебной барокамеры БВТ-П «Кубышка», А.В. Аникиев и М.Е. Тихомирова совместно с инженерами отдела провели испытания под повышенным давлением комплекса аппаратуры оперативного медицинского контроля в барокамере «ОМК-БК».

В 2007 году в 11 барокамерных экспериментах под давлением 30 м вод. ст. Д.Б. Емельянцев, П.В. Эссаулов, Ф.А. Смелов и Е.А. Французов провели испытания барокамерного аппарата подачи лечебных дыхательных смесей по замкнутой схеме с использованием для дыхания кислородно-гелиевых, кислородно-аргоновых и кислородно-криптоновых смесей. При дыхании кислородно-криптоновой смесью в барокамере под контролем врачей-анестезиологов отдела барофизиологии и водолазной медицины ИМБП Н.Б. Павлова и П.Ю. Демидиона у испытуемых был достигнут выраженный анестетический эффект вплоть до стадии хирургического наркоза без отрицательных последствий. Испытания с дыханием криптонсодержащей газовой смесью в условиях повышенного давления были выполнены впервые в мировой практике. Е.А. Французов и врачи Р.Р. Амиров и П.Ю. Демидион провели испытание в барокамере аппаратуры для регистрации дыхательных шумов под повышенным давлением.

В 2012 году в комплексной экспериментальной работе, выполненной под руководством И.Б. Ушакова, В.Н. Комаревцева и А.В. Суворова, 12 испытателей из числа высококвалифицированных спортсменов (лыжников и биатлонистов) участвовали в экспериментальных исследованиях с дыханием аргон-, гелий- и ксенонсодержащими смесями, дополненными пребыванием в гипоксической газовой среде под давлением 2 м вод. ст.

Два эксперимента были посвящены проверке безопасности проведения режима лечебной рекомпрессии методом длительного пребывания, разработанного в ИМБП. В 2001 году испытатели А.В. Поротиков и Н.Б. Кулиненко в течение 3,5 суток находились в кислородно-азотно-гелиевой среде с 4-суточной декомпрессией по новому режиму. Регистрировались показатели состояния испытателей для подтверждения безопасности режимов. В 2004 году были проведены исследования по определению безопасности новых режимов лечебной рекомпрессии для женского организма. В эксперименте, получившем название «Русалка», приняли участие Анастасия Спирькова (старшая группы), Екатерина Солодовникова, а также студентка фармацевтического института Натела Баркалая и две девушки контроль-

ной группы, которые вне барокамеры подвергались тем же исследованиям, что и находившиеся под повышенным давлением. Эксперименту предшествовала длительная подготовительная работа, включавшая тщательное обследование, обучение основам водолазной медицины со сдачей зачетов и тренировочные погружения до 80 м вод. ст. Под давлением 70 м вод. ст. «русалки» провели 1,5 часа. Затем, после довольно быстрого перехода на 40 м, была двухсуточная выдержка с дальнейшей четырехсуточной декомпрессией. После выхода из барокамеры самочувствие и состояние «русалок» было хорошим, а на ЭКГ были даже отмечены положительные сдвиги.

Успешное окончание этих экспериментов наряду с теоретическими проработками и результатами лечения 40 больных декомпрессионной болезнью и баротравмой легких с использованием этого режима на ГВК-250 послужили основанием для получения в 2010 году разрешения Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития на использование нового режима лечебной рекомпрессии как на новую медицинскую технологию.

Самоэкспериментаторы

Пожалуй, самое большое количество экспериментов на себе поставили врачи. Об этом метко сказал Ю.А. Сенкевич: «…борьба с лейкемией и раком, космонавтика, наконец, – в той или иной степени это обязательно эксперименты на самом себе. Везде рано или поздно исследователь остается один на один, лицом к лицу с Неведомым». Юрию Александровичу, принадлежавшему к племени самоэкспериментаторов, это было хорошо известно не только по экспериментам в ИМБП, но и по исследованиям, которые он проводил в Антарктиде и во время плавания на лодке «Ра» с Туром Хейердалом.

Самым ярким самоэкспериментатором в ИМБП был старший научный сотрудник Алексей Юрьевич Катков (14.04.1949 – 19.04.1987). Он проводил исследования не только в барокамере, но и в условиях высокогорья. Свою научную деятельность в аспирантуре ИМБП он начал с того, что организовал изучение влияния гипокинезии на 6 испытателях у себя дома! Впоследствии он был организатором и непременным участником многих летних и зимних горных походов по Кавказу, Алтаю, Памиру, походов в другие регионы, в которых проводил эксперименты по повышению устойчивости организма к холодовому воздействию и гипоксии на фоне алиментарного голодания.

В 80-е годы прошлого столетия в связи с потребностями развивавшейся космонавтики ученые ИМБП проявили повышенное внимание к резервам человеческого организма. В зоне их внимания оказались как традиционные способы их повышения, так и нетрадиционные – йога и т.д. Одним из главных направлений исследований А.Ю. Каткова было изучение возможностей понижения потребности в кислороде и пище у будущих космонавтов с помощью различного рода внешних воздействий, замедляющих метаболизм организма, – пониженно-

А.Ю. Катков в позе «Лотос»

го парциального давления кислорода, низких температур, снижения частоты и интенсивности дыхания, длительного голода. Начиная с 1978 года под его руководством проходили успешные барокамерные эксперименты (подъемы до 10000 м без кислорода после получасового дыхания азотом, 14-дневных голодовок, охлаждения без одежды в течение 1 часа до -60 °С), в которых участвовали «снежные барсы» Ю. Беркович, Б. Коршунов, а также испытатели Б. Голубев, В. Кротов, В. Афанасьев, А. Федоров. Кроме того, для своих многолетних исследований он облюбовал высокогорные теплые (18–22 °С) нарзанные источники у истока реки Малка на склоне Эльбруса. Там природа создала идеальные возможности для этих экспериментов: естественная высотная гипоксия (высота 2350 м) в сочетании с пониженным содержанием кислорода на поверхности бурлящего нарзана, имеющего постоянную температуру ниже температуры тела.

В процессе своих барокамерных экспериментов со ступенчатыми быстрыми подъемами на 1000 м и последующей 10-минутной экспозицией на каждой «ступеньке» высоты А.Ю. Катков отработал стройную методику обследования испытуемых на предмет оценки их устойчивости к гипоксии. Эта методика была с успехом применена в 1981–1982 годах для тестирования подготовленности кандидатов в сборную команду нашей страны по альпинизму, формирующуюся Спорткомитетом СССР для первого восхождения на Эверест. Прогнозы поведения организма в условиях жесткой гипоксии, сделанные в ИМБП при отборе участников экспедиции, в значительной степени подтвердились при проведении экспедиции.

В 1987 году А.Ю. Катков, работавший тогда уже в Институте биофизики Минздрава СССР, совместно с альпинистом-исследователем А. Ермолиным провел эксперимент по охлаждению тела в термобарокамере Эльбрусской медико-биологической станции (ЭМБС) в течение 1 часа при температуре -60 ˚С. Алексей Катков с Борисом Голубевым, а затем Юлий Беркович с Борисом Коршуновым в одних плавках и носках успешно провели по 60 минут в термобарокамере, выполняя специальные упражнения с задержкой дыхания. При этом, несмотря на «тепловую ампутацию» конечностей на экране тепловизора (температура конечностей опустилась ниже 24 °С), температура ядра тела испытателей уменьшилась менее чем на градус. Никаких повреждений испытатели не получили. Испытатель Института биофизики Борис Коршунов в интервью корреспонденту «Комсомольской правды» (статья «Банька по-черному», номер от 5.07.1991 года) так охарактеризовал А.Ю. Каткова: «Алексей Катков, один из зачинателей холодовых опытов в нашей стране, устраивая эксперименты, всегда настаивал на том, чтобы они проводились «до конца» – до того самого конца, когда начинают включаться резервы организма. Сам он, кстати, так и погиб: замерз, проводя холодную ночевку под Эльбрусом».

В августе 2009 года работы по тематике, разрабатываемой А.Ю. Катковым, получили в ИМБП продолжение по инициативе кафедры физической культуры и спорта Санкт-Петербургского государственного университета. На склонах Эльбруса была проведена научная экспедиция с целью проверки и идентификации параметров теоретической модели повышения теплопродукции человеческого организма в гипоксических условиях. Экспедицию возглавлял сотрудник ИМБП, в прошлом внештатный испытатель, а ныне д.т.н. проф. Ю.А. Беркович, участвовали в ней сотрудники Института д.ф-м.н. А.И. Дьяченко, н.с. А.В. Демин. Обследовали испытуемых врачи из Кабардино-Балкарского филиала ИМБП, возглавляемого д.м.н., проф. Х.А. Курдановым. В опытах, проводимых на высоте 4200 м при температуре воздуха минус 10 °С и сильном ветре, почти полностью обнаженному испытателю-добровольцу из СПб Университета С. Минвалееву удавалось существенно замедлять скорость понижения температуры тела с помощью специально разработанных дыхательных упражнений. Так энтузиасты-испытатели в очередной раз послужили медицинской науке.

У входа в ЭМБС. Слева направо: Ю.А. Беркович, А.Ю. Катков, работник станции Д.А. Сутковский, лаборантка из ИМБП и Б. Голубев

Эксперимент окончен. Из барокамеры выходят И. Теппер, за ним В. Афанасьев, слева стоит А. Катков

Вместо заключения

В 2014 году исполняется 50 лет со дня создания первой группы испытателей ИМБП. Это не только повод для того, чтобы собрать под крышей ИМБП ныне здравствующих и помянуть добрым словом ушедших испытателей, их наставников и врачей, но и получить и обобщить новые данные о работе этой важной когорты тружеников нашего Института в отдельном издании.

Благодарность. Авторы выражают глубокую благодарность ветеранам Великой Отечественной войны, ветеранам ИМБП: заместителю заведующего сектором, заместителю председателя врачебно-экспертной комиссии, члену комиссии по безопасности испытаний и исследований ИМБП, наставнику испытателей ИМБП *Георгию Петровичу Михайловскому*; старшему группы испытателей-добровольцев ИМБП *Сергею Михайловичу Кузнецову*; заведующему отделом подготовки космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей *Марксу Михайловичу Коротаеву* за то, что они совершили научный и гражданский подвиг, начав сбор и публикацию данных об испытателях ИМБП, а также всем испытателям ИМБП, внесшим свой вклад в решение проблем освоения космического пространства и морских глубин.

4.2. Отряд космонавтов ИМБП

Образование отряда космонавтов ИМБП проходило практически одновременно с созданием самого Института. Организация сектора отбора и подготовки космонавтов-исследователей под руководством члена-корреспондента АМН, профессора П.И. Егорова завершилась в марте 1964 года после перевода из ГНИИИ АиКМ в ИМБП психологического отдела во главе с д.м.н. Ф.Д. Горбовым, на базе которого и был сформирован сектор отбора и подготовки космонавтов. В декабре того же года ИМБП посетил С.П. Королев. В беседе с сотрудниками и руководством Института он сформулировал новые задачи, которые необходимо было учитывать при отборе космонавтов-исследователей, в том числе врачей.

Этим знаменательным событиям предшествовали концептуальные проработки и практика создания «Гагаринского отряда» и Центра подготовки космонавтов (ЦПК) на базе Государственного научно-исследовательского испытательного института авиационной и космической медицины (ГНИИИ АиКМ) Минобороны СССР.

В начале 1959 года прошло совещание в Академии наук СССР под председательством академика М.В. Келдыша, на котором обсуждался вопрос о полете человека в космос и об отборе будущих кандидатов в космонавты. Успешные полеты искусственных кораблей-спутников Земли с животными вызвали взрыв энтузиазма – в Академию наук стало поступать огромное число писем от граждан с просьбой включить их в отряд космонавтов.

Авиационные врачи, которым было доверено заняться отбором, считали, что летчики-истребители более всего подвергаются воздействию экстремальных факторов среды. При подготовке к полетам на реактивных самолетах и при их осуществлении они испытывают воздействие гипоксии, перепадов давления, разнонаправленных ускорений, катапультирования и другие влияния. На начальном этапе действительно целесообразно было производить подбор молодых людей в кандидаты из летчиков-истребителей. Эту идею полностью поддержал С.П. Королев.

Однако уже вскоре стало ясно, что с усложнением космической техники будет постоянно расширяться круг задач, которые должен решать экипаж космического корабля (КК), это потребует специальных знаний и навыков. С другой стороны, участие инженеров и конструкторов в полетах могло породить новые идеи по совершенствованию космической техники. В письме к К.Д. Бушуеву 11 июня 1963 года С.П. Королев писал: «… На борту корабля, конечно, должен быть летчик-командир, но должны быть и другие специалисты: инженеры, врачи, научные экспериментаторы. Для них необходима перспектива снижения требований по отбору».

Что же касается истории космической биологии и медицины, то начиная с 1956 года В.И. Яздовский (в те годы руководитель отдела НИИИ авиационной медицины ВВС) неоднократно получал рапорты от авиационных врачей с просьбой о непосредственном участии в полетах (сначала это были полеты в верхние слои атмосферы). А с 1960 года врачи просили включить их в число кандидатов, кото-

рые отбирались в первый полет на ракетном летательном аппарате. Добровольцы писали, что врач более квалифицированно сможет оценить влияние факторов космического полета (КП) на организм человека, а полет физиолога или гигиениста обеспечит наиболее полную и объективную информацию как об условиях полета, так и о работе аппаратуры и оборудования.

Врачи, а также инженеры и техники, причастные к подготовке первых космических полетов, активно участвовали в отработке многих методов, в том числе и на себе. Врачи, порой рискуя своей жизнью, выявляли условия, при которых возможен безопасный полет человека в космос. Надо было понять влияние ускорений, вибраций, шумов и т.д. на состояние здоровья человека; прогнозировать, как полет в космос повлияет на функции организма, на сердце, дыхательную систему, головной мозг и пр. Все необычные условия высотного полета надо было испытать и смоделировать в наземных условиях.

Хотелось бы подчеркнуть, что в основе участия в таких исследованиях всегда было собственное желание. Испытатели-добровольцы шли на эксперименты, не всегда зная, чем они закончатся. Но от этих результатов ожидали пользы для науки и для успешного покорения космического пространства.

Например, молодой врач Б.Б. Егоров 22 октября 1962 года написал рапорт с просьбой о включении его в группу врачей-космонавтов. Но решение о включении в экипаж врача прозвучало впервые 14 марта 1964 года на заседании Военно-промышленной комиссии Совета Министров СССР, где рассматривался вопрос о переделке «Востока» в трехместный корабль «Восход». ВВС поручили готовить экипаж в составе: космонавт, ученый, врач.

Экипаж корабля «Восход-1»: К.П. Феоктистов, В.М. Комаров, Б.Б. Егоров – первый врач-космонавт

12 октября 1964 года состоялся первый в мире старт трехместного космического корабля «Восход-1», пилотируемого экипажем в составе: командир – инженер-полковник В.М. Комаров, научный сотрудник-космонавт, кандидат технических наук К.П. Феоктистов и врач-космонавт Б.Б. Егоров. Врачи В.Г. Лазарев и А.В. Сорокин были дублерами Б.Б. Егорова. В 1966 году В.Г. Лазарев был зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС и впоследствии дважды летал в космос.

Целями космического полета было продолжение изучения влияния различных факторов космического полета на человеческий организм и проведение медико-биологических исследований. Эти исследования проводились с помощью установленной на борту аппаратуры врачом-космонавтом Б.Б. Егоровым, в то время научным сотрудником ИМБП. Он исследовал сердечно-сосудистую систему и вестибулярный аппарат. Об отличиях в подготовке полета этого экипажа рас-

сказал В.М. Комаров: «…в связи с тем, что в экипаже летело несколько человек, была специализация по профессиям. Конечно, в случае необходимости, мы могли заменить друг друга. У каждого из нас был свой, специфический круг обязанностей, так сказать, разделение труда… Если раньше тренировки готовили человека к стойкости в одиночестве, то при тренировке экипажа, грубо говоря, определяются «пределы взаимной терпимости» людей. В нашем случае это не играет особой роли – мы отлично ладили между собой».

В 1965 году был утвержден план полетов кораблей «Восход». Один из ближайших полетов намечалось провести по программе медико-биологических исследований. На медкомиссию в ЦВНИАГ были направлены 5 врачей из ИМБП, к дальнейшей подготовке были допущены трое: Е.А. Ильин, А.А. Киселев, Ю.А. Сенкевич. Однако в состав экипажей они не назначались и в ЦПК не тренировались, так как в 1966 году программа с медицинскими исследованиями на кораблях «Восход» была закрыта, и все планировавшиеся полеты были отменены.

