

Яздовский В.И.

На тропах Вселенной.

Вклад космической биологии и медицины в освоение космического пространства

Выходные сведения издания:



*Посвящаю
труженикам космонавтики,
жене, моим детям и внукам*

В.И.Яздовский

НА ТРОПАХ ВСЕЛЕННОЙ

**Вклад космической биологии и медицины
в освоение космического пространства**

Фирма "Слово"



Москва

1996

Книга проф. Яздовского В.И. "На тропах Вселенной" - основателя и первого руководителя программы исследований по космической биологии и медицине в России, соратника С.П.Королева, М.В.Келдыша и других видных деятелей науки - охватывает, главным образом, период штурма космоса с 1948 по 1968 г., полный драматизма и триумфа отечественной космонавтики. Впервые названы имена и дана оценка работы многих участников освоения космического пространства. В книге описывается история возникновения, становления, развития космической биологии и медицины в нашей стране. Книга предназначена для широкого круга читателей. Может быть использована в качестве дополнительной литературы по биологии для старшеклассников и студентов медицинских академий и институтов.

The book "On Pathways of the Universe" by V.I.Yazdovsky, Professor, founder and first manager of the Program of Space Biology and Medicine Studies in Russia covers the period (1948-1968) of space exploration being highly dramatic and triumphal for the first time, the names are given and the work of many participants of space exploration is assessed.

Я $\frac{001}{M98(03) - 96}$

ISBN 5-900228-03-7

© В.И.Яздовский, 1996

© Издательство Фирма "Слово", 1996

Книга отпечатана при поддержке генерального директора
ЗАО "НТЦ Альтернатива" академика РАК О.А.Чембровского

Отзывы и пожелания по книге просьба направлять по адресу:
123007, Москва, Хорошевское шоссе, 76а. Издательство Фирма "Слово".
Факс (095) 195-23-53. Тел. (095) 575-36-52

© Издательство Фирма "Слово". 123007, Москва, Хорошевское шоссе, д. 76а.

ЛР № 060867 от 12 марта 1992 г.

Редактор В.В.Круговых. Литературный редактор Т.А.Перфильева.

Художник А.С.Плахий. Компьютерная верстка — С.О.Николаев

Сдано в набор 15.07.95. Подписано в печать 1.08.96.

Формат 60 x 90/16. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Ньютон. Печать офсетная.

Печ. л. 18. Тираж 800 экз. Цена договорная. Заказ 85

г. Красноармейск. Типография ТОО "ГеО-ТэК"

Содержание

Предисловие

Введение

ГЛАВА 1. Начало работ по космической биологии и медицине.

1.1. Классификация факторов полета. Отбор и тренировка биологических объектов

1.2. Первый этап научных исследований при полете животных на ракетах Р-2А

1.3. Второй этап исследований при полетах животных на ракетах Р-2 и Р-5

1.4. Третий этап исследований на животных при полетах на ИСЗ

1.5. Отбор, подготовка кандидатов в космонавты

ГЛАВА II. Полеты многоместных космических кораблей

Заключение

Приложение

ПРЕДИСЛОВИЕ

О развитии и становлении космонавтики в нашей стране написано много книг и статей. Основное внимание в них уделялось подготовке и обеспечению первого и последующих полетов человека в космос. Авторы статей и книг (чаще всего журналисты) большую часть информации получали от лиц, не являвшихся главными исполнителями работ, и поэтому второстепенные факты возводились в степень и подчас художественно обыгрывались в ущерб более важным направлениям подготовки к полету в космос, которые определили успех нашей Родины в прорыве человечества в космическое пространство. Незаслуженно забыты исследования по обоснованию возможности космических полетов человека на ракетах и разработке комплекса мероприятий по обеспечению безопасности подобных полетов.

Промышленный и научный потенциал нашей страны, огромная ответственность ученых и конструкторов перед народом, коллективизм и большая поддержка руководства страны обеспечили подготовку и успешное осуществление первого полета человека в космос.

Становление теоретической космонавтики связано с основополагающими исследованиями великого русского ученого К.Э.Циолковского. Большой вклад в ее развитие внесли также немецкий ученый Г.Оберт и американский ученый Р.Годдард. Разработка ракет в России, Америке, Германии, а затем и в других странах положила начало экспериментальной космонавтике. Для ее развития были необходимы разносторонние теоретические и экспериментальные исследования по научному обоснованию возможности космических полетов сначала биологических объектов, а в дальнейшем и человека с разработкой мер и устройств по обеспечению безопасности полетов. Исследования комплекса этих проблем, вошедших в круг задач и интересов космической биологии и медицины, возглавил в нашей стране Владимир Иванович Яздовский — доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР (1952 г.), действительный член (академик) Международной астронавтической академии, лауреат (Большая золотая медаль) Международной авиамедицинской академии (г. Брюссель, Льеж), почетный академик Академии космонавтики им. К.Э.Циолковского, полковник медицинской службы. Им и его коллективом разработаны программа научных исследований по космической биологии и медицине, классификация факторов космического полета, методология исследований, схема и структура биологических исследований на ракетах, система отбора, подготовки, тренировки и обеспечения космонавтов, создана школа космической биологии и медицины в нашей стране.

В.И.Яздовским разработана научная доктрина космической биологии и медицины, утвержденная решениями президиумов Академии наук СССР и Академии медицинских наук СССР в 1949 г., включающая следующие основные положения:

- биологические объекты, живая материя в космическом полете пребывают и функционируют в измененных условиях окружающей среды;
- живая материя функционирует в необычной экологической среде с иными взаимодействиями и взаимовлияниями систем организма и факторов полета;
- факторы космического полета первой группы, зависящие от физического состояния и химического состава окружающей среды, крайне агрессивны, поэтому пребывание биологических объектов в полете без защитных средств невозможно;
- факторы второй группы, зависящие от динамики полета ракеты, создают совсем иные условия функционирования всех органов чувств живого организма при доминирующей роли вестибулярного аппарата. При этом нарушается системность взаимодействия анализаторов, а это приводит к перемещению жидких сред в организме с последующими функциональными изменениями;
- факторы третьей группы обусловлены пребыванием биологических объектов в ограниченных замкнутых объемах корабля с отрывом от обычной социальной среды, с особенностями отправления

естественных и гигиенических потребностей, с наличием значительного риска, стресса при комплексном воздействии всех факторов полета;

— учитывая значительный риск и сложность космического полета, следовало провести большую серию экспериментов на животных по обоснованию возможности ракетных полетов и разработке комплекса мероприятий и устройств по обеспечению их безопасности.

Владимир Иванович Яздовский родился 24 июня 1913 года в Ашхабаде в семье коллежского советника Яздовского Ивана Викторовича, отец которого происходил от польских дворян г. Либава. Отец был высокообразованным человеком, знал кроме русского и польского еще девять западноевропейских языков. Вскоре после рождения Владимира семья переехала в Петроград, а затем в Елабугу. В Елабуге Владимир и его брат Михаил (1915 года рождения) окончили с отличием школу I и II ступени (девятилетку), трудились на сельскохозяйственных работах у родственников матери под Елабугой. В Елабуге в 1921 году от кровоизлияния в мозг умер отец Иван Викторович, болевший сахарным диабетом. Семья переехала в Самарканд, где Владимир получил высшее техническое образование, работал в системе водного хозяйства, позднее переехал в Ташкент и учился в медицинском институте. После окончания института с отличием Сталинским стипендиатом подготовил кандидатскую диссертацию по нейрохирургии. В ноябре 1941 года был мобилизован в армию. Проходил службу в действующей армии на фронтах Великой Отечественной войны в должности начальника медицинской службы 289-й штурмовой авиадивизии. После окончания войны в 1947 году был переведен в Москву в Институт авиационной медицины МО СССР. В институте прошел путь от старшего научного сотрудника, начальника отдела, управления до заместителя начальника института по науке (космической биологии и медицине). С 1948 года возглавил разработку программы космической биологии и медицины в нашей стране. С 1964 года работал в Институте медико-биологических проблем Минздрава СССР заведующим сектором и заместителем директора по науке.

Глубокие и всесторонние знания Владимира Ивановича в различных областях биологии, медицины, техники, а также его организаторские способности и коммуникабельность способствовали созданию и развитию пилотируемой космонавтики в нашей стране.

В.И.Яздовский — автор более 270 научных трудов, награжден 6 орденами и более чем 30 медалями за трудовые, боевые и научные заслуги. Соратник академиков М.В.Келдыша, С.П.Королева, Н.М.Сисакяна и других видных ученых. По признанию отечественных и зарубежных ученых, является основоположником космической биологии и медицины в нашей стране.

У Владимира Ивановича и его жены Тамары Петровны (врача-стоматолога) две дочери: Алла и Светлана и сын Виктор. Все они врачи. У четы Яздовских три внучки и два внука.

Путь становления и развития пилотируемой космонавтики нашей Родины изложен в книге В.И.Яздовского «На тропах Вселенной». В ней нашли отражение научные исследования по обоснованию возможности космических полетов на ракетах, разработке средств обеспечения безопасности полетов; методика отбора, подготовки и тренировки космонавтов, контроля за поведением, состоянием биологических объектов, космонавтов; перспективы пилотируемой космонавтики.

Книга представляет особый интерес для ученых-биологов, врачей, химиков, инженеров, конструкторов, которые хотят посвятить себя развитию пилотируемой космонавтики и освоению просторов Космоса, а также для всех читателей, изучающих историю нашей страны.

**Первый вице-президент Российской
Академии космонавтики им. К.Э.Циолковского,
академик, профессор, заслуженный деятель
науки и техники России
О.А. Чембровский**

ВВЕДЕНИЕ

С незапамятных времен пылкий ум человека стремился познать Вселенную. По звездам, Луне и Солнцу люди еще в глубокой древности вели счет времени, определяли направление в пути. Связь многих земных явлений с явлениями небесными исследовалась одной из старейших наук — астрономией. Для нужд мореплавания, животноводства и земледелия люди стали определять длинные промежутки времени по смене фаз Луны, изучать расположение звезд на небе. До нас дошли имена великих ученых Средней Азии и Китая, Индии и Древней Греции, составивших замечательные описания звездного неба и давших названия многим небесным телам и явлениям.

Однако потребовалось более двух тысяч лет, чтобы прийти к правильному представлению о Земле и доказать, что ее поверхность, казавшаяся человеку безграничной равниной, на самом деле шарообразна. Только через восемнадцать веков наука опровергла ложную геоцентрическую теорию Птолемея, утверждавшую, что центром Вселенной является Земля, и доказала неоспоримость гелиоцентрической системы Николая Коперника.

«Астроном весь свой век в бесплодном был труде,

Запутан циклами, пока восстал Коперник,

Презритель зависти и варварству соперник,

В спедице всех планет он Солнце положил,

Сугубое Земли движение открыл», —

писал великий русский ученый М.В.Ломоносов.

Правильное представление о Земле и ее месте в Солнечной системе явилось первым шагом к познанию Вселенной. Человеку открылось действительное положение Земли во Вселенной как спутника Солнца, движущегося в одной с ним звездной системе — Галактике, и вся безграничность Вселенной с бесчисленным множеством других звездных систем, других галактик.

Постоянное и кропотливое проникновение человеческого ума за пределы Земли составляет основу развития человеческой фантазии — этого могучего двигателя прогресса. В наивных представлениях первобытного человека, обожествлявшего небесные светила в сказках и легендах, человек летит на Солнце и Луну. Герои современных научно-фантастических романов и повестей совершают межпланетные полеты, подвергаются неизведанным опасностям, изучением и предотвращением которых в настоящее время занимаются наука и техника. Фантазия человека не только опережает, но и предвосхищает действительность. Первые космонавты Ж.Верна улетают на Луну в пушечном снаряжении, а возвращаются на Землю, используя свойства реактивного движения. Герои Г.Уэллса используют силу притяжения. Космонавты А.Толстого путешествуют в ракете. Писатели-фантасты заключают своих героев в герметические кабины, подвергают их действию ускорений, невесомости, опасности столкновения с метеоритами и др.

Космический полет давно стал реальностью. Наука и фантазия соединились в едином фокусе. Не случайно основатель современной космонавтики К.Э.Циолковский соединил в своем лице великого ученого и замечательного писателя-фантаста. «В завоевании космоса ученые, прежде всего, видят огромную пользу для всего человечества — в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет... человек... за пределы земной атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство», — писал К.Э.Циолковский.

Необходимость и польза познания Вселенной несомненны. Человек проник в космическое пространство, и нет никаких оснований думать, что найдутся непреодолимые трудности, которые остановят его на этом пути. Человек уже был на Луне, попадет он и на другие планеты, как попал на необитаемые острова, ступил на льды полюсов, дно океана, покорила вершины неприступных гор.

Человек хочет и должен быть активным искателем, исследователем космических далей. Вопрос не в том, нужен или не нужен человек в космическом корабле. Космический корабль нужен человеку, но не для установления рекордов, а для решения научных задач. До сих пор, пожалуй, трудно оценить значение полученных в полете данных и предугадать все многообразие возможностей их практического использования, но несомненно, что творческий гений человечества сумеет направить их на дело мира на Земле, на благо человечества.

Размышляя о возможности жизни на других небесных телах, Д.Бруно писал, что «среди множества миров существуют и такие же обитаемые, как и наша Земля, и притом — если не больше и не лучше». Д.Бруно считал планеты телами, подобными нашей Земле, а звезды — далекими солнцами.

Убежденным сторонником существования жизни на планетах был и наш великий соотечественник М.В.Ломоносов, который в стихотворении «Вечерние размышления о Божием величестве при случае великого северного сияния» (1743 г.) писал:

«Открылась бездна звезд полна;

Звездам числа нет, бездне дна...

Уста премудрых нам гласят:

Там разных множество светов;

Несчетны солнца там горят,

Народы там и круг веков:

Для общей славы божества

Там равна сила естества».

Конструкторское бюро, возглавляемое Сергеем Павловичем Королевым, развернуло широкий фронт работ по созданию технических средств для освоения космического пространства. Созданные мощные ракетные устройства тревожили вечный покой заоблачных высот. Разработка и изготовление их стали возможными благодаря созданию двигателей, разработанных под руководством Валентина Петровича Глушко. Полет ракет невозможен без систем управления. Такие системы были созданы в коллективах Николая Алексеевича Пилюгина и Виктора Ивановича Кузнецова. Владимир Павлович Бармин занимался стартовыми комплексами. Радиосвязь и телеметрическую передачу информации о поведении ракет в полете обеспечивали конструкторские бюро Михаила Сергеевича Рязанского, Алексея Федоровича Богомолова и многих других. Сергей Павлович Королев и его славная когорта сразу после войны увлекли многих своей мечтой о покорении космоса. Немного позже к ним присоединился Константин Давидович Бушуев, который разрабатывал оборудование головной части ракеты.

Большой вклад в геофизические исследования внесли известные ученые Сергей Николаевич Вернов, Иван Андреевич Хвостиков, Сергей Леонидович Мандельштам, Лидия Курносова, Татьяна Назарова, Вера Михневич, Борис Миртов, Евгений Чудаков, Иван Савенко и многие другие, собиравшие по крупицам научные данные о геофизических явлениях в верхних слоях атмосферы и стратосфере. Энтузиасты своего дела, ученые с большим вдохновением работали, помогая друг другу. Благоприятные отношения в сплоченных и творческих коллективах позволили накопить необходимые геофизические и физические данные, которые обеспечили дальнейшее развитие экспериментальной космонавтики.

В 1940-х годах среди ученых и конструкторов, занимавшихся ракетной техникой и связанными с ней исследованиями, еще не употребляли слова «космонавтика», «межпланетные полеты», «космическая биология и медицина». Их как-то избегали, считая далекой фантастикой. Но уже в эти годы ученые

сознавали необходимость исследований медицинского и биологического профиля при полетах ракет. Полет человека в космос, сначала в околоземном пространстве, а затем и к другим небесным телам, был немислим без многостороннего подхода к решению поставленной задачи. Без научного обоснования возможности космического полета человека и обеспечения его безопасности нельзя было серьезно говорить о полете человека в околоземном космическом пространстве, а тем более о межпланетных путешествиях. Необходимо было приступить к медико-биологическим исследованиям указанных проблем на ракетных летательных аппаратах.

Королев и его ближайшие сподвижники понимали, что медико-биологические исследования при изучении космоса крайне необходимы. Из этого следовало, что очень важно как можно быстрее разработать программу и подобрать людей. В поисках подходящей кандидатуры Сергей Павлович решил посоветоваться со своим учителем, мнением которого очень дорожил, — Андреем Николаевичем Туполевым. Выдающийся конструктор А.Н.Туполев, с именем которого связана целая эпоха советской авиации, предложил Сергею Павловичу во главе нового направления (космической биологии и медицины) поставить меня. В то время я руководил лабораторией герметических кабин и скафандров в Институте авиационной медицины Министерства обороны СССР. Исследования мы вели в основном на новых самолетах конструкции Туполева. Крупнейший авиаконструктор современности всегда заботился об удобстве экипажа, о самочувствии человека в полете, поэтому наши эксперименты он не выпускал из поля зрения. Вникал, придирчиво расспрашивал, чем вызвано то или иное решение, иногда хвалил, иногда «шумел». Но обычно все улаживалось к взаимному удовольствию и общей пользе.

Работу свою я любил. О Королеве и его опытном конструкторском бюро ничего не знал. Смутное что-то слышал об экспериментальной космонавтике. И уж никак не думал, что скоро сам окажусь на «космической орбите». А случилось это так.

Однажды вечером у меня дома раздался телефонный звонок. Энергичный мужской голос коротко представился: «Королев», и за одну-две минуты я дал согласие встретиться с ним завтра, после обеда, в Петровско-Разумовском парке неподалеку от Академии имени Жуковского. Не помню сейчас точной даты, но шел 1948 год, была уже глубокая осень: листья с деревьев облетели, и вторая половина дня утопала обычно в серенькой измороси. В этом предсумеречном свете передо мной неожиданно — хотя ждал же! — возникла крепкая, плотная фигура в темном пальто и шляпе. Последовало крепкое рукопожатие, Сергей Павлович взял меня под руку и повел в глубь аллеи, безо всяких предисловий обращаясь ко мне на «ты». «Сейчас мы с тобой погуляем и все обговорим! — начал он весело, будто радуясь моему недоумению. — Не удивляйся, тебя рекомендует сам Андрей Николаевич Туполев. А для меня дороже его мнения нет. Я и сам у него учился, знаю, чего стоит похвала Туполева. Едва я сказал, что мне нужен медик, который был бы на «ты» с техникой, он сразу тебя вспомнил». Сергей Павлович говорил образно, сочно.

Далее Королев прямо, без обиняков, сказал мне, что у них есть ракеты, способные поднять груз массой более 500 килограммов на высоту 100 километров (видел ли он мое ошеломление?), что геофизические исследования на этой высоте уже ведутся, но он считает, что пора начинать эксперименты на животных, которые проложили бы путь человеку.

— Подумай хорошенько, взвесь все и ... соглашайся! У нас другой кандидатуры нет.

— Да я... Наша лаборатория... Я же собой не распоряжаюсь, — наконец заговорил я.

— По этому поводу не волнуйся. Мне дан карт-бланш. Соглашайся — и я все улажу. Главное, Андрей Николаевич тебя любит, — в который раз повторил он основной свой довод. — Меня тоже любит, так что мы вроде братьев.

Я был смущен. Я не считал свою работу выдающейся — просто делал дело честно, добросовестно. А тут такое предложение — даже вслух вымолвить страшно: жизнеобеспечение полета человека в космос! Видя, что я в таком состоянии, Сергей Павлович сказал на прощание:

— Думай. Но без риска, без попытки решить большую задачу жизнь — не жизнь... А погода сегодня прекрасная! Ты взлет ракеты не видел? Никогда? По-моему, прекраснее нет ничего...

Он снова крепко пожал мне руку, сел в машину и уехал. А мне предстояло «думать и решать». Да что там думать, если зацепиться не за что! Никакого задела, никаких экспериментов, никакой методики не существовало и не могло существовать. И поговорить, посоветоваться не с кем. Королев предупредил, что разговор должен остаться между нами.

Честно говоря, предложение было не просто лестным для меня, а, прежде всего интересным. Но вставало сразу много вопросов. С чего начинать? Как будет с основной работой, ведь у лаборатории свой напряженный план? В раздумьях и беседах с Сергеем Павловичем, который пригласил меня к себе посмотреть, как и что делается в его ОКБ, закончился 1948 год. Я колебался, не мог сразу принять предложение Королева и ждал очередных шагов, на которые он намекал при встрече.

И вот однажды, как всегда неожиданно, явился шумный, энергичный Королев и повез меня к министру обороны СССР Александру Михайловичу Василевскому, маршалу Советского Союза. В машине я высказал свои опасения: как же, мол, так, минуя все инстанции, сразу — к министру?! Сергей Павлович рассмеялся, успокоил меня, опять обнадежил, что все будет хорошо.

Александр Михайлович ждал нас, принял очень радушно, шутил. Королев в тон ему начал меня «подначивать»: «Не решается, дескать, подполковник сменить свою любимую авиационную медицину на космическую, риска боится». А.М.Василевский в деловом дружеском тоне приводил массу доводов «за», обещал помочь с финансированием и просил обращаться в случае любых трудностей лично к нему.

