

УДК 612.821

ВКЛАД УЧЕНЫХ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК В СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ КОСМИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ

© 2020 г. А. И. Григорьев¹, *, М. А. Островский², А. Н. Потапов¹, **

¹ФГБУН ГНЦ РФ – Институт медико-биологических проблем РАН, Москва, Россия

²Институт биохимической физики РАН, Москва, Россия

*E-mail: grigoriev@imbp.ru

**E-mail: potapov@imbp.ru

Поступила в редакцию 28.06.2019 г.

После доработки 10.07.2019 г.

Принята к публикации 03.09.2019 г.

Рассмотрена роль Академии наук в становлении и развитии космической физиологии. Значительный вклад в реализацию исследований в области космических наук о жизни внесли академики М.В. Келдыш, Н.М. Сисакян, Л.А. Орбели, В.Н. Черниговский, А.В. Лебединский, В.В. Парин, О.Г. Газенко, А.И. Григорьев и другие известные ученые страны. Их активное участие в проведении исследований, связанных с космическими полетами, позволило дать научно обоснованный ответ на вопрос о возможности полета человека в космос. Использование опыта традиционной отечественной физиологии послужило основой для решения фундаментальных проблем новых научных направлений, связанных с пребыванием человека в космосе. Значительный вклад в развитие космической физиологии и смежных наук принадлежит Институту медико-биологических проблем, который в своей деятельности всегда опирался на сотрудничество со многими институтами Академии наук, что позволило вывести нашу страну в лидеры пилотируемой космонавтики.

Ключевые слова: космическая физиология, Российская академия наук, пилотируемые космические полеты, адаптация к невесомости.

DOI: 10.31857/S0131164620010087

Космическая физиология как самостоятельная научная дисциплина возникла в 50-е годы прошлого столетия. Ее становление было обусловлено возникновением космонавтики, которая в качестве своих основных задач определила исследование и освоение космического пространства. Обе задачи могли решаться лишь при непосредственном участии человека в космических полетах (КП). Перед медиками и физиологами был поставлен вопрос о том, может ли человек находиться и работать в космосе. Ответ на него должна была дать новая наука – космическая физиология, основными задачами которой были: решение фундаментальных и прикладных проблем полетов человека в космос; изучение механизмов адаптации организма к воздействию факторов КП; разработка методов и средств профилактики для поддержания здоровья и работоспособности в КП.

Исследования по космической физиологии и биологии с самого начала получили всестороннюю поддержку президента АН СССР *М.В. Келдыша*, академиков *Н.М. Сисакяна*, *В.А. Энгельгардта* и *С.П. Королева*.

Космическая физиология представляет собой новый раздел физиологии, направленный на решение задач фундаментального и прикладного характера, связанных с полетами человека в космос. Она является ведущей научной дисциплиной наук о жизни в космосе, основной задачей которой является изучение влияния совокупности факторов КП на организм человека и научно обоснованное обеспечение здоровья и профессиональной деятельности космонавтов в экстремальных условиях пребывания в космосе.

Значительная заслуга в становлении космической физиологии принадлежит академику Л.А. Орбели и его научной школе. *Леон Абгарович Орбели* – выдающийся физиолог, лучший ученик И.П. Павлова, который считал, что экспериментальные исследования Л.А. Орбели отличаются крупными научными достоинствами. Оставаясь в 1925 г. кафедрой физиологии в Военно-медицинской академии, И.П. Павлов назвал Л.А. Орбели своим преемником.

Л.А. Орбели создал новое направление в науке – эволюционную физиологию, основал Институт эволюционной физиологии и биохимии

им. И.М. Сеченова. Он был первым вице-президентом АН СССР, основателем Биологического отделения АН СССР и более 20 лет возглавлял Всесоюзное Общество физиологов, биохимиков и фармакологов.

Основными направлениями исследований Л.А. Орбели и его научной школы были работы по физиологии военного труда, подводной физиологии и медицине, экологической и экстремальной физиологии, радиобиологии, авиационной физиологии и медицине, физиологическим и медицинским проблемам полетов в стратосферу. Огромный опыт, накопленный при разработке этих направлений, широко использовался учениками Л.А. Орбели при проведении исследований в области космической физиологии.

Л.А. Орбели первым из отечественных физиологов поставил вопрос о “новых условиях существования человека” в условиях научно-технического прогресса. Он отмечал, что “всякое развитие техники связано с тем, что персонал...подвергается определенным физическим воздействиям, которых нет или которые мало выражены в природных условиях, и это заставляет...обращать внимание на то, как действуют...новые виды энергии, с которыми человечество раньше не было знакомо” [1].