Группа кандидатов в космонавты-исследователи-врачи из ИМБП. Слева направо: Е.А. Ильин, А.А. Киселев, С.О. Николаев, Ю.А. Сенкевич

По мере осуществления полетов на кораблях «Восток» и «Восход» и накопления данных о влиянии факторов и условий полета на организм космонавта система отбора и подготовки совершенствовалась. При этом учитывались и результаты наземных экспериментальных исследований при моделировании некоторых факторов полета. Отбор космонавтов-исследователей стал качественно новым этапом в медицинском отборе космонавтов. По предложению С.П. Королева решением Минздрава СССР в 1965 году в ИМБП была создана врачебно-экспертная комиссия (ВЭК) по освидетельствованию гражданских кандидатов в космонавты. В 1967 году при МЗ СССР была создана «Постоянно действующая медицинская комиссия» (ПДМК), которая утверждала решения ВЭК ИМБП. Первым председателем ПДМК был директор ИМБП академик В.В. Парин, а членами – главные специалисты Минздрава СССР. При включении космонавтов в состав экипажа и переводе их на поэкипажную подготовку они проходили освидетельствование в Центральной военно-летной комиссии (ЦВЛК) Минобороны СССР с участием специалистов ИМБП. В 1971 году была создана «Главная медицинская комиссия» (ГМК) – единая для военных и гражданских космонавтов, состоящая из главных специалистов Минобороны и Минздрава СССР.

27 марта 1967 года вышло Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР №270-105 «О подготовке космонавтов-испытателей и космонавтов-исследователей…», в котором были обобщены и согласованы предложения Минобщемаша, Минобороны, Академии наук и Минздрава. Постановление подтвердило правомочность существования постоянных групп космонавтов-испытателей Минобороны (в ЦПК ВВС), Минобщемаша (в ЦКБЭМ, ЦКБМ и др. организациях), а также поручило Академии наук и Минздраву СССР сформировать свои группы космонавтов. На основании этого документа в ИМБП, при активном участии врача-космонавта Б.Б. Егорова, и создавался постоянный отряд космонавтов.

Медико-биологическая подготовка потенциальных космонавтов проводилась без отрыва от основной работы. Врачи-космонавты, сотрудники ИМБП, занимались исследованиями и поиском средств профилактики, совершенствованием методов отбора и подготовки, готовили индивидуальные научные программы для проведения исследований в полете, участвовали в создании бортовых приборов и аппаратуры. Только в случае зачисления в экипаж их подготовка проводилась в ЦПК с полным отрывом от основной работы.

В первую группу кандидатов в космонавты ИМБП, в соответствии с приказом Министра здравоохранения СССР от 5 мая 1972 года (дата создания отряда космонавтов ИМБП), вошли Г.В. Мачинский, В.В. Поляков, В.И. Лобачик, Л.Н. Смиренный. Продолжая работать в своих подразделениях, они приступили к специальным видам подготовки на базе ИМБП. В 1974 году из этой группы по состоянию здоровья выбыл Г.В. Мачинский. Л.Н. Смиренный входил в группу до 1986 года, ему была присвоена квалификация космонавта-исследователя, но в реальном полете он не участвовал.

Набор космонавтов-исследователей ИМБП 1972 года. Слева направо: Г.В. Мачинский, В.В. Поляков, В.И. Лобачик – врачи, Л.Н. Смиренный – инженер

Медицинская подготовка в ИМБП состояла из изучения бортовых средств медицинского обеспечения (укладок, аптечек, средств медицинского контроля и т.п.), освоения диагностики и лечения возможных нарушений состояния организма и заболеваний во время космического полета. С этой целью предусматривались циклы занятий в ведущих клиниках Москвы: 1-го и 2-го ММИ, ЦИТО, Институте им. Н.В. Склифосовского. Одновременно в ИМБП проводились экспериментальные исследования с моделированием невесомости, в которых участвовали отобранные врачи-космонавты в качестве добровольцев. Врачебная характеристика

Набор космонавтов-исследователей-врачей 1976–1977 годов. Слева направо, в верхнем ряду: А.А. Бобров, А.В. Бородин, М.Г. Потапов; в нижнем ряду: Б.В. Моруков, О.Ю. Атьков, Г.С. Арзамазов

собственных реакций организма при воздействии была особенно ценной для разработки средств профилактики.

В 1976–1977 годах в ИМБП был проведен новый набор кандидатов в космонавты: 18 июня 1976 года решением ГМК годными к космической подготовке были признаны А.А. Бобров, А.В. Бородин, М.Г. Потапов; 10 декабря 1976 года – Л.Х. Брагин и Б.В. Моруков; в 1977 году – О.Ю. Атьков, Б.В. Афонин, Г.С. Арзамазов. Семеро из них являлись сотрудниками ИМБП, а О.Ю. Атьков работал врачом Всесоюзного кардиологического научного центра (ВКНЦ) АМН СССР. В итоге решением ГМВК были отобраны только трое: Г.С. Арзамазов, А.В. Бородин и М.Г. Потапов.

В течение 6 лет О.Ю. Атьков проходил подготовку при ИМБП, набрал опыт обследования космонавтов после космических полетов и стал уникальным специалистом в области ультразвуковой диагностики, а 9 марта 1983 года был представлен на ГМВК и после положительного заключения в июне 1983 года направлен на подготовку в ЦПК. 8 февраля 1984 года на «Союзе Т-10» отправились в космос Л.Д. Кизим, В.А. Соловьев и О.Ю. Атьков. На ОС «Салют-7» О.Ю. Атьков выполнил ряд экспериментов с целью изучения механизмов вестибулярных расстройств в острый период адаптации к невесомости и оценки эффективности использования профилактических средств, научную программу ВКНЦ – ультразвуковое исследование полостей сердца и крупных сосудов с помощью бортового прибора «Аргумент» (специально разработанного сотрудниками ИМБП и «Биофизприбора»), пробы с нитроглицерином и сахарной нагрузкой, а также все исследования по программе ИМБП. Космическая экспедиция этого экипажа продолжалась 236 суток 22 часа 50 минут.

Космонавт-исследователь-врач О.Ю. Атьков (слева), Л.Д. Кизим и В.А. Соловьев после длительного полета

21 июля 1978 года приказом МЗ СССР № 180 группа кандидатов в космонавты ИМБП была преобразована в отряд, который стал отдельным подразделением Института. В него вошли В.В. Поляков (командир отряда до 1989 года), Л.Н. Смиренный, Г.С. Арзамазов, А.В. Бородин и М.Г. Потапов.

В 1979 году В.В. Поляков и М.Г. Потапов первыми из отряда космонавтов ИМБП приступили к экипажной подготовке в ЦПК им. Ю.А. Гагарина. Они готовились в качестве врачей-исследователей основного и дублирующего экипажей для полета на кораблях «Союз Т» и ОС «Салют-6» с целью выполнения медицинской программы исследований. Однако в 1980 году их подготовка в ЦПК была прекращена из-за изменения программы полетов на ОС «Салют-6», и они вернулись к своей прежней работе в ИМБП.

В 1979 году, после долгого перерыва, в нашей стране вновь начался набор женщин в космонавты. 29 июня 1979 года ГМК успешно прошли врач 1-го ММИ им. И.М. Сеченова Е.И. Доброквашина и врач-реаниматолог ВНИИ клинической и экспериментальной хирургии Т.С. Захарова, а 31 октября – сотрудники ИМБП Г.В. Амелькина, О.Н. Клюшникова и врач МОНИКИ Л.Г. Пожарская.

В итоге ГМК (1980 год) отобрала для подготовки Г.В. Амелькину, Е.И. Доброквашину, Т.С. Захарову и Л.Г. Пожарскую.

Женская группа космонавтов-исследователей-врачей ИМБП 1979–1995 годов. Слева направо: Г.В. Амелькина, Е.И. Доброквашина, Т.С. Захарова, Л.Г. Пожарская

Приказом МЗ СССР они были прикреплены к научным лабораториям ИМБП и вошли в состав отряда космонавтов Института. В учебно-тренировочных сборах женская группа участвовала вместе с другими космонавтами, дважды – по парашютной подготовке на базе аэроклуба МАИ в г. Волоколамске. Кроме того, они прошли общекосмическую подготовку в ЦПК и техническую на базе ЦКБЭМ. В отделе подготовки в это время проводились экспериментальные работы по отработке активных методов анти- и ортостатических тренировок. В 1988 году Е.И. Доброквашина прошла поэкипажную подготовку в ЦПК. В итоге всем было присвоено звание «Космонавт-исследователь». Подготовка продолжалась до 1993 года, однако в реальных полетах они не участвовали.

30 апреля 1981 года Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 425-127 было утверждено новое «Положение о космонавтах СССР». В соответствии с этим документом в ИМБП была проведена реорганизация отряда:

5 октября 1981 года все 9 кандидатов в космонавты были официально назначены на должности космонавтов-исследователей. С 1 апреля 1982 году отряд космонавтов ИМБП стал располагаться во вновь образованном Учебно-тренировочном специальном центре, который до 1990 года возглавлял Ю.А. Сенкевич.

Начальник Учебно-тренировочного специального центра Ю.А. Сенкевич

В 1983 году ГМК прошел инженер ИМБП Ю.Н. Степанов, который предпринимал попытки попасть в отряд с 1975 года. 2 сентября 1985 года решением ГМВК он был рекомендован к зачислению в отряд. В 1985–1987 годах Ю.Н. Степанов прошел общекосмическую подготовку в ЦПК и был назначен на должность космонавта-исследователя ИМБП, но в 1995 года был переведен из ИМБП на должность космонавта-исследователя РАН.

В 1988 году начался новый набор в космонавты. Медицинскую комиссию вновь успешно прошел Б.В. Моруков, 20 июля 1988 года ГМК допустила к специальной подготовке сотрудников ИМБП В.В. Караштина и В.Ю. Лукьянюка, а также сотрудника АМН СССР Е.Е. Фурсова.

Космонавт-исследователь ИМБП Ю.Н. Степанов

25 января 1989 года состоялось заседание ГВМК, на котором были утверждены В.В. Караштин, В.Ю. Лукьянюк и Б.В. Моруков. В 1994–2000 годах В.Ю. Лукьянюк являлся командиром отряда.

В.В. Поляков, с 1978 года входя в состав отряда космонавтов ИМБП, неоднократно участвовал в учебно-тренировочных сборах, проводимых в среднегорье и во всех циклах медицинской подготовки, в экспериментальных исследованиях по отработке методов отбора и подготовки, в барокамерных испытаниях и в экспериментах с моделированием невесомости. Первый длительный полет (241 сутки) он совершил в качестве врача-космонавта-исследователя (в возрасте 46 лет) в период с 29 августа 1988 года по 27 апреля 1989 года на ОК «Мир», в ходе которого, помимо основной своей задачи – контроля за состоянием здоровья членов экипажа – выполнял программу медико-биологических исследований по совершенствованию системы стабилизации здоровья и работоспособности космонавтов, отрабатывал новые методы и средства профилактики и медицинского обеспечения длительных полетов. Одновременно как космонавт-исследователь

Набор космонавтов-исследователей-врачей ИМБП 1988–1989 годов. Слева направо: В.В. Караштин, Б.В. Моруков, В.Ю. Лукьянюк

он проводил обширную программу экспериментов, в том числе медицинских, одним из которых был «СОН-К». Полученная информация существенно расширила представления о функциональных резервах организма в процессе адаптации к условиям длительных полетов. Перспективы межпланетных перелетов, в т.ч. полет к Марсу, выдвигают проблему качества сна в число важнейших прикладных задач космической медицины. Связано это, в первую очередь, с тем, что успех профессиональной деятельности существенно зависит (наряду с другими факторами) от функционального состояния человека, которое не может быть признано надежным без полноценного отдыха и сна. В октябре 1989 года В.В. Поляков был назначен на должность заместителя директора ИМБП, а командиром отряда космонавтов стал Г.С. Арзамазов (он занимал эту должность до 1994 года).

Космонавт-исследователь-врач В.В. Поляков проводит медико-биологический эксперимент в 241-суточном полете

С 8 января 1994 года по 22 марта 1995 года врач-космонавт В.В. Поляков в составе 15-й, 16-й и 17-й основных экспедиций на станцию «Мир» осуществил свой второй и самый длительный в истории космический полет. В этом полете были выполнены исследования по космической медицине, физиологии, психологии, санитарно-гигиеническим направлениям, в том числе и в рамках международных проектов по космической медицине. Успешное завершение уникального 438-суточного полета дало веские основания надеяться на безопасное, с медицинской точки зрения, осуществление полетов на ближайшие к Земле планеты и благополучное возвращение в условия земной гравитации.

Космонавт-исследователь-врач В.В. Полякова на месте приземления после 438-суточного полета (08.01.1994 – 26.03.1995 гг.)

8 сентября 2000 года состоялся старт экспедиции посещения Международной космической станции на Шаттле «Атлантис». Участие в международном экипаже Б.В. Морукова стало единственным полетом на Шаттле врача-космонавта из отряда ИМБП. Экипажу «Атлантиса» предстояло: а) доставить на МКС оборудование для дооснащения служебного модуля «Звезда» и расходные материалы для первой основной экспедиции, б) провести ремонт и профилактику систем станции и подготовить ее к прибытию экипажа МКС-1. Входя в каждый новый отсек МКС, Б.В. Моруков контролировал параметры атмосферы и брал образцы воздуха. Он также занимался разгрузкой российского «грузовика», помогал устанавливать «космический туалет», собирал и устанавливал бегущую дорожку

Полет космонавта-исследователя-врача Б.В Морукова (в центре, прямо) в сентябре 2000 года

с виброизолирующей платформой TVIS. В ночь с 19 на 20 сентября 2000 года «Атлантис» успешно приземлился.

1 июня 2003 года в отряд был зачислен старший научный сотрудник ИМБП кандидат биологических наук С.Н. Рязанский (внук Михаила Сергеевича Рязанского, который с конца 1940-х годов был главным конструктором систем управления и входил в знаменитый «королевский» Совет главных конструкторов). С.Н. Рязанский прошел дополнительный курс обучения, и ему была присвоена квалификация «космонавт-испытатель».

В настоящее время С.Н. Рязанский в составе 37–38-й основной экспедиции работает на МКС.

О.В. Котов – второй военный врач, зачисленный в отряд космонавтов ЦПК, ведущий врач-испытатель, старший научный сотрудник медицинского управления ЦПК. Он был инструктором по медико-биологической подготовке экипажей ОК «Мир» и врачом экипажа, 9 февраля 1996 года его кандидатуру одобрила ГМВК, и он был зачислен в отряд космонавтов ЦПК. В 2010 году он совершил длительный полет в качестве бортинженера 15-й основной экспедиции на МКС.

Космонавт-испытатель С.Н. Рязанский

В соответствии с приказом Роскосмоса от 7 декабря 2010 года при ЦПК им. Ю.А. Гагарина был образован единый отряд космонавтов, в который влился и отряд космонавтов Института медико-биологических проблем.

Отряд космонавтов-исследователей проработал в ИМБП без малого 30 лет, с 5 мая 1972 года по 10 декабря 2010 года и внес свой весомый вклад в развитие системы отбора и подготовки космонавтов и космонавтов-исследователей, отработку системы организации и проведения медико-биологических исследований в космических полетах. В отряде была подготовлена плеяда талантливых и увлеченных исследователей – испытателей космической техники и ученых врачей-космонавтов и биологов, которые осуществляли наземные испытания новой космической аппаратуры и проводили уникальные медико-биологические эксперименты на борту космических кораблей и космических станций в космическом полете.

Глава 5
КОСМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И ЗДРАВООХРАНЕНИЕ
(вклад ИМБП в клиническую практику, здравоохранение, экстремальную и спортивную медицину)

Космическая медицина и медицинское обеспечение пребывания и деятельности людей в экстремальных условиях возникали и развивались на основе физиологии и психофизиологии труда, в тесном контакте с практической медициной, используя многие передовые достижения в этих областях. В свою очередь, направленность и уровень теоретических исследований ИМБП и выполненных на их основе прикладных разработок позволяют внедрять некоторые из этих достижений в здравоохранение, в первую очередь – в клиническую практику и реабилитологию.

Глубокое изучение влияния факторов пребывания в космосе и других экстремальных условиях и решение проблем разработки эффективных средств поддержания здоровья и работоспособности человека предоставили огромный научный материал, который существенно обогатил знания о здоровом человеке и позволил развить концепцию нормы и здоровья. Это явилось значительным вкладом в обоснование принципов профилактической медицины и нашло широкое применение в клинике и при проведении массовых профилактических обследований. Основным положением концепции здоровья является ее нацеленность на донозологический подход с оценкой не симптомов болезни, а состояния здоровья, определение способности организма поддерживать функциональный оптимум и сохранять функциональные резервы.