— Вот видишь, я же говорил: все будет в порядке! — успокаивал меня Сергей Павлович, снова напоминая, что до поры до времени и об этом визите — никому ни слова.

Когда таким же образом он повез меня к президенту Академии наук СССР Сергею Ивановичу Вавилову, я почувствовал себя прямо-таки героем детектива. В самом деле, скромно тружусь в своей лаборатории, начальство института ничего не подозревает, а я наношу визит за визитом, один значительнее другого, участвую в обсуждении задач новой отрасли науки — и все это в абсолютном секрете!

Сергей Иванович встретил нас с Королевым как долгожданных гостей, осведомился о здоровье, выразил уверенность, что мы с Сергеем Павловичем уже обо всем договорились — видимо, слышал о моих колебаниях. Разговор был длинный и очень обстоятельный. Знаменитый академик говорил, что его крайне интересуют прямые исследования при подъеме оптической и вообще физической аппаратуры на ракетах.

— Однако те исследования, которые мы просим возглавить Вас, Владимир Иванович, гораздо сложнее, но и увлекательнее, чем все известные до сих пор, — обратился он ко мне. — Был бы я моложе да имел здоровье поприличнее — обязательно попросился бы к Вам в компаньоны! Сергей Иванович открывал передо мной фронт предстоящих работ, советовал подумать о том, что к обеспечению исследований придется привлекать механиков, физиков, химиков, специалистов по радиоэлектронике и из других отраслей, что их надо будет тщательно подбирать, учитывая их желание и подготовленность для работы в новом направлении науки.

— Вероятно, Вам понадобится участие многих биологических и медицинских учреждений, — продолжил Вавилов. — Но каких? В каком объеме? Все это мы надеемся услышать от Вас. Вам и карты в руки! Подбирайте людей, заказывайте аппаратуру. Средствами обеспечим. Об одном убедительно прошу: ставьте меня в известность о ходе работы. А на помощь, если потребуется, можете рассчитывать. В любое время буду рад Вас видеть.

С таким напутствием мы с Сергеем Павловичем покинули Академию наук. Настроение у нас было приподнятое. Все складывалось как нельзя лучше. Учитывая, что моя работа должна быть тесно связана с деятельностью разных подразделений коллектива, руководимого Королевым, мы решили и вопрос о финансировании экспериментов. Сергей Павлович согласился взять лабораторию на свое финансовое обеспечение.

Полная поддержка Министерства обороны и Академии наук СССР в то время значили очень много. Обстановка в науке была сложной, в нашем институте тоже вели борьбу друг с другом разные группировки. Споры эти зачастую лишены были научной основы, тормозили дело. Заручиться покровительством столь авторитетных организаций было необходимо, и, думаю, Королев понимал это гораздо лучше меня. Недаром он избрал такой «обходной» путь утверждения новой области исследований.

И вот настал день, когда меня по телефону вызвали к начальнику Института авиационной медицины Алексею Васильевичу Покровскому. Он сообщил мне, что Институт получил новое задание от разработчиков ракет, что я подключаюсь к медико-биологическим исследованиям на ракетах и буду их возглавлять, что дело это сверхсекретное и не терпит отлагательства. На меня возлагалось руководство этими работами во всем объеме и их координация.

— Решено все на высшем уровне. Познакомьтесь с материалами, которые есть у нас в институте, может быть, найдете для себя что-то полезное, — в конце беседы сказал Алексей Васильевич.

Я сразу же помчался разыскивать материалы, о которых он упомянул. Но оказалось, что это всего-навсего лист миллиметровки, на котором в полную величину была вычерчена собака. Недалеко же продвинулись наши коллеги в своих раздумьях о жизнеобеспечении человека в космосе! Ясно было, что начинать придется с нуля.

Я засел в библиотеку, чтобы познакомиться с литературой, и сразу же выяснил, что о космонавтике пишут либо в теоретическом, либо в фантастическом плане. По-новому звучали для меня известные слова К.Э.Циолковского, который оценивал состояние невесомости и реакции организма на действие высоких и низких температур и предлагал ряд мер, направленных на обеспечение нормальной жизнедеятельности человека в замкнутом малом объеме корабля. Что касается рекомендованной Д.И.Менделеевым герметической кабины, то она уже давно вошла в авиационный обиход.

Было ясно: надо идти по пути, экспериментально подкрепленному авиационной медициной, проверить ее выводы, приспособить к нашим условиям то, что возможно приспособить. Пришлось дополнительно проштудировать фундаментальные исследования о влиянии пониженного давления, перепадов давления и гипоксии на организм животных и человека. Взяли мы на заметку и то, что авиационные медики разработали надежные меры защиты от неблагоприятного влияния кислородного голодания. Труды о действии ударных перегрузок и мерах, повышающих переносимость перегрузок при катапультировании из самолета в случае аварии, литература по проблеме влияния температур и влажности, перепадов температур и мер защиты с использованием герметических кабин помогли прояснить картину. Оказалось, советскими учеными сделано немало. Благодаря исходным данным, выводам и рекомендациям В.Миролюбива, А.Апполонова, Д.Иванова, М.Бресткина, Д.Розенблюма, Г.Комендантова, В.Левашова, П.Исакова, С.Гозулова, М.Рабиновича, В.Спасского, Н.Гришанова, Г.Демидова и многих других мы могли с большой долей уверенности начинать опыты на животных. Сходность условий вселяла надежду на успех, хотя реакции живого организма на космический полет никто предсказать не мог.

Алексей Васильевич Покровский, много раз подумав и обсудив со мной, выделил в мое распоряжение одного человека, который на первых порах помогал бы мне в оснащении лаборатории, в доставке необходимого оборудования, мебели. Он мне пообещал, что в ближайшие дни подберет еще одного человека и постепенно будет подыскивать необходимых людей для дальнейшей работы.

Меня эта новая научная работа увлекла полностью, и я все время думал о ней. Алексей Васильевич, Сергей Павлович и я постоянно советовались друг с другом. Нам в институте выделили отдельную комнату, в которой кроме столов и телефона на первых порах ничего не было. Эта пустая комната подчеркивала, что начинаем на пустом месте. Много часов провели мы здесь, со всех сторон обсуждая возможные пути решения поставленной задачи. Надо отдать должное Алексею Васильевичу: начальник института обсуждал с нами детали, понемногу «подбрасывал» оборудование, на просьбы других лабораторий часто отвечал отказом: «Этот прибор мы передали Яздовскому», «Это для Яздовского». В последующих беседах с академиком Сергеем Ивановичем Вавиловым он особенно настаивал на привлечении к работам по космической биологии и медицине специалистов технического профиля. Он предлагал мне, чтобы я учил их биологическим премудростям, и был уверен, что в дальнейшем все затраты времени и труда окупятся с лихвой.

Сергей Иванович да и Александр Михайлович Василевский многократно указывали мне, что средствами они меня не ограничивают. Почти ежедневные вечерние встречи Сергея Павловича со мной окончательно вдохновили меня на новые дела. Сергей Павлович всегда был «в ударе», и мы окончательно обсудили и закрепили все направления работ по медико-биологическому обоснованию возможности космического полета человека на космическом летательном аппарате. Мы оба прекрасно понимали, что впереди огромные трудности. Не было разработанной рабочей программы научных исследований на животных при полетах на ракетах, отсутствовала аппаратура, контрольные, регистрирующие приборы и оборудование, а сроки подготовки к будущим экспериментам, как всегда, были крайне сжатыми.

Анализ имеющихся к концу 1940-х годов научных данных показал, что наиболее близко с новым направлением науки (космической биологией и медициной) соприкасалась авиационная медицина, которая имела уже значительный опыт в обеспечении полетов на самолетах. Авиационная медицина базировалась на экспериментальных исследованиях, проведенных физиологами, гигиенистами, психологами применительно к полетам на самолетах с использованием барокамер и катапультных установок. Уже тогда в барокамерах могли создавать и поддерживать различные давления газовой среды, изменяя при этом газовый состав атмосферы. Катапультные установки использовались для отработки устройств, необходимых для спасения летчиков в аварийных условиях в полете, и изучения действия кратковременных (ударных) перегрузок при ускорении.

Известные русские ученые Д.И.Менделеев, И.М.Сеченов, французский исследователь Поль Бэр, исследователи по авиационной медицине В.Г.Миролюбов, А.П.Апполонов, Д.И.Иванов, М.П.Бресткин, Д.Е.Розенблюм и многие другие провели фундаментальные исследования влияния пониженного давления и содержания кислорода различной степени (гипоксии) в атмосфере на организм человека и животных. Ими же были разработаны меры защиты от неблагоприятного действия гипоксии. Отечественные исследователи М.П.Бресткин, А.П.Попов, Г.Л.Комендантов, В.В.Левашов, Д.Е.Розенблюм, А.В.Покровский, П.К.Исаков, С.А.Тозулов и другие провели широкие исследования по действию ударных перегрузок на организм человека и животного и разработали комплекс мероприятий и устройств, повышающих переносимость ударных перегрузок. Еще К.Э.Циолковский, оценивая состояние невесомости в космическом полете, предлагал ряд мероприятий, направленных на обеспечение жизни человека в замкнутом малом объеме космического корабля. Для этих условий он давал оценку реакциям живого организма на воздействие высоких и низких температур и измененной газовой среды.

Вот фактически основные научные данные, с которых необходимо было начинать изучение возможности полета человека на ракетных летательных аппаратах, и их было крайне недостаточно.



Профессор В.И.Яздовский
(1964 г.)

ГЛАВА 1. НАЧАЛО РАБОТ ПО КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЕ. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Классификация факторов полета. Выбор методологии, разработка методов исследований. Отбор и тренировка биологических объектов

После анализа научной литературы у меня четко выкристаллизовалась основная программа научных исследований. Было ясно, что космический полет по ряду действующих факторов значительно отличается от полета на самолетах, который возможен только в плотных слоях атмосферы с использованием аэродинамической подъемной силы. Авиационный полет протекает на небольшом расстоянии от поверхности Земли, и возможностей оказания помощи в аварийной обстановке значительно больше, чем в космическом полете. Человек в космическом полете испытывает воздействие целого ряда факторов среды, с которыми в условиях земного существования ему никогда не приходилось встречаться. Мною впервые была дана классификация действующих факторов космического полета. Основные факторы космического полета условно можно разбить на три группы.

Первая группа факторов зависит от физического состояния космического пространства. К этой группе факторов следует отнести: крайне низкие степени барометрического давления, отсутствие молекулярного кислорода, необходимого человеку для дыхания, ионизирующие излучения (космическая, ультрафиолетовая, корпускулярная радиация и др.), неблагоприятные температурные условия, метеорную опасность и т.д.

Отечественная и зарубежная наука имеет более чем полувековой опыт изучения влияния на человека пониженного барометрического давления и низкого парциального давления кислорода. На основании научных данных разработаны герметические кабины (вентиляционного и регенерационного типов), кислородные приборы, скафандры и т.д. Хорошо изучено также влияние резких перепадов давления от более высоких степеней давления в герметической кабине до значительного разрежения атмосферного давления вне кабины в условиях полета.

Земная атмосфера обеспечивает человека кислородом для дыхания, поддерживает определенное барометрическое давление, создает условия для регулирования температуры, рассеянного освещения, а также является эффективным средством защиты от потенциально опасных космических излучений, которые значительно ослабевают, изменяются или совершенно поглощаются при

прохождении через воздушную оболочку Земли. В земных условиях человек и животные находятся на уровне моря при атмосферном давлении, равном 1 кг/см^2 . Таково же суммарное давление газов, растворенных в тканях и жидких средах организма (в крови, лимфе и др.) или заполняющих полые органы (легкие, желудок, кишечник и т.д.).

При быстром падении барометрического давления с подъемом на высоту происходит резкое расширение газов, заполняющих полые органы и полости тела. Вследствие этого наблюдаются толчкообразное выхождение воздуха из легких, вздутие живота (метеоризм), выпячивание барабанной перепонки среднего уха. Внезапное относительное повышение внутрилегочного давления во время вдоха может вызвать механическое повреждение легочной ткани. Расширение газов в желудочно-кишечном тракте часто сопровождается болевыми ощущениями, а также механическими и рефлекторными нарушениями дыхания и кровообращения, причем степень этих явлений находится в прямой зависимости от скорости и степени падения атмосферного давления.

Газы, растворенные в жидких средах организма, при снижении барометрического давления собираются в более или менее крупные пузырьки, оказывают механическое давление на нервные чувствительные рецепторы тканей, вызывают болевые ощущения — чаще в суставах и мышцах. В результате скопления свободного газа внутри и вокруг кровеносных сосудов иногда возникают нарушения кровоснабжения отдельных участков тела.

Все описанные явления, объединяемые под общим названием «декомпрессионные расстройства», чаще всего обнаруживаются при снижении атмосферного давления до уровня ниже 267 мм рт.ст., что соответствует высоте 8000 м и более над уровнем моря. Эти расстройства могут обнаруживаться не только у разных людей, но и у одного и того же человека при различных степенях разрежения и разном состоянии здоровья.

При действии на организм более низкого барометрического давления (около 40 мм рт.ст.) наблюдается высотная газовая эмфизема, которая проявляется во взрывоподобном образовании подкожных вздутий, резко увеличивающих объем тела. Подобные вздутия могут образоваться и во внутренних органах, особенно в местах скопления рыхлых тканей.

Эти явления возникают в результате интенсивного перехода жидкостей в газообразное состояние. Известно, что при нормальном барометрическом давлении вода кипит при температуре 100°C ; при меньшем давлении вода закипает при более низкой температуре. При атмосферном давлении 47 мм рт.ст. вода кипит при температуре 37°C . Поскольку нормальная температура тела равна приблизительно 37°C , можно ожидать, что «кипение» жидких сред организма произойдет при снижении барометрического давления до 47 мм рт.ст. В реальных же условиях это явление наблюдается при несколько меньшем давлении.

Следовательно, расстройства, возникающие у человека при резком падении барометрического давления, могут привести к возникновению сильных, иногда труднопереносимых болей и к резкому нарушению работоспособности, при этом не может быть исключено появление и более тяжелых расстройств с полным нарушением функций организма. Таким образом, падение барометрического давления представляет серьезную опасность для космонавтов и заставляет специалистов разрабатывать соответствующие защитные приспособления. В герметической кабине космического корабля или спутника барометрическое давление воздуха чаще всего поддерживается на уровне 760 мм рт.ст. Однако если по техническим условиям необходимо уменьшить давление, то имеется возможность снизить его до 500-550 мм рт.ст. или до несколько меньшей величины. Недостаток кислорода, возникающий при указанном давлении, легко компенсировать увеличением его процентного содержания в воздухе. При этом следует учитывать неблагоприятное влияние не только недостатка, но и избытка кислорода во вдыхаемом воздухе. Экспериментально подтверждается, что длительное дыхание чистым кислородом иногда может привести к нарушению различных функций организма. В частности, нередко развиваются нарушения деятельности сердечно-сосудистой системы и повреждения органов дыхания (отек, воспаление легких).

Исследованиями было доказано, что для организма при нормальном барометрическом давлении безвредно содержание кислорода во вдыхаемом воздухе в пределах до 60 %. Из этого следует, что, какой бы уровень давления ни был принят для герметической кабины, парциальное давление кислорода в ней не должно превышать 420 мм рт.ст. Таким образом, наиболее серьезным вопросом при полете человека в космос является обеспечение экипажа кислородом, так как при подъеме на высоту одновременно со снижением атмосферного давления уменьшается давление составляющих воздух газов: кислорода, азота, углекислоты.

Снижение поступления кислорода в организм с подъемом на высоту приводит к развитию так называемой высотной болезни, которая проявляется у здоровых людей с 4000-5000 м, а на высотах более 12 000 м уже через 10-15 с наступает потеря сознания. Для предотвращения этих нарушений в космическом полете космонавт должен находиться в тщательно изолированной герметической кабине, которая будет защищать его от кислородного голодания и других вредных факторов окружающей внешней среды. Более или менее нормальные условия для дыхания человека во время полетов в космическом летательном аппарате могут быть созданы только при условии, если в кабине космического корабля будет поддерживаться давление не ниже 300 мм рт.ст. при давлении кислорода не менее 150 мм рт.ст. В связи с этим ученые обосновали необходимость использования кабин регенерационного типа, т.е. кабин для восстановления (регенерации) газовой среды до указанных пределов, при которых происходит поглощение вдыхаемой человеком углекислоты и выделение кислорода.

Большую опасность для космонавта представляет нарушение целостности герметической кабины в случае ее пробоя, к примеру метеором. Если экипаж корабля не будет одет в защитную одежду, то в зависимости от размеров отверстия в кабине космонавты через 15-30 секунд потеряют сознание. Поэтому при полетах в мировое пространство для большей безопасности космонавты должны быть одеты в специальные скафандры. Герметическая кабина должна иметь отдельные отсеки. При разгерметизации отсека космонавты в скафандрах смогут перейти в другой отсек или же устранить повреждение. В скафандре можно выполнять работу вне кабины.

Верхние слои атмосферы нашей планеты непрерывно бомбардируются потоками атомных ядер, движущимися с огромными скоростями и носящими название космического излучения. Абсолютное количество таких частиц невелико, но они обладают большими энергиями, измеряемыми миллиардами электрон-вольт.

Большинство несущихся из мирового пространства ядер не достигают поверхности Земли. Они, сталкиваясь с ядрами атомов газов атмосферы, образуют так называемое вторичное космическое излучение. До поверхности Земли доходит только вторичное космическое излучение, интенсивность которого почти в 50 раз меньше первичного. Космическая радиация, как и всякая другая радиация, проникая в вещество, отщепляет от атомов вещества электроны; в результате этого образуются положительные и отрицательные ионы.

Поэтому космическое излучение, как и рентгеновское, относится к ионизирующим излучениям. Клеточные структуры, ткани живого организма повреждаются при действии радиации, так как происходит образование ионов, нарушающих нормальное течение биохимических реакций живого организма.

Космическое излучение почти на три четверти состоит из ядер водорода — протонов. Ядра гелия, или альфа-частицы, составляют около одной четверти, а на остальные ядра химических элементов приходится около одного процента всех космических частиц.

Первичная космическая радиация при действии на организм может вызвать ионизацию, эквивалентную рентгеновскому излучению 0,005 Р в сутки. Если же принять, что относительная биологическая эффективность космической радиации в 10 раз выше обычной радиации (рентгеновской), то действие ее будет эквивалентно 0,05 Р в сутки, или 0,35 Р в неделю, что превышает допустимые нормы и, естественно, должно насторожить врачей. Во всяком случае, при

длительных полетах в мировое пространство эти явления необходимо строго учитывать, а биологическое действие космического излучения — самым тщательным образом изучать.

При обеспечении полетов спутников интенсивность облучения можно значительно снизить путем правильного выбора трассы и времени полета. Космические частицы, как и все другие движущиеся заряженные тела, могут отклоняться магнитным полем Земли.

Магнитные силовые линии земного магнитного поля в экваториальных широтах располагаются примерно параллельно земной поверхности, а в полярных широтах — перпендикулярно ей. В результате космические частицы в зоне экватора, пересекая магнитные силовые линии, значительно отклоняются, тогда как идущие к северному и южному магнитным полюсам движутся вдоль этих линий в большом количестве и достигают поверхности Земли.

С незапамятных времен человечество знало, что Солнце излучает свет и тепло, но только в XX веке ученым удалось получить первые сведения о более коротковолновых излучениях Солнца — ультрафиолетовом и корпускулярном. Большая часть этого излучения с длиной волны от 10 до 300 миллимикрон не в состоянии проникать через толстые слои вещества, например через стекла иллюминаторов, и поэтому совершенно безвредна для людей, находящихся в кабине. Однако указанная радиация, интенсивно действуя на поверхностные слои вещества в условиях глубокого вакуума мирового пространства, может разрушать молекулы ткани и материала, из которых изготовлены скафандр и кабина. Эти обстоятельства необходимо учитывать и делать скафандры из ткани, наиболее устойчивой к действию ультрафиолетовых лучей, ограничивать срок службы скафандров, а кабины изготавливать из самых прочных материалов.

Помимо описанной радиации от Солнца исходят лучи с длиной волны менее 10 миллимикрон, и они мало чем отличаются от самых мягких рентгеновских лучей, образуя так называемое корпускулярное излучение Солнца. При длительном действии корпускулярная радиация может повредить ткань скафандра, а проникая в подскафандровое пространство, может вызвать образование озона, вредного для человека. Чтобы снизить влияние на человека ультрафиолетового, рентгеновского и корпускулярного излучений Солнца, вероятно, потребуется делать скафандры из более плотной ткани, чем это необходимо по соображениям прочности, и ограничивать время пребывания космонавтов вне гермокабины ракеты.

Из приведенных данных следует, что влияние на человека ионизирующего излучения, особенно космической радиации, изучено недостаточно. Для обеспечения безопасности длительных космических полетов необходимо изучить влияние космической радиации сначала на простейшие живые организмы (микробы, дрожжевые клетки), растения, насекомых и животных. Только при получении результатов научных исследований на животных, особенно при длительных космических полетах, можно дать научно обоснованный ответ о радиационной опасности и обеспечить космические полеты человека.

