

**КРАТКИЙ ОЧЕРК НАУЧНОЙ,
НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННОЙ
И ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
А.И. ГРИГОРЬЕВА**

Анатолий Иванович Григорьев – выдающийся российский ученый, исследования которого в области космической физиологии и медицины получили широкую известность и международное признание. Под руководством А.И. Григорьева выполнены уникальные наземные имитационные эксперименты и медико-биологические исследования в космических полетах, благодаря которым стало возможным осуществление самых продолжительных пилотируемых полетов на орбитальных станциях.

А.И. Григорьев не только видный ученый и блестящий экспериментатор, но и талантливый организатор. В условиях жесточайшего экономического кризиса, охватившего нашу страну в 90-е годы, Анатолий Иванович, находясь на посту директора Института медико-биологических проблем (ИМБП), сумел сохранить творческий потенциал Института и придать новый импульс развитию передовых направлений биологической и физиологической науки в России. В последующие годы, на новом витке развития международного сотрудничества в области пилотируемой космонавтики созданный научный задел оказался прочным фундаментом для полномасштабного участия России в реали-

зации проекта Международной космической станции (МКС), главным образом по тем направлениям, которые связаны с возможными рисками для здоровья и работоспособности космонавтов. На этой основе удалось закрепить ведущие позиции России в пилотируемой космонавтике, отработать технологию надежного функционирования уникальной космической транспортной системы для МКС, включающей космические аппараты типа «Союз» и «Прогресс-М», и создать все необходимые условия для длительной работы человека в космических экспедициях различной продолжительности.

Авторитетное мнение Анатолия Ивановича Григорьева как главного специалиста страны в области космической биологии и медицины всегда учитывалось при разработке Федеральных космических программ России, способствовало принятию многих важных конструктивных решений в космической отрасли.

Характерной особенностью творческого почерка А.И. Григорьева является активное усвоение опыта и достижений предшественников, стремление обобщить и развить их в своих собственных исследованиях. Именно это позволяет ему многие годы находиться в лидирующей группе исследователей космоса не только в нашей стране, но и за рубежом. Об этом свидетельствуют многочисленные награды, полученные ученым от иностранных научных и общественных организаций, избрание его членом международных обществ и академий.

Анатолий Иванович Григорьев родился 23 марта 1943 г. в с. Меделевка Житомирской области (Украинская ССР). После окончания средней школы поступил на лечебный факультет 2-го Московского медицинского института им. Н.И. Пирогова. В 1966 г.

в качестве врача-испытателя пришел на работу в Институт медико-биологических проблем. С тех пор, вот уже почти пятьдесят лет, научная и практическая деятельность, а также круг профессионального и дружеского общения Анатолия Ивановича связаны с этим учреждением. Здесь он окончил аспирантуру и докторантуру, защитил кандидатскую и докторскую диссертации, стал профессором, пройдя все ступени научного роста: младший, затем старший научный сотрудник, заведующий лабораторией, заведующий отделом, заместитель директора по науке. В 1988 г. он был избран директором Института медико-биологических проблем Минздрава СССР, который в 1994 г. за научные достижения получил статус «Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем Минздрава РФ».

Сознавая необходимость укрепления физиологического направления научных исследований в нашей стране, Анатолий Иванович при поддержке академика О.Г. Газенко в 2000 г. обосновал целесообразность перехода Института из ведения Минздрава РФ в систему Российской академии наук. Сегодня ИМБП – один из ведущих академических институтов с мощной экспериментальной базой и высококвалифицированным кадровым составом.

Начало научного пути А.И. Григорьева восходит к студенческим временам. В годы учебы в институте большое влияние на развитие его творческих способностей оказал известный хирург-уролог, член-корреспондент АМН СССР Антон Яковлевич Пытель. Его блестящие лекции по диагностике и лечению заболеваний почек определили интерес начинающего ученого к экспериментальному изучению функции почек, водно-солевого обмена в норме и

при экстремальных воздействиях на организм. Этот интерес поддерживали А.Я. Пытель, Н.А. Лопаткин, А.Ф. Даренков и др.

Позднее, в ИМБП, на молодого сотрудника обратил внимание академик Василий Васильевич Парин, который стал его первым наставником в области экспериментальной космической физиологии. Под его руководством Анатолий Иванович провел серию уникальных исследований и в 1971 г. защитил кандидатскую диссертацию «Влияние длительной экспериментальной гипокинезии и условий космического полета на функциональное состояние почек человека».

После защиты диссертации А.И. Григорьев, заинтересовавшись проблемой наземного моделирования состояния невесомости, приступает к изучению функций организма в условиях водной иммерсии, то есть при погружении человека в водную среду. В этих целях им был применен предложенный Е.Б. Шульженко и признанный наиболее практичным метод сухой иммерсии. Для проведения эксперимента добровольца-испытателя помещали в ванну с водой, где он со всех сторон оказывался окутанным специальной водонепроницаемой тканью. Используя метод сухой иммерсии, Анатолий Иванович совместно с коллегами выполнил большой цикл исследований, направленных на изучение влияния условий модельных экспериментов на обмен веществ, сердечно-сосудистую систему и ряд других функциональных систем организма.