Большое значение имели работы ученого, связанные с обеспечением полетов в стратосферу и с решением проблем авиационной физиологии. Л.А. Орбели и его сотрудники провели теоретические и прикладные исследования по обеспечению полетов стратонавтов в 1933 и 1934 гг. На Всесоюзной конференции 1935 г., посвященной изучению стратосферы, он сформулировал принципиальные положения, связанные с решением физиологических и гигиенических проблем обеспечения полетов в стратосферу [2].

Ученик Л.А. Орбели профессор Л.Г. Лейбсон считал, что вопросы, поставленные Л.А. Орбели на конференции 1935 г., “стали центральными для зарождения космической физиологии... именно в то время, после первых полетов наших стратостатов, закладывались основы космической биологии и вообще будущих наших успехов в завоевании человеком космического пространства” [3].

Л.А. Орбели и его ученики **Г.Л. Комендантов**, **В.В. Стрельцов**, **А.В. Лебединский** и др. внесли значительный вклад в решение проблем авиационной физиологии. По мнению академика **О.Г. Газенко**, “космическая физиология... своими корнями уходит в историю и практику авиационной физиологии, в становлении и развитии которой выдающаяся роль принадлежит Леону Абгаровичу Орбели” [4].

Благодаря огромному научному авторитету Л.А. Орбели Президиум АН СССР в 1954 г. поручил

ему руководство медико-биологическими исследованиями и медицинским обеспечением работ, связанных с освоением космоса: запуском биологического спутника и подготовкой КП человека.

Большая заслуга в поддержке биомедицинских и физиологических исследований в космических полетах принадлежит академику **Норайру Мартirosовичу Сисакяну** — крупному ученому-биохимику и выдающемуся организатору науки, который был академиком-секретарем Отделения биологических наук, а впоследствии назначен главным ученым секретарем Президиума АН СССР. Н.М. Сисакян считал, что “космические исследования создают благоприятные возможности как для изучения ряда принципиальных проблем биологии, так и для решения задач общей биологии и практической медицины” [5].

Под руководством Н.М. Сисакяна была разработана обширная программа биологических исследований на космических кораблях-спутниках. Работы по этой программе заложили основы новой отрасли знания — космической биологии и медицины. К решению биомедицинских проблем он привлекал ведущих специалистов в области физиологии, генетики, микробиологии, ботаники, иммунологии, молекулярной биологии и радиобиологии из лабораторий Академии наук, учебных заведений и научных учреждений других ведомств [5].

Н.М. Сисакян руководил созданием программы подготовки к полету человека в космос, занимался вопросами отбора и подготовки кандидатов в космонавты, уделял большое внимание разработке систем жизнеобеспечения, безопасности и медицинского контроля в полете и послеполетного изучения состояния здоровья космонавтов [5].

Н.М. Сисакян отмечал особенности космической биологии и медицины: междисциплинарный характер, неразрывную связь теории и практики и тесную взаимосвязь “земной” науки с “космической” [5]. Он считал, что “человек не смог бы подняться в космос без развития космической биологии и медицины, которые впитали в себя наиболее существенные достижения современного естествознания” [5].

По инициативе Н.М. Сисакяна с 1961 г. под эгидой АН СССР, а затем и других организаций проводились научные конференции по космической биологии и медицине. Он был одним из инициаторов симпозиумов “Человек в космосе”, проводимых под эгидой ЮНЕСКО и Международной академии астронавтики. С 1962 г. издательство “Наука” стало выпускать серию сборников “Проблемы космической биологии”, которые информировали научную общественность о достижениях в этой области и способствовали

участию в исследованиях ученых Академии наук. Первым главным редактором этого издания стал Н.М. Сисакян, в состав редколлегии входили **В.Н. Черниговский, В.В. Парин, А.В. Лебединский, В.И. Яздовский и О.Г. Газенко.**

Среди крупных ученых, которые прониклись идеями освоения человеком космического пространства и активно поддерживали новое направление исследований – космическую биологию и медицину, следует назвать академика **В.А. Энгельгардта.** Ученик академика **А.Н. Баха** и профессора **Н.К. Кольцова,** В.А. Энгельгардт был крупным ученым в области молекулярной биологии и внес огромный вклад в развитие многих направлений биохимической науки. Он был одним из организаторов Института молекулярной биологии и возглавлял его в течение многих лет. В.А. Энгельгардт был академиком-секретарем Отделения биологических наук Академии наук СССР и председателем научного совета Президиума Академии по проблемам молекулярной биологии. Поддержка В.Н. Энгельгардтом медико-биологических исследований в космосе имела большое значение для ее становления и развития.