В безоблачные ночи нередко можно наблюдать «падающие звезды» — метеоры, которые быстро проносятся по темному небосводу. Это происходит вследствие их проникновения в пределы атмосферы. Из-за большой скорости движения, достигающей 70 км/с и более, метеорные тела, нагреваясь до нескольких тысяч градусов, начинают ярко светиться и сгорают. Вслед за метеором тянется след — поток ионизированного газа.

Встреча с метеорными телами может представлять определенную опасность и для космического корабля. В самом деле, скорость движения метеора в 20-70 раз превышает скорость движения пули, а потому для защиты от него потребуется куда более мощная броня, чем для защиты от пули. Достаточно сказать, что метеорное тело массой всего 1 г, движущееся со скоростью 30 км/с, способно выбить из корпуса ракеты значительное количество металлического покрытия. Однако, к нашему счастью, средняя плотность метеорного вещества в межпланетном пространстве ничтожно мала и для тел массой 1 г составляет $1,4 \cdot 10^{-24}$ г/см³, что соответствует примерно одной частице в объеме куба с ребром, равным 100 км. Пространственная плотность более мелких метеорных частиц

(массой в десятки миллиграммов) несколько выше. В целом же пространственная плотность метеорного вещества в районе орбиты Земли равна $0,5 \cdot 10^{-22}$ г/см³. Следовательно, вероятность встречи космического корабля с метеорным телом тем больше, чем меньше размеры метеорного тела.

Опыт полетов советских спутников Земли показал, что метеорная опасность не так велика, как можно было бы предположить на основании теоретических расчетов. Вместе с тем и недооценивать ее нельзя. Поэтому данные об интенсивности метеорных потоков представляют особую важность при конструировании космических кораблей и выборе их орбиты.

Защита космического корабля от небольших метеорных частиц может быть обеспечена достаточно прочной оболочкой. Если же встреча корабля с метеорным телом произойдет и целостность обшивки будет нарушена, это может повлечь за собой разгерметизацию кабины. Учитывая это, необходимо предусмотреть защиту экипажа от резкого изменения барометрического давления и недостатка кислорода.

Влиянию на человека низких и высоких температур посвящено много исследований в нашей стране и за рубежом. Из этих работ следует, что если неблагоприятный температурный фактор действует продолжительное время, то у человека резко снижается переносимость всего комплекса факторов космического полета. Следовательно, для человека в кабине космического аппарата необходимо поддерживать оптимальные температурные условия.

Приведенные данные о физическом состоянии космического пространства свидетельствуют о том, что оно является средой, непригодной для обитания человека и животных без защитных мероприятий.

Ко второй группе факторов следует отнести те факторы, которые обусловлены самим полетом на ракетном летательном аппарате (шум, вибрации, ускорения и невесомость).

О влиянии на человека шумов имеется достаточное количество научных данных, которые позволяют надеяться, что при разработке космического корабля можно будет провести тщательную звукоизоляцию и снизить уровень шума в кабинах. При этом необходимо учитывать, что шумы будут наиболее интенсивными на активном участке полета, т.е. на участке разгона космического корабля до конца выведения его на орбиту.

Влияние вибраций на космонавтов на активном участке выведения космического корабля на орбиту изучено достаточно хорошо. Имеется целый ряд конструктивных предложений амортизаторов, снижающих действие вибраций на человеческий организм.

В течение очень длительного времени считалось, что большие скорости передвижения оказывают вредное влияние на человека, а скорость в 500 км/ч является чуть ли не предельно переносимой человеком. По мере накопления научных данных эти опасения рассеялись. Каждый человек перемещается с огромной скоростью вместе с Землей и этого не ощущает. Люди, живущие на широте Москвы, вращаются вокруг земной оси со скоростью около 940 км/ч, и это никоим образом не влияет на них. Скорость движения Земли, а, следовательно, и всех ее обитателей вокруг Солнца составляет примерно 108 000 км/ч, но это не оказывает вредного влияния на организм животных и человека. Не ощущает человек и своего перемещения вместе с Солнечной системой в мировом пространстве, происходящего со скоростью 70 000 км/ч.

Таким образом, на организм человека влияет не сама скорость, а ее изменение. Изменение скорости по величине или направлению в единицу времени называют ускорением. При ускорении все тела, в том числе тело человека, испытывают влияние механических сил. Между силой и ускорением имеется прямая зависимость: действующая на тело сила равна произведению массы тела на ускорение. Поэтому принято говорить о влиянии на организм человека ускорений, понимая под этим действие механических сил, изменяющих скорость или направление движения.

Изучая функциональные изменения, происходящие у животных и человека под влиянием ускорения, обычно измеряют те силы, с которыми человек действует на свою опору. Эти силы действуют в направлении, противоположном ускорению, и равны по своей величине силе, которая приложена к телу человека. Поэтому, рассматривая условия старта космического корабля, необходимо, прежде всего, рассчитать или определить величину силы, с которой космонавт будет давить на кресло, пол кабины и т.д. Это создает дополнительную нагрузку для организма человека, вызывая те или иные деформации. Отношение силы, с которой тело давит на опору, к весу данного тела принято называть перегрузкой и говорить о действии перегрузок.

В зависимости от направления действия перегрузок различают перегрузки, направленные вдоль тела (продольные), перпендикулярно продольной оси тела — от груди к спине или от спины к груди (поперечные), а также справа налево или слева направо (боковые). Иногда продольные перегрузки делят на положительные, когда перегрузки действуют в направлении от головы к ногам, и отрицательные, когда они направлены от ног к голове. В зависимости от времени действия принято различать перегрузки ударные и длительные. При старте космического корабля до момента его выхода на орбиту на человека действуют перегрузки продолжительностью несколько минут. Чтобы преодолеть силу земного тяготения и выйти в межпланетное пространство Солнечной системы, космический корабль должен развить конечную скорость более 11,2 км/с. Исходя из этого, если он будет двигаться от Земли с ускорением 20 м/с, то достигнет указанной скорости лишь через 9,5 мин. При таких условиях, чтобы удалиться от Земли на расстояние 3136 км, необходимо иметь большие запасы топлива на борту, что скажется на размерах ракеты и уменьшит ее полезный груз, т.е. массу научной аппаратуры и оборудования для экипажа. Конечно, этого можно избежать путем сокращения периода разгона ракетной системы и увеличения его скорости. Таким образом, известную экономию полезных размеров и массы космического корабля можно получить путем уменьшения времени разгона с 9,5 до 4,5 мин. Тогда действующие на космонавтов перегрузки увеличатся в 3,5-4,5 раза. С целью экономии расхода горючего было бы желательно дальнейшее увеличение ускорения космического корабля на участке разгона ракетной системы. Однако увеличивать ускорение корабля безгранично нельзя, так как это связано с определенной устойчивостью человеческого организма к действию перегрузок.

Живые существа обладают различной устойчивостью к перегрузкам. Подобный факт был отмечен еще К.Э. Циолковским, установившим, например, что тараканы-пруссаки легко выдерживают даже 300-кратное увеличение своего веса, а цыплята — 10-кратное и более. Исследования на собаках показали, что эти животные выживают даже при 5-минутном воздействии 80-кратных поперечных перегрузок. Физиологические пределы переносимости перегрузок для человека несравненно ниже.

Действие перегрузок тем значительнее, чем больше их абсолютная величина и продолжительность. Если при старте ракеты человек будет размещаться так, что его голова и туловище будут обращены в сторону движения, он испытает воздействие продольной перегрузки, направленной от головы к ногам. Переносимость человеком длительных перегрузок в направлении от головы к ногам ограничена. Человек обладает известной приспособленностью к действию подобных перегрузок, однако их чрезмерная длительность грозит неприятными для него последствиями. Если, например, четырех-, пятикратная перегрузка длится 20-25 с, то она может вызвать неприятные ощущения и некоторые функциональные изменения в организме человека. При этом человека сильно прижимает к сиденью, у него смещаются мягкие ткани лица, нижняя челюсть отвисает, голова с трудом удерживается в обычном положении; движения становятся неточными, требуют много времени для выполнения; появляются чувство тяжести и болезненность в икрах ног; возникают нарушения дыхания и сердечной деятельности.

Продолжительное действие таких перегрузок приводит к нарушениям в системе кровообращения. При действии перегрузок в направлении от головы к ногам затрудняется приток крови от сердца к головному мозгу, тогда как отток ее от мозга облегчается. Это обуславливает появление у человека потемнения в глазах, ощущения серой или черной пелены перед глазами и даже временной потери сознания. При продолжении действия перегрузки в этих условиях у человека может наступить частичная или полная потеря сознания.

Помимо этого, действие подобных перегрузок может вызвать смещение и деформацию внутренних органов, что, в свою очередь, вызовет нарушение их нормальной деятельности. В этих условиях от деформированных тканей и органов начинает поступать в кору головного мозга поток необычных нервных импульсов. В результате могут наступить изменения высшей нервной деятельности, временная дезорганизация психических процессов: понижение сообразительности, внимания и т.д.

Исследования показали, что перегрузки, действующие в направлении от ног к голове, переносятся человеком хуже. Состояние, подобное действию однократной отрицательной перегрузки, человек испытывает, когда висит на турнике вниз головой. При действии трехкратной перегрузки в направлении от ног к голове наблюдаются отек лица, пульсация в висках, затруднение дыхания, а иногда и усиленное слезотечение. Здоровый человек может переносить без вреда 3-кратную перегрузку в течение лишь 5-6 с. При 4— или 5-кратной перегрузке состояние человека резко ухудшается: возникают режущая боль в висках, резкое покраснение лица вследствие прилива крови к голове, кровотечение из носа, нарушения зрения, выражающиеся в появлении красной пелены перед глазами, а затем спутанность и потеря сознания. Таким образом, переносимость перегрузок рассмотренных направлений относительно тела человека невелика, поэтому их следует избегать в космических полетах.

Действие поперечных перегрузок человек переносит лучше, чем действие продольных, как по величине, так и по продолжительности. Перегрузки, действующие в поперечном направлении, не вызывают нарушения кровоснабжения органов и тканей, так как при этом не происходит существенных перемещений крови и деформации органов. Это объясняется, в частности, тем, что поперечные перегрузки действуют перпендикулярно или почти под прямым углом к основным кровеносным сосудам. Вследствие этого возможность перемещения крови в верхнюю или нижнюю половину тела минимальна. Подобное положение тела облегчает приток крови от сердца к голове, так как величина гидростатического давления столба крови уменьшается. Это обстоятельство было учтено, в частности, при подготовке и проведении запуска Второго искусственного спутника Земли. Находившееся на борту спутника животное (собака Лайка) было расположено так, что направление действия перегрузки было поперечным.

Влияние поперечных перегрузок большой длительности изучено недостаточно, однако экспериментальные данные, полученные при запуске Второго искусственного спутника Земли, в последующих полетах животных, а также в полетах космонавтов, подтвердили, что только при таком положении тела космонавты могут выдерживать многократные продолжительные перегрузки.

В наземных экспериментальных исследованиях установлено, что 12-кратные поперечные перегрузки, действующие на человека в течение 2 мин, не вызывают каких-либо существенных изменений кровообращения, а 15-кратные поперечные перегрузки длительностью 5 с создают лишь умеренное затруднение дыхания, но не влекут за собой каких-либо неблагоприятных последствий. Имеются данные о том, что 10-кратные поперечные перегрузки могут без вреда переноситься человеком в течение 3 мин, а 3-кратные — в течение 6 мин. Из этого следует необходимость размещения человека в космическом корабле таким образом (особенно на участке выведения космического корабля на орбиту и при входе в плотные слои атмосферы с целью возвращения на Землю), чтобы действие перегрузок было направлено перпендикулярно к продольной оси человека или под небольшим углом, т.е. человек должен находиться в положении полулежачи.

Человек при действии перегрузок в направлении «спина-грудь» или «грудь-спина» может переносить значительные по величине перегрузки в течение длительного времени. После окончания действия ускорений, т.е. после того, как космический корабль будет выведен на орбиту, человек будет находиться в условиях невесомости. Это необычное состояние, почти не встречающееся в условиях Земли, будет действовать в течение всего полета космического корабля по орбите. Изучение физиологического действия состояния невесомости представляет исключительный научно-практический и теоретический интерес. Необходимо отметить, что этот вопрос малоизучен, так как состояние невесомости в земных условиях невозможно создать в течение продолжительного времени. Кроме того, практика жизни на Земле до настоящего времени не ставила этого вопроса

перед наукой. Иное дело сейчас. Как отразится на состоянии нервной системы человека выключение сигнализации с обширной зоны нервных рецепторов, функционирование которых связано с гравитационным полем Земли? Как повлияет на функционирование других органов чувств человека и их взаимодействие то необычное состояние вестибулярного анализатора в условиях невесомости, когда будет отсутствовать влияние гравитационных сил Земли. И поэтому вполне понятно, что среди медико-биологических проблем, возникающих в связи с космическими полетами, в настоящее время первостепенное значение придается проблеме невесомости.

Теоретически в межзвездном пространстве нет точки, где бы не сказывалась сила притяжения. Поэтому даже в условиях космического полета на тела будут действовать гравитационные поля, но их влияние окажется ничтожно малым. Останется, например, взаимное притяжение предметов внутри кабины ракетного корабля, однако оно так же будет чрезвычайно малым в силу относительно небольших масс этих тел. Однако удаленность тел от Земли не единственная причина уменьшения или «потери веса» тела. Не менее важным фактором возникновения невесомости может оказаться действие центробежных сил при движении космического корабля вокруг планеты. Эта сила «уменьшает вес» тела, так как ее действие направлено в сторону, противоположную действию земного притяжения. Величина этой силы зависит от линейной скорости вращения тела по окружности. Скорость же вращения земной поверхности неодинакова для разных точек земного шара. На широте Москвы она равна 260 м/с, а у экватора — 465 м/с. Ввиду этого величина центробежной силы в районе экватора оказывается наибольшей, а «вес» тела наименьшим.

С ростом линейной скорости тела, двигающегося в сторону вращения Земли, центробежная сила увеличивается, «вес» тела «уменьшается». К.Э.Циолковский отмечал, что «при секундной скорости» больше одного километра начинает обнаруживаться центробежная сила, «облегчающая вес» ракеты. По этой же причине при движении искусственных спутников вокруг Земли со скоростью около 8 км/с центробежная сила полностью уравнивает силу притяжения и «вес» спутника становится равным нулю. Потеря «веса» в этом случае зависит от скорости движения корабля и называется поэтому динамической невесомостью.

Теоретические исследования и экспериментальные работы показывают, что состояние невесомости может отразиться как на физических, так и на биологических явлениях и процессах. Изменение характера физических явлений при невесомости вызовет, естественно, значительные изменения быта и физиологического состояния обитателей космического корабля.

В условиях невесомости невозможно сказать «я выше», «вы ниже», «я поднимаюсь», «вы опускаетесь»; нельзя определить, стоит человек или лежит. Поскольку в этих условиях нет падения, человек не нуждается в опоре. По этой причине становятся непригодными и многие обычные предметы обихода. Их придется делать в значительно измененном виде. В условиях невесомости безразлично, в каком положении по отношению к оси корабля мы располагаемся, — необходимо лишь предусмотреть приспособление для закрепления тела, так как в отсутствие фиксации малейшее движение человека будет бросать его в ту или иную сторону. В таком же положении окажутся и все другие тела. Все неприкрепленные к ракетному кораблю предметы будут срывать с мест при малейшем движении воздуха в связи с перемещением человека и даже его дыханием. Потеря «веса» при невесомости не означает, однако, потерю массы. Инертность тел полностью сохранится. Поэтому столкновение со стенками корабля, предметами в кабине может кончиться для человека ушибами и другими досадными последствиями.

В условиях невесомости окажутся бесполезными многие измерительные приборы и аппараты (гиревые часы, весы, динамометры и т.д.). К.Э.Циолковский писал: «Вода не льется из графина, маятник не качается и висит боком. Громадная масса, привешенная на крючок пружинных весов, не производит натяжение пружины, и они всегда показывают нуль. Рычажные весы тоже оказываются бесполезны: коромысло принимает всякое положение, безразлично и независимо от равенства или неравенства грузов на чашках. Золото нельзя продавать на вес. Нельзя обычными, земными способами определить массу. Ртутный барометр поднялся до верху, и ртуть наполнила всю трубку. Двухколенный сифон «не переливает воду». В условиях невесомости иного обращения и способов

хранения потребуют жидкости и газы, без которых, как известно, невозможно существование человека. Не соприкасаясь с твердыми и жидкими телами иной природы, любая жидкость будет принимать под действием сил поверхностного натяжения сферическую форму. Закрыв глаза, человек может вообще потерять ориентировку в пространстве. При этом возможно появление головокружения, ощущения падения. Условия невесомости могут вызвать и такие общие расстройства, как чувство непомерной усталости, мышечной слабости и т.д.

Возникновение необычных ощущений при невесомости связано с нарушением функций отолитового аппарата, или органа равновесия, расположенного во внутреннем ухе, и проприорецепторов, т.е. воспринимающих «приборов», заложенных в мышцах, связках и сухожилиях.

В настоящее время сделаны лишь первые шаги по пути изучения влияния невесомости на организм животного; в некоторой мере определены характер и степень воздействия кратковременного состояния невесомости на человека. Исследователям предстоит решить ряд важнейших вопросов и, прежде всего, изучить влияние на организм человека невесомости, продолжающейся многие дни, месяцы и даже годы. Нет сомнения в том, что эта сложная и важная проблема космической медицины будет успешно решена уже в недалеком будущем.

К этой же группе факторов относится и то состояние, в которое попадет живой организм после возвращения из космического полета. После длительного влияния невесомости организм попадает в условия, когда на него будут действовать ускорения различной направленности. Уровень развития техники не дает достаточной возможности стабилизировать падающее тело, возвращающееся из космического полета, поэтому ускорения при возвращении тела на Землю будут действовать в разных направлениях. Ускорения при возвращении экспериментального объекта бывают довольно значительными. Кроме этого, важно учитывать и принимать необходимые меры к уменьшению неблагоприятного влияния режима реадaptации живого организма при переходе от невесомости к действию гравитационных сил Земли на ее поверхности.

К третьей группе факторов относятся те факторы, которые связаны с пребыванием человека в герметической кабине космического корабля в полете: искусственная атмосфера корабля, особенности питания в полете, режим труда и отдыха, изоляция, резкое сокращение «раздражителей». К этой же группе факторов относятся особенности хранения продуктов, приготовления и приема пищи, особенности обеспечения личной гигиены (мытьё, стирка, отправление естественных потребностей) в малых замкнутых объемах при постоянном действии невесомости. В космическом полете, особенно на старте, в начале полета и при возвращении на Землю, человек подвержен значительным нервно-психическим нагрузкам (эмоциям). Нервно-психическая напряженность, в свою очередь, вызывает ряд физиологических изменений у экипажа космического корабля. Помимо этого, пребывание в защитных средствах затрудняет личную гигиену и отправление естественных потребностей организма. Пребывание человека в течение продолжительного времени в изолированной кабине ограниченного объема будет, несомненно, связано со значительными трудностями психологического порядка и потребует серьезного изучения и разработки рациональных мероприятий по снижению отрицательного влияния указанного фактора. Можно полагать, что в условиях длительного космического полета человек будет лишен большинства привычных раздражителей. Космонавт будет лишен привычной социальной среды, большинства экстрарецептивных раздражителей: слуховых, зрительных — чернота окружающего пространства, усеянного звездами, не дающего ощущения глубины пространства. В сочетании с условиями невесомости резкое ограничение обычных раздражителей при нарушении привычного ритма жизни (например, смены дня и ночи, труда и отдыха) и изоляция могут привести к серьезным психическим и вегетативным расстройствам у человека, если не будут разработаны соответствующие мероприятия, в частности методы физических упражнений и нагрузок. В условиях космического полета человек отрывается от обычной социальной среды, что вызывает снижение и изменение нагрузки на органы чувств, характерной и естественной для его повседневной жизни на Земле. Все это, в конечном счете, влияет на функционирование физиологических систем организма. Человек в длительном космическом полете должен быть функционально совместим со средой корабля, его оборудованием, а также биологически и психологически совместим с другими членами

экипажа. Любые отклонения в функциональной, особенно в биологической и психологической совместимости членов экипажа могут вызвать излишнюю напряженность в организме человека, привести к физиологическим сдвигам в состоянии его здоровья и даже к глубокому нервно-психологическому срыву. Подобные нежелательные изменения не могут не сказаться на здоровье экипажа, снизят его работоспособность, что может привести к невыполнению программы полета. Наконец, необходимо учитывать особенности работы и деятельности в невесомости. Обычные земные предметы, инструменты и оборудование, нормальная, работа которых зависит от земного тяготения, совершенно не пригодны в космическом полете. Особенности работы экипажа в невесомости, в конечном счете, влияют на их состояние и вызывают напряжение в ряде физиологических систем.

Наиболее неблагоприятными из основных факторов космического полета являются космическая радиация, невесомость и эмоциональная напряженность. Кстати сказать, имитировать полностью эти факторы по отдельности, не говоря уже об их комплексе, в земных условиях практически не представляется возможным.