А.И. Григорьеву уже на ранних этапах научной деятельности удавалось успешно сочетать в своих исследованиях использование оригинальных наземных моделей для изучения функции почек применительно к условиям космического полета и передовых инстру-

ментальных методов, хорошо зарекомендовавших себя в клинике при диагностике и лечении заболеваний и нарушений обмена веществ.

Высокие требования к используемым методам и методикам позволяли, наряду с решением задач в рамках достаточно узких предметных областей науки, выходить на разработку крупных научных проблем, новых концепций и новаторских подходов, определяющих пути развития космической медицины, космической экологии и физиологии труда космонавтов. Это способствовало становлению отечественных технологий медицинского приборостроения, в том числе разработке медицинских приборов для их применения в условиях орбитального космического полета.

Знаменательно, что в 1996 г. за большие достижения в проведении медико-биологических исследований в длительных полетах Анатолию Ивановичу Григорьеву была присуждена премия имени В.В. Парина РАМН.

Большую роль в становлении А.И. Григорьева как личности и как ученого сыграла атмосфера подлинного научного творчества, сложившаяся в коллективах, которыми руководили Галина Ильинична Козыревская (ИМБП) и Юрий Викторович Наточин (Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН) и в которых посчастливилось работать в начале творческого пути Анатолию Ивановичу.

Дух непрерывного научного поиска, царивший в Институте медико-биологических проблем, мечта о прорыве человечества в космос – вдохновляли молодых исследователей на всех этапах их профессионального роста. Идею создания этого уникального по своей комплексной направленности на высшие научные достижения медико-биологического учреж-

дения поддержали виднейшие представители отечественной науки и конструкторской мысли – академики М.В. Келдыш и С.П. Королев, а также заместитель министра здравоохранения СССР А.И. Бурназян. На Институт возлагалась задача соединить в своей деятельности решение фундаментальных проблем с актуальными практическими разработками. Дальнейшее становление ИМБП было обеспечено привлечением лучших сил отечественной науки из ряда ведущих учреждений страны (Институт авиационной и космической медицины ВВС, Институт биофизики Минздрава СССР и др.).

В 1975–1978 гг. в ИМБП под руководством А.И. Григорьева была проведена серия экспериментов, в которых отрабатывался комплекс мероприятий по профилактике неблагоприятного воздействия невесомости на организм человека. Обследуемые в течение продолжительного времени (до 180 суток) находились в условиях антиортостатической гипокинезии (в положении лёжа на спине с отрицательным наклоном головы), что моделировало некоторые физиологические эффекты невесомости. Были изучены особенности водно-солевого обмена в организме человека и систем его регуляции, разработана (в тесном сотрудничестве с Ю.В. Наточиним) схема применения водно-солевых добавок, которая является неотъемлемой частью системы профилактики на заключительном этапе продолжительных космических полетов.

В 80-е годы в условиях антиортостатической гипокинезии были проведены более длительные эксперименты, в которых углубленно исследовались состояние метаболизма и обмен кальция. Анатолий Иванович, возглавлявший эту серию экспериментов, установил зависимость физиологических нарушений

в организме от метаболических сдвигов и обосновал возможность целенаправленной коррекции изменений минерального обмена у человека в космическом полете. В беспрецедентном по продолжительности наземном эксперименте с 370-суточной гипокинезией была показана возможность использования альтернативных профилактических мероприятий, позволяющих управлять физической работоспособностью человека в зависимости от реальных потребностей на каждом конкретном этапе полета. Удалось, в частности, целенаправленно повышать физиологические возможности организма до уровня, необходимого для хорошей переносимости перегрузок во время спуска с орбиты и для быстрого восстановления ортостатической устойчивости и физической работоспособности после приземления.

В период 1988–2008 гг. Анатолий Иванович, будучи директором ИМБП, возглавлял работы по медицинскому обеспечению пилотируемых космических полетов и проведению фундаментальных и прикладных медико-биологических исследований на борту орбитальных станций и биоспутников. Следует еще раз отметить, что даже в трудные 90-е годы ему удалось не только сохранить кадровый состав Института и обеспечить выполнение планов космических полетов, но и продолжить фундаментальные исследования в области космической биологии, физиологии и медицины.

В эти годы под руководством Анатолия Ивановича были проведены медико-биологические исследования по российским и международным программам в многомесячных пилотируемых полетах на орбитальной станции «Мир», в полетах биоспутников «Бион» и в наземных условиях, моделирующих экстремальные факторы внешней среды. При этом были получены новые данные об особенностях адаптации к услови-

ям длительного космического полета женщин, лиц старших возрастных групп и лиц с парциальной недостаточностью здоровья, а также разработаны эффективные методы медицинского контроля здоровья и управления функциональным состоянием организма с помощью индивидуальных мероприятий медицинского обеспечения.

Особое внимание при подготовке и осуществлении пилотируемых космических полетов уделялось оценке факторов медицинского риска. В космических полетах был выполнен большой объем фундаментальных сравнительно-физиологических исследований на растениях, насекомых, птицах, рыбах, земноводных, рептилиях, грызунах и обезьянах и получены важные данные об особенностях адаптации к условиям невесомости организмов, находящихся на различных уровнях фило- и онтогенетического развития.