В начальном этапе становления космической физиологии были выполнены исследования на собаках в суборбитальных полетах геофизических ракет, которые проводились с 1951 по 1960 гг. в Государственном научно-исследовательском испытательном институте авиационной медицины. Научными консультантами по медико-биологическим вопросам были академики В.Н. Черниговский, Н.М. Сисакян, В.В. Парин и В.Н. Энгельгардт.

В 1960–1961 гг. в четырех полетах кораблей-спутников с целью подготовки и обеспечения первого полета человека в космос были проведены физиологические исследования на 6-ти собаках. По мнению академика Н.М. Сисакяна и соавторов выполненные исследования показали, что “полет на космических кораблях на орбите, расположенной ниже околоземных радиационных поясов, не отражается вредным образом на жизнедеятельности высокоразвитых организмов и не вызывает каких-либо стойких и значительных расстройств основных физиологических функций” [6]. Результаты проведенных исследований позволили сделать вывод о принципиальной возможности полета человека в космос.

Одним из основоположников отечественной космической физиологии является академик **Владимир Николаевич Черниговский.** Он принимал участие в обосновании выбора биологических объектов, в разработке методов подготовки собак к экспериментам при проведении исследований в суборбитальных и орбитальных полетах на первом и втором искусственных спутниках Земли, участвовал в проведении исследований и в анали-

зе полученных результатов, а впоследствии был одним из руководителей медицинской подготовки первого отряда космонавтов [7]. В руководимом им Институте физиологии им. И.П. Павлова Владимир Николаевич создал сектор космической физиологии, сыгравший определенную роль в развитии новой науки. В.Н. Черниговский являлся соавтором публикаций о первых результатах физиологических исследований в КП и перспективах космической биологии и физиологии.

На IX Съезде Всесоюзного общества физиологов, биохимиков и фармакологов в 1959 г. в Минске В.Н. Черниговский посвятил совместный доклад с **В.В. Париным** и **В.И. Яздовским** итогам и перспективам космической физиологии. На X съезде Всесоюзного физиологического общества им. И.П. Павлова в 1964 г. в Ереване он выступил в качестве соавтора совместного доклада с **В.В. Париным, В.И. Яздовским** и **О.Г. Газенко,** посвященном перспективам развития космической и авиационной физиологии и медицины. На съезде была организована секция космической и авиационной физиологии под председательством **А.В. Лебединского.** В 1962 г. В.Н. Черниговский представил первые результаты физиологических исследований в КП на симпозиуме “Человек в космосе” Международной академии астронавтики.

Важным событием, оказавшим значительное влияние на развитие космической физиологии, стало создание в 1963 г. по инициативе академиков **М.В. Келдыша, С.П. Королева** и заместителя министра здравоохранения СССР **А.И. Бурназяна** Института медико-биологических проблем (ИМБП), целью которого было выполнение научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских разработок по медико-биологическому обеспечению пилотируемых КП и проведение фундаментальных исследований в области космической биологии и медицины.

Первым директором Института медико-биологических проблем стал **Андрей Владимирович Лебединский** (1963–1965 гг.), ученик Л.А. Орбели, академик АМН СССР, крупнейший физиолог и радиобиолог, один из основоположников авиационной медицины. Андрей Владимирович был ученым разносторонних интересов и огромной эрудиции. Он внес значительный вклад в физиологию зрения и установил ряд новых закономерностей функционирования зрительного и других анализаторов. Он исследовал физиологию кровообращения и роль нервной системы в коронарном кровообращении. Фундаментальные исследования влияния ионизирующей радиации на сердечно-сосудистую и нервную системы позволили А.В. Лебединскому сформулировать общую концепцию о воздействии ионизирующей радиации на живой организм и, в частности, влиянии малых доз. Он уделял большое внимание пробле-

мам радиационной безопасности в КП, подчеркивал важность и необходимость преодоления “радиационного барьера” на пути в космос, предложил программу радиобиологических исследований в КП [8]. Огромный научный опыт и талант организатора позволил А.В. Лебединскому определить основные задачи и направления научных исследований во вновь созданном Институте.

С 1965 по 1968 гг. ИМБП возглавлял академик **Василий Васильевич Парин**, выдающийся ученый в области физиологии кровообращения, медицинской кибернетики и космической кардиологии, который был одним из учредителей АМН СССР и ее первым академиком-секретарем. В.В. Парин имел большой опыт в организации и проведении медицинских и физиологических исследований, начиная с первых запусков ракет с животными на борту, участвовал в подготовке полета Ю.А. Гагарина и других космонавтов, в контроле состояния здоровья космонавтов в КП, анализировал результаты медицинских исследований во время КП.