Даже беглый анализ факторов космического полета первой группы, зависящих от физического состояния и химического состава газовой среды и других ее составляющих, позволяет сделать вывод, что эти факторы обеспечивают поддержание жизни животных, не говоря уже о человеке, на должном уровне. Что это — непреодолимый барьер для проникновения в агрессивную среду космического пространства? Отнюдь нет, ибо даже в условиях Земли человек подчас сталкивается с агрессивными условиями среды и вредными промышленными производствами, и, чтобы выжить и осуществлять полезную деятельность, наука и техника разработали такие средства защиты человека, как убежища, герметические кабины, скафандры, защитные костюмы и др. Эти средства защиты с успехом используются как у нас в стране, так и за рубежом. Казалось бы, вопрос с защитой человека от воздействия неблагоприятных факторов космической среды решен, но это не совсем так, поскольку помимо физических факторов космической среды на человека должны действовать динамические факторы самого космического полета, особенно невесомость и ускорения, и факторы, обусловленные неудобствами пребывания человека и животных в малых ограниченных объемах герметической кабины и скафандра, а также резким сокращением социальных факторов общества и среды. Как уже говорилось выше, на человека действует необычный комплекс факторов космического полета, при этом на каждом участке космического полета (старте — взлете, наборе скорости, орбитальном полете, на стадии торможения при спуске на Землю) действует то один, то другой доминирующий фактор. При этом его влияние на человека может быть различным как по величине, так и по экспозиции. Весь комплекс факторов космического полета, действующего на живой организм, в земных условиях из-за отсутствия технических средств воспроизвести невозможно.

Большая сложность проведения экспериментов по изучению влияния комплекса факторов космического полета на животных и человека, значительный риск, серьезные моральные и материальные затраты вынудили нас в 1949 году приступить к подготовке экспериментов на животных при их полете на ракетном летательном аппарате вначале в околоземное пространство, так как о полете человека на ракетном летательном аппарате не могло идти и речи.

Вполне понятно, что из-за сложности научного обоснования возможности космического полета человека и трудностей разработки мероприятий по обеспечению его безопасности ученые как в нашей стране, так и в США исследования по этой проблеме начали проводить на животных.

К началу 1950 года в США приступили к исследованиям возможности полета животных на ракетах в верхние слои атмосферы. На первых этапах в полет посылали белых мышей, а значительно позднее — небольших обезьян: макак резусов, капуцинов и др. Для размещения мелких животных и аппаратуры отводился небольшой герметический отсек в головной части ракет «Аэроби», ФАУ-2 и др.

Мелкие животные по ряду причин менее пригодны для регистрации различных физиологических функций. При исследованиях с использованием небольших обезьян у американских ученых

возникли серьезные трудности экспериментального характера. У обезьян часто происходили срывы нервной системы, поэтому ученые вынуждены были работать на обезьянах, находившихся в состоянии наркоза. Это, конечно, значительно ограничивало ценность упомянутых исследований, поскольку применение наркоза как бы функционально выключает регулируемую деятельность коры головного мозга и в известной мере изменяет течение компенсаторных реакций организма. Иногда в полете у животных регистрировались отдельные физиологические функции датчиками, введенными непосредственно в кровяное русло, с передачей регистрируемых данных по системе телеметрии. Помимо этого в полете производилась фотосъемка, иногда киносъемка белых мышей (раз в три минуты). Головная часть ракет «Аэроби» имела парашютную систему для спасения, но удовлетворительных результатов по спасению животных и приборов американским исследователям, к большому сожалению, не всегда удавалось достичь. В большинстве случаев спасти головную часть ракеты «Аэроби» с животными и приборами не удавалось.

Учитывая все сказанное и анализируя эксперименты с животными, проводившиеся учеными нашей страны, мы пришли к твердому убеждению, что от выбора биологического объекта, с которым предстоит длительно работать с целью получения добротного научного материала, зависит многое.

После долгих обсуждений было решено, что биологическим объектом для сложных экспериментов будет собака. Собака хорошо поддается тренировке, а главное, ее физиология изучалась в течение длительного времени.

Вернемся к концу 1948 года и постараемся представить, чем же располагали исследователи перед началом развертывания экспериментальных работ на животных при полетах на ракетах. Приведенный перечень факторов космического полета показывает, что наука имела возможность ответить лишь на очень малое число вопросов, которые могла поставить жизнь при обеспечении будущих космических полетов. Исследователи располагали наибольшим объемом знаний о реакции живого организма на действие пониженного атмосферного давления и недостатка кислорода. Однако в космическом полете при нормальной работе систем жизнеобеспечения герметической кабины космического корабля не должно быть пониженного атмосферного давления и недостатка кислорода. Имелись также данные о реакциях живого организма на действие ударных перегрузок при покидании кабины самолета и о реакциях человека на действие ускорений при различных маневрах самолета. Этих научных данных, конечно же, было недостаточно для того, чтобы ответить на вопрос о возможности космического полета человека, а также разработать комплекс медико-биологических и технических мер, обеспечивающих безопасность космических полетов. Необходимы были разнообразные экспериментальные исследования на ракетах.

Почти весь космический полет протекает в необычной среде, в которой живой организм для нормального функционирования своих физиологических систем нуждается в защите. Сложность подобных полетов усугубляется тем, что обеспечение и контроль за состоянием животного проводятся без достаточного опыта и знания. Все факторы и условия полета осложняются значительным нервно-психическим напряжением экспериментальных животных да и самих экспериментаторов. Все условия полета на ракете воссоздать в земных условиях не представляется возможным, и поэтому любые технические средства и ухищрения экспериментаторов бесполезны. Только при систематических исследованиях в реальных условиях космического полета можно получить исчерпывающие данные о возможности осуществления космических полетов на ракетных летательных аппаратах, сначала в пределах околоземного космического пространства.

Учитывая сложность поставленных задач, возможный риск и неизвестность космического полета, а также отсутствие знаний по обеспечению его безопасности, необходимо было выработать направление экспериментальных работ и программу всей деятельности по выполнению поставленных задач. К сожалению, никаких данных по этим вопросам не было, и пришлось идти по непроторенным и тернистым путям науки. С сердечной благодарностью вспоминали исследователи тех ученых-физиологов, гигиенистов и особенно авиационных медиков, которые ранее провели исследования по действию отдельных факторов полета на самолетах (пониженного атмосферного давления, кратковременных ускорений, колебаний температуры и др.). Но теперь этого оказалось

крайне мало. Незнание многого в космическом полете, а также сложность исследований в реальном полете еще больше вдохновляла исследователей на поиск рациональных и наиболее оптимальных решений этой проблемы, связанных с обеспечением экспериментов на ракетах.

Принимая во внимание возможный риск полетов, незнание всех физиологических особенностей поведения живого организма в условиях космического полета и мер по обеспечению подобных полетов, необходимо было решить, с чего начать. Много времени ушло на раздумья. Было рассмотрено много советов и пожеланий ученых, но, к сожалению, как часто бывает, не было оптимальных, позволяющих прийти к решению поставленной задачи и наметить методические приемы в работе. Многие ученые предлагали начать исследования на мелких животных при воздействии вероятных отдельных факторов полета. Ученые, призванные решить эту задачу, понимали, что для реализации предложений большинства «земных» ученых и теоретиков потребуется очень много времени и средств. Предложений по возможным методическим приемам для будущих работ не было, не было и аппаратуры для регистрации физиологических показателей состояния животных на расстоянии, особенно при действии значительных ускорений, вибраций и невесомости. Среди ученых того времени, да и последующих поколений наиболее популярным был индуктивный метод исследования, в соответствии с которым анализ явлений идет от частных, отдельных факторов к обобщениям. Это значит, что экспериментатор проводит исследования сначала по действию одного фактора, другого, третьего и т.д. на отдельную физиологическую систему организма, потом на несколько физиологических систем и, наконец, на целостный живой организм. Другой же экспериментатор выполняет исследования по действию комплекса факторов среды, состоящего из двух, потом трех, четырех и т.д. факторов сначала на одну физиологическую систему, затем на другую, постепенно подходя к реакции всего организма как целого. При этом ход и условия экспериментов могут иметь любую последовательность. Кроме того, интенсивность действующего фактора и время его действия могут меняться в очень широких пределах, и все это в целом растянет решение основной поставленной задачи на многие годы. Этот путь, несмотря на свою длительность, вполне правомочен, и он, вероятно, наиболее верный при выяснении физиологических механизмов реакции живого организма на действие того или иного фактора внешней среды. Но подобный метод исследования настолько трудоемок, что и поныне нет единого мнения о реакции живого целостного организма на действие даже отдельно взятого фактора внешней среды. А в жизни в подавляющем большинстве случаев действует не отдельно взятый фактор, а целый комплекс факторов и подчас в разных комбинациях, в различной последовательности и в разных количественных и качественных соотношениях. Кроме того, реакция организма на действие факторов внешней среды во многом зависит от его физиологического состояния, от состояния его внутренней среды. Если все это учесть, то практически в течение многих десятков лет не удастся ответить на основной вопрос: какова же реакция целостного живого организма на действие комплекса факторов внешней среды. И только зная реакции живого организма на действие факторов среды, а вернее, зная физиологические механизмы реакций организма, можно разрабатывать профилактические мероприятия, повышающие устойчивость живого организма к действию факторов внешней среды. Мы и по сей день мало знаем о влиянии комплекса обычных метеорологических факторов среды на организм человека и животных, так как они действуют на фоне земных физических факторов и меняющегося химического состава газовой среды, которые в комплексе имитировать чрезвычайно трудно. В условиях космического полета человек должен будет жить и работать в необычных, неблагоприятных условиях внешней среды, которые в условиях земной жизни не встречаются. При использовании индуктивного метода исследования ученые не смогли бы в течение целого ряда десятилетий обеспечить возможность полета человека в космическое пространство. Но сама жизнь подсказала, что индуктивный метод исследования на данном этапе, когда техническая мысль обеспечила создание таких мощных, принципиально новых транспортных средств, как ракетный летательный аппарат, не может обеспечить получение необходимых научных данных для обоснования возможности космического полета человека.

Возможен другой путь — так называемый дедуктивный метод исследования (от общего к частному). Используя дедуктивный метод для решения поставленной проблемы, ученые сразу исследуют реакции живого организма как целого на действие комплекса факторов среды и разрабатывают необходимые мероприятия по снижению эффекта действия неблагоприятной среды. После этого

начинаются исследования с целью выяснения некоторых механизмов реакции организма на действие факторов среды на разные физиологические системы последовательно, одна за другой.

Необходимо было избрать тот или иной путь в развертывании исследований по обоснованию возможности полета человека на ракетном летательном аппарате. Можно проводить исследования по действию сразу всего комплекса факторов внешней среды на целостный живой организм и на основании этих реакций, а возможно, и их механизмов разрабатывать комплекс мероприятий, повышающих устойчивость живого организма к действию неблагоприятных факторов полета. Этот путь значительно короче, но надо помнить, что он не исключает в дальнейшем использования индуктивного метода исследования с целью изучения тонких физиологических механизмов, на основе которых можно разрабатывать более рациональные мероприятия по снижению неблагоприятного влияния факторов и повышению устойчивости живого организма к действию их в полете.

На первом этапе работы на ракетных летательных аппаратах необходимо было избрать тот или иной путь в развертывании исследований по обоснованию возможности полета человека в космическое пространство и разработке мероприятий по обеспечению безопасности полетов.

Небольшой коллектив исследователей под моим руководством для решения поставленной задачи избрал дедуктивный метод. Решено было начать исследования на ракетах по влиянию всего комплекса факторов космического полета на целостный живой организм. После того, как был решен кардинальный вопрос о выборе направления в исследованиях, необходимо было выбрать биологический объект, на котором следовало бы начать исследования.

Учитывая наличие значительного риска, незнание комплекса мероприятий по обеспечению безопасности космического полета и отсутствие каких-либо данных о физиологических реакциях живого организма на комплекс факторов космического полета, было принято решение начать исследования на животных.

Следовательно, первый этап исследований на животных был логичным и единственно правильным направлением в разворачивании работ по космической биологии и медицине.

Исследованиями влияния всего комплекса факторов космического полета на живые организмы занимается космическая биология, включающая в себя и космическую медицину и возникшая на стыке ряда биологических наук, медицины (в частности, авиационной), физики, химии, астрономии, геофизики, радиологии, аэродинамики, ракетной техники, радиоэлектроники и многих других. Она широко использует достижения этих научных дисциплин при проведении научных исследований.

Круг проблем этой новой, совсем недавно возникшей науки необычайно широк. Исследование биологического действия на живые организмы разнообразных, часто необычных для условий Земли факторов внешней среды, изыскание методов и средств обеспечения нормальной жизнедеятельности во время полета в космос и на других планетах, изучение форм жизни, существующих, вероятно, не только на Земле — вот некоторые из наиболее значимых проблем, составляющих содержание космической биологии.

Используя достижения указанных наук, космическая биология разработала и свои особые методы исследования. Это наглядно выявилось при проведении биологических экспериментов с помощью высотных ракет и искусственных спутников Земли. Космическая биология имеет свой круг специфических вопросов и задач, решением которых до этого не занималась никакая другая дисциплина, в том числе и авиационная медицина. К числу таких вопросов относятся, например, изучение физиологического действия продолжительного состояния невесомости, биологического действия космической радиации, длительного пребывания в замкнутой экологической системе и др. Точно так же в задачу космической биологии впервые в истории науки должно входить исследование жизнедеятельности живых существ в экстремальных условиях космического корабля и

других небесных тел, разработка мероприятий по обеспечению жизнедеятельности живых существ в указанных условиях.

Исследования в области космической биологии и медицины проводятся в основном по двум направлениям. Первое направление, так сказать аналитическое, — лабораторные эксперименты, в которых создаются условия, имитирующие отдельные условия космического полета, и второе направление — эксперименты в условиях реального ракетного полета.

При выборе животных для космического полета ученые исходили из следующих требований. Животные должны были:

— удовлетворительно переносить действие всего комплекса факторов космического полета, причем переносимость животными неблагоприятного действия всего комплекса экстремальных факторов должна быть близкой к переносимости этих факторов человеком;

— хорошо переносить длительное пребывание в малых замкнутых объемах при использовании специальной одежды и датчиков, закрепленных на теле или вживленных животным;

— легко поддаваться тренировке к условиям космического корабля с ограничением свободы и фиксацией;

— быть удобными с точки зрения получения физиологической и биохимической информации о состоянии их организма при воздействии необычных факторов полета на ракетах и обеспечения их потребностей в пище, воде и кислороде.

Обезьяны как экспериментальный биологический объект имеют ряд весьма существенных преимуществ, они ближе всего стоят к человеку. Но работа с ними применительно к условиям кабины ракетного корабля методически сложна, так как они трудно поддаются тренировке и медленно привыкают к необычным условиям эксперимента. Для них характерны частые срывы в поведении и подчас резкая агрессивность. Собаки же хорошо поддаются тренировке, быстро привыкают к необычным условиям кабины и достаточно спокойно ведут себя при фиксации их на лотке в кабине или в скафандрах.

Отбор собак для полета в ракетных летательных аппаратах представляет определенную сложность. Нужны животные, которые удовлетворяли бы ряду требований. Кстати сказать, их достать довольно сложно. Много приходилось ездить, искать, обращаться к владельцам собак и в учреждения, занимающиеся отловом бездомных собак. Поэтому вполне понятна та радость, с которой исследователи встречали каждое подходящее животное. Поступившую собаку подвергали тщательному ветеринарному осмотру с выполнением необходимых исследований всех физиологических систем. Для первых экспериментов отбирали собак-самок. Дело в том, что пол собак входит в число признаков, по которым идет отбор экспериментальных животных. Необходимо считаться с тем, что для самок значительно легче моделировать и шить так называемую собачью одежду. Одежда служит не для украшения или согревания животного, а для того, чтобы хорошо фиксировать собаку в лотке специальной кабины и отводить в ассенизационный бачок ее выделения при естественных отправлениях. Одежду необходимо моделировать по телу животного с тем, чтобы животное могло находиться в ней длительное время и не иметь потертостей и опрелостей. Для самцов собак такой одежды не удалось изготовить, поэтому в первых опытах использовались только самки.

Для полетов отбирались собаки массой не более 6-7 кг. Первое условие пригодности собак для экспериментов — отличное здоровье: высокая сопротивляемость заболеваниям, устойчивость к различным неблагоприятным факторам внешней среды. Даже помеси дворняг с декоративными собаками не удовлетворяют ученых. Малые размеры и беспородность собак — только одно такое сочетание создает большие трудности в подыскивании нужных для опытов собак. Но это еще не все. Большое значение имеет и возраст собак, так как возрастные изменения физиологического состояния

собак проявляются довольно часто и в резкой форме. Старые животные, а также молодые собаки в возрасте до полутора лет менее устойчивы к различным воздействиям. Они хуже переносят неблагоприятные условия среды и более подвержены заболеваниям. К тому же собаки в раннем возрасте более вертлявы, возбудимы, а это тоже является существенным препятствием для экспериментов. На основании опыта, а также данных литературы было установлено, что предпочтительнее взять собак для экспериментов в возрасте от 2 до 5-6 лет. Цвет шерсти также очень важный признак. Желательно, чтобы шерсть была белой, это связано с использованием в полете киносъемок и телевидения в качестве одного из методов наблюдения за животными. Следует также отметить, что желательно, чтобы животные были гладкошерстными. Длинная шерсть мешает фиксации датчиков, одежды и, кроме того, способствует загрязнению кабины и станка, на котором животное фиксируется. Изюм в день ученым приходилось заниматься отбором собак. За предварительным отбором собак по внешним признакам следовал отбор по существенным признакам. Все предварительно отобранные собаки в течение продолжительного времени подвергались различным испытаниям, и те животные, которые выдержали все экзамены на «хорошо» и «отлично», переводились в разряд четвероногих кандидатов в космонавты и предназначались для больших летных экспериментов. Жили отобранные собаки в виварии. Здесь стояли на высоких, почти метровых ножках квадратные клетки с деревянным полом. На каждой клетке значился владелец «квартиры». На полу клетки подстилка — пушистая, тонкая и длинная стружка, солома, сено. Собаки спали на этих подстилках. Тут же стояли миски: одна для воды, другая для пищи. Собаки хорошо привыкали к своим клеткам и, возвращаясь с прогулки, прыгали в клетку так же охотно, как и покидали ее. Кормили собак два раза в день. В пищу собак входили овощи, рыба, жир, мясо, молоко и другие продукты. Животных, предназначенных для трудных опытов и находящихся на особом режиме, кормили колбасой, бульоном, консервами, давали сладкое и витамины. Животных мыли, расчесывали по распоряжению ветеринарного врача. После мытья их сажали перед рефлекторами и быстро высушивали шерсть.

Собирались и анализировались данные о поведении животных в виварии, на прогулке, во время еды, об их отношениях между собой, с окружающей обстановкой и людьми. Собранные в течение длительного времени сведения помогали правильно понимать реакции животных во время и после экспериментов, изменения, возникавшие в результате различных воздействий, определять тип высшей нервной деятельности экспериментальных животных. В поведении собак много как общих, так и индивидуальных особенностей. Изучить разнообразные формы поведения даже в стандартных условиях вивария можно только в процессе длительных, всесторонних и планомерных наблюдений при сопоставлении ряда фактов.

Специфичность движений у некоторых собак настолько велика, что отсутствие или изменение таких реакции заставляет предполагать какие-то нарушения в жизнедеятельности этих животных. Все виды двигательной активности собак, находящихся в клетках, очевидно, являются приспособительными реакциями, позволяющими животным (особенно подвижным) в условиях небольшого пространства клетки производить необходимое для дворовой собаки количество движений.

Особенно активно ведут себя собаки в период перед кормлениями, причем формы поведения у собак разные. В другое время большинство собак спокойны, лежат, дремлют. По-разному реагируют собаки на появление служителей вивария или экспериментаторов. После изучения характера и степени выраженности реакций животных на все окружающее, на действие факторов и людей всех собак можно разделить условно на три группы: группу спокойных собак — умеренно двигающихся; группу беспокойных собак, у которых двигательные реакции обычно принимают ярко выраженный, бурный характер; группу вялых, сонливых животных. Благодаря такому разделению можно ориентироваться на определенные обоснованные признаки при отборе собак для экспериментов разной направленности и продолжительности.

Спокойных животных наиболее целесообразно использовать в длительных экспериментах. Именно по этому признаку впервые из числа многих животных для научных экспериментов были выделены Цыган, Дезик, Лайка, Стрелка, Белка, Лисичка, Жемчужная, Чернушка, Звездочка и другие. Постоянные наблюдения за собаками при работе с ними позволяют высказать представление о типе

высшей нервной деятельности и о возможности выработки у них условных рефлексов различной направленности. Определение типа высшей нервной деятельности имеет практическое значение, так как позволяет выбрать нужное животное для последующей трудоемкой работы, связанной с тренировкой и подготовкой к условиям научного эксперимента. А это подчас предопределяет успех проводимой научной работы. Выявление специфики поведения собак очень важно и для определения состояния животных, тех его изменений, которые могут наступать при воздействии различных неблагоприятных факторов окружающей среды. Так, данные экспериментов, касающиеся форм поведения и реакций организма животных, являются тонкими показателями общего состояния подопытных собак после воздействия сильных раздражителей. Обычно собаки очень благожелательно относятся к людям, особенно к экспериментаторам, которые долго с ними работают. Еще один из моментов нельзя не затронуть, говоря о поведении отобранных животных. Это их терпеливость как особая черта поведения в длительных экспериментах.