На основе этих данных, а также предложенных новых концепций здоровья и функциональных резервов человека в длительных космических полетах Анатолию Ивановичу удалось в кратчайшие сроки добиться практической реализации в космонавтике и системе отечественного здравоохранения многих уникальных результатов, полученных во время космических полетов и в наземных модельных исследованиях.

Феномен появления в 60–70 гг. прошлого века целого созвездия видных ученых и исследователей в области космической биологии, физиологии и медицины требует своего изучения и осмысления; но несомненно, что специалисты старшего поколения, воплощавшие мечты о космосе в реальность, сумели сохранить лучшие традиции российской физиологической науки и передать их новому поколению исследователей.

дователей, среди которых достойное место занимает А.И. Григорьев.

Помимо близкого круга учителей и руководителей, оказавших самое непосредственное влияние на профессиональный рост А.И. Григорьева, следует упомянуть и о тех отечественных научных школах, которые сыграли немаловажную роль в формировании его научных интересов. Многие его учителя и старшие товарищи сформировались под влиянием школы великого российского ученого, академика Леона Абгаровича Орбели (1882–1958). Именно к его школе имели честь относить себя академики Ю.В. Наточин и О.Г. Газенко.

Судьба не только возносила Л.А. Орбели на вершины успеха на поприще физиологической и медицинской науки, но и лишала должностей и поддержки официальных структур. Несмотря на попытки в 40–50-х гг. изолировать Л.А. Орбели и отрешить его от научной деятельности, ему удалось сделать многое для развития физиологии и медицины в нашей стране. Заметное влияние на дальнейшее развитие отечественной физиологии оказали и идеи Л.А. Орбели в области эволюционной физиологии, без которых сегодня не мыслится планирование экспериментов на животных в космосе и в наземных модельных условиях.

В октябре 2007 г. в Президентском зале Президиума РАН состоялось научное заседание, посвященное двум юбилеям – 125-летию Леона Абгаровича Орбели и 120-летию Иосифа Абгаровича Орбели. Председательствующий – вице-президент РАН А.И. Григорьев представил доклад на тему «Иван Петрович Павлов и Леон Абгарович Орбели – учитель и ученик – классики физиологии» (в соавторстве с Н.А. Григорьян). В нем говорилось о совместных трудах великих уче-

ных, об их открытиях, об их дружбе и разногласиях. Они оба были преданы науке, обладали выдающимся творческим интеллектом и экспериментаторским талантом, а любовь к родине и гражданское мужество этих подвижников науки – пример для многих современных ученых.

В докладе академика Ю.В. Наточина были приведены интересные факты о научной школе Л.А. Орбели: 35 его учеников стали докторами, а 94 – кандидатами наук. На этом же собрании академик М.А. Островский, считающий себя «научным внуком» Л.А. Орбели, сказал замечательную фразу: «Братья Орбели создавали науку в рамках культуры, и именно такая культура порождает знание». Высокая культура научного творчества – фирменный почерк школы российских ученых, выросшей на идеях и жизненных примерах упомянутого классика российской науки.

Работы В.Н. Черниговского, А.В. Лебединского, В.В. Парина, О.Г. Газенко, Ю.В. Наточина и других ученых развили идеи Л.А. Орбели, сохранив лучшие традиции органической связи фундаментальной науки с прикладными исследованиями. Исследования этих ученых оказали глубокое влияние на формирование научных интересов А.И. Григорьева. Участвуя в решении фундаментальных проблем физиологии и биологии, Анатолий Иванович всесторонне поддерживает актуальные и практически значимые работы по экстремальной физиологии и медицинской экологии, в первую очередь по космической физиологии и медицине, гипербарической физиологии и водолазной медицине.

Наиболее известны работы А.И. Григорьева в области космической физиологии. Им выполнены фундаментальные исследования функционального состоя-

ния почек, метаболизма и гормональной регуляции водно-солевого обмена (волюмо-, ионо- и осморегуляции) при действии факторов космического полета на организм человека и животных. Выявлено изменение в условиях невесомости чувствительности почки к биологически активным веществам. Определена роль взаимодействия эндокринной системы и гемодинамических изменений в поддержании жидкостного и электролитного гомеостаза в условиях невесомости.

Развивая идеи и концепции одного из основоположников космической биологии и медицины Олега Георгиевича Газенко, Анатолий Иванович с сотрудниками на основе результатов фундаментальных исследований физиологических реакций организма при действии факторов космического полета разработал практические подходы к построению наиболее совершенной системы обеспечения жизнедеятельности и защиты организма космонавта при длительном (до года) пребывании в экстремальных условиях космического полета. Эти примеры наглядно показывают, что в российской науке всегда сохранялась преемственность поколений, а лучшие ее представители и их уникальные достижения не предавались забвению.