Исследования с использованием функциональных нагрузок при динамическом контроле за состоянием здоровых лиц значительно расширили представления о нормальном диапазоне приспособительных возможностей и функциональных резервов организма здорового человека в экстремальных условиях.

Концепция здоровья нашла широкое применение в клинике, при массовых медицинских обследованиях населения в специальных передвижных лабораториях («Автосан») и в сочетании с оценкой экологической обстановки в различных регионах и на предприятиях («Экосан»). В этих обследованиях используется набор медицинской аппаратуры, созданной для медико-биологических исследований в космосе.

В последние годы в ИМБП (совместно с организацией «Спорт-Парк») разработали комплексную методику обследования человека, включающую измерение

15 показателей. По данной методике обследовано 640 тысяч человек в возрасте от 6 до 60 лет, разделенных на 17 возрастных групп, при этом особое внимание было уделено школьникам. Построены рейтинговые шкалы для балльной оценки показателей здоровья, используемые при расчете индекса физического здоровья. Созданная компьютерная программа «Навигатор здоровья» отражает результаты обследования в виде индивидуального «паспорта здоровья» и выдает рекомендации по оздоровлению.

Специалисты ИМБП в кооперации с рядом медицинских и технических организаций создали эффективно действующую систему медицинского обеспечения полетов, основными компонентами которой являются:

- медицинский отбор и подготовка космонавтов;
- медицинский контроль за состоянием здоровья космонавтов;
- оказание медицинской помощи на борту орбитальной станции;
- психологическая поддержка космонавтов в полете;
- создание и поддержание нормальных условий жизнеобеспечения;
- профилактика неблагоприятных эффектов невесомости;
- обеспечение радиационной безопасности;
- реабилитация космонавтов после завершения полета.

Только за последние 10–15 лет в практику медицинского обеспечения космических полетов внедрены средства профилактики неблагоприятного воздействия невесомости (тренировочно-нагрузочные костюмы, компенсатор опорной разгрузки, силовой нагружатель), средства оказания медицинской помощи (бортовые медицинские аптечки и медицинские укладки с инструментарием), аппаратура радиационного контроля (дозиметр «Пилле-МКС»), средства личной гигиены и др. Были разработаны, изготовлены и испытаны комплексы «Пневмокард», «Нейролаб-2000М», «Миограф», «Капилляр», телемедицинские бортовые комплексы «ТБК-1» м «ТБК-1С», модули «Лада» и «Термо-Лада» (совместно с Университетом штата Юта, США), комплект «Аквариум-AQH» (совместно с Японским космическим агентством) и другие комплексы и укладки.

Разработка и совершенствование средств и методов медицинского обеспечения всегда базировались на результатах научных исследований. Благодаря космическим полетам существенно пополнились знания о механизмах пространственной ориентации человека, о вестибулярном аппарате, его строении и функции, о биомеханике, о метаболизме, о сердечно-сосудистой и нервной системах.

Эти исследования потребовали создания уникальной портативной диагностической аппаратуры, разработки средств и методов профилактики, а их результаты показали, что целый ряд изменений в состоянии многих систем организма, отмеченный в космических полетах, представляет значительный теоретический и практический интерес для земной медицины и практического здравоохранения.

Для космических полетов разработан и используется широкий комплекс медицинских приборов, часть из которых в настоящее время вошла в практическую медицину. В первую очередь, это бортовая аппаратура для диагностики, лечения

и восстановления функций сердечно-сосудистой системы: «Варикард», «Аргумент», «Полином», «Чибис». В дополнение к ним применяются портативные приборы «Пульс» для оценки состояния вегетативной регуляции сердечно-сосудистой системы, «Карди-2» для оценки риска развития ишемии миокарда и аритмий, «Пневмокард» для оценки функционального состояния сердечно-сосудистой системы, устройство «Резерв» для экспресс-оценки функционального состояния и резервных возможностей организма, прибор «Анна Флеш 3000» для оценки вегетативной регуляции в суточном цикле и прибор «Сонокард» для бесконтактной регистрации физиологических показателей во время сна. Наземный аналог прибора «Сонокард» — «Кардиосон» нашел применение в клинике.

Установка космонавтом прибора «Сонокард» для проведения исследования

Космическая медицина внесла весомый вклад в изучение проблемы гипокинезии, которая является одним из факторов космического полета и одновременно – адекватной моделью для изучения влияния невесомости на организм. Гипокинезия, присущая образу жизни современного человека, играет важную роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний, нарушений опорно-двигательного аппарата, систем управления движениями, метаболических и других расстройств. Глубокое снижение статической (практически до нуля) и динамической двигательной активности является одним из важнейших факторов, сопутствующих ряду заболеваний человека, существенно влияя на их течение, эффективность лечения и прогноз.

Результаты серии экспериментов по гипокинезии (самый продолжительный из которых длился 1 год) позволили детально описать картину гипокинетического синдрома, выделить стадии его развития, раскрыть многие лежащие в его основе механизмы и разработать профилактические средства, направленные на снижение и предотвращение развития неблагоприятных эффектов гипокинезии.

Среди системных проявлений гипокинетического синдрома ведущее место занимают костно-мышечные и двигательные нарушения. Гипокинетический синдром характеризуется изменениями во всех звеньях двигательной системы при кратковременных и, особенно, при длительных воздействиях (постельный режим, космический полет). При гипокинезии отмечается снижение мышечного тонуса и силы мышечных сокращений (преимущественно гравитационной мускулатуры ног и туловища) с последующим развитием атрофии мышц; координационные нарушения, вызывающие снижение вертикальной устойчивости и точностных показателей в работе систем управления произвольными движениями; отклонения в восприятии схемы тела и др.

Изменения мышечной деятельности при гипокинезии являются пусковым звеном для развития глубоких нарушений деятельности систем вегетативного обеспечения мышечной работы, изменений минерального обмена костной ткани.

Анализ причин отмеченных изменений позволил установить, что в их генезисе ведущую роль играет устранение опоры при невесомости или снижение опорных нагрузок при гипокинезии. Была сформулирована концепция о пусковой роли опорной афферентации в активации и регуляции работы позно-тонической мускулатуры в условиях земной гравитации, на основе которой были разработаны эффективные средства и методы для коррекции двигательных расстройств в условиях безопорной среды. Целый ряд средств и методов профилактики в последние годы успешно внедрен в клиническую и реабилитационную практику.

Одним из таких средств стал костюм «Пингвин», разработанный совместно с ОАО «Звезда» для создания в условиях невесомости осевой нагрузки и компенсации дефицита опорной и проприоцептивной афферентной импульсации. Космический костюм «Пингвин» послужил прототипом тренировочно-нагрузочного костюма «Адели» для лечения больных с детским церебральным параличом (ДЦП) с нарушением позы и двигательной активности. С помощью амортизаторов костюм создает нагрузку на опорно-двигательный аппарат и помогает сгибать, разгибать и поворачивать туловище. Применение костюма «Адели» позволяет выработать навыки ходьбы и закрепить новый двигательный стереотип у детей с тяжелыми двигательными расстройствами. В настоящее время костюм «Адели» используется более чем в 60 российских медицинских центрах и в зарубежных клиниках. Ведутся работы по расширению области применения костюма. Совместно с кафедрой неврологии Российского медицинского университета под руководством академика РАМН проф. Е.И. Гусева проведены клинические испытания и показана высокая эффективность использования костюма «Пингвин» в реабилитации сенсомоторных функций у больных с ишемической болезнью сердца и болезнью Паркинсона.

Лечение ребенка с ДЦП с нарушением позы и двигательной активности с помощью тренировочно-нагрузочного костюма «Адели»

Лечение больных с помощью костюма аксиального нагружения «Регент»

В развитие данного направления в ООО «Центр авиакосмической медицины» при ИМБП создан лечебный костюм нового поколения «Регент» для лечения и реабилитации больных с нарушениями центральной нервной системы. Этот костюм эффективен при лечении больных с двигательными расстройствами, вызванными очаговыми изменениями в головном мозге после острых нарушений мозгового кровообращения в ранний и поздний

восстановительный периоды, а также после инсульта и черепно-мозговых травм. Терапевтическое действие костюма «Регент» основано на восстановлении функциональных связей за счет корригирующего потока афферентной информации и улучшения трофики тканей, находящихся под нагрузкой. Его использование способствовало нормализации сложных двигательных актов.

Механостимулятор «Cupula SAND-501» – устройство для коррекции двигательных нарушений с использованием вибростимуляции стопы, впервые испытанное в советско-кубинском космическом полете, показало свою эффективность во время полета и в период восстановления. В дальнейшем, при участии специалистов ИМБП была создана серия механостимуляторов: «Искусственная опора», «Медицинская обувь», «Компенсатор опорной нагрузки», «Пион». Все они, стимулируя кожные рецепторы стопы, воспроизводят функциональные эффекты опоры, способствуют профилактике и устраняют двигательные нарушения и атрофию тонической мускулатуры.

Устройство «Медицинская обувь» применяется преимущественно в неврологической практике для коррекции нарушений сенсомоторной системы, связанных с длительной иммобилизацией.

Устройство «Пион» позволяет создавать механическую стимуляцию стопы в режиме естественных локомоций. Дальнейшее развитие механостимуляторов реализовано в виде имитатора ходьбы «Корвит», который применяется более чем в 30 медицинских учреждениях страны.

Механостимулятор «Корвит», реализованный в виде имитатора ходьбы

Перспективным средством для применения в клинике при аналогичных нарушениях может стать стенд вертикальной бегущей дорожки, позволяющий пациенту в положении лежа осуществлять ходьбу и бег в любых доступных режимах.

На основе большого количества проведенных исследований разработана технология реабилитации и целенаправленного развития физического статуса людей различных возрастных групп с помощью многофункциональных тренажерных устройств и созданы опытные образцы таких устройств. Эти тренажеры применимы для подготовки и реабилитации людей с разным уровнем физических возможностей. Так, тренажер «МСТ-02» предназначен для тренировки людей, имеющих высокие силовые характеристики, и успешно используется с целью повышения эффективности тренировочного процесса высококвалифицированных спортсменов. Тренажер «УВТ-01» рассчитан на использование в восстановительной медицине и применяется для ускорения процесса реабилитации после заболеваний опорно-двигательного аппарата. Конструктивные особенности эксцентричного

Тренажеры, разработанные в ИМБП

велотренажера позволяют использовать его также для реабилитации больных, не способных к активной мышечной деятельности.

В комплексе тренажеров на борту ОС используются разработанные в ИМБП электромиостимуляторы, которые способствуют сохранению силовых и скоростных характеристик различных мышц, повышают статическую и динамическую выносливость. Для предотвращения негативных эффектов невесомости на станции «Мир» применялся автономный стимулятор «Миостим». Российские ученые совместно с австрийскими специалистами разработали и установили на МКС стимулятор «Стимул-01-НЧ», обеспечивающий продолжительную низкочастотную стимуляцию мышц, адресованную преимущественно тоническим двигательным единицам и направленную на профилактику и коррекцию мышечных нарушений при ГР. Костюмная конструкция стимулятора позволяет использовать его в течение длительного времени, что открывает новые возможности для клиники, в том числе в борьбе с заболеваниями, требующими постоянной стимуляции, в частности, у пациентов с ишемической болезнью сердца. Успешные испытания стимулятора проходили на кафедре кардиологии Первого московского государственного медицинского университета им. И.М. Сеченова.

Электромиостимулятор «Миостим»

Созданные электромиостимуляторы широко применяются в спортивной медицине с целью реабилитации после спортивных травм, а также в авиационной практике для борьбы с монотонией и утомлением пилотов и реабилитации после длительных перелетов.

Совместно с австрийскими специалистами разрабатывается и испытывается новый метод хронической низкочастотной стимуляции мышц для профилактики и коррекции мышечных нарушений при ГР. Костюмная конструкция прибора позволяет использовать его в течение длительного времени, что открывает новые возможности в борьбе с заболеваниями, требующими постоянной стимуляции мышц.

Можно также отметить, что методы оценки функционального состояния отолитового аппарата, разработанные для пилотируемых космических полетов, нашли применение в отоневрологии, при обследовании спортсменов и лиц летных профессий. Специалистами ИМБП и МГУ создан аппаратурно-программный комплекс «Окулостим» для космических полетов с целью коррекции вестибулосен-

сорных нарушений. На его основе разработан и применяется в клинике компьютерный метод лечения, реабилитации и коррекции больных с неблагоприятными иллюзорными, вестибулоокуломоторными и вестибулопозными реакциями. Портативный мобильный аппаратный комплекс «Виртуал» позволяет проводить исследования вестибулярной функции, взаимодействующих с ней сенсорных систем, следящей функции глаз и купирование иллюзорных и сенсомоторных нарушений. Технология может использоваться для диагностики, профилактики, коррекции и купирования неблагоприятных иллюзорных и сенсомоторных реакций как у лиц, страдающих головокружением и нарушением координации, так и у лиц, для которых эти реакции нежелательны в процессе их профессиональной деятельности.

Большое внимание в космической физиологии уделяется состоянию костной ткани в полетах большой продолжительности, которые сопровождаются снижением образования костной ткани, увеличением процессов распада и деминерализацией, которые обусловлены снижением гравитационной нагрузки на скелет. Результаты исследований в этом направлении в сочетании с эпидемиологическими обследованиями больших групп лиц существенно помогают в разработке подходов к диагностике и лечению таких массовых заболеваний, как остеопения и остеопороз.

Идея применения искусственной силы тяжести, впервые высказанная К.Э. Циолковским, с 1970-х годов реализуется специалистами ИМБП для предотвращения неблагоприятных эффектов воздействия невесомости и гипокинезии в модельных наземных экспериментах и в экспериментах на животных, экспонированных на биоспутниках. Этот подход получил развитие в Самарском ГМУ, где было установлено, что искусственная гравитация может оказывать терапевтический эффект при различных заболеваниях, в первую очередь в травматологии и ортопедии.

В последнее десятилетие получены интересные данные о положительном влиянии искусственной гравитации на процессы репарации костей при травмах у человека. В качестве инструмента при этом использовали модификацию ЦКР, применение которой в ранее проведенных исследованиях выявило профилактическое влияние в условиях воздействия моделированной невесомости.

Интересное применение находит метод СИ (применяется для моделирования невесомости), который заключается в погружении человека в ванну с термостатируемой водой, от контакта с которой он изолируется при помощи пленки. Метод оказался эффективным средством для лечения больных с некоторыми нарушениями водно-солевого обмена. В этих условиях происходит перераспределение крови от ног к голове, что воспринимается рецепторами кровеносной системы как избыток жидкости в организме. В ответ на это возникают рефлексы, приводящие к выведению из организма избыточной жидкости, благодаря чему СИ оказалась эффективной в борьбе с массивными отеками, плохо поддающимися фармакологической коррекции. Использование СИ оказалось также эффективным в неврологии для ранней диагностики скрытых, медленно развивающихся неврологических процессов. Метод может также применяться для снижения уровня артериального

Автоматизированный иммерсионный комплекс для создания водной гиподинамии

Дыхательный аппарат типа «Ингалит-1А»

Лечебная декомпрессия в ГВК-250

давления; ускорения реабилитации и восстановления; снижения выработки кортизола, молочной кислоты и адреналина; уменьшения болей при артрите, мигрени, травмах; снятия депрессии и тревоги.

В космической медицине большое внимание уделяется изучению влияния на организм человека измененных параметров газовой среды — элементного состава, высокого и пониженного давления. Цель этих исследований состоит в оптимизации воздушной среды в КК и скафандрах, в предотвращении и лечении декомпрессионных нарушений, возможных при ВКД космонавтов. В последнее десятилетие расширяется использование в клинике дыхательных смесей кислорода с инертными газами. С этой целью созданы дыхательные аппараты типа «Ингалит», применяемые в лечении больных с заболеваниями дыхательной и сердечно-сосудистой систем, с неврозами различной этиологии, а также при реабилитации здоровых людей после тяжелых физических и психоэмоциональных нагрузок и для общего обезболивания.

Барокамерный комплекс ИМБП ГВК-250 используется для лечения тяжелых и отдаленных последствий декомпрессионных расстройств. По состоянию на май 2013 года такое лечение прошли 140 человек с декомпрессионной болезнью и баротравмой легких.

В ИМБП последние 6 лет стал применяться метод лечения с использованием длительного пребывания человека под давлением в кислородно-азотно-гелиевой среде с продолжительным воздействием повышенного парциального давления кислорода для лечения отсроченных по времени возникновения среднетяжелых форм декомпрессионной болезни и баротравмы легких. Более 30 человек были излечены таким методом и полностью восстановили свое здоровье. Инструкция по такому методу лечения была утверждена в 2001 году Федеральным управлением медико-биологических и экстремальных проблем при Минздравсоцразвития России.