Таким образом, собаки являются излюбленным объектом научных исследований, работать с ними легко и приятно. Наша космическая медицина с самого начала избрала для опытов собаку как неприхотливое, безотказное, чрезвычайно выносливое животное. Благодаря этим своим качествам и своей любви к человеку собака оказала и продолжает оказывать физиологии и, в частности, космической медицине неоценимые услуги.

В то время как наш коллектив разбирался с премудростями космической биологии и медицины, разрабатывал программы своей будущей деятельности по научному обоснованию возможности космических полетов человека и разработке подобных полетов, подбирал необходимых животных, обследовал их и проводил ежедневные тренировки собак, в конструкторском бюро Сергея Павловича Королева при участии Константина Давидовича Бушуева, Константина Петровича Феокистова и других разрабатывалась головная часть ракеты Р-2А, в которой предусматривалась герметическая кабина объемом 0,28 м³ для размещения собак, системы жизнеобеспечения и регистрирующей аппаратуры. Разработка кабины проводилась с постоянным участием как представителей конструкторского бюро, возглавляемого С.П.Королевым, так и представителей медицинской службы Института авиационной медицины, в основном моей группы. После обстоятельных обсуждений кабина для животных головной части ракеты Р-2А была изготовлена на основном производстве Опытного конструкторского бюро (ОКБ) С.П.Королева и перевезена в Институт авиационной медицины Министерства обороны СССР для последующего монтажа и проведения тренировок животных непосредственно в кабине, в которой в будущем им предстоит совершить первый ракетный полет в стратосферу.



Для решения проблемы о возможности полета человека в космическое пространство были необходимы предварительные исследования животных сначала на суборбитальных ракетных летательных аппаратах, а затем на искусственных спутниках Земли. К началу 1950-х годов отечественные исследователи получили возможность проводить медико-биологические исследования на изготовленной ракете Р-2А. Это фактически начало отечественной экспериментальной космонавтики.

Первая экспериментальная попытка медико-биологических исследований этой новой, крайне сложной проблемы космической биологии и медицины была предпринята в нашей стране в 1948 г.

После отбора экспериментальных животных и тренировки перед исследователями в 1948-1952 годах ставились следующие основные задачи:

- разработать средства обеспечения необходимых жизненных условий в герметической кабине малого объема для животных при их полете на ракете до высоты около 100 км;
- разработать методы исследований физиологических функций животных и разработать методы регистрации поведенческих реакций животных в полете на ракете с использованием киносъемочной аппаратуры, прошедшей необходимую конструкторскую доработку;
- изучить характер и степень влияния всего комплекса факторов ракетного полета на состояние отдельных физиологических функций организма животных и их поведенческие реакции;
- выяснить возможность использования отделяющейся кабины и парашюта для спуска и спасения животных и аппаратуры с больших высот;
- испытать работу контрольно-измерительной и регистрирующей аппаратуры в сложных условиях подобного опыта.

Основные отличия условий проведения биологических экспериментов в космическом полете от условий обычных земных биологических экспериментов определили создание специфических методов исследования.

В условиях «земной» физиологии исследователь обычно находится в непосредственной близости от объекта исследования, что позволяет ему вмешиваться в ход опыта, устранять мелкие неполадки в работе аппаратуры, дополнять результаты графической регистрации записями наблюдений и т.д. В опытах в области космической биологии и медицины с того момента, когда животное помещено в герметический, изолирующий контейнер, единственной возможностью для оценки изменений состояния животного является использование методов дистанционного контроля — передача определенных физиологических показателей по радио на наземные станции наблюдения и контроля. Другой путь — это автоматическая регистрация основных показателей физиологических функций автономными регистрирующими приборами, размещенными на борту кабины, и киносъемка поведения животных. Если учесть при этом необходимость избавляться от каждого лишнего грамма массы прибора, доводить до минимума габариты и объема научных устройств и экономить электроэнергию, питающую приборы, то можно легко понять, как сложны были задачи, стоящие перед учеными и конструкторами при создании такой аппаратуры. Для регистрации показателей состояния среды кабины ракеты, динамических, физических параметров движения ракеты и регистрации основных физиологических показателей функции живого организма была придумана и изготовлена специальная регистрирующая аппаратура, которая работала автоматически и была достаточно надежна в эксплуатации. Над разработкой датчиков для регистрации физических, гигиенических и биологических показателей в нашем коллективе успешно трудились Борис Буйлов, Михаил Шейнин, Владимир Фрейдель, Борис Блинов, Роберт Грюнталь и другие. Со мной в первый

же месяц исследований в новом направлении начал работу кандидат медицинских наук Виталий Иванович Попов, который не особенно был в ладах с техникой (недостаток, свойственный, к сожалению, многим врачам и биологам). Пришлось познакомиться с разнообразной регистрирующей аппаратурой, побывать в различных учреждениях, занимавшихся разработкой самописцев. Остановили свой выбор на четырехшлейфовом самописце-гальванометре ПО-4, который был разработан и пущен в производство мастерскими Военно-механического техникума, размещавшимися на Зацепском рынке.

Но информации, полученной с самописцев, недостаточно. Как увидеть своими глазами поведение животных? Ведь поведение — первый показатель общего состояния организма. Я знал, что в авиации используются кинокамеры, работающие в условиях перегрузок. Заказали их на Красногорском заводе, чтобы приспособить к нашим условиям.

Каждый такой шаг обговаривался с Сергеем Павловичем Королевым, Валентином Петровичем Глушко, Николаем Алексеевичем Пилюгиным, Виктором Ивановичем Кузнецовым, Михаилом Сергеевичем Рязанским, Алексеем Федоровичем Богомоловым. Ближайшие помощники С.П.Королева, возглавлявшие основные программы, должны были в своих разработках ракетной техники учесть наши предложения. Без такой тесной двусторонней связи невозможно было двигаться вперед. Надо сказать, все предложения очень оперативно и внимательно рассматривались в ОКБ С.П.Королева, и то, что мы смогли в невиданно короткие сроки отработать программу первых запусков с животными, явилось результатом четкой организации и координации всех научно-технических работ в коллективах С.П.Королева и Института авиационной медицины.

Думаю, не ошибусь, если скажу, что уже в конце 1940 — начале 1950-х годов мы имели примеры использования науки как производительной силы. Такие выдающиеся ученые, как академики А.Н.Туполев, С.П.Королев и И.В.Курчатов, были одновременно и прекрасными организаторами. Благодаря их таланту наша страна создала современную авиационную и ракетную промышленность. Сегодняшние наши успехи в космосе — подтверждение этой мысли.

Итак, мы имели приспособленные к нашим нуждам самописцы ПО-4 и кинокамеры, знали, как их расположить в кабине, и разработчики ракетной техники согласились с нами. Очень сложными оказались задача полной изоляции кабины и создание системы регенерации воздуха. Ведь собака массой 6-7 кг, находясь в герметическом помещении, за час поглощает 6 л кислорода, выделяет углекислоту и водяные пары. Без надежной системы, поддерживающей постоянство газовой среды, она сразу же задохнется.

В Институте авиационной медицины над установкой по регенерации воздуха в малых замкнутых объемах работала лаборатория Владислава Акимовича Спасского и др. Они нашли оригинальное решение: влагу поглощал силикагель, а углекислый газ — химический поглотитель известковый (ХПИ). Воздух герметической кабины надо было пустить через патроны ХПИ и силикагеля. Но каким образом? Где взять что-то вроде вентилятора? И существуют ли сходные приборы, которые могли бы пригодиться?

Я обратился к работам Михаила Спиридоновича Егорова из Летно-испытательного института (ЛИИ). Разработанные у них инжекторы представляли собой устройства с узким, постепенно расширяющимся соплом, через которое под высоким давлением пропусклся кислород, создавая разрежение в определенной зоне. На одну из стенок инжектора можно было навинтить патрон с ХПИ и силикагелем, которые будут освобождать воздух от влаги и углекислоты.

Но инжекторы ЛИИ были опытные, получить их не удалось. Михаил Спиридонович передал мне лишь чертежи и расчеты. Пришлось просить помощи у Сергея Павловича. Он откликнулся сразу же, по его распоряжению у них на опытном заводе в короткие сроки были изготовлены необходимые нам инжекторы.

Пока мы занимались «начинкой» кабины, в вивариях полным ходом шел отбор собак, всесторонняя проверка их пригодности для участия в экспериментах.

Кроме этого необходима была специальная одежда для животных с целью крепления различных датчиков, ассенизационного бачка для сбора отходов жизнедеятельности и для крепления собак в разработанном станке. Станок для животных прочно фиксировался специальным замком на полу кабины.

Вскоре Алексей Покровский дал в помощь еще двух сотрудников — Александра Серяпина и Бориса Буйлова.

Александр Серяпин занимался системами жизнеобеспечения для скафандров, как врач-испытатель много летал на самолетах Туполева. Знающий авиационную медицину, опытный специалист, он только что закончил курсы усовершенствования в Военно-медицинской академии. Пришел к нам в группу, когда лотки уже были сделаны, существовала и «одежда», но она не вполне устраивала, так как датчики, расположенные на ней, мешали животным. Александр Дмитриевич идеей загорелся настолько, что сам по ночам шил новую «одежду» для собак. Как и все мы, он не освобождался от своей основной работы в институте. День был загружен до предела, вот и приходилось прихватывать вечернее и ночное время. К тому же наше задание все еще держалось в секрете.

Что касается Бориса Буйлова, то его в институте иначе как «золотые руки» не называли. Всю войну проработал в ремонтных мастерских инженером, возрождая технику для фронта. После войны пришел в авиационную медицину, сконструировал множество приборов, необходимых для опытов. Предложение поработать на космос принял охотно: верил, что это не фантастика, а близкая реальность. Борис Буйлов сделал все датчики, которые должны были передавать информацию о состоянии животных в полете.

Близился день, когда мы могли доложить о готовности к новому этапу работы. В кабинете начальника института А.В.Покровского собрался весь наш маленький «засекреченный» коллектив. Снова и снова взвешивали все детали программы, еще и еще раз убеждались: да, готовы. Решили доложить Королеву программу исследований. Предстояло приступить к тренировкам собак в самой кабине, с включением всех приборов и датчиков. Сергей Павлович выразил бурную радость, все повторял: «Да вы понимаете, что натворили, это же будет предполетная стадия!» По его указанию в Институт авиационной медицины была доставлена стальная кабина — отсек головной части ракеты Р-2А объемом 0,28 м³. У меня даже, помню, возникла мысль, не заранее ли была изготовлена эта кабина? Сергей Павлович держал в поле зрения огромный фронт работ, не забывал ни об одном даже самом малом участке, умел предвидеть возможные пути решения задач, поставленных перед разными организациями, с которыми был связан. Верную позицию он чувствовал как бы интуитивно и всегда ее поддерживал.

Ведь как получилось с выбором в качестве экспериментального животного собаки? Многие ученые, ссылаясь на американский опыт, советовали нам начинать исследования отдельных факторов полета на грызунах, которые всегда считались наиболее удобными объектами. Постепенно накапливая материал, можно было бы решать задачу комплексно, на более близких к человеку животных. Те же американцы, скажем, предлагали обезьян. При всем уважении к американским коллегам мы не могли зачислить обезьян в свой актив. Они действительно ближе всех стоят к человеку, но работа с ними методически трудна. Обезьянам свойственны частые срывы в поведении, они плохо поддаются тренировке и медленно привыкают к необычным условиям эксперимента. Долго и дорого! Собаки подходят для любых экспериментов, имеющих в виду человека.

Когда я изложил Сергею Павловичу наши соображения «за» собак, он весело ответил:

Хозяин — барин! Решайте сами. Собака так собака, я не возражаю. Пусть послужит человеку и в космосе...

Благожелательно отнесся С.П.Королев и к основным исходным Моментам нашей программы, на которых я хочу остановиться подробнее.

Я уже говорил, что обстановка в науке была в то время чрезвычайно сложной. Наше положение осложнялось еще и тем, что мы были первопроходцами. Советы, которые нам давали ученые, диктовались привычными, «земными» условиями, «земной» точкой зрения, опирались на привычные методики.

Как-то на прогулке в Петровско-Разумовском парке С.П.Королев сказал мне: «Кабину я тебе дал, а чем ее начинять — это твоя забота!» Чем начинять — мы теперь знали, но, когда вплотную подошли к делу, опять возникло много вопросов. Одну собаку посылать или двух? Мы склонялись к мнению, что двух. Во-первых, если что-то случится с одним животным или его аппаратурой, мы все же получим данные. Во-вторых, при благополучном исходе у нас будет вдвое больший объем информации. Исходя из этих соображений, стали примеривать для кабины два металлических лотка с животными.

Каким образом расположить собак в кабине? Вопрос оказался принципиальным и довольно сложным. Учитывая, что ускорения и вибрации в полете будут действовать по трем осям координат, решили разместить собак именно по осям x , y , z . Перегрузки при этом должны действовать в самом оптимальном направлении по отношению к основным физиологическим системам и органам животных.

Установка оборудования — процесс длительный и трудоемкий. Надо было закрепить в нужном направлении лотки для собак, кинокамеры, смонтировать систему регенерации воздуха. Тут много черновой работы, каждый винт надо было почувствовать своими руками. Показателен энтузиазм, с которым трудились мои коллеги.

Александр Серяпин — врач, но он не довольствовался тренировкой собак и «одеждой» для них. В процессе оборудования кабины освоил аппарат для изучения газообмена, хотя это не входило в его обязанности. Любил все делать сам, не доверял техникам, «ревновал» их к нашему детищу. Что уж говорить о Борисе Буйлове, прирожденном инженере, конструкторе, у которого техническая смекалка соперничала с мастеритостью. Все оборудование он переделывал, «доводил», испытывал самостоятельно, предлагая нам уже готовый вариант.

На этом этапе к нам подключился Борис Блинов, который помогал Буйлову в разработке датчиков системы контроля за состоянием физиологических функций и параметров среды в кабине.

Мы имели великолепно натренированных собак, с которыми занимались кроме Виталия Попова и Александра Серяпина исключительно трудолюбивые, скромные биологи Екатерина Петрова, Евдокия Попова и другие. Собаки привыкли к ним и доверчиво шли на любой эксперимент.

Как же отличалась эта первая кабина от последующих! Забитая тяжелой, громоздкой аппаратурой, она казалась маленькой. Приборы и системы ведь совершенствовались непрерывно. И сама форма кабины не оставалась неизменной — мы испробовали и коробку, и усеченный конус, и шар на подставке. Но это все будет потом, а пока мы не верим собственным глазам: все идет как надо — приборы работают, собаки ведут себя замечательно. Неужели действительно вступаем в предполетную стадию?

О ходе экспериментов мы с Алексеем Васильевичем Покровским постоянно сообщали Сергею Павловичу Королеву лично, как он просил. Докладывали в Министерстве обороны, в Военном Совете ВВС. Большой интерес вызвали наши сообщения в Академии наук СССР и в Академии медицинских наук. Везде, правда, находились «недоверчивые» товарищи, которым наше занятие казалось нереальным, пустой тратой времени и средств.

И вот, чтобы создать полное и правильное представление о нашей работе, решили обсудить программу наземных экспериментов на выездной сессии Академии медицинских наук. Ее президент Николай Николаевич Аничков уже был знаком с сутью дела, одобрял нашу программу и охотно помог созвать выездную сессию у нас в Институте.

На заседание прибыли ведущие физиологи страны — К.М.Быков, В.Н.Черниговский, В.В.Парин, Э.А.Асратян, Е.Н. Павловский, Л.С.Штерн, А.В.Лебединский и другие. Я доложил исходный пункт программы — получить информацию о воздействии всех факторов космического полета на организм в целом, объяснил назначение и устройство приборов, методику тренировок. В своем докладе я подчеркивал, что индуктивный метод уважаю, много раздумывал, прежде чем решиться на дедуктивный метод исследований, но время не ждет, техника идет вперед...

Не могу сказать, что меня поняли все. Было множество вопросов и упреков. Вопросы показывали, что мои коллеги отвергали реальность существования космической биологии. Упреки сводились к сомнению в правильности избранного метода и к обвинению в техницизме. Но мог ли я, врач, не зная техники, работать в этой отрасли науки?

В конце концов программа медико-биологических исследований на животных при полете на ракетах, разработанная под моим руководством, по научному обоснованию полета человека в космическое пространство получила высокую оценку. Программа была поддержана академиком Анатолием Аркадьевичем Благодеровым и другими членами академии: В.Н.Черниговским, Н.М.Сисакиным и др. Предложения расположить собаку вертикально и послать собаку в состоянии наркоза (об этом опыте сообщили американские ученые) я обещал проверить экспериментально, хотя был убежден в бесполезности таких опытов. И действительно, позднее при экспериментах единственная вертикально расположенная собака погибла через полчаса, а животное, предварительно усыпленное, не дало нужной информации. Ведь наркоз снимает корковую деятельность, о какой же информации можно говорить?

Заручившись поддержкой корифеев медицинской науки, мы ежедневно тренировали собак в кабине с включением всех приборов и датчиков — по полной программе. Животные хорошо переносили многочасовые эксперименты, и, когда я поставил в известность Сергея Павловича, что полученные материалы заставляют с уверенностью сказать: «Мы к полету готовы», он очень обрадовался: «Как считаешь, сразу полетим? Или попробуем на действующей ракете, на экспериментальном стенде?»

Ни я, ни мои сотрудники не имели понятия, что это такое. Сергей Павлович дал нам возможность познакомиться с испытаниями ракет, и мы решили, что этот этап необходим.

Ежедневно проводили пробные включения всей регистрирующей аппаратуры и оборудования, которое обеспечивало поддержание заданных условий в кабине головной части ракеты. Ежедневные тренировки животных со всей аппаратурой в кабине головной части ракеты позволили четко отработать программу исследований и устранить отказы в оборудовании и аппаратуре, размещаемой в кабине. Животные хорошо переносили многочасовые эксперименты в закрытой герметической кабине, полностью изолированной от внешней среды при искусственном освещении и работе оборудования, создающего и поддерживающего необходимые жизненные условия в кабине. Оборудование и приборы для регистрации частоты пульса, дыхания, температуры животных, показателей среды в кабине и отдельных параметров на ракете, а также сами животные прошли полную программу испытаний и были подготовлены к исследованиям в полете. После выполнения программы подготовки и тренировки животных и испытания аппаратуры и приборов герметического отсека головной части ракеты было решено провести испытания всего оборудования на ракете, смонтированной в вертикальном положении на столе в высотной части монтажного цеха в организации, возглавляемой Сергеем Павловичем. Сотрудники Института авиационной медицины во главе со мной выехали в организацию Сергея Павловича и вместе с оборудованием и животными разместились в монтажном цехе опытного завода. Прежде всего, в отдельной комнате разместили собак — наш бесценный материал. Рабочие, конечно, старались каждую свободную минуту пообщаться с животными, пытались давать им лакомства. Пришлось вводить строгости. Но

атмосфера в цехе в те дни так и запомнилась — своей взволнованностью, предощущением праздника. Все понимали, что четвероногим суждено стать первыми космонавтами.

В сборочном цехе ракеты лежали горизонтально, в разных стадиях готовности. Но «наша» ракета находилась в «высотке» — высотной части огромного помещения, потому что она стояла вертикально. Знакомимся с ней. Начальник цеха Алексей Михайлович Иванов дает пояснения. Здесь же представители руководства завода, цеха. Все хотят нам помочь. Случались и курьезные происшествия. Несколько человек в разное время, не сговариваясь, предлагали своих собак для полета. Если бы они знали, какая огромная работа была проделана с животными! Но их порыв был нам понятен, мы благодарили всех, объясняли, почему нельзя общаться с нашими собаками, которые должны слушаться только своих экспериментаторов.

Животные очень быстро освоились в цехе, необычная обстановка не повлияла на их поведение и закрепленные рефлексы. Собственно, для них работа на испытательной площадке в цехе ничем не отличалась от лабораторной: кабина была та же, только все приборы и датчики включались с испытательного пульта.

День за днем отрабатывались на стенде все моменты старта ракеты. Для нас условия цеха резко отличались от лабораторных. Приходилось вплотную знакомиться со сложной ракетной техникой, по ходу дела видоизменять приборы, без конца что-то перевинчивать, переделывать. Всегда рядом были опытные специалисты, рабочие цеха. Особенно запомнился рабочий Григорий Марков. Он и его товарищи проявляли высокое чувство ответственности, делали все на совесть, так что при самой тщательной проверке дефектов мы не обнаружили. Сами не могли бы сделать лучше!

Не было дня, чтобы сборку не посетил Сергей Павлович. Приходили на испытания вызванные им представители полигона: Василий Иванович Вознюк, Александр Иванович Носов, Яков Исаевич Трегуб и другие товарищи. Их интересовало все: за сколько времени до старта помещать собак в кабину, каково устройство для подъема ракеты, как доставлять животных из цеха на старт, как лучше организовать поиск и доставку после приземления, что вынимать из кабины и кто это будет делать. Понимая, что близится время старта, они хотели как можно лучше принять дорогих гостей. Кроме обычных человеческих чувств волновали работников полигона и новые проблемы, возникающие в связи с запуском собак.

Вот так проходило время: испытания, доводки, а потом обязательная каждый вечер планерка с тщательным анализом полученных результатов, с решением массы возникающих попутно вопросов.