Научные взгляды и гражданская позиция Анатолия Ивановича Григорьева отражены в ряде его очерков, посвященных таким выдающимся ученым, как И.П. Павлов, И.М. Сеченов, Л.А. Орбели, В.В. Парин. В них он демонстрирует не только глубокое и всестороннее знание истории отечественной науки и культуры, но и исключительно бережное и трепетное отношение к научному наследию России, что может служить примером для многих молодых людей, начинающих свой путь в науке.

Чувством благодарной памяти и признательности пронизаны его воспоминания об академике О.Г. Га-

зенко. С начала 70-х гг. работа Анатолия Ивановича в ИМБП проходила в самом тесном творческом содружестве с этим выдающимся ученым и общественным деятелем. Так же как и для Олега Георгиевича, космонавтика и науки о жизни, связанные с полетом человека в космос, стали делом жизни Анатолия Ивановича и его истинным призванием.

Становление А.И. Григорьева как крупного специалиста по проблемам космической физиологии, а затем признанного лидера в области космической медицины, ведущего организатора комплексных медико-биологических исследований по отечественным и международным научным программам и проектам шло параллельно с поступательным развитием отечественной космонавтики. Его исследования не только обогащали фундаментальную науку, но и находили практическое применение непосредственно в системе медицинского обеспечения длительных космических полетов и послеполетной реабилитации космонавтов. Другими словами, в работе ученого всегда имела место положительная обратная связь, стимулирующая творческую активность.

Исследования по физиологии водно-солевого обмена, проведенные А.И. Григорьевым в наземных экспериментах, моделирующих физиологические эффекты невесомости, и в условиях космических полетов, позволили выявить волнообразный характер изменений водно-солевого гомеостаза; фазовые изменения активности волюморегулирующих гормонов и других биологически активных веществ, контролирующих водно-солевой обмен и снижение чувствительности эффекторных органов к этим гормонам; снижение уровня гидратации и перераспределение жидких сред организма; взаимозависимость изменений волюмо-, осмо- и ионорегуляции во время космического полета

и в реабилитационный период; развитие отрицательного баланса основных электролитов (особенно кальция), ведущего к возрастанию риска костных травм; возникновение риска образования почечных камней и эктопической кальцификации мягких тканей и сосудов при длительных полетах.

На основе изучения результатов исследований водно-солевого обмена, состояния водных сред и регуляции объемного и электролитного гомеостаза организма человека в условиях космических полетов, а также в реадaptационном периоде после их завершения был сделан вывод о важной роли водно-солевого гомеостаза в адаптации организма человека и животных к условиям невесомости. Показано, что в невесомости создаются условия для развития отрицательного баланса основных электролитов, обусловленного уменьшением приема их с пищей, усиленной экскрецией почками и кишечником, а также, возможно, и подавлением активности механизмов депонирования ионов. Установлено, что наиболее интенсивные сдвиги в жидких средах организма происходят в первые сутки пребывания в невесомости или при ее имитации и с увеличением продолжительности полета изменения объема внеклеточной жидкости и плазмы крови не прогрессируют.

Для улучшения переносимости перегрузок при возвращении космонавтов на Землю и для повышения ортостатической устойчивости организма в ранний послеполетный период А.И. Григорьев, О.Г. Газенко и Ю.В. Наточин разработали комплекс профилактических мероприятий, предполагающий прием водно-солевой добавки. Дополнительный прием накануне приземления жидкости и хлорида натрия предназначался для быстрого восполнения объема внутрисосудистой жидкости и увеличения уровня гидратации тканей

организма. Эта процедура стала эффективным компонентом профилактики неблагоприятного влияния на организм человека перехода от условий невесомости к условиям земной гравитации. Эффективность коррекции водно-солевого статуса была неоднократно подтверждена как в ходе специальных модельных экспериментов, так и после окончания космических полетов различной продолжительности.

Изучение механизмов перестройки функции почек, водно-солевого обмена и его гормональной регуляции в условиях модельных экспериментов и в невесомости позволило Анатолию Ивановичу и его ученикам с помощью методов фармакологической и метаболической коррекции разработать эффективную систему профилактики неблагоприятных сдвигов в организме человека в условиях невесомости.

Благодаря А.И. Григорьеву была экспериментально подтверждена и получила дальнейшее развитие концепция о перераспределении жидких сред организма в краниальном направлении как о «пусковом моменте» гемодинамических сдвигов, возникающих в организме человека при переходе от условий земной гравитации к условиям невесомости и приводящих к изменению активности волюморегулирующих гормонов и формированию специфического водно-солевого гомеостаза.

Кроме того, А.И. Григорьевым обоснована гипотеза об изменении в условиях невесомости электролитного депо организма и о возможных неблагоприятных последствиях малых по величине сдвигов ионного состава внеклеточной жидкости. Показано, что после возвращения к земной гравитации у человека развиваются адаптивные реакции, направленные на восполнение потерь внеклеточной жидкости и осмотически активных веществ для восстановления адекватного,

«земного», уровня водно-солевого обмена. Полученные результаты были обобщены А.И. Григорьевым в докторской диссертации «Регуляция водно-электролитного обмена и функции почек у человека при космических полетах» (1980), а также в трех монографиях и многочисленных журнальных публикациях.