Для применения в космической медицине разработан ряд фармакологических препаратов, способствующих поддержанию здоровья и работоспособности космонавтов. Среди них можно назвать фенибут, обладающий адаптогенным и стресспротекторным действием. Фенибут назначают при болезни Меньера, головокружениях, связанных с дисфункцией вестибулярного аппарата, и для профилактики укачивания.

Препарат «Эстраглутон» служит для защиты от переохлаждения и стабилизирует работоспособность человека в экстремальных условиях.

В ходе исследований по гипокинезии были испытаны вещества класса дифосфонатов, которые оказались эффективными в предотвращении деструктивных изменений костной ткани. Дифосфонаты широко используются для лечении и профилактики остеопорозов.

Пищевая добавка «Астровит» повышает работоспособность, общую и иммунную устойчивость к неблагоприятным условиям.

Специалисты ИМБП совместно с Московским НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.Н. Габричевского и Тартусским университетом разработали бактерийные препараты (эубиотики) на основе штаммов лактобацилл, активные по отношению к патогенным и условно-патогенным микроорганизмам. Препараты «Бифидум-бактерин» и «Лактобактерин» широко применяются для нормализации микрофлоры кишечника.

Необходимость получения и передачи в ходе космических полетов физиологической информации привели к созданию нового важного научно-технического направления – телемедицины.

Телеметрические системы позволяют передавать в ЦУП разнообразные физиологические и биохимические данные и фотографии медицинского характера. Телемедицинские методы применялись еще в полетах Ю.А. Гагарина и Г.С. Титова для передачи на Землю данных ЭКГ и дыхания. Опыт создания, совершенствования и эксплуатации телемедицинских систем в космической медицине успешно используется для развития земной телемедицины. С помощью систем связи осуществляется интеграция больниц, медицинских учреждений и врачей, находящихся в отдаленных районах и на морских судах, с ведущими медицинскими центрами, что обеспечивает передачу необходимой информации (записи ЭКГ, ЭЭГ, рентгеновские снимки, компьютерные томограммы и др.) для постановки диагноза, квалифицированной консультации и лечения. Разработанные с участием специалистов ИМБП технологии телемедицинского обмена делают телемедицину доступной для медицинских учреждений всех уровней.

Телемедицине принадлежит важная роль в диагностике и лечении пациентов, пострадавших от природных и техногенных катастроф. С этой целью телемедицина эффективно использовалась еще в конце 1980-х, после землетрясения в Армении и взрыва газопровода под Уфой. Тогда, под эгидой советско-американской рабочей группы по космической биологии и медицине, были организованы телемосты с участием специалистов московских клиник и ведущих медицинских центров США.

В видеоконференциях и телеконсультациях участвовало 247 советских и 175 американских специалистов, рассмотревших 209 клинических случаев по 20 медицинским специальностям. В результате были внесены значительные изменения в диагностический и лечебный процесс, внедрены новые лечебные методики.

Создание мобильных телемедицинских комплексов на основе космической связи, их оснащение портативными приборами оценки состояния здоровья закладывают основу для обеспечения доступной высококвалифицированной консультативной медицинской помощи в самых отдаленных районах страны, что успешно подтверждают результаты применения разработанных в ИМБП средств.

Начиная с 2007 года на МКС проводятся специальные эксперименты по совершенствованию методов получения мультимедийных медицинских данных в условиях космического полета, которые оцениваются с точки зрения диагностики. Специализированная компьютерная программа, созданная для получения медицинских изображений, их дешифровки и сохранения результатов для передачи специалистам, использовалась при разработке программного обеспечения для проектов мобильной телемедицины.

Инновационная деятельность Института строится на основе широкой кооперации с учреждениями РАН и вузовской науки, научно-практическими организациями здравоохранения, предприятими космической отрасли, коммерческими структурами и зарубежными партнерами. Большое внимание уделяется формированию пояса инновационных структур.

Отделение профпатологии водолазов

Для технической реализации перспективных идей и технологий в 1997 г. на базе структурного подразделения Института – «Специальное конструкторское бюро экспериментального оборудования» (СКБ ЭО) было создано ЗАО «СКБ ЭО при ГНЦ РФ ИМБП РАН». В настоящий момент СКБ ЭО ориентировано на разработку и изготовление комплексов, систем и технических средств для применения на ОС и специализированных спутниках; оснащения мобильных медицинских комплексов; береговых и судовых барокамер и гипербарических комплексов. Особое внимание уделяется разработке и внедрению приборов и аппаратов для реализации инновационных технологий и методов лечения с применением подогретых кислородно-гелиевых смесей и лечебных газовых смесей на основе кислорода и инертных газов.

В 2001 году на базе ИМБП и Клинической больницы ЦМСЧ № 119 было создано первое в стране «Отделение профпатологии водолазов», являющееся лечебно-профилактическим и научно-методическим подразделением, основным направлением деятельности которого является профилактика и лечение профессиональных и производственно обусловленных заболеваний указанного контингента, а также его реабилитация.

В 1996 году ИМБП совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова был создан ГНУУ «Учебно-исследовательский центр космической медицины», ставший одной из ведущих организации России по разработке и внедрению телемедицинских технологий и оборудования, организации телемедицинских проектов различного уровня и сформировавший основы телемедицинского образования в стране.

На базе ИМБП и ЦКБ РАН в 2003 году создано и активно развивается «Отделение клинической физиологии», одной из задач которого является внедрение в клиническую практику достижений космической, авиационной и морской медицины. Специалисты отделения проводят физиологические исследования эффективности использования различных методов и средств лечения, профилактики и реабилитации в клинической практике, разрабатывают научно-методическую документацию по их применению.

Отделение клинической физиологии в ЦКБ РАН

Кроме того, в 2007–2008 гг. на базе отделения восстановительного лечения ЦКБ РАН был создан кабинет респираторной физиотерапии лечебными дыхательными газовыми смесями. В качестве респираторного оборудования применяются сертифицированные дыхательные аппараты «Ингалит В» производства ЗАО «СКБ ЭО при ИМБП РАН».

В 1996 году Институтом учреждено ООО «Центр авиакосмической медицины» по производству и продвижению на рынок инновационных разработок в области космической, авиационной и водолазной медицины. Предприятие в настоящее время специализируется на развитии и внедрении технологий и средств восстановительной терапии и реабилитации.

В 2012 году создано ООО «Инновационный центр космической медицины», основной задачей которого является внедрение в здравоохранение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок ИМБП в области телемедицины, электронного здравоохранения, авиационной и космической медицины и смежных областях науки и техники.

Одним из важных аспектов инновационной деятельности ИМБП является защита объектов интеллектуальной собственности. На настоящий момент получено 82 патента (из них 3 – международных), 2 свидетельства на товарный знак и 1 свидетельство на программу ЭВМ. Около 20 заявок находится на рассмотрении. В целях выработки инновационной политики, определения механизмов вовлечения в

хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности, формирования и эффективного функционирования инновационной инфраструктуры в ИМБП в 2009 году образован Совет по инновационной деятельности.

Одним из направлений инновационной политики Института служит выставочная деятельность, которая обеспечивает популяризацию достижений в области космической медицины и предоставляет возможность дальнейшего их использования в социально-экономической сфере. С 2001 по 2012 гг. разработки Института были представлены на 66 выставках: из них 30 проходили в России, 36 – за рубежом (в Германии, Китае, Бельгии, Корее, Швейцарии, Японии и др.). На этих выставках разработки ИМБП были отмечены 21 золотой, 17 серебряными, 5 бронзовыми медалями, 54 дипломами, 1 кубком, 3 специальными призами, 2 призами гран-при, 4 благодарностями и 1 грамотой.

Для информирования общественности об инновационной деятельности Института был создан сайт (http:/www.inno.imbp.ru), где размещена сводная таблица полученных патентов и свидетельств, информация об участии Института в выставках, полученных наградах и дипломах.

Перечисленные примеры успешного использования в здравоохранении достижений специалистов ИМБП самостоятельно и при взаимодействии с научными, производственными и лечебно-профилактическими учреждениями являются лишь частью большой работы в этом направлении, которая проделана за 50 лет. Разрабатываемые и испытываемые в интересах медицинского обеспечения пребывания и деятельности человека в экстремальных условиях новые методы и аппаратура для диагностики, профилактики, лечения и реабилитации находят применение в здравоохранении. При этом возрастает интерес к внедрению достижений космической медицины в практику здравоохранения. Космическая медицина, постоянно обогащая медицину земную, в свою очередь широко использует достижения медицинской науки и практики. Этот взаимосвязанный процесс служит обеспечению здоровья человека и в Космосе, и на Земле. Имеются все основания полагать, что этот процесс со временем будет приобретать все большие масштабы и значение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Путь ИМБП протяженностью в 50 лет не был простым, были удачи и взлеты, хотя, к сожалению, были и разочарования, и потери. Неоднократно изменялась структура Института в интересах удовлетворения запросов практики научно-исследовательской и испытательной работы, медико-биологического обеспечения космических полетов и глубоководных погружений. Происходило образование новых подразделений, слияние и разделение других. Институт пережил переподчинения и изменение наименований. Однако направления работ и поисковых, и фундаментальных, и научно-практических, и опытно-конструкторских были и остаются интересными, плодотворными, наполненными духом романтики и приключений.

Краткий экскурс в данной книге не позволяет даже перечислить всех сотрудников ИМБП, это предоставим специальным трудам. В Институте есть все условия для самоутверждения и профессионального роста. Многие специалисты прошли путь от старших лаборантов и младших научных сотрудников до руководителей крупных научных направлений и проблем, став докторами наук и профессорами. Тем, кого уже нет с нами, хотелось бы высказать особые слова благодарности, уважения и восхищения. Мы помним, ценим и стараемся сохранить и развить дело, которому они посвятили свою жизнь, работая в ИМБП.

Благодаря добросовестной, а иногда и самоотверженной работе многих специалистов нашего Института, практически по всем направлениям деятельности достигнуты существенные успехи. Поэтому в разные годы за достижения в области космической медицины и биологии многие ученые и специалисты Института награждались орденами и медалями, многим были присуждены Государственные премии и премии Правительства РФ в области науки и техники.

Говоря о достижениях Института, нельзя не отметить такое важное направление его деятельности, как международное сотрудничество в области космической медицины и биологии. В этой связи следует отметить огромную роль О.Г. Газенко в проведении в начале 1970-х годов политики «открытых дверей» и установлении взаимовыгодного научно-технического сотрудничества с социалистическими странами в рамках программы «Интеркосмос», а также с США, Францией и Австрией. Всем хорошо известны такие международные космические проекты, как: «Союз – Аполлон», «Бион», «Фотон», «Арагац», «Антарес», «Альтаир», «Кассиопея», «Пегас», «Евромир», «Мир – НАСА», «Мир – Шаттл», «Аустромир», «RLF», «PVH», «HUBES-94», «ЭКОПСИ-95», SFINCSS-99, «Марс-500». В этих и

других международных проектах специалисты ИМБП выполняли ведущую роль, что существенно повысило авторитет нашего Института и сделало его всемирно известным научным центром.

За прошедшие 50 лет, благодаря трудам Института, удалось существенно продвинуться в понимании особенностей жизнедеятельности организма человека и животных в экстремальных условиях, мы в значительной степени научились управлять адаптационными процессами и обеспечивать жизнедеятельность организма в необычных условиях среды обитания.

В практическом плане это означает, что ИМБП при участии многих других научных и технических учреждений страны создал самую передовую в мире систему медицинского и санитарно-гигиенического обеспечения кратковременных и длительных орбитальных пилотируемых и непилотируемых космических полетов. Эту систему, вместе со знаниями о закономерностях и механизмах влияния факторов космического полета и космического пространства, можно рассматривать как существенный научный задел для последующего решения медицинских проблем, связанных с полетом человека за пределы ближнего Космоса и на другие небесные тела: Луну, Марс, Венеру и т.д. Такие полеты – недалекое будущее космонавтики, а их медико-биологическое обеспечение – одно из перспективных направлений деятельности ИМБП в последующие годы.

ДОКУМЕНТЫ И ФОТОМАТЕРИАЛЫ

РАССЕКРЕЧЕНО

№ 23
Предложение о создании специализированного научного учреждения по медико-биологическим проблемам космических полетов, представленное А.Н. Бакулевым, В.В. Париным, В.Н. Черниговским и В.И. Яздовским в ЦК КПСС Н.С. Хрущеву

№ 0291сс

28 июня 1958 г.
Копия
Сов. секретно

ПЕРВОМУ СЕКРЕТАРЮ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОМИТЕТА
КОММУНИСТИЧЕСКОЙ ПАРТИИ СОВЕТСКОГО СОЮЗА
товарищу ХРУЩЕВУ Н.С.

Бурное развитие науки и техники уже в настоящее время создало возможность вплотную подойти к вопросу обеспечения полета человека на ракетах в космическое пространство.

Конечно, для того, чтобы послать человека в полет на ракете в верхние слои атмосферы и обеспечить безопасность в таком полете, необходимо решить целый ряд специальных медико-биологических проблем, имеющих теоретическое и практическое значение.

…

Научной разработкой основных медико-биологических проблем космических полетов в состоянии заниматься только специализированный институт медицинских проблем космических полетов, который срочно необходимо развернуть на базе 8 отдела по исследованию и медицинскому обеспечению полетов в верхние слои атмосферы, существующего при НИИИАМ ВВС.

…

На создаваемый институт медицинских проблем космических полетов, помимо научной разработки перечисленных медико-биологических проблем, должна быть возложена координация всех работ, проводимых другими научными учреждениями в этом направлении.

Такой институт необходимо создать при начальнике реактивного вооружения МО СССР в количестве 229 человек или при Академии наук СССР. Основное ядро

такого института должны составить сотрудники 8 отдела при НИИИАМ ВВС, имеющие большой опыт работы в этом направлении.

Координация работ должна возлагаться на специальную комиссию при президиуме Академии наук СССР.

Научная апробация результатов работ, методических приемов и программ исследований должна проходить через президиум Академии наук СССР и президиум Академии медицинских наук СССР.

…

Территориально будущий институт медицинских проблем космических полетов целесообразно разместить там же, где размещается 8 отдел при НИИИАМ, здание которого сейчас реконструируется для размещения лабораторий и термобарокамеры. Причем разработка и изготовление термобарокамеры финансируется Академией наук СССР специально для 8 отдела.

Убедительно просим Вас рассмотреть изложенные соображения и принять решение о создании Института медицинских проблем космических полетов.

Только при этих условиях Советский Союз будет иметь возможность идти впереди в этих исследованиях.

Президент Академии медицинских наук СССР
академик А. Бакулев

Академик-секретарь Академии медицинских наук СССР
действительный член Академии медицинских наук СССР
профессор В. Парин

Действительный член Академии медицинских наук СССР
и член-корреспондент Академии наук СССР
профессор В. Черниговский

Руководитель работ по медико-биологическим исследованиям
на ракетах и спутниках кандидат медицинских наук В. Яздовский

Верно: Подпись К. Чупряковой, делопроизводителя Общего отдела ЦК КПСС.

АП РФ. Ф. 3. Оп. 78. Д. 1051. Л. 15-21. Заверенная копия.

РАССЕКРЕЧЕНО

№ 26
Предложение о создании Института космической биологии и медицины АН СССР, представленное в ЦК КПСС и АН СССР О.Г. Газенко, А.М. Гениным, А.А. Гюрджианом

№ 0635 24 сентября 1958 г.
(Гриф секретности)

СЕКРЕТАРЮ ЦК КПСС
Тов. КИРИЧЕНКО А. И.
ПРЕДСЕДАТЕЛЮ КОМИССИИ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПРЕЗИДЕНТУ АКАДЕМИИ НАУК СССР
Тов. НЕСМЕЯНОВУ А. Н.
ПРЕДСЕДАТЕЛЮ КОМИССИИ ЦК КПСС
Тов. ХРУНИЧЕВУ М. В.

Некоторое время тому назад президент Академии медицинских наук СССР академик А.Н. Бакулев, вице-президент Академии медицинских наук СССР академик-секретарь В.В. Парин, член президиума отделения биологических наук АН СССР В.Н. Чергиновский и начальник отдела по исследованию и медицинскому обеспечению полетов в верхние слои атмосферы (8-й отдел) при НИИИАМ ВВС полковник медицинской службы В.И. Яздовский обратились в ЦК КПСС с письмом по поводу необходимости расширения медико-биологических исследований в области проблем космических полетов.

Учитывая большое государственное значение поднятого вопроса и вожность его всестороннего рассмотрения, мы – непосредственные участники этих работ считаем своим долгом высказать ряд соображений по этому поводу.