На посту директора ИМБП В.В. Парин участвовал в решении крупных проблем пилотируемой космонавтики. Он внес значительный вклад в развитие новых научных направлений – космической кардиологии, фармакологии, радиобиологии и психологии, обосновал прогнозы развития космической медицины. В.В. Парин организовал проведение комплексных экспериментов и активно участвовал в их подготовке и проведении. Среди них следует отметить 120-суточный эксперимент по гипокинезии [9], годовой медико-технический эксперимент [10] и медико-биологические исследования в 22-суточном полете собак на корабле “Космос-110” [11].

В.В. Парин был первым главным редактором журнала “Космическая биология и медицина” и членом редколлегии советско-американского труда “Основы космической биологии и медицины”. Он представлял достижения отечественной космической физиологии и медицины на международных научных форумах.

Значительный вклад в становление и развитие космической физиологии внес академик **Олег Георгиевич Газенко**, который стал директором ИМБП в 1969 г. и успешно возглавлял его до 1988 г. В 1946–1947 гг. он проходил стажировку на кафедре физиологии в Военно-медицинской академии, где под руководством академика Л.А. Орбели выполнил исследования в области авиационной медицины. С 1947 по 1969 гг. О.Г. Газенко работал в ГНИИИ авиационной медицины, активно участвуя в решении проблем физиологии военного труда, экстремальной и авиационной медицины и космической физиологии. В 1956 г. он возглавил группу сотрудников, которая проводила физиологические исследования на живот-

ных в суборбитальных полетах на геофизических ракетах, в полетах на искусственных спутниках Земли и на кораблях-спутниках. Результаты этих исследований позволили обосновать оптимистический прогноз о возможности полета человека в космос. О.Г. Газенко принимал активное участие в исследованиях по обеспечению безопасности космических полетов человека, в подготовке полета Ю.А. Гагарина и других космонавтов первого отряда.

Спектр научных интересов О.Г. Газенко включал широкий круг проблем космической биологии и физиологии. Его интересовали влияние факторов КП на сердечно-сосудистую систему, вестибулярный аппарат, водно-солевой гомеостаз, проблемы жизнеобеспечения и радиационной безопасности. Рассмотрению основных проблем космической физиологии и биологии он в соавторстве с **В.Б. Малкиным** посвятил две книги [12, 13] и подготовил ряд публикаций о результатах физиологических исследований в КП.

Будучи директором ИМБП, О.Г. Газенко уделял большое внимание оптимальному сочетанию фундаментальных научных исследований и прикладных разработок. Под его руководством и при его непосредственном участии был создан комплекс средств и методов профилактики неблагоприятных эффектов воздействия невесомости, за который он и другие участники этой уникальной работы были в 1978 г. удостоены Государственной премии. Внедрение этого комплекса в практику пилотируемой космонавтики открыло путь к реализации продолжительных космических полетов.

О.Г. Газенко уделял большое внимание исследованиям в КП вестибулярного аппарата, сердечно-сосудистой системы, водно-солевого гомеостаза и выяснению закономерностей процессов адаптации организма к невесомости.

О.Г. Газенко был инициатором, идеологом и руководителем уникальных исследований на биологических спутниках по программе БИОН (1973–1997 гг.), в которых была выполнена обширная программа биологических и физиологических исследований. При этом были установлены функциональные, морфологические и метаболические изменения в различных органах и системах организма, исследованы механизмы этих изменений и показан их обратимый характер; экспериментально доказана роль искусственной силы тяжести в предотвращении неблагоприятных изменений в мышцах, костях и миокарде в условиях невесомости. Исследования по программе БИОН показали отсутствие повреждающего влияния невесомости на цикл клеточного деления, генетический аппарат, процессы эмбриогенеза и онтогенеза. В уникальных экспериментах на обезьянах были выяснены механизмы развития в невесомости “болезни движения”

и нарушений сенсомоторного регулирования. Результаты исследований стали основой для создания нового научного направления – гравитационной физиологии. О.Г. Газенко стал лидером этого направления.

Параллельно с научной деятельностью О.Г. Газенко активно участвовал в редакторской работе, являясь заместителем главного редактора академической серии “Проблемы космической биологии”, главным редактором журналов “Космическая биология и медицина” и “Успехи физиологических наук”. При его активном участии в качестве соредатора были подготовлены совместно со специалистами США два фундаментальных издания, посвященные проблемам космической биологии и медицины.