Накопленные результаты собственных исследований функции почек и водно-солевого обмена в космическом полете и в наземных модельных условиях позволили Анатолию Ивановичу перейти к целенаправленным исследованиям метаболизма кальция, в первую очередь в костной системе как основном депо минералов в организме. Теоретически ожидаемое уменьшение костной массы было подтверждено при систематических обследованиях космонавтов – членов экипажей орбитальных станций «Салют», «Мир», а в последнее время и экипажей МКС после полетов длительностью от 30 до 438 суток. Наибольшие изменения удалось выявить в трабекулярных структурах костей нижней половины скелета (в поясничных позвонках, костях таза, проксимальном эпифизе бедренной кости). Аналогичные результаты были получены и в экспериментах на животных, находившихся на борту биоспутников «Бион» в полетах продолжительностью до трех недель.

Анатолий Иванович Григорьев принадлежит к числу разносторонне одаренных ученых, обладающих широким научным кругозором. Он успешно решает задачи физиологии костной системы для нужд космической медицины и костной патологии – применительно к практике здравоохранения. В его работах содержится глубокий клинико-физиологический анализ костной патологии, её возможных последствий и допустимых пределов изменения структуры костной ткани. Опираясь на результаты космических экспериментов с

участием человека и животных, ученый рассматривает возможные клеточные и молекулярные механизмы развития остеопороза в организме человека на Земле, в частности в условиях дефицита двигательной активности, сопровождающего научно-технический прогресс. Изучение костной ткани у больных остеопорозом позволило Анатолию Ивановичу с сотрудниками разработать систему оценки метаболизма костной ткани и рекомендации для ранней диагностики и лечения этого заболевания.

Результаты наземных модельных экспериментов и испытаний способов профилактики неблагоприятных изменений, развивающихся у космонавтов в ходе космических полетов, были использованы для создания средств профилактики и коррекции двигательных расстройств, обусловленных невесомостью (специальные нагрузочные костюмы, средства нейро-мышечной стимуляции и др.). После многосторонних испытаний их удалось адаптировать к потребностям клиники – для лечения детей с церебральным параличом и лиц, перенесших черепно-мозговые травмы. Роль Анатолия Ивановича в разработке и практической реализации этих инновационных подходов исключительно велика.

Высокий научный и технологический уровень данных разработок был продемонстрирован на многих международных конференциях и выставках, что позволило выявить круг медицинских учреждений, готовых внедрить передовые разработки для лечения и восстановления нарушенных двигательных функций.

Для научного метода академика Григорьева, талантливого ученого и энергичного руководителя, характерен системный подход к планированию, проведению исследований и анализу полученных результатов. Это проявляется, в частности, в его поддержке самых

разных по тематике направлений исследований – от молекулярной биологии, генетики и биотехнологии до интегративной физиологии. Только при таком комплексном подходе возможно глубокое понимание процессов жизнедеятельности, функциональных резервов, закономерностей адаптации организма к измененным условиям среды обитания, а также научно обоснованная разработка средств и методов управления функциональным состоянием человека в норме, при заболеваниях и в экстремальных условиях.

Анатолий Иванович, следуя примеру своего наставника О.Г. Газенко, всегда придавал первостепенное значение проведению фундаментальных комплексных исследований на животных и других живых системах в космических полетах. Изучение биологических закономерностей и физиологических механизмов адаптации к невесомости в космических полетах, а также комбинированного действия невесомости и других факторов полета имеет огромное значение для планирования эффективного медико-биологического обеспечения длительных пилотируемых полетов.

Академик И.П. Павлов в одной из своих статей писал: «Только пройдя через огонь эксперимента, вся медицина станет тем, чем быть должна, т.е. сознательной, а следовательно, всегда и вполне целесообразно действующей». Эти слова в полной мере можно отнести и к космической медицине, которая началась с первых экспериментов на животных, преимущественно на собаках, запускавшихся в космос сначала на ракетах, а впоследствии на борту искусственных спутников Земли.

В связи с необходимостью решения ряда медико-биологических проблем применительно к длительным космическим полетам экипажей на ИМБП была возложена ответственная задача по подготовке и проведе-

нию комплексных биологических, физиологических, биохимических и морфологических исследований влияния факторов космического полета на живые системы различных уровней структурно-функциональной организации в полетах автоматических космических аппаратов (биоспутников) «Бион». Объектами исследований являлись обезьяны, грызуны, рыбы, птицы, черви, насекомые, растения, культуры клеток животных и растительных тканей, микроорганизмы.

Под руководством А.И. Григорьева были проведены уникальные эксперименты на макаках-резусах и на других биообъектах в четырех полетах биоспутников «Бион», запущенных в космос в период 1987–1996 гг. Анатолий Иванович лично активно участвовал в исследованиях особенностей метаболизма у животных в условиях невесомости. В 2005 и 2007 гг. под его руководством были также успешно проведены эксперименты с рептилиями, амфибиями, моллюсками и микроорганизмами в полетах космических аппаратов «Фотон-М» № 2 и «Фотон-М» № 3.