Надо сказать, что все рабочие, инженеры, конструкторы с большим радушием приняли приезд сотрудников на испытания. Животные в цехе сделались всеобщими любимцами, и каждый старался пообщаться с ними. Животные также привыкли к работающим и при удобном случае ласкались. Почти ежедневно испытания посещали Сергей Павлович Королев, Константин Давыдович Бушуев, Борис Евсеевич Черток и другие, при этом они всегда обращали внимание на трудолюбие и спаянность коллектива научных работников, инженеров и конструкторов. И, надо сказать, в этом был залог успеха. Работа на испытательной площадке в цеху складывалась из ежедневных экспериментов при помещении животных в фиксированном состоянии с датчиками на теле в кабину головной части ракеты с включением всей аппаратуры и приборов с наземного испытательного стенда через электрические цепи борта самой ракеты. Вот так день за днем удалось отработать все системы ракеты и ее головной части со всей аппаратурой в кабине и с включением всей регистрирующей и киносъёмочной аппаратуры для динамического фотографирования поведения животных в кабине.

Кстати сказать, очень часто в период прохождения испытательной программы в монтажный цех приходили Валентин Петрович Глушко, Николай Алексеевич Пилюгин, Михаил Сергеевич Рязанский, Виктор Иванович Кузнецов, Владимир Павлович Бармин и другие товарищи по совместным комплексным работам, чтобы ознакомиться с ходом наземных испытаний. Повседневная забота и помощь при возникновении трудностей в работе представителей Совета

Министров СССР, министерств и ведомств Дмитрия Федоровича Устинова, Василия Михайловича Рябикова, Ивана Дмитриевича Сербина, Георгия Николаевича Пашкова, Александра Григорьевича Мрыкина и многих других, постоянная поддержка со стороны конструкторов и рабочих завода и цеха создавали все условия для плодотворного труда. Преданность всего коллектива рабочих, инженеров, конструкторов и научных работников главной идее — подготовке полета животных на ракете обеспечивала работу с полной отдачей сил. Никто не считался со временем, усталостью, каждый старался как можно лучше выполнить работу. Такой энтузиазм и инициатива в работе позволили на высоком уровне выполнить всю программу наземных испытаний. Надо отдать должное и научным сотрудникам, которые работали под моим руководством: они блестяще справились с возложенными задачами. Животные безукоризненно вели себя во всех испытаниях, приборы и аппаратура обеспечивали в герметическом отсеке необходимые условия для животных, удалось полностью собрать информацию о состоянии физиологических функций организма животных, их поведении и об окружающей среде в кабине. Все эти показатели являлись контрольными (исходными), иногда их называют фоновыми, с которыми впоследствии принято сопоставлять данные, полученные в условиях реального полета на ракете. Из научных сотрудников следует отметить в первую очередь Александра Серяпина, Бориса Блинова, Бориса Буйлова, которые работали с большим энтузиазмом и увлечением и были примером для других.

После выполнения этой серии экспериментов встал вопрос о дальнейшем направлении работ. Совместное обсуждение полученных результатов о поведении и состоянии животных, работе аппаратуры, создающей заданные условия среды в герметической кабине, и аппаратуры, обеспечивающей сбор, хранение и передачу научной информации, состоялось на совещании с участием Сергея Павловича Королева, Валентина Петровича Глушко, Владимира Павловича Бармина, Николая Алексеевича Пилюгина, Константина Давыдовича Бушуева и других.

Решено было провести испытания всего комплекса аппаратуры и приборов в головной части ракеты, а главное, необходимо было оценить реакции животных в условиях пребывания их в головной части ракеты при работающих двигателях на стенде. Все исследователи и конструкторы выехали на испытания в подмосковный филиал КБ-1 под Загорском. Всех интересовало поведение животных на работающей ракете. Были выполнены оснащение системы жизнеобеспечения в герметической кабине головной части ракеты, настройка всех регистрирующих приборов и проверка кино съемочной аппаратуры.

После подготовительных работ в головной части ракеты началась подготовка животных к эксперименту. На животных была одета специальная одежда, фиксирующая датчики для регистрации показателей физиологических функций и для крепления животных к металлическим лоткам, которые размещались в кабине. Животные без какого-либо сопротивления, даже с большой охотой, сами старались влезть в одежду и давали фиксировать все датчики на своем теле. После завершения всех подготовительных работ собаки на лотках были подняты на ракету и установлены в ее головной части.

После включения регенерационной установки и закрытия люка герметической кабины было проведено испытание всего оборудования кабины животных и регистрирующей аппаратуры. Затем последовательно были проверены все системы ракеты. Сама ракета была установлена на испытательный стол, который размещался на краю большого оврага с тем, чтобы была возможность отводить пламя и газы от работающего двигателя ракеты подальше от пускового стола.

Ракета была хорошо закреплена в испытательном стенде, который позволял проводить включение двигателя ракеты со всем ее оборудованием и снимать с работающей аппаратуры все необходимые показатели. Подобные испытания ракеты с работающими двигателями обычно называют огневыми испытаниями.

Испытания первой ракеты с животными на борту были назначены на вторую половину дня поздней осенью 1950 года.

У всех участников испытаний наибольший интерес вызывали возможные реакции и поведение животных при работе двигателей ракеты в стендовых условиях. При этом регистрировались значительные вибрации, тряска и шум. Многие испытатели и исследователи сомневались в возможности выживания животных в столь жестких условиях эксперимента.

«Вряд ли Вы увидите своих питомцев, Владимир Иванович, — говорил мне академик Христианович на полигоне. — Перегрузки растут, такой шум и вибрации ничто живое не выдержит!» Рассуждал он как аэродинамик. Что я мог ему ответить?

На этот важный вопрос мог ответить только сам эксперимент. К огненным испытаниям все было подготовлено, и его участникам приказано было удалиться в ближайшее подземное укрытие. Наверху недалеко от заправленной и подготовленной ракеты находились Сергей Павлович и я. Когда до запуска двигателя ракеты осталось порядка 5 минут, Сергей Павлович спустился в блиндаж с тем, чтобы руководить испытаниями, а я остался наверху, около блиндажа.

Мне хотелось услышать и увидеть работу ракетной системы без каких-либо защитных средств.

При запуске двигателя ракеты взметнулось море огня, и пламя устремилось вниз по оврагу. Эффект в ночной тишине был потрясающим и ослепительным. Вокруг стоял невероятный шум, и меня невольно тянуло спуститься вниз в блиндаж. Требовались усилия воли с тем, чтобы выдержать эту незабываемую окружающую обстановку и остаться на месте до конца работы двигателя.

После окончания огневых испытаний ракеты большинство участников испытаний вместе с Сергеем Павловичем и мной устремились по лестницам к верхней части ракеты, где размещались собаки в герметической кабине.

Все прильнули к прозрачному люку кабины и разглядывали животных. Животные были несколько возбуждены, но реагировали на обстановку нормально. Животных извлекли из кабины, освободили от привязных ремней и лотков-станков. Собаки ласкались, лаяли, очень радовались окружающим людям. Из рук экспериментаторов свободно и с охотой брали пищу и тут же проглатывали. Поведение животных и их состояние были вполне нормальными, у них были сохранены все выработанные условнорефлекторные связи. Собаки прекрасно вступали в контакт с экспериментаторами.

Результаты эксперимента показали, что животные хорошо переносят изоляцию в малом объеме кабины и вибрации, шум и тряску, возникающие при работе двигателя ракеты. Анализ полученных научных данных о состоянии животных позволил перейти к дальнейшим экспериментам на животных. Животные вместе с экспериментаторами прекрасно перенесли поездку в автобусе от подмосковного института в Москву сразу после огневых испытаний ракеты.

Испытания на ракете с животными и аппаратурой по полной программе старта и полета ракеты подтвердили надежность работы аппаратуры, обеспечивающей сбор информации о состоянии животных, параметрах среды. Анализ кинолент, на которых было зафиксировано поведение животных в малом замкнутом объеме при огневых испытаниях ракеты показал, что негативных реакций со стороны животных на эти необычные условия не было. Эти испытания позволили со всей убежденностью утверждать, что подготовка животных, всего оборудования и аппаратуры обеспечения полета проведена достаточно хорошо, программа разработана правильно и представляется возможным приступить к подготовке исследований на животных при их полете в герметической кабине на ракете.

После испытаний всего оборудования, размещенного в головной части одноступенчатой ракеты с животными, началась непосредственная подготовка к полету животных на ракете. Тренировки животных продолжались. Ежедневно животных одевали в улучшенный вариант крепежной одежды, фиксировали на станках и помещали в герметический отсек головной части ракеты. При тренировках регистрировались отдельные показатели физиологических функций животных и показатели среды в

герметической кабине. Дорабатывались аппаратура для сбора информации о состоянии животных и окружающей среды, а также киносъемочная аппаратура для регистрации поведения животных в условиях полета.

В процессе тренировочных экспериментов с животными в головной части ракеты и доводки регистрирующей аппаратуры и установок, обеспечивающих необходимые условия для жизнедеятельности животных в кабине малого объема, обсуждались результаты экспериментов в коллективе, возглавляемом мной, и в коллективе испытателей-конструкторов, возглавляемом С.П.Королевым.

Всегда в этих обсуждениях принимали участие В.П.Бармин, Н.А.Пилюгин, К.Д.Бушуев, я и многие руководители. Их советы были полезными и конструктивными, так как при коллегиальном обсуждении можно было найти наиболее оптимальные решения для успешного осуществления предстоящего ракетного полета животных.

1.2. Первый этап научных исследований при полете животных на ракетах Р-2А

В повседневной целеустремленной работе пролетела зима 1950-1951 года, наступило лето. Незаметно прошло и лето. На исходе его началась подготовка экспедиции на полигон. В июле-августе 1951 года коллектив научных сотрудников и инженеров, возглавляемый мной, и коллектив конструкторов, инженеров и рабочих, возглавляемый Сергеем Павловичем, сосредоточились на полигоне. Началось опробование всех систем ракеты и ее головной части по строгому графику испытаний. Четкости и организованности испытаний немало способствовали усилия испытателей под руководством Александра Григорьевича Мрыкина и, безусловно, обаяние и тактичность председателя комиссии по испытаниям академика Анатолия Аркадьевича Благонравова.

Дружеская и теплая обстановка в коллективе научных работников, конструкторов, испытателей, инженеров и рабочих, взаимовыручка и поддержка обеспечили успех выполнения программ испытаний и исследований при подготовке к ракетному полету животных. Прибытие экспедиции медицинских научных работников, конструкторов, инженеров и рабочих, участвующих в подготовке ракетного полета животных, вызвало живой интерес у работников полигона. Особым вниманием пользовались четвероногие космонавты. Животные и лаборатория экспедиции разместились в большом монтажном корпусе, где для собак было выделено специальное помещение. Общее руководство службами полигона и обеспечение испытаний осуществляли Александр Григорьевич Мрыкин и Николай Николаевич Смирницкий. От Министерства обороны СССР нам помогал Юрий Александрович Мозжорин, Керим Алиевич Керимов и другие. Непосредственно на местах о нас заботились работники полигона Андрей Григорьевич Карась и Александр Иванович Носов. Вся работа велась строго по графику, утвержденному Сергеем Павловичем Королевым. Была создана также Государственная комиссия под председательством академика Анатолия Аркадьевича Благонравова. Для организации поисков после приземления ракеты и транспортных нужд нам была придана воинская авиационная часть.

Каждый день прибывали новые медики, конструкторы, инженеры и рабочие. Чувствовалось по всему, что готовится небывалое событие. Все коллективы работали с подъемом.

В монтажно-испытательном корпусе наше хозяйство отделялось от участка монтажа сетками. Через сетки видны были собаки, которые ничуть не смущались в необычной обстановке. И солидные взрослые работники полигона, и прибывшие сюда в командировку одолевали нас, как дети. Их интерес к собакам, закармливание приняли такие размеры, что пришлось вывешивать специальный приказ, запрещающий беспокоить животных.

На полигоне тренировки шли по графику. Регистрировались фоновые показатели. За нашей работой и полученными результатами пристально следили Анатолий Аркадьевич Благонраков и другие члены Государственной комиссии, Валентин Петрович Глушко, Николай Алексеевич Пилюгин, Александр Григорьевич Мрыкин. Они прямо в лаборатории проводили обсуждение результатов

испытаний. Тут же устранялись выявленные недочеты, намечались программы на следующие дни. Часто приезжал Сергей Павлович Королев, обязательно присутствовал на наших испытаниях, спрашивал — когда же?

Вопрос этот витал в воздухе, и на одном из обсуждений были определены сроки первых стартов. Программа предусматривала шесть пусков ракет до высоты 100 километров с животными на борту в течение июля, августа и сентября 1951 года. Устанавливался распорядок, строго обязательный для всех. Каждый сотрудник знал свое место и обязанности в предпусковой период, во время пуска и поисков приземлившейся головной части ракеты с животными, при вскрытии герметической кабины и в момент доставки животных и научного материала в лабораторию монтажно-испытательного корпуса полигона.

На предпусковом заседании Государственной комиссии я рассказал об уникальности эксперимента и просил еще раз не допускать на место приземления никого, кроме сотрудников, к которым собаки привыкли. Со мной все согласились.



Модифицированная ракета Р-2А (В2) перед стартом
(1951 г.)

Не могу не сказать здесь об академике Анатолии Аркадьевиче Благонравове. Генерал-лейтенант, дважды Герой Социалистического Труда, выдающийся ученый в области артиллерии, он был обаятельным мягким человеком, который умел слушать, уважать мнение других. Прежде чем принять решение о пуске, председатель Государственной комиссии выслушивал мнения представителей смежных наук, опрашивал геофизиков, несколько раз теребил меня: «Ну, как, все взвесили? Не торопитесь, лучше задержать пуск на день-два». Работая неторопливо, интеллигентно, мягко, он, тем не менее, смог очень четко организовать работу на всех этапах.

Наконец день пуска был определен решением Государственной комиссии. Накануне одноступенчатую ракету вывезли на стартовую площадку и установили вертикально на пусковом столе. Вокруг нее хлопотали специалисты.

Завтра, в день пуска, мы привезем сюда своих животных. Но кому из четвероногих друзей поручить первый полет? Сходимся во мнении, что первыми в космос отправятся Дезик и Цыган, продемонстрировавшие спокойствие и выносливость во всех испытаниях.

Надо сказать, что на полигоне нам завидовали, потому что Сергей Павлович больше всего времени уделял нашей группе. Чтобы мы были к нему еще ближе, он распорядился прикрепить нас к столовой, где кормили высшее начальство. За стол обычно садился с нами и сразу: «Как дела, что нового?» Я поражался, как все сведения он умел подвести к полету человека.

Очень любил Королев собак. Постоянно расспрашивал об их самочувствии, а приходя в лабораторию, ласково трепал их, гладил. На полигоне было жарко, собаки пили много воды. В обязанности солдат, охраняющих вольеры, входило обеспечение животных водой. Однажды, проходя мимо, Сергей Павлович увидел, что миски пустые. Он страшно рассердился, приказал посадить «на губу» нерадивого солдата, а сюда подобрать такого, который любит животных.

В столовой во время обеда я сообщил Сергею Павловичу, что завтра полетят Дезик и Цыган, на которых мы очень надеемся. Он молча кивнул головой.

Раннее утро 22 июля 1951 года. Солнце еще не взошло. Столь раннее время старта объясняется тем, что перед восходом воздух особенно чист, наблюдение и ведение ракеты осуществляется легче. Тогда еще не было средств ведения, поэтому важно было, чтобы солнце из-за горизонта освещало ракету. Члены Государственной комиссии и руководители эксперимента незадолго до этого посетили виварий, чтобы увидеть подготовленных к полету, отделенных от других собак Дезика и Цыгана. Наблюдаем, как полным ходом идут последние предпусковые приготовления. Люди трудятся на площадке с «трех часов ночи. Ракета, окрашенная в белый цвет, подсвечивается прожекторами. Волнующее, незабываемое зрелище! Сколько запусков пришлось мне пережить, а ничто не может сравниться с тем, первым.

Дезик и Цыган накормлены легкими, но калорийными продуктами: тушеным мясом, хлебом, молоком. Они свободно чувствуют себя в одежде, оснащенной датчиками. Регистрируется частота их пульса и дыхания. Полностью экипированные, зафиксированные в лотках животные ведут себя спокойно. Молодцы Дезик и Цыган, не зря целый год тренировались!

За час до старта я с механиком Воронковым поднимаюсь по лестнице на верхнюю площадку ракеты, напротив входного люка герметической кабины. Проверяем оборудование. Затем принимаем Дезика и Цыгана на лотках, устанавливаем их на свои места, закрепляем специальными замками. Подсоединяем все разъемы от датчиков на собаках к бортовой системе передачи информации. Заключительная операция на верхнем мостике ракеты — включение регенерационной установки и задраивание люка. Не удержался я: перед тем как закрыть крышку, поласкал собак и, будто они могли понять, пожелал им вернуться с победой.

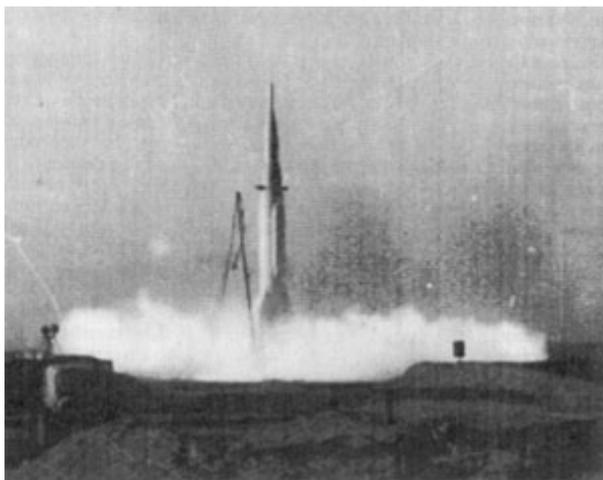
Может возникнуть вопрос, почему я лично занимался всеми этими операциями наверху, перед стартом. Это было вменено мне в обязанность по требованию Сергея Павловича. По его предложению в решении Государственной комиссии было записано: «Окончательное оснащение и проверка перед стартом возложены лично на Яздовского В.И.». Сергей Павлович не раз говорил, что доверяет мне: «А вдруг он чужих рук не послушается? Нет, я человек суеверный, полезай сам!» Приходилось часа полтора до старта, пристегнувшись ремнями, выполнять все операции самому. Мне это было понятно: мы сами всегда стремились своими руками проверить, прощупать каждый замок не потому, что не доверяли другим, просто так спокойнее.

Спустились мы с Воронковым с верхней площадки, я доложил Королеву, что все в порядке. Он молча обнял меня и предложил всем пройти в блиндаж. До пуска 20 минут. Моим коллегам-медикам очень хочется увидеть старт, услышать гул двигателя, и мы залегли в капониры, оставшиеся здесь со времен Великой Отечественной войны. Минут за семь до появления солнечного диска над горизонтом включается двигатель ракеты, она окутывается морем огня и дыма и, наконец,

отрывается от пускового стола. И вот уже маленькой звездочкой мчится в лучах восходящего солнца, несет в неизвестные дали наших питомцев. Что ждет их там?

Утро занималось тихое, ясное — казалось, природа к чему-то прислушивается, чего-то ждет. А уж как ждали мы! Академик С.А.Христианович опять скептически заметил, что вряд ли животные выдержат. Но я почему-то был уверен в успехе.

Минут через десять-пятнадцать после старта на горизонте показался белоснежный парашют, на котором спускалась головная часть ракеты. Все, кто увидел его, бросились к месту возможного приземления. В один миг были забыты все мои просьбы и увещания! Увидеть первопроходцев космоса хотели все. Счастливики, первыми достигшие кабины, уже смотрели через иллюминатор. Слышны были их громкие крики: «Живые, живые!»



Старт ракеты (модификация ракеты Р-2А (В2))
(1951 г.)

Виталий Иванович Попов и Александр Дмитриевич Серяпин открыли люк, отсоединили штекеры датчиков, выключили систему регенерации воздуха и вытащили животных на лотках из кабины. Когда их раздели, Дезик и Цыган стали бегать, прыгать, ласкаться к своим экспериментаторам, явно игнорируя всех остальных. Весь их вид выражал довольство, хвосты работали не переставая, и вслед за «хозяевами» они пошли к автомашинам и уселись на свои места.

Кавалькада машин, минуя пусковую площадку, направилась к монтажному корпусу. Дезика и Цыгана сразу же тщательно обследовали. Никаких сдвигов в физиологическом состоянии у животных не нашли. Встречаясь друг с другом, сотрудники разных служб передавали из уст в уста: у собак все нормально! Но еще в течение нескольких дней к их вольеру было настоящее паломничество: каждый хотел своими глазами посмотреть на первых космонавтов.

Анализ данных полета убедил нас, что надо продолжать эксперимент ради накопления научных данных, ради статистической достоверности материала. Но уже легче было убеждать скептиков, уже увереннее звучали слова «космос», «космическая биология». Примерно в это же время в США на ракете «Аэроби» весом 60 кг на высоту до 70 км были запущены 3 особи белых мышей с аппаратурой, обеспечивающей их жизнедеятельность и способной регистрировать отдельные моменты поведения животных в полете. Мы почувствовали себя намного увереннее, намного ближе к главному старту, о котором мечтали все.