С 1983 года на протяжении 20 лет О.Г. Газенко возглавлял Физиологическое общество им. И.П. Павлова. Олег Георгиевич был одним из инициаторов создания Союза физиологических обществ стран СНГ и председателем его первого съезда в 2005 г. Он является создателем научной школы “Космическая физиология и медицина”, традиции которой сохраняются и успешно развиваются его учениками.

В 1988 г. *Анатолий Иванович Григорьев*, ученик О.Г. Газенко, становится директором ИМБП, проработав на этом посту до 2008 г., а затем стал научным руководителем Института медико-биологических проблем.

А.И. Григорьев возглавил работы по медицинскому обеспечению пилотируемых космических полетов и проведению фундаментальных и прикладных медико-биологических исследований на борту орбитальных станций и биоспутников. Выполненные с его участием и под его руководством исследования различных систем организма в космических полетах и в наземных модельных условиях позволили выяснить основные механизмы адаптации организма человека к воздействию факторов КП. Под руководством А.И. Григорьева проведен обширный цикл наземных имитационных экспериментов, которые сделали возможным обоснование и внедрение в практику КП методов медицинского контроля, прогноза и управления состоянием человека и создан усовершенствованный комплекс методов и средств профилактики неблагоприятного воздействия невесомости. В уникальном эксперименте с 370-суточной антиортостатической гипокинезией и в полетных исследованиях им совместно с коллегами были испытаны средства для предотвращения негативного воздействия невесомости и создана эффективная система профилактики для осуществления длительных КП (до года и более) [14]. Благодаря этой системе на станции Мир врачом-космонавтом В.В. Поляковым, сотрудником ИМБП был установлен рекорд продолжительности космических

полетов (438 сут), который до сих пор никем не превзойден.

С 1983 по 2008 г. А.И. Григорьев руководил медицинским обеспечением космических полетов на орбитальных станциях Салют, Мир и на Российском сегменте МКС, а с 1996 по 2008 г. являлся Главным медицинским специалистом Российского космического агентства. В настоящее время А.И. Григорьев активно работает в Многостороннем Совете по медицинской политике МКС.

Выдающиеся теоретические и практические достижения А.И. Григорьева и возглавляемой им научной школы по космической физиологии и медицине послужили основой при создании медицинского обеспечения российского сегмента МКС и используются для разработки концепции медицинского обеспечения будущих межпланетных экспедиций. В 2009–2011 гг. под его руководством в ИМБП был проведен уникальный 520-суточный международный эксперимент по наземному моделированию полета на Марс [15].

А.И. Григорьев активно участвовал во внедрении достижений космической медицины в практическое здравоохранение [16]. С 2002 по 2014 гг. он был координатором программы Президиума РАН “Фундаментальные науки – медицине”, которая была создана по инициативе О.Г. Газенко.

Работа Анатолия Ивановича Григорьева была отмечена многими престижными наградами: Орденами за заслуги перед Отечеством IV, III и II степени, Государственной премией СССР (1989 г.), Государственными премиями РФ (1996, 2002 гг.), Премиями Правительства России (1996, 2003 гг.), Премиями им. В.В. Парина (1996, 2003 гг.), Демидовской и Триумф.

А.И. Григорьев – сторонник широкого международного сотрудничества в области космической медицины и биологии. Он избирался вице-президентом Международной академии астронавтики и Международной астронавтической Федерации и возглавлял сотрудничество с США, Францией, странами Европейского космического агентства и был удостоен многими почетными наградами зарубежных стран, включая Орден Почетного легиона (Франция).

На протяжении многих лет в исследованиях, проводимых в ИМБП, принимал участие академик *Юрий Викторович Наточин* – ученик школы Л.А. Орбели, крупный специалист в области физиологии почек и водно-солевого обмена. В 1963 г. он получил приглашение от О.Г. Газенко участвовать в изучении влияния факторов КП на водно-солевой обмен. В 60-е годы 20 в. в ИМБП была создана лаборатория водно-солевого обмена, с которой Ю.В. Наточин сотрудничал на протяжении многих лет. Проведенные совместные исследования позволили изучить состояние водно-со-

левого обмена и функции почек у космонавтов и выяснить причины изменений системы регуляции водно-солевого обмена в КП. При участии Ю.В. Наточина были разработаны методы нагрузочных проб, которые обеспечивали изучение систем осморегуляции и регуляции баланса отдельных ионов в модельных условиях и в КП. Были выяснены изменения осмо- и ионорегулирующей функции почек, механизмы транспорта воды и электролитов в различных частях нефрона. Итоги проведенных исследований представлены в совместной монографии [17].