Эксперименты на живых системах различного уровня эволюционного развития в полетах автоматических космических аппаратов «Бион» и «Фотон-М» показали, что какие-либо серьезные биологические ограничения для дальнейшего освоения космоса человеком отсутствуют. Вместе с тем установлено, что в условиях невесомости развивается комплекс функциональных и структурных изменений в различных органах и тканях, прежде всего в таких системах, как сенсорная, мышечная, костная, сердечно-сосудистая, иммунная.

А.И. Григорьев и специалисты, участвующие в подготовке к полетам космических аппаратов «Бион» и «Фотон-М», рассматривают обнаруженные изменения не как патологию, а как проявление адаптации организма к условиям невесомости. Однако ввиду

существенной выраженности выявленных изменений и для обеспечения благополучного спуска с орбиты и перехода из условий невесомости к условиям земной гравитации были выработаны конкретные рекомендации по целенаправленным способам профилактики неблагоприятного воздействия невесомости применительно к космическим полетам человека. Эксперименты на животных в полетах биоспутников «Бион» показали, что одним из эффективных средств поддержания оптимального функционального состояния организма человека в космическом полете может явиться искусственная сила тяжести, создаваемая вращением на центрифуге.

Обобщая опыт длительного пребывания человека в условиях орбитального полета продолжительностью до 438 суток, а также результаты экспериментов на животных в полетах автоматических космических аппаратов, Анатолий Иванович описал характерные для невесомости гомеостатические реакции, обусловленные изменением сенсорного входа с гравирецепторов, перераспределением жидких сред в краниальном направлении и устранением весовой нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Согласно выдвинутой им гипотезе, формирование гомеостаза в невесомости происходит в несколько этапов.

Сначала в связи с устранением гравитационно-зависимых влияний на организм активируются срочные адаптивные реакции. Затем, по мере возникновения тех или иных функциональных и структурных сдвигов, вовлекаются реакции, определяющие долговременную адаптацию. Происходит изменение состояния различных функциональных систем организма, структурная перестройка некоторых тканей и органов, в первую очередь костно-мышечного аппарата, устанавливается новый уровень энергетики и пластического обмена, усиливаются катаболические процессы и изменяются

нейроэндокринные механизмы регуляции. В результате устанавливается новый, относительно стабильный уровень функционирования основных систем организма в космическом полете. Эти приспособительные реакции организма могут стать источником рисков для здоровья на заключительном этапе полета, когда необходимо возвращаться из условий длительной невесомости в условия земной гравитации. Поэтому для того, чтобы вернуться на Землю без ущерба для здоровья, членам экипажа необходимо применять специальные профилактические средства.

Исследования механизмов адаптации организма человека и животных к условиям космического полета, выполненные при участии, а в ряде случаев и под руководством А.И. Григорьева, позволили научно обосновать и внедрить в практику пилотируемых космических полетов современные методы медицинского контроля, прогноза и управления состоянием человека, а также реализовать программы изучения сердечно-сосудистой системы, костной системы, метаболизма и механизмов его эндокринной регуляции в длительных космических полетах.

Согласно трактовке, предложенной Анатолием Ивановичем, медицинское обеспечение полетов – это сложная система, включающая отбор кандидатов, периодическое освидетельствование космонавтов на Земле и мониторинг состояния человека и окружающей его искусственной среды в космосе, обеспечение безопасности, поддержание нормальных санитарно-гигиенических условий, психологическая помощь, а также послеполетная реабилитация и продление профессионального долголетия космонавтов.

При непосредственном участии Анатолия Ивановича в ИМБП сформированы новые направления биологической и физиологической науки, такие как

гравитационная биология и физиология, клеточная физиология, протеомика. Разработаны новые методики и появилась целая серия современных приборов, на базе которых создан комплекс программно-информационных и технических средств космической телемедицины, позволяющих осуществлять медицинскую диагностику и помощь членам экипажей непосредственно в полете.

Большое внимание А.И. Григорьев уделяет теоретическим вопросам медицины, в частности проблемам нормы и предболезни. Исследованию этой сложной проблемы способствует обширный опыт, накопленный в ИМБП при проведении обследований здоровых людей, в том числе кандидатов в космонавты, космонавтов, акванавтов, спасателей, летчиков, спортсменов и испытателей.

На базе разработок по данному направлению совершенствуются способы поддержания работоспособности космонавтов, осуществляются планирование и проведение мероприятий в системе профилактики расстройств, возникающих в условиях космических полетов. Группа наземного медицинского обеспечения космических полетов экипажей руководствуется в своей работе стройной системой представлений о здоровье как об интегративной характеристике адаптационных возможностей организма, необходимых и достаточных для сохранения гомеостаза. В том, что в космической медицине утвердился такой конструктивный подход, основанный на объективных знаниях о регуляторных механизмах адаптации, немалая заслуга Анатолия Ивановича Григорьева.

Проводимые в ходе космических полетов интенсивные исследования закономерностей механизмов изменений функционального состояния космонавтов в длительных полетах открывают путь к идентификации нарушений здоровья на ранних этапах, к диагностике

уровня здоровья, определению и уточнению «нормы» реакции организма на экстремальные условия обитания.