1. В настоящее время в мировой науке происходит быстрое развитие и формирование новой отраслп знания – космической биологии. В развитие этой науки советскими конструкторами и исследователями внесен определенный вклад, обеспечивший приоритет нашей страны в решении ряда вопросов. Полученные материалы позволяют теперь непосредственно подойти к разработке проблемы полета человека в космическое пространство.

2. Решение большого числа теоретических и практических вопросов космической биологии, связанных в частности с обеспечением полета человека за пределы атмосферы Земли, не может быть полноценно выполнено малочисленным (10 научных сотрудников) коллективом 8-го отдела НИИИАМ ВВС. Поэтому возникает настоятельная необходимость в существенном увеличении научного коллектива, создании соответствующей конструкторско-производственной базы и улучшения организации работы в этом направлении.

Лучшей организационной формой, отвечающей содержанию и задачам работы является специализированный научно-исследовательский институт.

3. Поскольку научная разработка проблемы астронавтики в целом сосредоточена в Академии наук СССР, а также учитывая перспективный характер проблем, стоящих перед космической биологией и медициной и необходимость их разработки в комплексе с другими учреждениями Академии наук СССР, представляется целесообразным организовать Институт в системе Биологического отделения АН СССР.

4. Предложение о создании специального института в системе Академии наук СССР встречает возражения со стороны руководства медицинской службы ВВС и Института авиационной медицины ВВС.

…

Мы убеждены, что для полноценного и своевременного решения ближайших и перспективных проблем, связанных с полетом человека в мировое пространство и исследованием жизни в экстремальных условиях космоса, необходимо создание Института космической биологии и медицины в системе Академии наук СССР. Институт должен иметь квалифицированный состав научных работников, достаточно мощную конструкторско-производственную базу и стендовое оборудование. Он должен работать в комплексе с другими научно-исследовательскими учреждениями АН СССР, занимающимися исследованиями верхних слоев атмосферы и космического пространства, а также с конструкторскими бюро, занимающимися разработкой ракетной техники и специального оборудования.

…

Мы надеемся, что при рассмотрении вопроса об организационных формах дальнейшего развития космической биологии и медицины, приведенные соображения будут приняты во внимание.

ГАЗЕНКО О.Г., чл. КПСС с 1956 г., парт/билет № 03498945, старший научный сотрудник.
ГЕНИН А.М., чл. КПСС с 1947 г., парт/билет № 03510920, старший научный сотрудник.
ГЮРДЖИАН А.А., мл. научный сотрудник, кандидат медицинских наук.

АП РФ. Ф. 3. Оп. 78. Д. 1051. Л. 6-13. Подписи – автографы.

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРЕЗИДЕНТА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО
И ДОКУМЕНТАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
**ДЕПАРТАМЕНТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АРХИВА
ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Никольский пер., д. 3, Москва, 103132
Тел. (495) 606-19-66,
Факс (495) 606-23-76

«6» сентября 2013 г.
№ А16-3-178

АРХИВНАЯ СПРАВКА

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 октября 1963 г. № 1106-399 для проведения основных комплексных научных исследований по медико-биологическому обеспечению космических полетов, изучения жизнедеятельности и работоспособности человека в космическом пространстве создан в системе Министерства здравоохранения СССР Институт космической биологии и медицины 1 категории.

Основание: постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 октября 1963 г. № 1106-399, п.4, первый абзац (АПРФ, ф.93, подлинник).

Начальник департамента А.Степанов

АДМИНИСТРАЦИЯ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АРХИВ ПРЕЗИДЕНТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2 100001 62934 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И
ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о присвоении статуса
Государственного Научного Центра
Российской Федерации

Постановлением правительства
Российской Федерации
от 05 июня 1994 года № 648

ИНСТИТУТУ
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

присвоен статус
ГОСУДАРСТВЕННОГО
НАУЧНОГО ЦЕНТРА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

В РЕЕСТРЕ ГОСУДАРСТВЕННЫХ НАУЧНЫХ ЦЕНТРОВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗАРЕГИСТРИРОВАН
№ 14

Министр науки и технической политики
Российской Федерации

_____ /Б.Г.Салтыков/

Хорошевское шоссе, 76 А, четвертый корпус

База «Планерная» (Химки)

Строится новый лабораторный корпус
(Хорошевское шоссе, 76 А)

Научный руководитель ГНЦ РФ – ИМБП РАН академик Анатолий Иванович Григорьев

Дирекция. Слева направо, сидят: Л.С. Беликова, гл. патент. поверенный; К.А. Кузнецова, пом. директора по прав. вопросам; И.Б. Ушаков, директор, д.м.н., проф., член-корр. РАН, академик РАМН; О.И. Орлов, 1-й зам. директора по науч. работе, д.м.н., член-корр. РАН; Г.Н. Черноморец, референт-секретарь; И.И. Родина, референт-секретарь; стоят: С.Л. Денисов, пом. директора по спец. вопросам, к.м.н.; А.Н. Потапов, пом. директора по связям с общественностью, к.б.н.; Н.В. Калыгина, референт-секретарь; А.Н. Романов, зам. директора по орг. работе и режиму; Л.Б. Буравкова, ученый секретарь, д.м.н., проф., член-корр. РАН; В.В. Богомолов, зам. директора по науч. работе, д.м.н.; Б.В. Моруков, зам. директора по науч. работе, д.м.н., проф., член-корр. РАМН; Е.Н. Логинова, референт-секретарь; В.Н. Сычев, зам. директора по науч. работе, д.б.н.; А.Р. Куссмауль, пом. директора по орг. вопросам, к.б.н.

Бухгалтерия ИМБП. Слева направо, стоят: старшие бухгалтеры С.Н. Цветкова, Т.Н. Черкашина и В.И. Конурина, ведущий бухгалтер Л.А. Камаева, бухгалтер И.С. Федорук, старший бухгалтер Л.В. Медведева, ведущие бухгалтеры Е.А. Егорова и В.П. Гаврилов, старший бухгалтер Т.Б. Карташова; сидят: ведущие бухгалтеры И.В. Ефремова и Ю.И. Аксенова, бухгалтер Т.А. Кулешова, главный бухгалтер С.В. Каминская и бухгалтер М.М. Бисиркина

Отдел пропускного и внутриобъектового режима. Слева направо, в первом ряду: Р.Г. Зеленова, Л.М. Дудинова, В.Г. Тахо-Годи, Г.В. Мачинский, З.И. Яковлева, Н.Н. Молочкова, Л.С. Царева; во втором ряду: В.П. Маслов, А.Н. Федоров

Отдел труда и экологического контроля. Слева направо, сидят: инженер-химик К.О. Холанцева, начальник отдела В.В. Соколов и ст. инженер по РБ Э.Б. Александрова; стоят: ст. инженер по надзору А.А. Суворов и ст. инженер Е.Н. Морозова

Отдел оборудования и материально-технического обслуживания. Слева направо, сидят: нач. отдела В.Г. Ситниченко, товаровед В.В. Кузнецова; стоят: зам. начальника отдела Н.И. Селиверстова, ст. товаровед Т.П. Фадеева, ст. товаровед С.Н. Медведева

Объединенная служба хозяйственного обеспечения. Слева направо: И.И. Панфиленко, Н.В. Бирюкова, И.К. Шкляров, Н.Д. Панфиленко, У.Р. Широкова, А.С. Шаронова, Е.В. Дьяконова, Л.В. Бакаева, Н.П. Новикова, Н.Д. Вихарев, В.Ф. Васильева

Служба таможенного обеспечения. Слева направо: начальник службы таможенного обеспечения Н.В. Кругликов, Ф.Г. Ильясов

Юридическая служба. Слева направо: юрисконсульт К.А. Сухов, старший юрисконсульт И.В. Зубов, юрисконсульт Е.И. Адрианова

Производственно-транспортный цех. Слева направо в первом ряду: А.Ю. Миловидов, П.В. Умрихин, Л.Н. Хрисанова; во втором ряду: А.Б. Демида, В.В. Титов, А.Ф. Борисов, В.И. Стародубов, Е.Н. Алаев

Режимный отдел. Слева направо: специалист М.И. Родина, начальник службы Л.Ф. Родина, специалисты В.А. Бойко и Т.А. Высокова

Служба управления недвижимостью. Слева направо: А.Е. Бойко, А.Н. Бакалинов

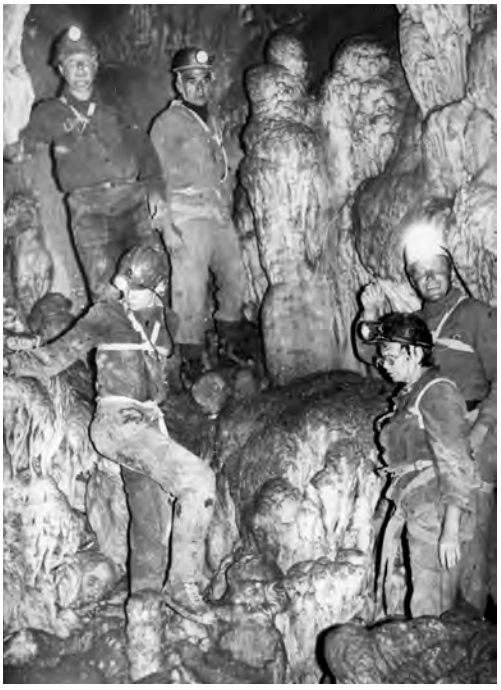
Перед подъемом в горы. Справа: Г.А. Давыдов

Г.А. Давыдов проводит забор крови

Г.А. Давыдов проводит оценку результатов экспериментальной пробы

Г.А. Давыдов проводит микроскопию экспериментальной пробы

Учебно-тренировочные сборы в Кроноцком заповеднике (Камчатка)



Г.А. Давыдов проводит изучение биоритмов в карстовой пещере

Г.А. Давыдов проводит фоторегистрацию хода эксперимента в пустыне

Условия пребывания испытуемых в пустыне

Подготовка альпинистов в барокамерном комплексе Института биофизики МЗ СССР, 1981 год

Г.А. Давыдов проводит испытания маски кислородного аппарата открытого типа. Памир, 1981 год

Изучение фактора страха. Высота – 106 метров

Г.А. Давыдов (второй слева) и В.Г. Волович с сотрудниками, 1988 год

Слева направо: А. Чудаков, М. Новиков (журналист), Ю. Сенкевич, М. Белаковский, А. Воробьев, Е. Гиппенрейтер (1981 год)

Ю.А. Сенкевич на станции «Восток» – полюсе холода Земли. Температура -75 °С

В 1969–1970 гг. Ю.А. Сенкевич совершил путешествие на парусных папирусных лодках «Ра-1» и «Ра-2», а в 1978–1979 гг. – на камышовой лодке «Тигрис» в составе международных экипажей, возглавляемых Туром Хейердалом

Камышовая лодка «Тигрис» и ее экипаж: Тур Хейердал (Норвегия), Юрий Сенкевич (СССР), Норман Бейкер (США), Карло Маури (Италия), Ханс Петтер Бен (Норвегия), Норрис Брок (США), Асбьен Дамхус (Дания), Герман Карраско (Мексика), Рашард Назир Салим (Ирак), Тору Судзуки (Япония), Детлеф Цольтцек (ФРГ)

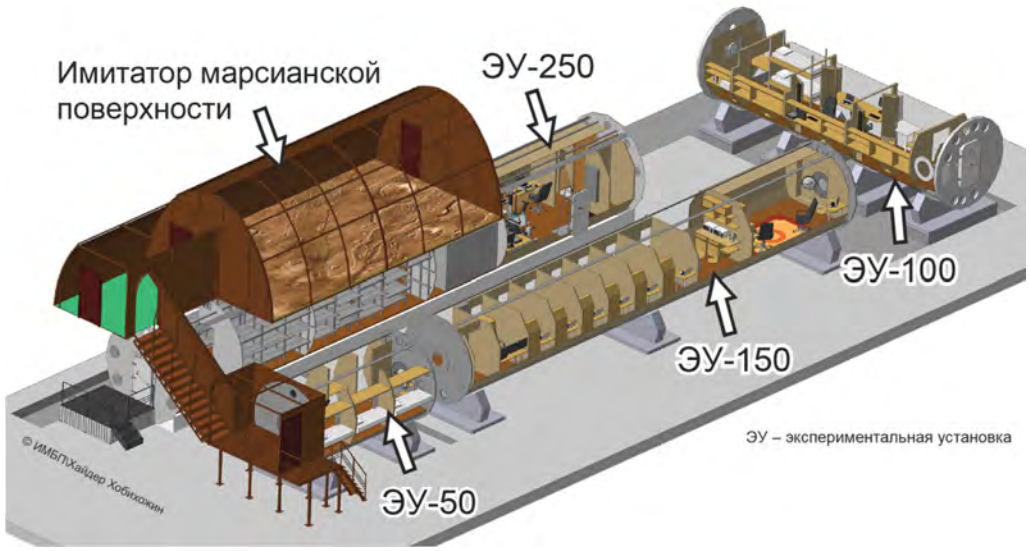
Врач-экспериментатор А.Е. Смолеевский в пустыне Сахара во время проведения эксперимента по изучению воздействия жары, 2012 год

Участники экспедиции Казахстан – Киргизия – Туркмения Ю.А. Сенкевич и М.С. Белаковский

М.С. Белаковский проводит взятие крови у участников экспедиции «Человек и пустыня» Пустыня Каракум, +50° С в тени (1985 год)

Исследование крови у участников эверестской экспедиции проводит М.С. Белаковский (ИМБП) и Б.И. Ким (Казахский институт питания, г. Алма-Ата)

Экипаж «марсианской экспедиции» с 520-суточной изоляцией. Слева направо: Wang Yue – исследователь (Китай), А.Е. Смолеевский – исследователь, сотрудник ИМБП (Российская Федерация), А.С. Ситев – командир экипажа (Российская Федерация), Urbina Diego – исследователь (Италия), в третьем ряду стоят С.Р. Камолов – врач экипажа (Российская Федерация), Charles Romain – бортинженер (Франция)



Наземный экспериментальный комплекс ИМБП – основное место проведения экспериментов по научной программе «Марс-500»

С.Р. Камолов и А.Е. Смолеевский проводят эксперимент на бегущей дорожке

С.Р. Камолов помогает А.Е. Смолеевскому подготовиться к проведению эксперимента по методике «Пилот-1»

Подготовка к проведению эксперимента с регистрацией энцефалограммы

А.Е. Смолеевский проводит эксперимент по выращиванию растений в опытном образце оранжереи

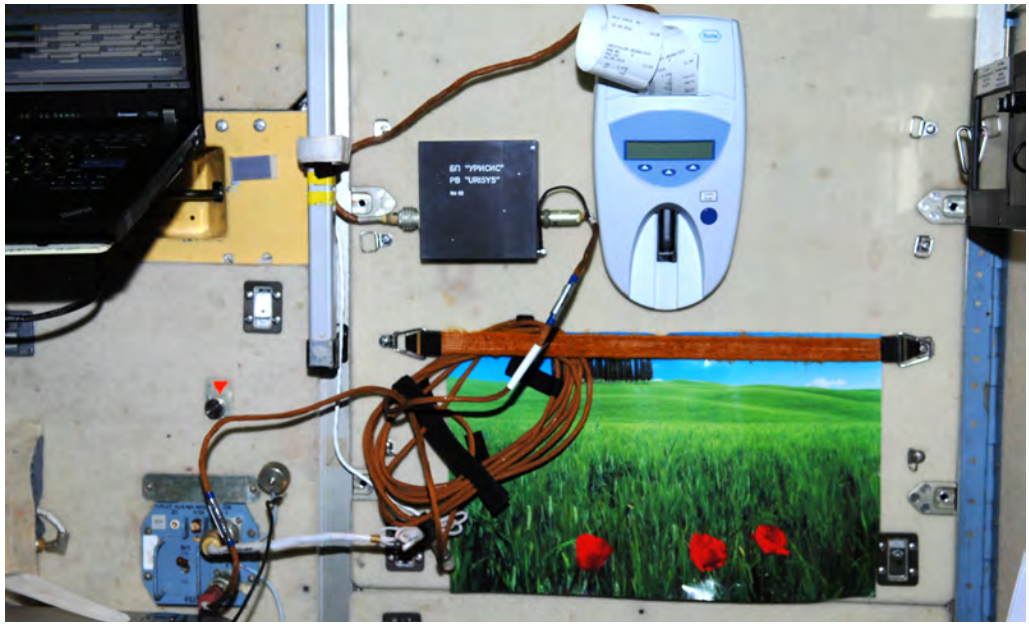
Работа на «марсианской» поверхности с забором проб почвы

Международный симпозиум по результатам эксперимента, моделирующего пилотируемый полет на Марс (проект «Марс-500») (23–25 апреля 2012 года, Москва)

Экскурсия школьников в комнате дежурного персонала. Наземный экспериментальный комплекс ИМБП во время проведения экспериментов по научной программе «Марс-500»

Модернизированный низкочастотный электромиостимулятор – комплект «Стимул-01НЧ»

Ю.А. Коряк проводит физиологические испытания модернизированного низкочастотного электромиостимулятора – комплекта «Стимул-01НЧ»



Комплект «УРИСИС» на борту МКС

Комплект «КОР-01-Н»

Космонавт О.В. Котов устанавливает комплекс «Кардиомед» на борт МКС (2009 год)

«Шторка защитная» установлена на МКС в «комнате экипажа» (КЭ «Матрешка»)

Комплекс «Гамма-01» на борту МКС

Комплект пассивных дозиметрических сборок «СПД»

Индивидуальные дозиметрические контроль-комплексы «Люлин-МКС»

Проведение физиологических испытаний с комплексом «ДиаСлед»

Д.Р. Бабич проводит испытания высокочастотного стимулятора – комплекта «Стимул-01ВЧ»

Стенд «Подвеска» для проведения испытаний тренажера «Бегущая дорожка БД-2» (г. Самара, НПО «Прогресс»)

Испытания тренажера «Бегущая дорожка БД-2» на стенде «Подвеска». Испытатель – С.Н. Рязанский

Измеритель артериального давления ИАД-2010

Н.Н. Химорода испытывает нагружатель силовой НС-1М, установленный на велотренажере ВБ-3М

Д.А. Сапов проводит испытание ПНК «Пингвин» с системой измерения нагрузок к костюму «Регент»

Комплекс КАИ-ОФС

Демонстрация комплекса КДМ

Исследовательская оранжерея «Свет», разработанная в ИМБП и проработавшая на борту орбитального комплекса «Мир» с 1990 по 2000 год

Космонавт А.М. Самокутяев собирает аппаратуру для проведения эксперимента «Растения-2» на Международной космической станции (2 июня 2011 г.)