Наряду с этим Ю.В. Наточин участвовал в совместных исследованиях со специалистами *NASA* по физиологии водно-солевого обмена и функции почек в условиях КП. Результаты совместных исследований представлены в монографии "*Fluid and Electrolyte Regulation in Space flight*" [18]. Также Юрий Викторович уделял большое внимание изучению водно-солевого обмена млекопитающих, экспонированных на биоспутниках серии "БИОН".

Значительный вклад в решение актуальных проблем космической физиологии внесли работы академика **Виктора Семеновича Гурфинкеля**. Под его руководством в 1981–1983 гг. была выполнена серия советско-французских экспериментов на станции "Салют-7", позволивших установить рефлекторные механизмы регуляции движений, позы и ориентации. В эксперименте "Поза" было показано, что снижение активности опорного входа приводит к уменьшению возбудительных и тормозных процессов. В эксперименте "Виминаль" установлено, что невесомость не оказывает существенного влияния на качество выполнения динамической задачи компенсирующего слежения за подвижной целью. По результатам эксперимента "Когнилаб" сделан важный вывод о том, что зрительное восприятие в невесомости имеет четко ориентированную систему координат и способно эффективно работать в этих условиях. В эксперименте "Иллюзия" было установлено, что в невесомости ослаблено зрительно-проприоцептивное взаимодействие и угнетены реакции, связанные с установкой схемы тела [19].

Исследования психофизиологических аспектов профессиональной деятельности космонавтов были проведены академиком **Павлом Васильевичем Симоновым**, который активно сотрудничал с психологами ИМБП и участвовал в работе советско-американской Рабочей группы по космической биологии и медицине. Им был разработан комплекс методов оценки и прогнозирования функционального состояния мозга человека, который используется в работе космонавтов [20].

При изучении П.В. Симоновым спектрально-го анализа речи у космонавтов была установлена

связь между акустическими характеристиками речи и психическим состоянием человека в КП [21].

Существенный вклад в разработку проблем космической гастроэнтерологии внес академик **Александр Михайлович Уголев**, выдающийся ученый, который открыл мембранное (пристеночное) пищеварение и создал теорию адекватного питания [22]. Вместе со специалистами ИМБП А.М. Уголев изучал состояние желудочно-кишечного тракта в условиях гипокинезии, при перегрузках, в кратковременных и длительных КП. При этом были установлены гиперсекреторный синдром желудочно-кишечного тракта, увеличение активности панкреатических ферментов, изменение моторной функции кишечника. Основываясь на полученных в этих исследованиях результатах и теории адекватного питания, А.М. Уголев, совместно с профессором **К.В. Смирновым**, создал новую научную дисциплину – космическую гастроэнтерологию [23].

Необходимо отметить высокую значимость работ профессора **Якова Абрамовича Винникова**, выдающегося специалиста по структуре и функции рецепторных структур органов чувств. Он посвятил исследованиям по космической тематике более 20 лет. Его работы по изучению развития рецепторов гравитации в условиях невесомости, начатые на заре развития космической биологии, являются приоритетными. Широкое распространение получил "метод Винникова–Титовой" для изоляции структур внутреннего уха. В многочисленных экспериментах на биологических спутниках и орбитальных станциях "Салют" Я.А. Винников и О.Г. Газенко с сотрудниками подробно исследовали влияние факторов КП на эмбриональное развитие и дефинитивное строение вестибулярного аппарата у амфибий и млекопитающих. Результаты многолетних исследований Я.А. Винникова, О.Г. Газенко и их сотрудников составили фундаментальную монографию "Рецептор гравитации" [24] и отражены в других совместных публикациях [25–28].

Важным вкладом в космическую физиологию являются работы чл.-корр. РАН **Инесы Бенедиктовны Козловской**, которая является одним из основателей гравитационной физиологии и автором концепции о гипогравитационном двигательном синдроме, его проявлениях и патогенезе [29]. Она установила ведущую роль опорной афферентации в контроле деятельности позно-тонической мышечной системы.

И.Б. Козловской принадлежит ведущая роль в организации международной программы исследований на приматах, позволившей установить закономерности деятельности сенсорных и двигательных систем в невесомости. На протяжении многих лет И.Б. Козловская руководит работами по профилактике негативного влияния невесо-

мости в полетах на орбитальных станциях “Салют”, “Мир” и Международной космической станции. Ее экспериментальные исследования послужили обоснованием создания новых средств профилактики негативного воздействия невесомости на организм человека.