По мысли академика В.В. Парина, в организме человека имеется ряд жизненно важных физиологических систем, активность которых может служить индикатором состояния организма и его адаптационных резервов. Это представление получило развитие в разработанной А.И. Григорьевым и Р.М. Баевским (и отраженной в двух монографиях) концепции здоровья, предлагающей рассматривать резервы адаптации с позиций установленной в космической медицине нормы реакции организма. На этой основе сегодня может строиться тактика проведения мероприятий донологического контроля и укрепления соматического здоровья и функциональных резервов организма человека. В этом направлении А.И. Григорьевым совместно с В.А. Орловым проделана большая работа по внедрению программно-информационного комплекса «Навигатор здоровья» для осуществления мониторинга здоровья населения. В частности, с помощью разработанной методологии было успешно проведено обследование более 500 тысяч детей в разных регионах страны.

В последние годы Анатолий Иванович Григорьев уделяет пристальное внимание прорывным направлениям в высокотехнологичной медицине, таким как физиология клетки и молекулярная физиология. Однако при этом, следуя концептуальным подходам классических российских физиологических школ, он указывает на необходимость интегративных подходов к оценке адаптационного потенциала целостного организма и его сложнейшей физиологии. О.Г. Газенко в одной из своих работ написал: «В отечественной же физиологии всегда утверждался подход к целост-

ному организму в его взаимодействии с окружающей средой. Это, если хотите, наш фирменный знак, наша традиция, идущая от Сеченова, Мечникова и Павлова». Эту традицию строго соблюдает и Анатолий Иванович.

В конце 2007 г. под патронатом Российской академии наук и Российского космического агентства (Роскосмос) параллельно в двух российских столицах – Москве и Санкт-Петербурге – проходил международный форум «Космос: наука и проблемы XXI века», посвященный 50-летию запуска первого искусственного спутника Земли. Анатолий Иванович представил доклад, посвященный достижениям и перспективам развития космической биологии и медицины. Он констатировал, что по результатам полувековой истории пилотируемых полетов человека в космос сформировалась уникальная школа космической медицины, впитавшая в себя лучшие достижения отечественной физиологии, биологии, гигиены труда, авиационной медицины и ряда других смежных научных дисциплин.

Основными результатами исследований в области космической медицины и биологии явилось, по мнению А.И. Григорьева, более полное и глубокое понимание базовых механизмов регуляции функций и закономерностей адаптации к условиям невесомости, разработка принципов и методов медико-санитарного обеспечения пилотируемых полетов, идентификация главных факторов риска в полете, оценка состояния физиологических систем, наиболее подверженных неблагоприятному влиянию невесомости, и определение требований к обеспечению условий жизнедеятельности экипажей. В результате были созданы системы управления состоянием человека в полете и разработан комплекс мер по его медицинскому обеспечению.

Представляя Анатолия Ивановича как одного из лауреатов Демидовских премий, создателя новых направлений в науке – гравитационной урологии и телемедицины, академик Валерий Александрович Черешнев отметил, что вся научная деятельность Анатолия Ивановича овеяна романтикой космоса, и этот дух романтики сегодня он всеми силами стремится сохранить в новейших прорывных исследованиях космической физиологии и медицины. Вице-президент РАН академик Г.А. Месяц, подчеркивая важность Демидовских лекций в деле возрождения в нашей стране интереса к науке и поддержания исторических традиций, отметил выдающуюся роль в этом благородном деле Демидовских лауреатов.

Президиум Международной академии астронавтики в 2001 г. наградил Анатолия Ивановича дипломом за экстраординарные достижения руководимого им коллектива, усилия, талант и опыт которого сделали возможным осуществление и успешное завершение исторического 15-летнего полета космической станции «Мир». Результаты медико-биологических исследований и опыт медицинского обеспечения длительных полетов экипажей на орбитальной станции «Мир» успешно используются в настоящее время в программе полета МКС.

Анатолий Иванович – активный сторонник осуществления амбициозных космических проектов. Для их реализации он разрабатывает концептуальные подходы к медицинскому обеспечению полета человека на Марс, основанные на анализе опыта медицинского обеспечения длительных орбитальных космических полетов и прогнозе изменений физиологических функций при увеличении длительности полета до 2–3 лет, включая пребывание человека на поверхности Марса. Особое внимание он уделяет таким ключевым

проблемам медицинского обеспечения экипажа во время полета на Марс, как медицинский контроль за состоянием здоровья, профилактика неблагоприятного влияния невесомости на организм, сохранение адекватной работоспособности, использование искусственной силы тяжести, создаваемой вращением на бортовой центрифуге короткого радиуса, в качестве средства поддержания оптимального функционального состояния организма человека в длительном полете.

Многие из перечисленных проблем были изучены в недавно завершившемся в ИМБП эксперименте с 520-суточным пребыванием экипажа в условиях изоляции в гермокамере – условном макете корабля для полета на Марс (проект «Марс-500»). Анатолий Иванович уделял пристальное внимание подготовке и реализации этого мегапроекта, нацеленного на изучение механизмов адаптации человека к моделируемым факторам пилотируемой экспедиции на Марс, оценке работоспособности и здоровья человека в этих уникальных условиях. В ходе эксперимента изучались многочисленные взаимодействия (физиологические, психофизиологические, инженерно-психологические, эргономические, микробиологические и др.) в системе «человек – искусственная среда обитания».