Конвейерная цилиндрическая оранжерея «Фитоцикл СД» со светодиодным светильником может на 80 % обеспечить витамином С 2 членов экипажа и полностью витамином А – 4 членов экипажа. Габаритные размеры – 124×80×80 см; энергопотребление – 0,5 кВт; объем ростовой камеры – 0,2 м^3; освещаемая площадь посева – 0,8 м^2; количество шагов конвейера – 10; плотность потока фотонов от светильника – 350±10 мкмоль·м^2·с; производительность по сырой биомассе – 215±17 г/сут

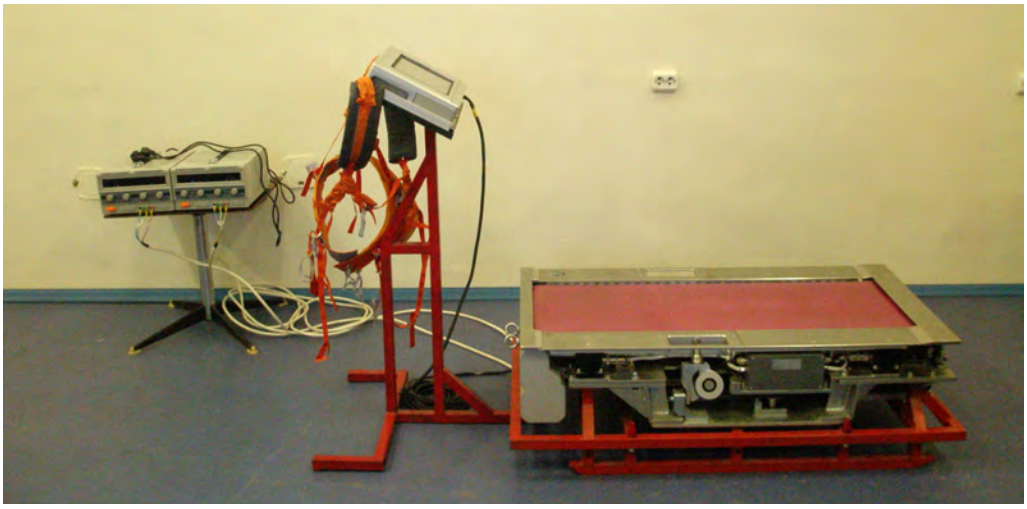
А.Е. Смолеевский проводит испытание прототипа космической конвейерной салатной оранжереи «Фитоцикл СД» в эксперименте по научной программе «Марс-500»

Специалисты ИМБП испытывают прототип космической оранжереи «Фитоцикл»

Подошвенный имитатор опорной нагрузки «Корвит»

Костюм «Регент». Варианты: взрослый – для лечения последствий; детский – для лечения детского церебрального паралича

Подошвенный имитатор опорной нагрузки «Корвит» в клинической практике лечения пациентов



Тренажер «Бегущая дорожка БД-2»

Аккумулятор кислородный низкого давления АК-14

Адсорбционный генератор кислорода медицинского назначения

Стенд виртуальной реальности. В стадии создания

Стенд для ортостатических воздействий

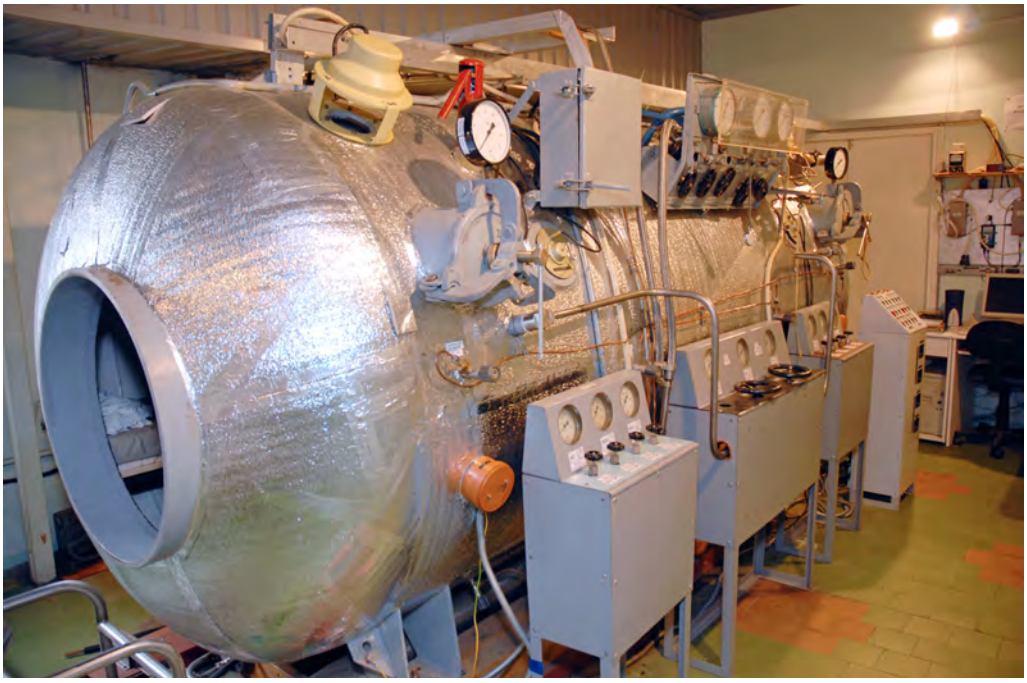
Стенд «Подвеска»

Стенд имитации невесомости «Сухая иммерсия»

Пультовая центрифуги короткого радиуса

Центрифуга короткого радиуса

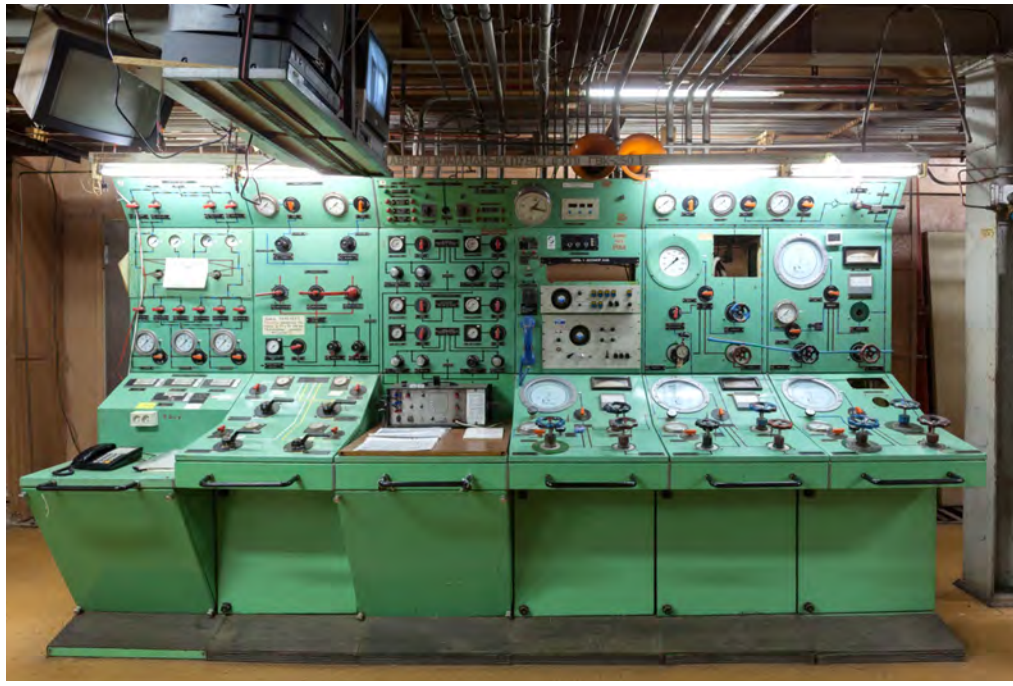
Центрифуга большого радиуса



Барокомплекс ПБК- 2МУ

Барокомплекс

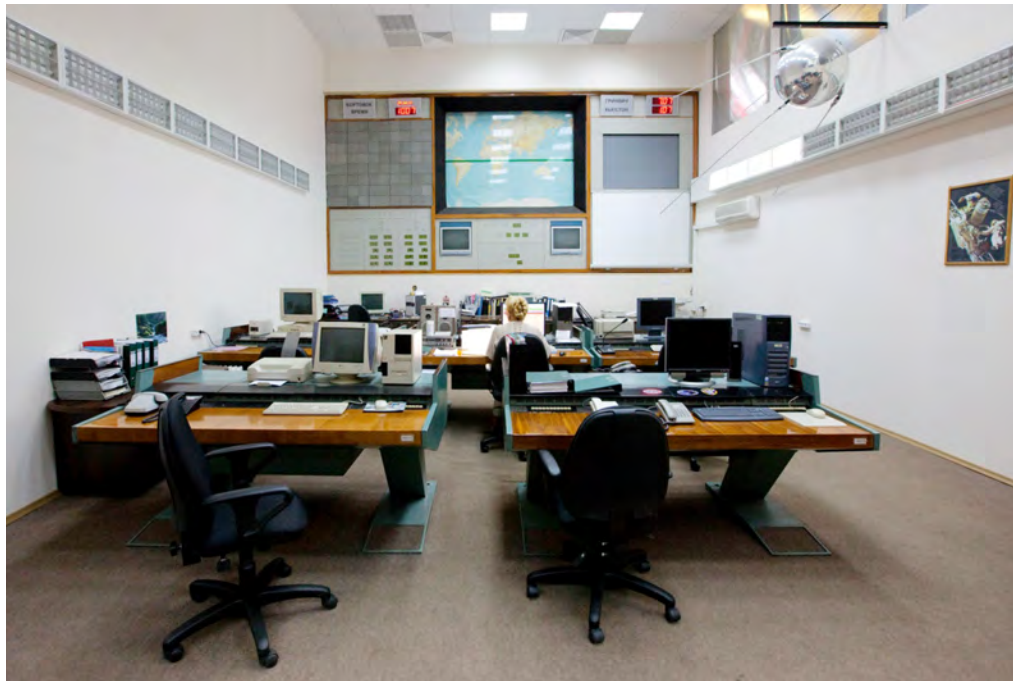
Глубоководный водолазный комплекс ГВК-250. Трехотсечная барокамера (жилой отсек объемом 15 м^3, переходной отсек – 5,5 м^3 и лечебный отсек – 8,5 м^3) и системы жизнеобеспечения



Глубоководный водолазный комплекс ГВК-250. Пульт управления

Экспериментальный стенд

Наземный экспериментальный комплекс с логотипом «Марс-500»



Рабочие места дежурной группы специалистов и табло Центра коллективного пользования управления медицинским обеспечением космических объектов (ЦУМОКО)

Космические медицинские укладки и средства личной гигиены, разработанные ИМБП

Медицинская укладка для ОК «Буран»

Комплект средств личной гигиены для ОК «Буран»

Средства личной гигиены

Укладка «Баббл-дозиметры»

Набор для личной гигиены «Комфорт-3М»

Укладка «Водные процедуры»

Набор средств личной гигиены «Комфорт-1М»

Набор средств личной гигиены «Комфорт-2М»

Укладки медицинские

Аптечка бортовая БД для космического корабля «Союз»

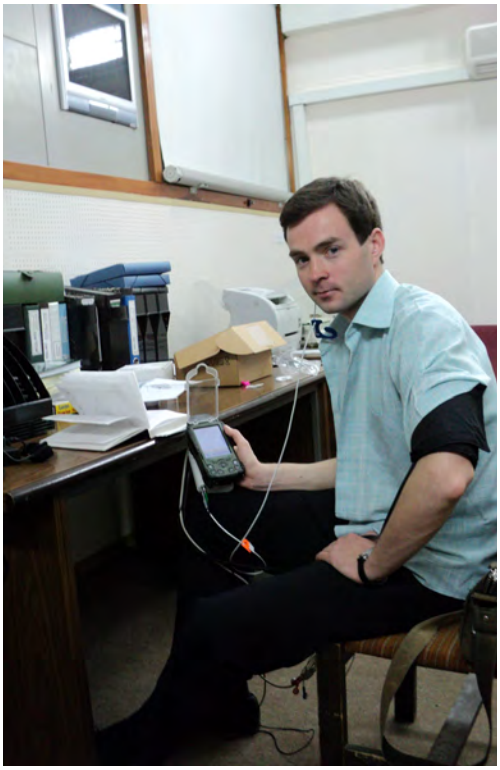
Укладка «Стоматология»

Система внутривенного введения растворов в условиях невесомости. Система состоит из:

– вытеснительной пневмокамеры (манжеты) с карманом для размещения полимерных пакетов (емкостью от 0,25 до 1,0 литра);
– манометра;
– ручной груши (насоса);
– узла микрокомпрессора с датчиком давления и источником электропитания;
– устройства для дозирования скорости введения раствора (от капельного до струйного)

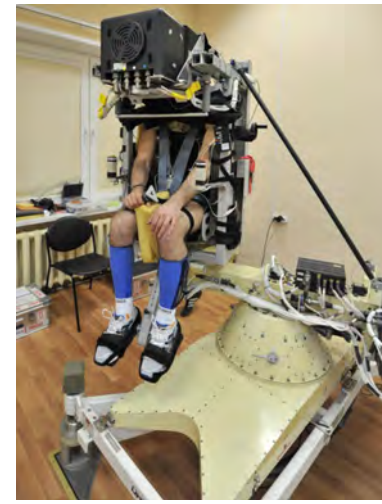
Мобильный комплект Монитора витальных функций, разработанный совместно с Meditech Ltd. (Венгрия)

Испытания мобильного комплекта Монитора витальных функций



И.В. Рукавишников испытывает на себе портативный комплект Монитора витальных функций, разработанный совместно с Meditech Ltd. (Венгрия)

Эксперимент «Сенсорная адаптация» выполняет космонавт Г.И. Падалка



Эксперимент «Гейзспин». Исследование характеристик зрительного слежения при асимметричной стимуляции вестибулярного аппарата на вращающемся кресле

Эксперимент «Изокинез» – исследование сократительных свойств скелетных мышц. Выполняет КЭ МКС-34 космонавт Р.Ю. Романенко, ассистирует с.н.с. Т.Б. Кукоба

Измеритель массы. Измерение массы на Международной космической станции (2008 год)

Космонавт С.К. Крикалев в процессе выполнения космического эксперимента «Профилактика», направленного на оценку физической работоспособности человека в условиях невесомости на Международной космической станции (2005 год)

Лаборант-исследователь Н.Ю. Лысова проводит наземную отработку космического эксперимента «Профилактика-2» с регистрацией газообмена при выполнении физической нагрузки после нахождения в условиях «сухой» иммерсии

Эксперимент «Виртуал» выполняет КЭ МКС-37 космонавт О.В. Котов

Тренировка космонавта П.В. Виноградов с использованием электромиостимулятора «Стимул-НЧ»