Значительной заслугой И.Б. Козловской является ее активное участие в организации работ по внедрению “космических” средств и методов профилактики в практику нейрореабилитации.

В последние два десятилетия значительно продвинулись исследования в области гравитационной физиологии клетки и биотехнологии, которые позволяют выяснять тонкие механизмы изменений в живых системах при воздействии гравитации различного уровня. Эти исследования в ИМБП возглавляет чл.-корр. РАН **Людмила Борисовна Буравкова**. Изучение морфофункционального состояния клеток *in vitro* позволило выявить широкий спектр изменений, свидетельствующих о влиянии гравитации на клеточные структуры [29]. Предполагается, что одной из наиболее чувствительных частей клетки, способных выполнять функцию гравирецептора, является цитоскелет. В условиях невесомости были установлены изменения функционирования сигнальных проводящих путей клетки [29].

Большое значение для выяснения механизмов нарушений в костной ткани, имеющих прямое отношение к пониманию ее изменений в КП, представляют исследования с культурами клеток, в которых было установлено тормозящее влияние невесомости на дифференцировку остеобластов [30]. При моделировании эффектов микрогравитации были выявлены пространственная реорганизация активных филаментов, изменение экспрессии ряда генов цитоскелетных белков, подавление пролиферации культивируемых мультипотентных мезенхимальных стромальных клеток костного мозга человека и снижение их способности к остеогенной дифференцировке. В результате нарушалась структурная организация коллагенового матрикса в остеобластах и тормозился процесс формирования очагов минерализации внеклеточного матрикса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Космическая физиология с самого начала ее становления получила значительную поддержку руководства Академии наук и многих выдающихся ученых-физиологов страны. Значительный вклад в ее становление и развитие внесли академики Л.А. Орбели, В.Н. Черниговский А.В. Лебединский, В.В. Парин, О.Г. Газенко, Н.М. Сисакян и их ученики. Достижения отечественной классической физиологии и традиции академической науки сыграли большую роль в решении

фундаментальных научных проблем различных направлений космической физиологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Орбели Л.А.* Новые условия существования человека. СПбФ. АРАН, Ф. 805. Оп. 2. 1956. С. 24.
2. *Орбели Л.А.* План научно-исследовательской работы по вопросу влияния стратосферных условий на организм человека и животных / Тезисы Всесоюзной конференции по изучению стратосферы. Л.—М.: Изд-во АН СССР, 1935. С. 585.
3. *Лейбсон Л.Г.* Леон Абгарович Орбели. Л.: Наука, 1973. 450 с.
4. *Григорьев А.И., Григорьян Н.А.* Леон Абгарович Орбели — становление физиологии военного труда, авиакосмической и подводной физиологии / Научная школа академика Л.А. Орбели. М.: Наука, 2007. 376 с.
5. *Газенко О.Г.* Академик Норайр Мартиросович Сисакян и космическая биомедицина / Норайр Мартиросович Сисакян. Дубна, 1998. С. 76.
6. *Сисакян Н.М., Парин В.В., Черниговский В.Н., Яздовский В.И.* Некоторые проблемы изучения и освоения космического пространства / Проблемы космической биологии. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 1. С. 5.
7. *Газенко О.Г.* Черниговский В.Н. — пионер космической физиологии / Страницы жизни академика В.Н. Черниговского. М.: Наука, 2007. С. 131.
8. *Лебединский А.В., Нефедов Ю.Г.* Проблемы радиационной безопасности космических полетов / Проблемы космической биологии. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 1. С. 11.
9. *Парин В.В., Крупина Т.Н., Михайловский Г.П., Тизул А.Я.* Основные изменения в организме человека при 120-суточном постельном режиме // Косм. биология и медицина. 1970. Т. 4. № 5. С. 59.
10. *Бурназян А.И., Парин В.В., Нефедов Ю.Г. и др.* Годовой медико-технический эксперимент в наземном комплексе систем жизнеобеспечения // Косм. биология и медицина. 1969. Т. 3. № 1. С. 9.
11. *Парин В.В., Пращецкий В.Н., Гуровский Н.Н. и др.* Некоторые итоги медико-биологического эксперимента на биоспутнике “Космос-110” // Косм. биология и медицина. 1968. Т. 2. № 2. С. 7.
12. *Борисов В., Горлов О.* [Псевдонимы Малкина В.Б. и Газенко О.Г.] Животные в космосе. М.: Знание, 1960. 48 с.
13. *Борисов В., Горлов О.* [Псевдонимы Малкина В.Б. и Газенко О.Г.] Жизнь и космос. М.: Советская Россия, 1961. 200 с.
14. Годичная антиортостатическая гипокинезия (АНОГ) — физиологическая модель межпланетного космического полета: монография / Под ред. Григорьева А.И., Козловской И.Б. М.: РАН, 2018. 288 с.
15. *Григорьев А.И., Моруков Б.В.* “Марс 500”: предварительные итоги // Наука в России. 2012. № 3. С. 4.
16. *Григорьев А.И.* Вклад космической медицины в здравоохранение // Природа. 2012. № 1. С. 30.