Опыт длительных полетов на станции «Мир» и МКС позволил применительно к проекту «Марс-500» сформулировать ряд новых задач, решение которых важно для обеспечения высокой эффективности профилактических мероприятий по поддержанию профессиональной деятельности и физической работоспособности в межпланетных космических полетах. Исследования по проекту «Марс-500» – показательный пример современных возможностей физиологической и медицинской науки, позволяющих с позиций интегратив-

ной физиологии человека и биомедицины оценивать на различных уровнях функциональной системности организма диагностическую значимость разнообразных физиологических маркеров и характеристик при выполнении оператором высокомотивированной социально значимой деятельности в экстремальных условиях.

Несмотря на то что основное внимание А.И. Григорьева в течение многих лет было сфокусировано на решении проблем, связанных с реализацией космических проектов, научная и научно-организационная деятельность ученого не сводилась исключительно к сфере космической физиологии и медицины. По инициативе Анатолия Ивановича в 2000-е гг. в ИМБП существенно расширился объем работ по фундаментальным проблемам медицины, а также по биотехнологии и телемедицине; активизировались исследования по экологической физиологии, в частности по гипербарической физиологии и водолазной медицине, жизнеобеспечению и защите лиц нелетных специальностей в экстремальных условиях.

В работах по гипербарической физиологии и водолазной медицине под руководством Анатолия Ивановича были изучены механизмы действия на организм человека и животных дыхательных смесей, включающих такие инертные газы, как гелий, аргон, неон и водород. Благодаря этому удалось осуществить рекордные для нашей страны имитационные «погружения» человека на глубину 450 м. Проведенные в ИМБП исследования позволили впервые в мире разработать подходы к управлению реакциями человека в условиях гипербарии и на их основе разработать эффективную методологию лечения декомпрессионной болезни и баротравмы легких

даже в случаях позднего поступления пострадавших на лечение.

В настоящее время по многим направлениям Программы Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине» ИМБП и другими академическими учреждениями получены уникальные результаты и определены направления их внедрения. Данная Программа, инициированная академиками О.Г. Газенко и А.И. Григорьевым, не только показала свою результативность, но и способствовала развитию качественно новых представлений о медицине будущего. Являясь с 2003 г. координатором этой Программы, Анатолий Иванович активно привлекает институты различных отделений РАН к внедрению научных результатов и разработок в здравоохранение. В итоге в рамках Программы за последние годы получены принципиально новые представления об этиологии и патогенезе ряда социально значимых заболеваний, апробированы качественно новые подходы к их диагностике, лечению и профилактике, разработаны новые материалы для замещения биологических тканей и адресной доставки лекарственных средств, созданы уникальные приборы для диагностики и лечения различных заболеваний.

Большое место в многогранной деятельности Анатолия Ивановича Григорьева занимает подготовка научных кадров. Он возглавляет отечественную научную школу «Космическая физиология и медицина». Среди его учеников 8 докторов и 12 кандидатов наук.

С 1996 г. Анатолий Иванович является заведующим кафедрой «Экологическая и экстремальная медицина» на факультете фундаментальной медицины МГУ им. М.В. Ломоносова, где читает лекционные курсы по космической физиологии, экологической физио-

логии и медицине, телемедицине. Будучи большим энтузиастом внедрения современных технологий в образовательный процесс, Анатолий Иванович одним из первых разработал всеобъемлющую концепцию дистанционного образования на базе опыта космической телемедицины.

Анатолий Иванович – автор более 500 научных работ, в том числе 16 монографий. Им получено более 70 патентов и авторских свидетельств на изобретения. За большой вклад в науку Анатолий Иванович удостоен Государственной премии РФ и премий Правительства РФ в области науки и техники, различных государственных и научных наград СССР, России и других стран.

Анатолий Иванович Григорьев выполняет большой объем работ, связанных с издательской деятельностью. Он является председателем Научно-издательского совета РАН, членом редакционного совета Большой российской энциклопедии, главным редактором журналов «Технологии живых систем», «Физиология человека», «Acta naturae», членом редколлегии журналов «Вестник Российской академии наук», «Авиакосмическая и экологическая медицина», советником редакционного комитета журнала «Космическая медицина и техника» (Китай), соредактором российско-американского издания «Основы космической биологии и медицины» (в 5 т.) – фундаментального учебного пособия для подготовки специалистов в области космической биомедицины.

Анатолию Ивановичу принадлежит заслуга в решении многих научных проблем пилотируемых космических полетов. Впереди его ожидают новые задачи, связанные с освоением небесных тел дальнего космоса – Луны, Марса, астероидов. Есть основания пола-

гать, что дальнейшие фундаментальные и прикладные исследования в космических полетах и на Земле позволят получить новые важные данные для подготовки пилотируемых межпланетных экспедиций.

Член-корреспондент РАН
Доктор медицинских наук, профессор

И.Б. Ушаков
Е.А. Ильин