Радость Сергея Павловича и всех других исследователей и инженеров после первого полета четвероногих космонавтов искала какого-то выхода. И вот он дает команду: всем собираться на рыбалку! Обещана уха с пивом. Выехали на рассвете на машинах человек двести. Часам, к одиннадцати утра наловили не один десяток килограммов. Королев, как мальчишка, помолодевший, веселый, азартно рыбачил, давал поварам указания, как приготовить отменную уху. Подвезли две бочки пива. Расположились прямо на берегу речки Солянки. Обед получился знатный. Отдохнувшие,

снявшие колоссальное напряжение предпусковых дней и ночей люди благодарили Сергея Павловича, преподнесшего им такой подарок.

Между тем подготовка ко второму пуску шла полным ходом. Лететь должны были тот же Дезик и Лиса. Заманчиво было получить информацию от Дезика второй раз. Остаются ли в организме следовые реакции на напряжения, имевшие место в первом полете? Проявляется ли в организме животного состояние, когда патологические сдвиги накапливаются в количественном и качественном отношении, иными словами — не кумулируются ли болезненные состояния?

В экспериментах и тренировках была подтверждена готовность к полету Дезика и Лисы, их фоновые показатели удовлетворяли нас. Подготовка шла гладко, без изменений. Аппаратура работала нормально. Распорядок и программа второго полета ничем не отличались от предыдущего. 29 июля 1951 года предстояло повторить эксперимент, прокладывавший дорогу в космос человеку.



На месте приземления первых четвероногих космонавтов.
На снимке (слева направо): В.И.Яздовский, С.А.Христианович, И.Ф.Тевосян,
С.П.Королев, Н.А.Лобанов, А.А.Благодрагов, В.И.Вознюк.
С животными: В.И.Попов, А.Д.Серяпин
(1951 г.)

Подготовка к полету была закончена за час двадцать минут до старта. Снова я завинтил крышку люка на верхней площадке, доложил Королеву о готовности. Вместе с Покровским и Серяпиным мы укрылись в капонире и стали ждать старта. Как и в первый раз, все шло точно по графику.

На восемнадцатой минуте после пуска мы рассчитывали увидеть парашют. Но его все не было. Самолетам была дана команда начать поиск приземлившейся головной части ракеты с животными. В поиск включилась и команда на автомашинах. Примерно через полчаса с одного из самолетов получили сигнал, что кабина обнаружена, и координаты места приземления. Автомашины с научными сотрудниками направились туда.

Оказалось, что головная часть ракеты падала свободно, а парашют остался нераскрытым в контейнере. Ударившись о землю, кабина разрушилась и животные погибли. Но информацию с автономных самописцев и пленку мы получили, так как они находились в бронекассетах.

Комиссия по расследованию причин гибели животных пришла к заключению, что вибрации привели к нарушению нормальной работы барореле — специального прибора, обеспечивающего ввод парашютной системы. Надежность остальных агрегатов и система подготовки животных сомнений не вызывали. Понимая, что без отдельных неудач в таком большом, сложном новом деле обойтись

трудно, комиссия рекомендовала устранить дефекты в конструкции барореле, чтобы перейти к следующему этапу.

Цыгана решено было больше в полет не посылать, а сохранить для исследования отдаленных результатов космического путешествия. До самой смерти жил Цыган у академика Благодрава дома, и никаких отдаленных патологических изменений у него не отмечали.

В качестве новых космонавтов выбрали Мишку и Чижика. Полет назначили на 15 августа 1951 года. Ночью исследователи с животными и аппаратурой перебазировались из монтажного корпуса на пусковую площадку. Внимательно и четко проделали мы все операции. Собаки вели себя спокойно, верилось, что расстанемся ненадолго. Когда через 18 минут после старта на горизонте показался парашют, из нашего капонира раздалось мощное «ура!» Несмотря на запреты, само же начальство в первую очередь устремилось к месту приземления: всем не терпелось убедиться, что полет удался.

Собаки, освобожденные от одежды и датчиков, вели себя так, будто не пережили только что огромных перегрузок. Активные, ласковые Мишка и Чижик заняли свои места в машине, а их поведение в виварии не отличалось от обычного. Животные пользовались всеобщей любовью, ведь их полет ободрил всех, вселил надежду.

Кандидатами для четвертого полета стали Смелый и Рыжик, прошедшие полный курс подготовки в лаборатории в Москве. Здесь предстояло приучить их к герметической кабине, чтобы снять возможные напряжения, возникающие в необычной обстановке. Как правило, кандидатов в полет содержат отдельно и выводят на прогулку с осторожностью, чтобы другие животные их не травмировали. Точно так обстояло дело с Рыжиком и Смелым.

И вот 17 августа днем Смелый во время прогулки сорвался с поводка и убежал в степь. Что встретится ему в степи? Не потеряем ли мы оттренированное животное? Опасения росли, потому что найти Смелого не удавалось. Стемнело. Мы приуныли: не ожидали такого сюрприза. Ведь собаки подбираются по парам, у них тоже есть психологическая совместимость, важно, чтобы они дружили. Кем заменить Смелого? Хорошо, что Рыжик был спокойный, со всеми уживался. Кого дать ему в пару?

Решили на следующий день, 18 августа, подобрать пару Рыжику, а про побег Смелого пока никому ничего не говорить. Велико же было наше изумление, когда утром мы увидели Смелого, который с виноватым видом стал ласкаться к экспериментаторам. Сразу же поместили обеих собак в герметическую кабину. Надо было определить, не растерял ли Смелый за время путешествия в степи необходимые навыки. Обследование показало, что физиологическое состояние собаки не изменилось, рефлексии сохранились.

Четвертый старт состоялся 19 августа 1951 года. Утро снова было как по заказу: тихое, солнечное. Но оно стало еще прекраснее, когда мы увидели парашют. На месте приземления было все нормально. Смелый, чувствуя свою вину, вел себя дисциплинированно и больше не убежал в степь. При самом тщательном обследовании нарушений в поведении и состоянии здоровья «космонавтов» не обнаружили.

У нас накапливались многочисленные данные, на основе которых можно было составлять программу для тренировки и полета человека. Оставались два пуска из запланированных шести, а картина уже была ясна.

В пятый полет отправлялись Мишка и Чижик, которых можно было назвать «ветеранами космоса». Повторное пребывание в герметической кабине не вызвало у них никаких отрицательных реакций. Они охотно участвовали в эксперименте, всем своим видом показывая, что условия полета вполне переносимы. Иначе разве шли бы они с удовольствием в кабину?

Пятый полет был назначен на 28 августа 1951 года. Для поддержания давления в кабине устанавливаем пружинный автоматический регулятор давления. Помним, что Королев требует постоянного усложнения экспериментов, чтобы приблизить полет человека. Регулятор прошел наземные испытания с отличной оценкой. Как он поведет себя в космосе? Механизм его действия основан на следующем. При повышении давления в кабине игла регулятора отжимается и открывает отверстие в стенке кабины. Избыток газовой смеси выходит в открытое космическое пространство. При нормализации давления игла перекрывает отверстие в стенке кабины.

Старт и приземление прошли как обычно, по разработанной программе, но, вскрыв люк, мы обнаружили, что собаки погибли. В чем дело? Анализ обстоятельств гибели животных показал, что игла-регулятор давления не перекрыла отверстие в стенке кабины, произошла разгерметизация и животные погибли от недостатка кислорода. Обратный ход иглы при вибрациях оказался недостаточно надежным. Но информация эта, несмотря на неудачу, представлялась ученым очень ценной. Конструкторы убедились, что пока придется отказаться от регулятора давления. При подготовке шестого полета, вместо регулятора в стенке кабины просверлили отверстие, диаметр которого был точно рассчитан на стравливание газовой смеси при избыточном давлении.

Завершающий пуск на первом этапе ракетных полетов — 3 сентября 1951 года. «Космонавтами» назначены Непутевый и Рожок. Накануне проведена последняя тренировка животных, сняты фоновые показатели физиологических функций. Перед выездом на стартовую площадку я прошу привести собак. Чувствую какое-то волнение среди сотрудников, беготню. Что случилось? Рожок исчез! Клетка закрыта, Непутевый на месте, а Рожка нет. Времени для поисков тоже нет: пора отправляться на полигон. Службы уже готовят ракету к пуску. Через 2 часа мы должны поместить собак в кабину, задрать люк, доложить о готовности. Вот так фокус!

Неожиданно возникла мысль взять неподготовленную собаку. Около столовой всегда можно найти бездомных дворняг. Прошу подыскать среди них собаку, подходящую по массе, спокойную, светлой масти. Выбираем такую собаку из нескольких, сообщая даем ей имя ЗИБ — запасной исчезнувшего Бобика. В суматохе даже не разобрались, что ЗИБ, в сущности, щенок — это выяснилось после полета.

На полигон прибыли без опоздания, в срок уложились со всей программой. Докладывая Сергею Павловичу о готовности, я слукавил: не упомянул о замене Рожка ЗИБом. Не хотелось иметь лишних разговоров, нервозности. Но приземления ждал с нетерпением и беспокойством: как он там, запасной исчезнувшего Бобика?

Наверное, ни одна собака не доставила нам столько радости, сколько этот самый ЗИБ. Он перенес путешествие замечательно! То, что в космос слетала неподготовленная собака, щенок, и хорошо перенесла все факторы полета, представляло значительный интерес для науки, укрепляло наши позиции.

Потом, когда Сергею Павловичу стало известно о нашей «подтасовке», он совсем не рассердился, а сказал с теплотой в голосе: «Да на наших кораблях в космос скоро будут летать по профсоюзным путевкам — на отдых!» Этот мотив в разных вариантах я слышал от него много раз.

Жили мы на полигоне в вагончиках, вечерами ходили друг к другу в гости. Сергей Павлович нас, как я уже говорил, любил особой любовью, поэтому часто приглашал к себе. В его вагончике всегда был коньяк — сам не пил, но на стол выставлял. В один из таких вечеров, после завершения программы, Сергей Павлович нарисовал нам (со мной был Александр Серяпин) красочную картину: «Представьте, — говорит, — себе, что через десяток-другой лет на берегу Волги выстроен космодром. И люди с него запросто, как на электричке за город, отправляются в космос. По путевке — на Венеру. И вы оба, с женами и детьми, летите в отпуск на Марс! И не заметите старичка у кассы в уголке. А это буду я».

Да, можно было мечтать, шутить, смеяться, потому что на душе — радость от удавшегося дела. И гордость: впервые в истории человечества советские люди приблизили самые невероятные вымыслы фантастов.

Первые полеты собак на ракетах стали реальным шагом на пути освоения космоса. В числе отмеченных Государственными премиями я с удовлетворением прочел кроме своего имени имена моих дорогих коллег Алексея Покровского, Виталия Попова, Александра Серяпина.

Летным экспериментам с полетом животных на ракетах Р-2А предшествовали эксперименты в барокамере, при испытаниях на самолетах со сбросом головной части ракеты и испытания парашютной системы кабины животных. Прошедшие успешно испытания позволили надеяться на положительные результаты полетов ракет с животными.

Всего по программе первой серии экспериментов было проведено 6 пусков ракет Р-2А с животными и со всем комплексом научной аппаратуры. Исследования были выполнены на 9 животных, из которых 3 животных побывали в полете дважды. Из 6 пусков ракет 2 полета закончились гибелью животных из-за конструктивных недоработок отдельных элементов ракетной системы.

У животных, которые отправлялись в полет на ракете второй раз, никаких следовых явлений от первого полета на ракете выявить не удалось. Поведение животных перед полетом было обычным.

Максимальная высота полета ракеты составляла 100,8 км, максимальная скорость полета — 4212 км/ч, перегрузки достигали 5,5 ед. Содержание углекислоты, кислорода в воздухе герметической кабины было в пределах заданных величин. Температура воздуха в герметических кабинах в полете была, несколько выше расчетных величин и находилась в зависимости от высокой температуры окружающего воздуха на Земле перед стартом ракеты.

Поведение животных в полете, состояние их отдельных физиологических функций существенным образом не отличались от исходных. Имевшие место отклонения были обусловлены высокой температурой воздуха перед стартом ракет и тряской при свободном падении головной части. Эти отклонения в поведении животных находились в допустимых физиологических пределах. Отклонения от нормального поведения и патологические изменения в состоянии физиологических функций животных после полета и в последующие дни и месяцы не отмечались. Выработанные ранее условные рефлексы у животных после полета сохранялись в полном объеме.

В то лето погибли 4 собаки. Несовершенство техники погубило их. Жалко: хорошие, славные псы, прошедшие полную тренировку. Погибая, собаки спасали человеческие жизни. Ведь недаром академик И.И.Павлов поставил им памятник. Тем, которые погибали в его лаборатории, и этим разведчикам космоса. Эксперименты на животных завершили первый этап изучения возможности полета человека на ракете. В результате проведенных исследований на первом этапе:

— впервые был решен вопрос выживаемости и жизнедеятельности животных в герметической кабине малого объема при полете на ракете до высоты 100,8 км и скорости до 4212 км/ч;

— герметическая кабина малого объема с системой регенерации воздуха обеспечила жизненно необходимые условия в полете на ракете для пребывания 2 собак в течение 3 часов. Содержание кислорода в воздухе кабины колебалось от 21 до 46%, а углекислоты — до 1,5%;

— факторы внешней среды, имевшие место в полете на ракете, были в пределах величин, нормально переносимых животными;

— в поведении, общем состоянии и в состоянии отдельных физиологических функций животных в полете на ракете, после полета и в последующее время расстройств не наблюдалось;

— разработанные и примененные кинографический и осциллографический методы дали возможность в условиях полета ракеты зарегистрировать частоту и глубину дыхания, кожную температуру, общее состояние и поведение животных, а также факторы внешней среды;

— система спасения головной части ракеты обеспечивала (в случае ввода ее) надежный спуск и приземление животных и приборов.

После проведения первого этапа исследований возможность полета на ракете в верхние слои атмосферы стала более реальной.

Предстояло еще решить целый ряд вопросов:

- 1) как обеспечить сохранение жизни при условии разгерметизации кабины на большой высоте;
- 2) как обеспечить спасение в полете в случае неотделения головной части — герметической кабины от корпуса ракеты;
- 3) как обеспечить спасение в случае аварийной ситуации в полете при различных скоростях полета;
- 4) каково будет влияние внешней среды на живой организм при более длительном пребывании на высоте.

Необходимо было приступить к углубленным исследованиям влияния невесомости, ускорений, космических лучей и других факторов полета на организм животных.

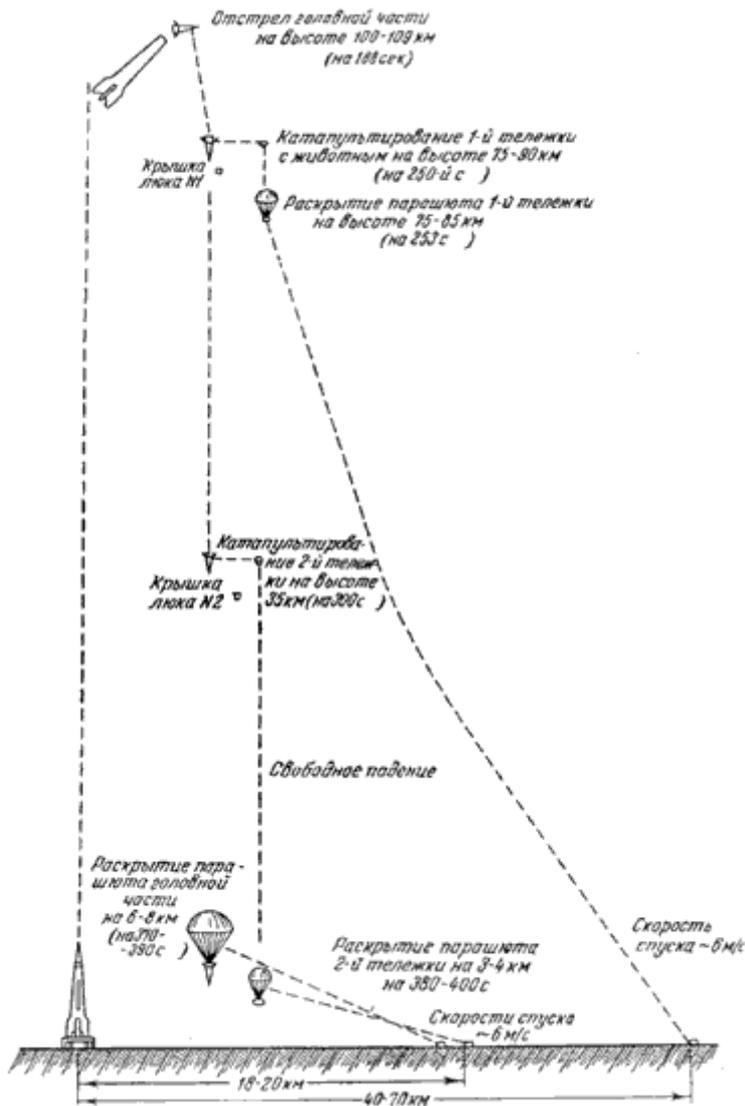
Были проработаны и рассмотрены конструктивные предложения по обеспечению исследований второго этапа полета на ракете с целью получения ответов на поставленные выше вопросы. Остановились на одном предложении, излагаемом ниже.

Исследования второго этапа решено было проводить на ракете Р-2А, отсек для размещения двух животных и оборудования выделялся тех же размеров, т.е. 0,28 м³. Коль скоро для целей исследования мы считали необходимым на определенных высотах покинуть головную часть ракеты, то отсек решили изготавливать негерметическим.

Таким образом, в задачи исследований на втором этапе входило:

- изучить выживаемость и жизнедеятельность животных при полете на ракете и катапультировании из нее;
- приступить к изучению влияния более длительного состояния невесомости, космических лучей и других факторов среды на организм животных;
- изучить возможность обеспечения безопасности полета и создания жизненно необходимых условий животным при помощи безмасочных скафандров;
- изучить возможность покидания ракеты животными в скафандрах при максимальных скоростях и на максимальных высотах полета ракеты;
- испытать безмасочные скафандры при воздействии всех факторов внешней среды на высотах до 110 км — вакуум, космические лучи, корпускулярное, ультрафиолетовое излучения, метеориты и т.д.;
- испытать всю регистрирующую аппаратуру в полете на ракете, при катапультировании из нее, свободном падении и т.д.;

— испытать парашюты для обеспечения безопасного спуска и приземления на различных высотах и скоростях полета.



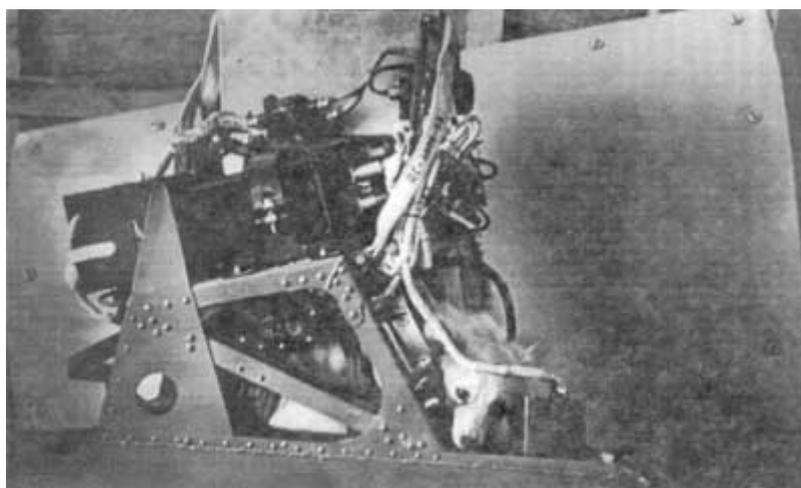
Общая схема полета животных в скафандрах на ракете с последующим катапультированием и приземлением (1954 г.)

Катапультиные тележки со скафандрами разрабатывались и изготавливались по нашему техническому заданию на заводе «Звезда» при постоянных консультациях и совместной работе конструкторов, инженеров и научных работников под моим руководством. Разработка и изготовление проводились Александром Бойко, Николаем Рассказовым под руководством Семена Михайловича Алексева.

Разработку головной части ракеты Р-2А, но уже в негерметическом варианте с размещением в ней 2 катапультиных тележек и оптической системы с аппаратом для аэросъемки и бронированной кассетой на 120 м фотопленки выполняла группа конструкторов под руководством Григория Григорьевича Болдырева и Александра Матвеевича Петряхина. Вся регистрирующая аппаратура тележки разрабатывалась под руководством Р.Г.Грюнталя, а тележки со всем оборудованием — под руководством С.М.Алексева, А.М.Бахрамова, А.И.Бойко. С успехом выполнены разработка, изготовление и заводские испытания всего оборудования. Кроме того, для предполетных испытаний в ОКБ Сергея Павловича Королева и на космодроме был изготовлен и смонтирован специальный стенд с тросовыми приводами. На этих установках каждая катапультиная тележка с полной экипировкой проходила огневые испытания с отстрелом люков, катапультиных тележек с животными и приборами с регистрацией всех физических и биологических показателей. Только после подобных испытаний тележка со всем оборудованием могла использоваться в полетах животных на ракете.