Космонавт О.В. Котов использует комплект «Стимул-01НЧ» на Международной космической станции (2009 год)

Космонавт А.Ю. Калери проводит подготовку прибора «Сонокард» к проведению медицинского эксперимента (8.12.2010 года)

Космонавт Ю.И. Маленченко проводит тренировки ОДНТ с использованием комплекта «Чибис-М» на Международной космической станции (2008 год)

Космонавт О.Д. Кононенко выполняет эксперимент «Типология»

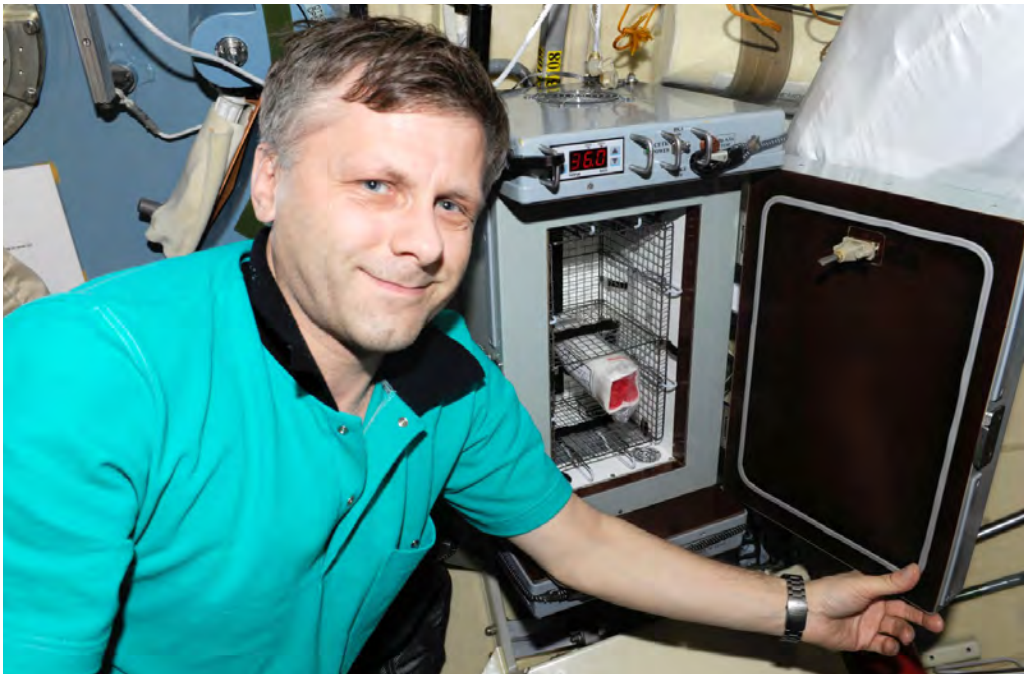
Космонавт А.А. Иванишин работает с прибором «Баббл-дозиметр»

Космонавт А.М. Самокутяев выполняет космический эксперимент «Матрешка»

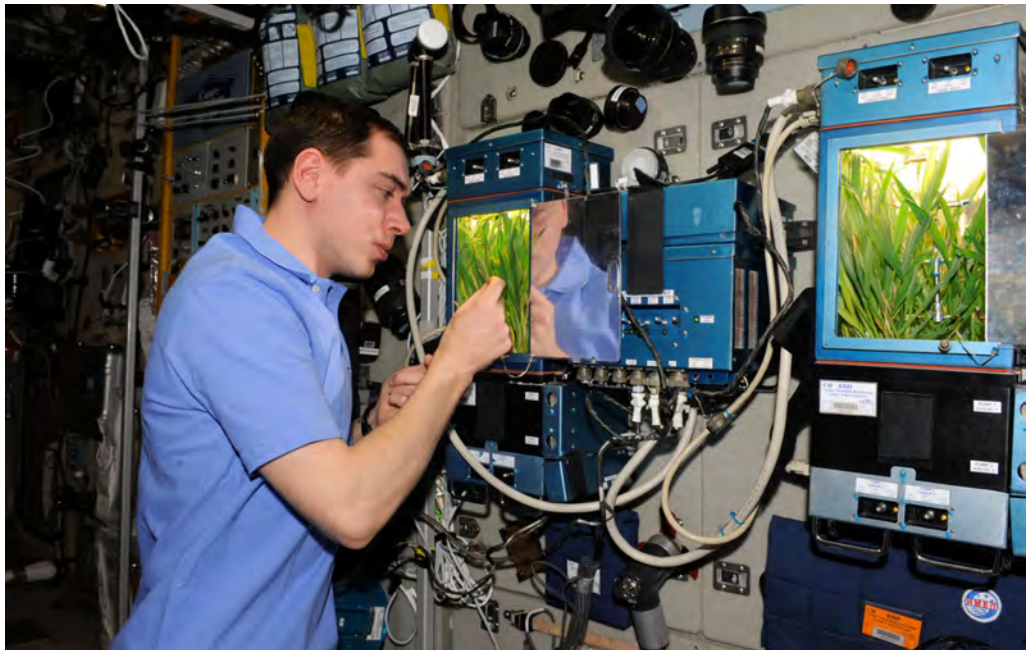
Космонавт С.Н. Рязанский выполняет космический эксперимент «Мотокард» с использованием бегущей дорожки БД-2 (2013 г.)

Космонавт С.Н. Рязанский выполняет космический эксперимент «Виртуал» (2013 г.)

Космонавты Ю.И. Онуфриенко и Ю.В. Усачев при проведении биологического эксперимента с тритонами на космической станции «Мир»



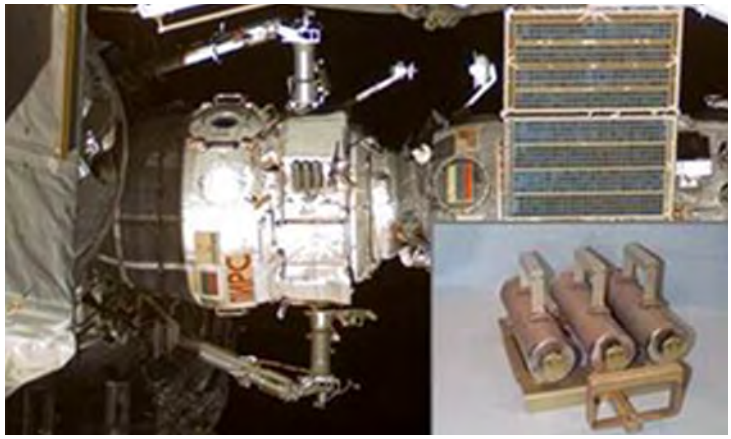
Космонавт А.И. Борисенко открыл дверцу инкубатора (29 апреля 2011 года)



Космонавт С. А. Волков проводит эксперимент по выращиванию растений в оранжерее «Лада» (22.09.2011 года)

Космонавт Ю.В. Лончаков проводит эксперимент по выращиванию растений в оранжерее (2.11.2009 года)

Эксперимент «Биориск» на борту Российского сегмента Международной космической станции

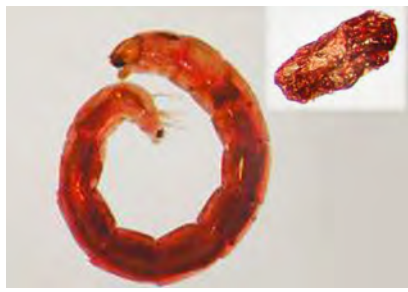


Расположение аппаратуры «Биориск-МСН» на стыковочном узле «Пирс»

Проросшие «космические» семена ячменя *Hordeum vulgare cv.* Haruna Nijo

Растения редиса *Raphanus sativus* сорта «Cherry Bomb», выросшие из «космических» семян

Рост штамма *Bacillus subtilis* 24 после 31-месячной экспозиции спор на внешней стороне МКС

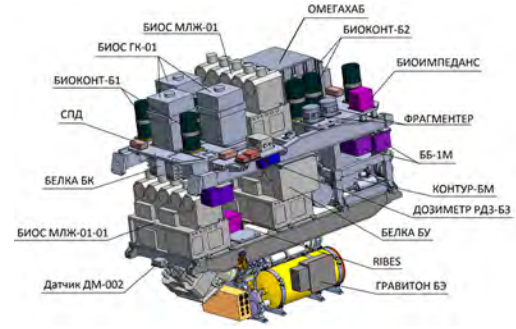


Личинка хирономиды *Polypedilum vanderplanki* до и в результате реактивирования после 31-месячной экспозиции на внешней стороне РС МКС

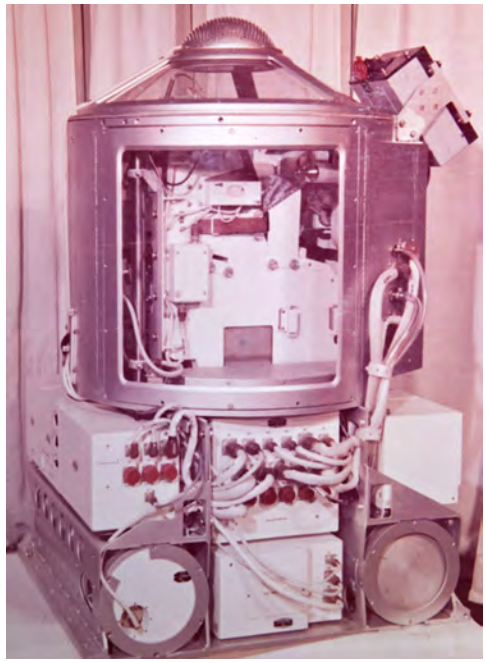
Фундаментальные исследования в космосе, в том числе на беспилотных космических аппаратах («Космос», «Бион», «Фотон» и др.)

Собаки Уголек и Ветерок после 22-суточного полета на КА «Космос-110», 1966 год

Космический спутник «Бион-1М»



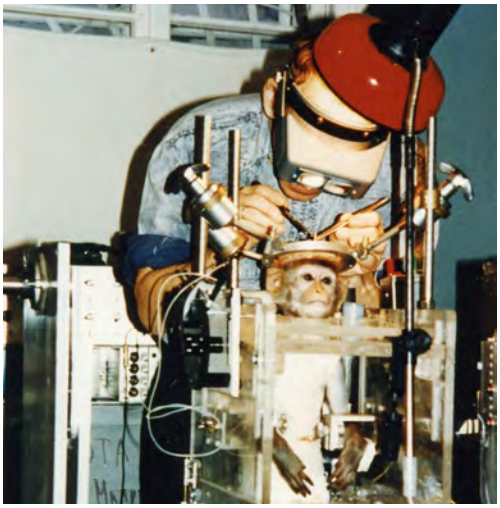
Размещение блоков аппаратуры, биологических объектов и системы жизнеобеспечения на космическом спутнике «Бион-1М»



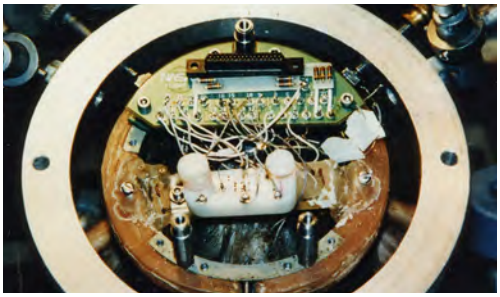
Научная аппаратура для содержания обезьяны и проведения исследований в полетах КА «Бион-6» – «Бион-11»

Центрифуга для экспериментов с искусственной гравитацией на насекомых в полете КА «Бион-5», 1979 год

Подготовка обезьяны к космическому полету на космическом аппарате

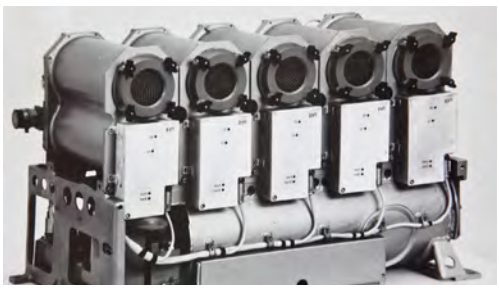


А.М. Бадаква тестирует микроэлектроды перед посадкой обезьяны в полетную капсулу

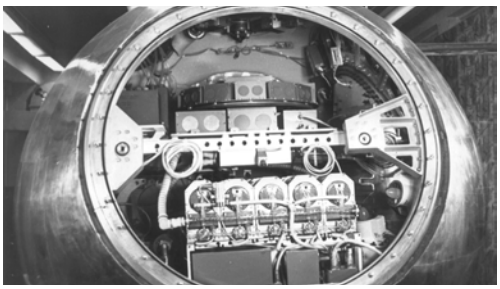


Разработанная в ИМБП технология установки датчиков на голове обезьяны, обеспечивающая безартефактную запись ЭОГ, движений головы и активности нейронов вестибулярных ядер в полетах биоспутников «Бион-5–11»

Плесецк, лабораторный корпус (декабрь 1989 года)



Аппаратура для содержания крыс и проведения на них исследований в полетах КА «Бион-1» – «Бион-4»



Спускаемый аппарат КА «Бион» с открытой крышкой люка. На переднем плане научная аппаратура для экспериментов с животными

Спускаемый аппарат биологического спутника на месте приземления

Послеполетные исследования в полевой лаборатории, 1973 год

Зам. главного конструктора Е.Н. Ярманова, заместитель директора института В.Н. Сычев, А.О. Белгородский, заведующий лабораторией Д.В. Раков обсуждают ход работ по установке модулей размещения животных на космическом аппарате (Байконур, апрель 2013 г.)

Подготовка БОС комплекса МЛЖ-01 (Байконур, апрель 2013 года)

Подготовка научной аппаратуры МЛЖ-01 (Байконур, апрель 2013 года)

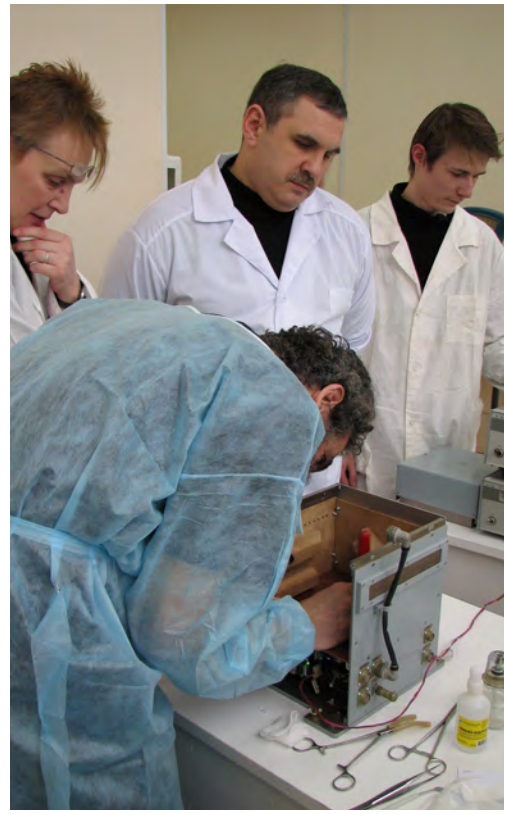
Посадка песчанок в клетку научной аппаратуры «Контур-БМ» (Байконур, апрель 2013 года)

Песчанки в клетке научной аппаратуры «Контур-БМ» (Байконур, апрель 2013 года)

Главный специалист А.И. Пахомов осматривает платы полезной нагрузки с контейнерами, содержащими мерзлотные грунты (Байконур, апрель 2013 года)

Главный специалист А.И. Пахомов проводит установку плат полезной нагрузки на КА «Бион-1М» (апрель 2013 года)

Проведение предполетной подготовки аппаратуры «Омегахаб» (Байконур, апрель 2013 года)



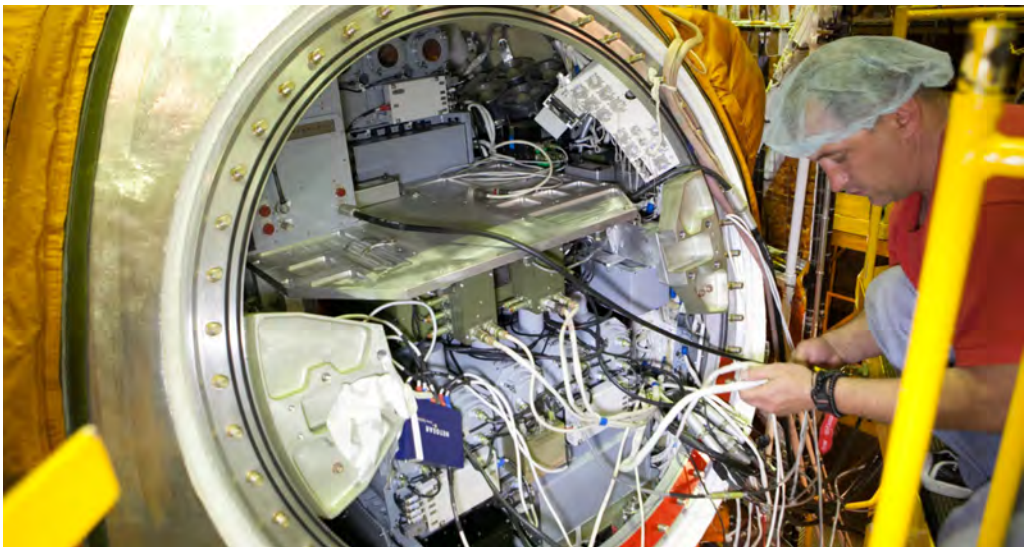
Заместитель главного конструктора Е.Н. Ярманова и заместитель директора института по науке В.В. Бояринцев контролируют подготовку блока ГК-01 (комплекс МЛЖ-01) для проведения биолого-технических испытаний на базе СКТБ «Биофизприбор»