17. Газенко О.Г., Наточин Ю.В., Григорьев А.И. Водно-солевой гомеостаз и космический полет / Проблемы космической биологии. М.: Наука, 1986. Т. 54. 240 с.
18. Leach Huntoon C.S., Grigoriev A., Natochin Yu. Fluid and Electrolyte Regulation in Spaceflight. American Astronautical Society Publication, San Diego: California, USA, 1998. V. 94. P. 220.
19. Gurfinkel V.S., Lestienne F.G. Postural control in weightlessness // Trends Neurosci. 1988. V. 11. № 8. P. 359.
20. Simonov P.V., Frolov M.V. Slow oscillation of psychophysiological parameters in human operation during monotony // Aviat. Space Environ. Med. 1987. V. 52. № 2. P. 132.
21. Попов В.А., Симонов П.В., Фролов М.В., Хачатурьянц Л.С. Частотный спектр речикак показатель степени и характера эмоционального напряжения человека // Журнал высшей нервной деятельности. 1971. Т. 21. № 1. С. 104.
22. Уголев А.М. Теория адекватного питания и трофология. СПб.: Наука, 1991. 270 с.
23. Смирнов К.В., Уголев А.М. Космическая гастроэнтерология. М.: Наука. 1981. 278 с.
24. Винников Я.А., Газенко О.Г. Рецептор гравитации. Эволюция структурной, цитохимической и функциональной организации / Проблемы космической биологии. Т. XII. Под ред. акад. Черниговского В.Н. Л.: Наука, 1971. 523 с.
25. Винников А.Я., Газенко О.Г. Морфологические и гистохимические исследования лабиринта животных в условиях измененного гравитационного поля // Известия АН СССР. Серия биол. 1963. № 2. С. 222.
26. Gazenko O.G., Vinnikov Y.A., Titova L K. et al. The structural and functional organization of vestibular apparatus of rats exposed to weightlessness on board of "Kosmos 782" // Acta Otolaryngol. 1979. V. 87. № 1–2. С. 90.
27. Винников Я.А., Газенко О.Г., Лычаков Д.В., Пальмбах И.Р. Развитие вестибулярного аппарата в условиях невесомости // Журн. общей биологии. 1983. Т. 44. № 2. С. 147.
28. Козловская И.Б. Гравитационные механизмы в двигательной системе // Современный курс классической физиологии / Под ред. Наточина Ю.В. и Ткачука В.А. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. С. 113.
29. Буравкова Л.Б. Проблемы гравитационной биологии клеток // Авиакосм. и эколог. медицина. 2008. Т. 42. № 6. С. 10.
30. Buravkova L.B., Gershovich P.M., Gershovich J.G., Grigor'ev A.I. Mechanisms of gravitational sensitivity of osteogenic precursor cells // Acta Naturae. 2010. V. 2. № 1. P. 28.

Academy of Sciences in the Origin and Development of the Space Physiology

A. I. Grigoryev^{a, *}, M. A. Ostrovsky^b, A. N. Potapov^{a, **}

^aInstitute of Biomedical Problems RAS, Moscow, Russia

^bEmanuel Institute of Biochemical Physics, RAS, Moscow, Russia

*E-mail: grigoriev@imbp.ru

**E-mail: potapov@imbp.ru

The article considers the role of the Academy of Sciences in the formation and development of the space physiology. Academicians M.V. Keldysh, N.M. Sissakian, L.A. Orbeli, V.N. Chernigovsky, A.V. Lebedinsky, V.V. Parin, O.G. Gzenko, A.I. Grigoryev and other famous scientists of the country made a significant contribution to research in the space life sciences field. Their active participation in researches allowed manned space flights to be carried out. The accumulated experience of traditional physiology made it possible to solve the problems associated with the presence of man in space. The Institute of Biomedical Problems owns a significant part of research in the space physiology and related sciences. Investigators had always closely cooperation with other institutes in their scientific activities. This allowed to lead our country into the leaders of manned space exploration.

Keywords: space physiology, Academy of Sciences, manned space flights, microgravity adaptation.