Главный специалист А.И. Пахомов и Е.И. Медникова подготавливают контейнер с пищей (комплекс МЛЖ-01 для космического аппарата «Бион-1М») для проведения биолого-технических испытаний на базе СКТБ «Биофизприбор»

Взвешивание мышей-«космонавтов» перед посадкой в БОС комплекса МЛЖ-01 (Байконур, апрель 2013 года)

Посадка мышей-«космонавтов» в БОС комплекса МЛЖ-01 (Байконур, апрель 2013 года)

Заместитель главного конструктора Е.Н. Ярманова с помощью видеонаблюдения оценивает поведение животных, помещенных в комплекс МЛЖ-01, при проведении биолого-технических испытаний на базе СКТБ «Биофизприбор»



Монтаж научной аппаратуры в космический аппарат «Бион-1М» (Байконур, апрель 2013 года)

Подготовка гекконов к полету (Байконур, апрель 2013 года)

Геккон готов к полету (Байконур, апрель 2013 года)

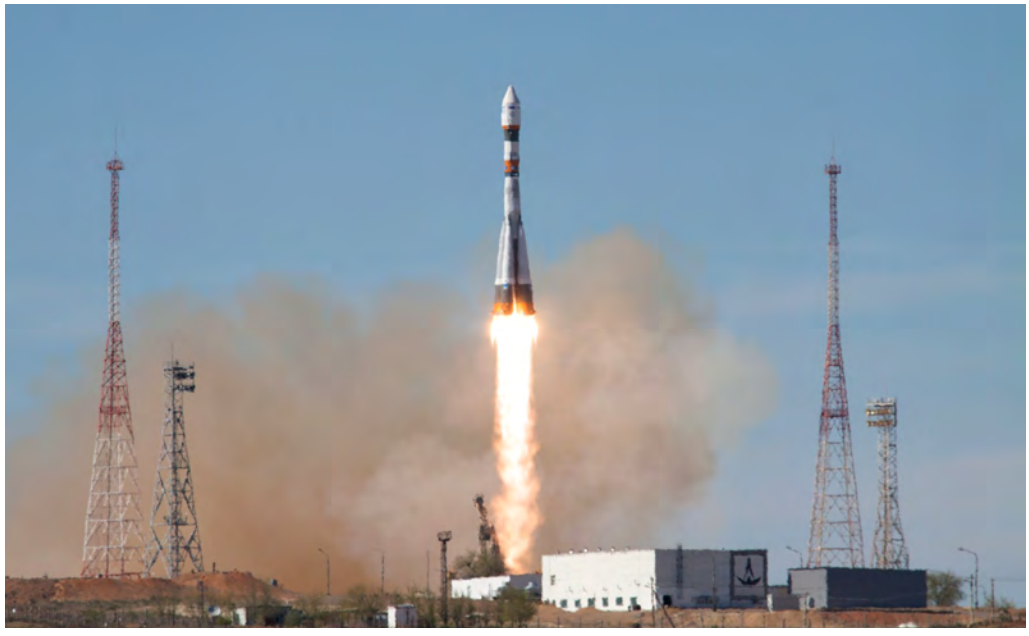
Космические испытатели – улитки – перед полетным медико-биологическим экспериментом на биологическом спутнике

Директор ИМБП – главный конструктор И.Б.Ушаков и зам. главного конструктора Е.Н. Ярманова проводят анализ выполнения установки модулей размещения животных на космическом аппарате (Байконур, апрель 2013 г.)

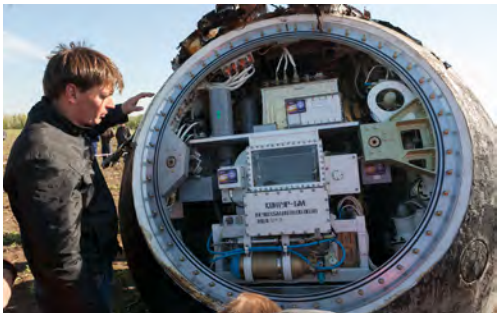
Главный специалист В.С. Седлецкий готовит улиток к космическому полету на КА «Бион-1М» (18 апреля 2013 года)

Заведующий лабораторией В.А. Шуршаков завершил подготовку прибора к космическому эксперименту в полете на КА «Бион-1М» (18 апреля 2013 года)

Коллектив специалистов ИМБП и космодрома в момент доставки ракеты-носителя с космическим аппаратом «Бион-1М» на стартовую позицию 18 апреля 2013 года



Старт ракеты-носителя с космическим аппаратом «Бион-1М» 19 апреля 2013 года. «Мы сделали это!!!»



Главный специалист В.С. Седлецкий перед извлечением медико-биологической аппаратуры из КА «Бион-1М» (на месте посадки) (19 мая 2013 года)

Демонтаж научной аппаратуры из космического спутника «Бион-1М» после посадки

Извлечение мышей-«космонавтов» на месте посадки космического спутника «Бион-1М» (19 мая 2013 года)

Подготовка к анализу материалов на месте посадки космического спутника «Бион-1М» (19 мая 2013 года)

Первые результаты на месте посадки космического спутника «Бион-1М» (19 мая 2013 года)

Организация и проведение медицинского обеспечения поисково-спасательных мероприятий в районе приземления посадочной капсулы космических аппаратов

Коллеги-врачи, Rober Heddon (NASA) и зав. отделом ИМБП А.В. Поляков, летят к месту предполагаемой посадки международного экипажа космического корабля для организации и проведения медицинского обеспечения поисково-спасательных мероприятий (2011 г., борт вертолета)

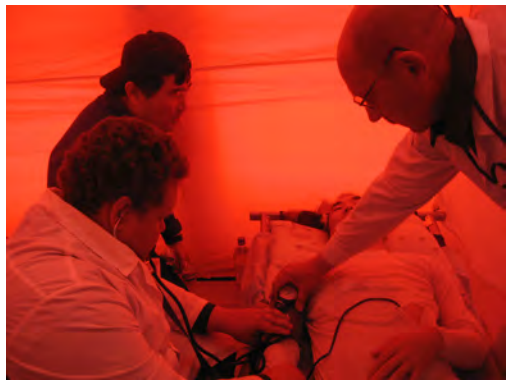
Бригада специалистов ИМБП (слева направо: ст. инженер А.С. Ковалев, вед. инженер В.В. Поляков, гл. специалист И.В. Владимиров, вед. инженер С.В. Фомин, Л.И. Бычков) приготовила палатку и средства для оказания, при необходимости, медицинской помощи космонавтам на месте приземления, а также для проведения послеполетных обследований и медико-биологических экспериментов

Извлечение космонавта из посадочной капсулы после приземления

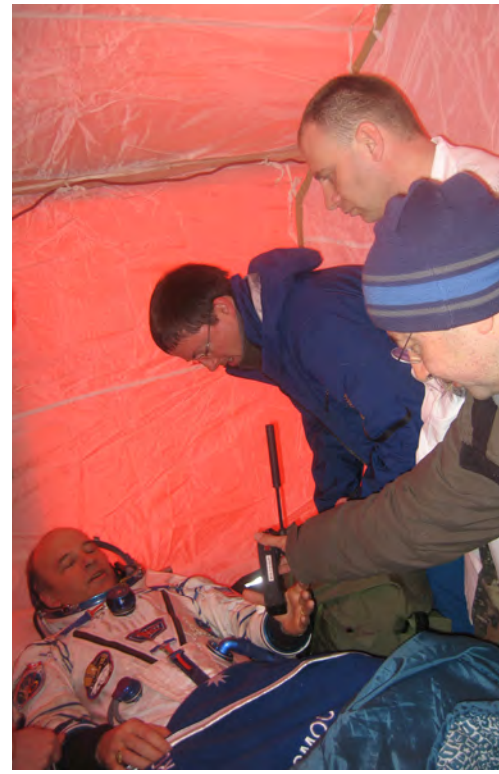
Научный сотрудник Д.В. Черепнин с медсестрой Э.А.Кулаковой проводит обследование состояние космонавта А.В. Мисуркина на месте приземления посадочной капсулы

Младший научный сотрудник И.Б. Моруков помогает американскому коллеге оценить состояние организма астронавта на месте приземления посадочной капсулы

Младший научный сотрудник Д.В. Перфилов (первый справа) сопровождает транспортировку космонавта в палатку ИМБП для проведения послеполетного обследования



Послеполетное обследование космонавта проводит младший научный сотрудник И.Б. Моруков



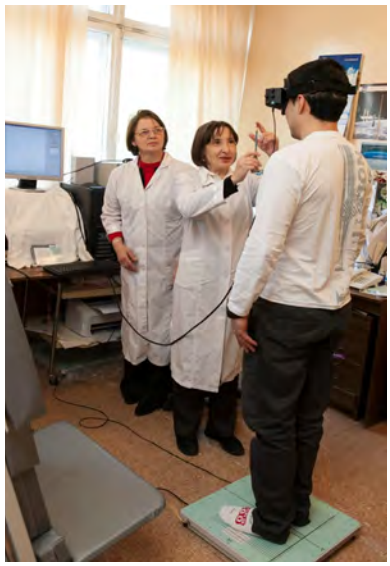
Послеполетное обследование космонавта проводит младший научный сотрудник Д.В. Перфилов (стоит в центре)

Проведение послеполетного эксперимента с участием космонавта П.В. Виноградова

Ст. научный сотрудник А.З. Кабулова (справа) и медсестра Э.А. Кулакова (слева) сопровождают космонавта А.И. Борисенко в полете с места приземления КК в ЦПК (2012 г., борт вертолета)

Подготовка космонавтов в ИМБП

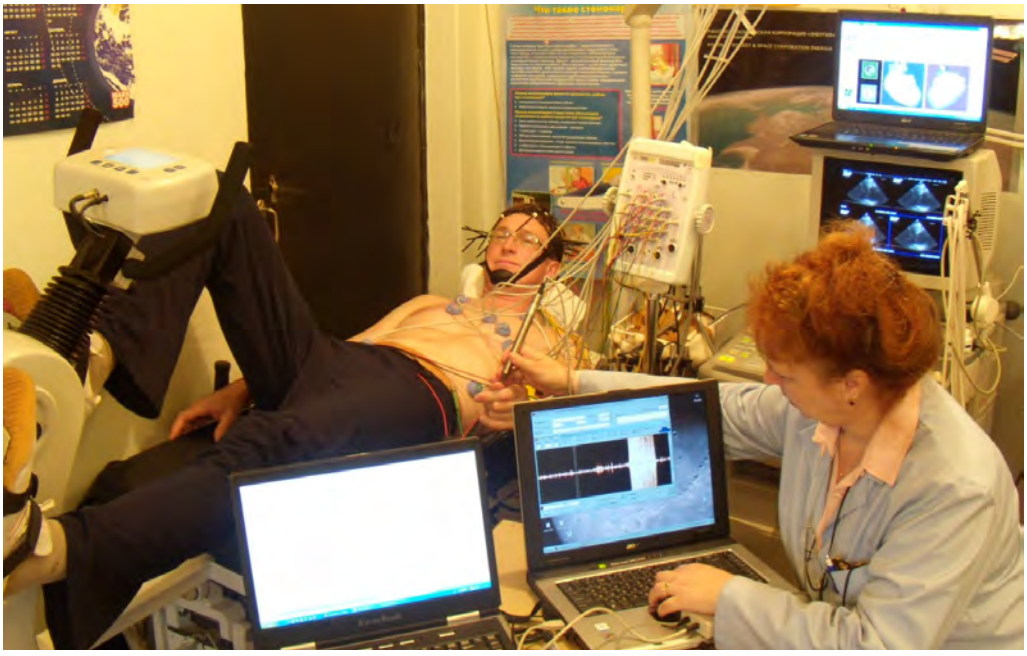
Парашютная подготовка кандидатов в космонавты в г. Коломна Московской области. Слева направо: В.В. Поляков, Ю.А. Сенкевич, Э.Д. Суханов, В.И. Лобачик, Б.Т. Романов, А.А. Чирков, Л.Н. Смиренный



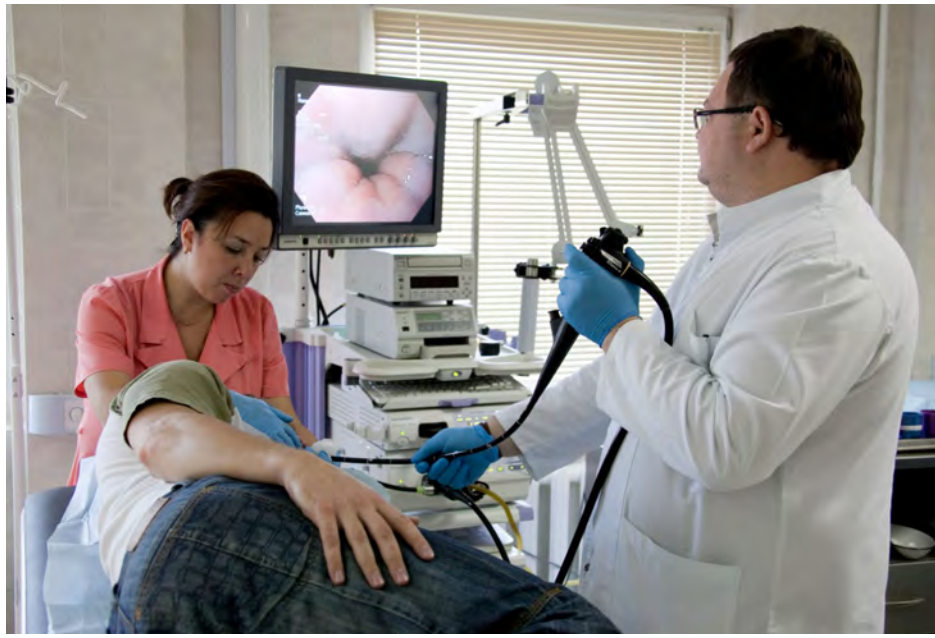
Стабилографическое исследование проводят с.н.с. Н.В. Дегтеренкова и с.н.с. Л.А. Кашенкова

С.н.с. Н.В. Дегтеренкова проводит пассивную постуральную орто-антиортостатическую пробу у кандидата в космонавты из Ю. Кореи

Научный сотрудник О.Б. Пасекова проводит ЭЭГ-обследование кандидата в космонавты



Зав. лабораторией Г.П. Степанова проводит пробу с физической нагрузкой на велоэргометре (положение – лежа)



Обследование С.Н. Рязанского в клиническом отделе

С.Н. Рязанский в барокамере при пониженном барометрическом давлении

Обсуждение в процессе испытаний тренажера «Бегущая дорожка БД-2». Е.Н. Ярманова, С.Н. Рязанский, Н.Н. Химорода

Кандидат в космонавты и космонавт-исследователь С.Н. Рязанский

Спасибо

ПРЕЗИДЕНТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

БЛАГОДАРНОСТЬ

За большой вклад в развитие космической биологии, физиологии и медицины, создание современной системы медико-биологического обеспечения полетов на пилотируемых и автоматических космических аппаратах коллективу федерального государственного бюджетного учреждения науки Государственного научного центра Российской Федерации - Института медико-биологических проблем Российской академии наук, город Москва

В. Путин

Москва, Кремль
2 февраля 2013 г.
№ 29-рп

ИНСТИТУТ МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ:
полвека на службе науке и человеку
в Космосе и на Земле

Подписано в печать 15.08.2013. Формат 70×100/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 39,54. Тираж 700 экз. Заказ № 000/2013.

Отпечатано в типографии ООО Издательско-полиграфический центр «Научная книга».
Воронеж, ул. Среднемосковская, 32Б
Тел.: +7 (473) 200-81-02, 200-81-04
http://www.n-kniga.ru
E-mail: zakaz@n-kniga.ru