Кроме того, каждая катапультная тележка, оснащенная парашютом, приборами, животным в скафандре, поднималась на самолете до заданной высоты и сбрасывалась в воздушный поток с автоматическим вводом парашютной системы тележки. Все испытания по полной программе прошли все катапультные тележки на предстоящие девять пусков ракет Р-2А. Учитывая большую сложность предстоящих экспериментов, любой отказ в работе установки или системы тщательно анализировался и принимались меры к устранению выявленного дефекта. После этого проводились повторные испытания с отстрелом тележек с приборами и экипировкой. И только после успешного прохождения испытания проводился допуск тележки со всем оборудованием к летным экспериментам с животными. Мы совместно с организацией Сергея Павловича проработали разные варианты проведения очень сложных биологических экспериментов по программе второго этапа.

Мы считали, что покинуть ракету в случае необходимости на восходящей ветви траектории ее полета не представляет трудности, так как полет ракеты на этом участке является полетом стабилизированным.



Вид катапультируемой тележки с животным слева
(1954 г.)

Исходя из этого было сочтено необходимым провести исследование возможности покидания головной части ракеты путем катапультирования на нисходящей ветви траектории полета. В полете на максимальной высоте 100-110 км головная часть отделялась от корпуса ракеты на 188-й секунде после старта. Затем головная часть переходила в режим нестабилизированного свободного падения, вращаясь, иногда входя в плоский штопор. Поэтому и представляло значительный интерес изучить возможность катапультирования животного с приборами из нестабилизированной свободно падающей головной части ракеты.

На 247-й секунде от момента старта на ракете открывалась пневматическим устройством крышка правого люка, на 250-й секунде на высоте 80-90 км катапультировалась из головной части правая тележка с животным и приборами и сразу же принудительно вводилась в действие парашютная система правой катапультной тележки, обеспечивающая спуск. Проведенные три спуска ракет заставили отказаться от открытия и закрытия крышек люков на высоте и перейти на отстрел крышек люков при помощи пироустройств (взрывных болтов), отказаться также от принудительного ввода парашютной системы тележки тотчас же после катапультирования, а производить небольшую затяжку и вводить парашютную систему от автомата. Пришлось также увеличить начальную скорость отстрела катапультной тележки. Этим была повышена надежность ввода парашютной системы катапультных тележек и уменьшена возможность запутывания и обрыва строп самого парашюта тележки выступающими элементами головной части ракеты.

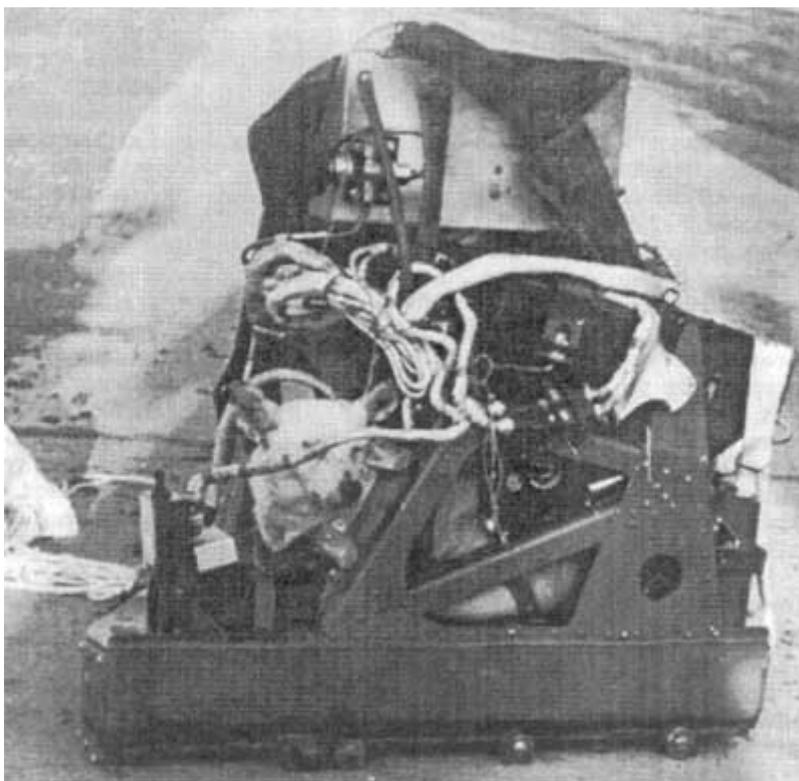
Уже в последующих пусках на ракетах парашют правой тележки вводился через 3 с после катапультирования из головной части и дальше тележка с животным в скафандре и аппаратурой спускалась с высоты 75-85 км в течение 50-65 мин до Земли, подвергаясь непосредственному

воздействию всех факторов внешней среды в верхних слоях атмосферы. Скорость, на которой производился выброс тележки из головной части, была равна 703-724 м/с, или 2531-2606 км/ч. Это соответствовало 250-й секунде от начала старта.

Головная часть ракеты, освободившись от правой тележки, продолжала, вращаясь, свободно падать, и на высоте 35-50 км при скорости 1020-1148 м/с (3672-4133 км/ч) на 298-й секунде производилось катапультирование левой тележки с животным в скафандре и с аппаратурой. Крышка левого люка отстреливалась на 295-й секунде. Парашютная система левой катапультируемой тележки сразу не вводилась. Введение парашюта на такой скорости вызвало бы разрушение парашюта вследствие высокой температуры торможения. Левая катапультируемая тележка с животным и аппаратурой свободно падала до высоты 3800-4000 м, где при помощи автомата вводилась парашютная система, обеспечивающая спуск и приземление левой тележки.

Обеспечение безопасности полета и создание необходимых условий животным в процессе полета на ракете с последующим их катапультированием из кабины и свободным парашютированием с большой высоты требовали разработки совершенно новых средств спасения и иного оборудования для поддержания жизни животных. Лучше всего для этих целей подходили специально разработанные скафандры.

В летной практике обычно используют вентиляционный скафандр с кислородной маской. Его применение для обеспечения жизни животного сопряжено с риском и некоторыми неудобствами. Дело в том, что в процессе полета и особенно катапультирования и при свободном парашютировании кислородная маска может быть смещена или просто сорвана животными. Кроме того, использование маски значительно ухудшило бы кино съемку поведения животных в полете.



Вид катапультируемой тележки справа
(1954 г.)

В процессе работы был создан и использован специальный вентиляционный скафандр для животного без кислородной маски. В скафандре были предусмотрены съемный шлем, система кислородного питания и выдвижной лоток. Скафандр изготовлялся из трехслойной прорезиненной ткани и представлял собой герметический мешок с двумя глухими «рукавами» для передних лап животного. На его верхне-задней поверхности был сделан специальный распах и «аппендикс», обеспечивающие

помещение и фиксацию животного внутри скафандра. На ниже-боковой поверхности внутренней стороны скафандра крепились четыре ремня для фиксации животного. Аналогичного типа ремни располагались и с внешней стороны оболочки скафандра. С их помощью проводилось крепление скафандра к выдвижному лотку.

Шлем скафандра имел шарообразную форму и, будучи выполнен из плексигласа, обеспечивал возможность кино съемки животного в полете. В ниже-боковой части шлема располагался очень маленький люк диаметром 25 мм, который автоматически открывался на высоте 4000 м при снижении животного на парашюте и обеспечивал возможность поступления атмосферного воздуха животному для дыхания в скафандре после израсходования запаса кислорода.

Система кислородного питания скафандра состояла из 3 двухлитровых баллонов, заполненных кислородом при давлении 150 атм. Запас кислорода 900 литров был достаточен для пребывания животного в скафандре в течение 2-2,5 часа при вентиляции скафандра 6 л/мин. Допустимая утечка из скафандра составляла не более 2,5 л/мин.

Ввиду того, что непрерывное поступление кислорода в скафандр могло вызвать избыточное повышение давления в скафандре, в его оболочку были вмонтированы специальные автоматические регуляторы абсолютного и избыточного давления в процессе полета на высоте свыше 4350 м, которые поддерживали постоянное рабочее давление в скафандре 440 мм рт.ст. Запас прочности скафандра при данном давлении составлял не менее 2,5-3.

Скафандр закреплялся на выдвижном лотке и вставлялся во внутреннюю часть специально сконструированной тележки. С помощью катапультной тележки обеспечивалось катапультирование животных из кабины ракеты.

Катапультная тележка представляла собой сварную кассету из стали. Комплект из двух тележек по форме и размерам в основном соответствовал специально выделенному отсеку в головной части ракеты объемом 0,28м³.

Конструкция тележки обеспечивала возможность крепления на ней кислородной аппаратуры скафандра, парашютной системы и всей аппаратуры для регистрации физиологических функций в полете.

Парашютная система предназначалась для спасения животного после его катапультирования на высоте. Она состояла из парашютов и парашютных автоматов, укладываемых с помощью специального ранца на боковой поверхности тележки.

В нижней части тележек размещался телескопический пиромеханизм катапультирования. Направляющие тележек имели 6 роликов, которые обеспечивали ее свободное движение по горизонтали в момент катапультирования.

В задней и верхней частях тележек располагалась аппаратура для регистрации физиологических функций животного в полете. Она состояла из специального усилителя, именуемого авиационным медицинским комплектом оптического самописца, и источника электрической энергии. Авиационный медицинский комплект был предназначен для регистрации основных физиологических функций животного: частоты дыхания, величины максимального и минимального артериального давления, частоты пульса, температуры тела либо температуры среды в скафандре. Конструктивно прибор представлял собой комплект малогабаритных датчиков с одним усилителем и автоматом давления.



Вид катапультируемой тележки спереди
(1954 г.)

Для регистрации частоты дыхания использовался угольный датчик, представлявший собой резиновую трубку длиной 150 мм, диаметром 5 мм, заполненную угольным порошком. Датчик крепился на грудной клетке животного. Он подсоединялся на одно из плеч измерительного моста сопротивлений, в диагональ которого включался гальванометр оптического самописца.

При дыхании движение грудной клетки животного вызывало изменение сопротивления угольного датчика. Возникающие при этом колебания силы тока регистрировались через гальванометр на ленте оптического самописца. Кривые записи позволяли судить о ритме и частоте дыхания.

Система приборов, обеспечивающая регистрацию величины артериального давления, состояла из манжеты, автомата давления и термо-анемометрического датчика осцилляции. Манжета представляла собой герметический резиновый мешочек размером 150 x 55 мм, заключенный во фланелевую оболочку. С помощью тесемок на оболочке манжета плотно крепилась на бедре животного. Во избежание смещения манжеты в период движения животного проводилось ее дополнительное тугое прибинтовывание к конечности с фиксацией бинта на туловище животного. Посредством резиновой трубки манжета соединялась с автоматом давления. Автомат был собран в виде отдельного блока и предназначался для автоматического создания и регистрации давления в манжете. Он включал в себя электромеханический датчик давления в виде мембранной коробки. При повышении давления в манжете возникали перемещения мембраны, которые посредством щетки, двигающейся по проволочному потенциометру, преобразовывались в электрические колебания. Реостат датчика являлся одним из плеч неравновесного моста сопротивлений, в диагональ которого включался гальванометр оптического самописца. Изменения сопротивления моста были пропорциональны изменению величины давления в манжете. Линейность датчика позволила проводить измерение величины давления в манжете с точностью $\pm 2,5$ мм рт.ст.

Ползунок реостата посредством концевых контактов управлял одновременно и работой автомата, подающего воздух в манжету. Это специальное устройство обеспечивало периодическое создание давления в манжете от 40 до 240 мм рт.ст. Цикл повышения давления до величины 240 мм рт.ст. продолжался в наземных условиях в течение 3-5 с, после чего начиналось медленное, в течение 40-45 с, понижение давления до 40 мм рт.ст. В этот момент автоматическое устройство вновь срабатывало, и начинался цикл повышения давления в манжете и т.д.

В герметическую систему трубопроводов, соединяющих манжету с автоматом давления, посредством тройника подсоединялся термоанемометрический датчик осцилляции. С помощью нагретых проволочных спиралей он преобразовывал пульсовые колебания воздуха в манжете в электрические колебания. Колебания воздуха в манжете направлялись на нагретую вольфрамовую спираль, которая изменяла температуру, а, следовательно, и свое сопротивление пропорционально колебаниям скорости воздуха, проходящего через датчик. Возникающие в связи с этим колебания электрического напряжения после соответствующего усиления подавались на гальванометр оптического самописца и записывались в виде кривой. Последняя характеризовала пульсовые осцилляции воздуха в манжете.



Скафандр для животных
(1954 г.)

Регистрация осцилляции артерии происходила в период понижения давления в манжете. Величины максимального и минимального артериального давления определялись по характеру осцилляции (форме, амплитуде) и величине давления в манжете. За максимальное артериальное давление принималось давление в манжете, соответствующее началу восстановления кровотока под манжетой, внешне характеризующееся резким увеличением амплитуды осцилляции. Минимальное артериальное давление определялось как давление в манжете, соответствующее прекращению обжима артерии манжетой, что проявлялось на записи резким уменьшением амплитуды осцилляции.

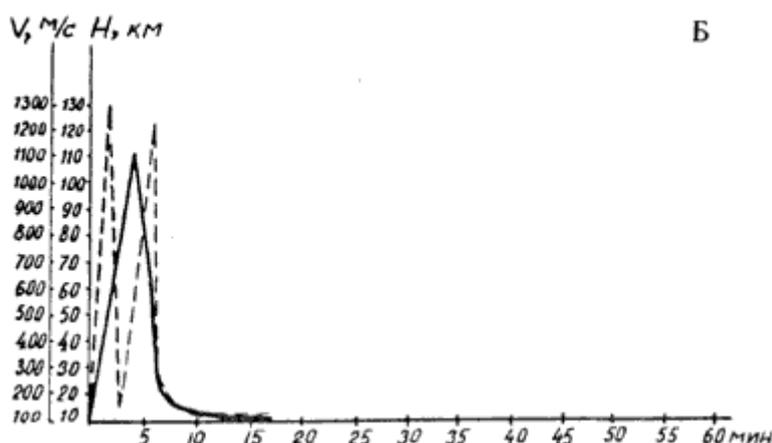
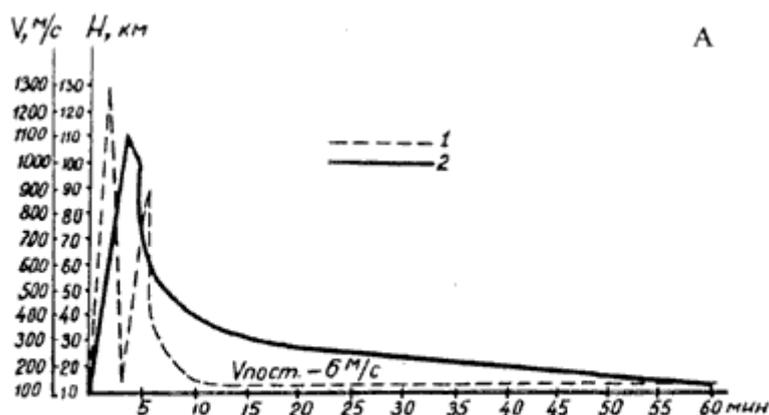
Для обеспечения точной расшифровки данных артериального давления в каждом исследовании проводилась предварительная тарировочная запись изменения давления в манжете с отметкой изменения давления по ртутному манометру через каждые 10 мм рт.ст.

Температура тела животного или температура воздуха в скафандре определялась с помощью термосопротивления, преобразующего колебания температуры в изменение тока. Датчик температуры являлся одним из плеч моста сопротивления, в диагональ которого включался гальванометр регистрирующего прибора. Датчик обеспечивал непрерывную регистрацию изменения температуры с точностью $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ в течение всего полета. Перед исследованиями датчик температуры тарировался в исследуемом диапазоне температур по ртутному термометру. Его тарировка проводилась при нагревании бензина в сосуде Дюара.

Кроме описанного метода регистрации на оптическом самописце была применена передача основных показателей физиологических функций по телеметрии с их регистрацией на наземной установке. В этих опытах передача показателей физиологических функций (артериального давления и дыхания) у 2 животных производилась непрерывно по 4 телеметрическим каналам. Величина давления в манжете, необходимая для определения кровяного давления, не регистрировалась по системе телеметрии. На пленке отмечались лишь моменты начала каждого цикла создания давления, по которому, пользуясь предварительной тарировкой автомата давления в лаборатории, можно было определить величину давления в манжете в каждый отрезок времени.

Отсек для животных имел объем $0,28 \text{ м}^3$. В нем размещались 2 катапультируемые тележки: правая (1), левая (2), аппарат для аэрокиносъемки, лампа подсвета с рефлектором, акселерограф для

регистрации перегрузок по осям x , y , z и телеметрические датчики давления и температуры. Внутренняя поверхность отсека была покрыта теплоизоляционным материалом. Для покидания животными отсека ракета имела 2 автоматически открывающихся либо отстреливаемых крышки люков. Размеры люков обеспечивали свободный выброс катапультных тележек из отсека. На крышках люков отсека размещались зеркала (18x24 см), позволяющие проводить отраженную киносъемку животных. Для крепления зеркал были сделаны специальные кронштейны с учетом необходимости регулировки их положения в 3 плоскостях.



Траектория и скорость полета правой (А) и левой (Б) катапультных тележек.
1 - скорость полета, м/с; 2 - высота полета, км
(1956 г.)

Барометрическое давление, парциальное давление кислорода, содержание углекислоты и влажность воздуха в отсеке поддерживались в заданных пределах. Требовалось, чтобы температура в отсеке не превышала 25°C . Электрические цепи аппаратуры отсека и аппаратуры катапультных тележек были разделены с таким расчетом, чтобы электрические цепи отсека катапультных тележек позволяли проводить проверку работы аппаратуры на ракете при ее вертикальном положении на пусковом столе. Аппарат для аэрокиносъемки с лампой подсвета и системой зеркал размещался в отсеке таким образом, чтобы обеспечивалась надежная киносъемка поведения животных в полете.

Работа всего оборудования и аппаратуры тщательно проверялась в специальных автономных испытаниях перед каждым пуском ракеты.

Исследования проводились на собаках массой 4-5 кг. Все животные в предполетный период находились под специальным надзором ветеринарного врача и были вполне здоровы. Для гашения рефлексов на обстановку каждое животное подвергалось тренировке с пребыванием в скафандре в фиксированном положении с укрепленными на нем датчиками.

Тренировка проводилась ежедневно в течение нескольких месяцев, с постепенным увеличением времени пребывания в скафандре. В работе использовались только те животные, которые в течение последних 7-10 дней тренировочного периода спокойно переносили 2-часовое пребывание в скафандре. Тренировка прекращалась за сутки до выезда на полигон и возобновлялась по прибытии на место испытаний.

Поведение собак в период пребывания в скафандре, а также состояние работы всего комплекса оборудования и аппаратуры тщательно изучали и проверяли в специальных комплексных испытаниях. Испытания проводились в наземных условиях за 2-3 дня перед каждым полетом с пробными катапультированиями тележек с животными из отсека головной части изделия соответственно условиям их катапультирования на высоте.

Таким образом, автономные и комплексные испытания являлись генеральной проверкой технической подготовленности аппаратуры и оборудования отсека к пуску и использовались одновременно для тренировки животных.

В день пуска ракеты животных привозили на стартовую позицию за 3-4 ч до пуска ракеты. За 2 ч до полета на животных надевались специальные «лифчики», после чего укреплялись датчики для регистрации физиологических функций и проводилась фиксация животных в скафандрах. С помощью выдвижного лотка скафандр с животным крепился в тележке. В этом положении при открытом шлеме скафандра проводилась регистрация физиологических функций животного. Полученные при этом данные характеризовали состояние животного перед полетом и поэтому при анализе всех материалов принимались нами за исходные. За 40-50 мин до пуска обе тележки с двумя животными помещались в отведенный отсек головной части ракеты и в течение 15-20 мин проводилась проверка состояния всей системы электропитания агрегатов отсека. За 20-35 мин до пуска шлем скафандра закрывался, и включалась подача кислорода в скафандр из автономной системы кислородного питания. После выполнения указанных работ люк и отсек закрывались крышками. Отсек с животными после этого считался готовым к пуску. Пуск проводился обычно за 3-5 мин до восхода Солнца.



Собака Малышка после полета в скафандре
(найдена спустя 26 часов после запуска)
(1955 г.)

С целью изучения непосредственного влияния на организм животного полетов на ракете в течение всего полета, от момента пуска ракеты до приземления, проводилась автоматическая динамическая регистрация основных физиологических показателей животного: величин максимального и минимального кровяного давления, частоты пульса, частоты дыхания, температуры тела. Кроме того, на протяжении всего полета ракеты, вплоть до момента катапультирования тележек, проводилась киносъемка поведения животных. Для этих целей использовался аэрокиносъемочный аппарат, устанавливаемый вместе с лампой подсвета на задней стенке отсека, сверху и сзади катапультируемых тележек с животными. Подобное размещение киносъемочной аппаратуры позволяло проводить съемку только зеркального изображения животного в скафандре. Метод прямой киносъемки был невозможен, так как конструкция и размеры отсека не позволяли установить киноаппарат прямо перед шлемом скафандра с животным. Киносъемка в полете проводилась со скоростью 24 кадра в секунду, что обеспечивало при максимальной зарядке аппарата 120-метровой пленкой продолжительность киносъемки в течение 5-6 мин полета.

Для изучения более отдаленных последствий влияния полетов на организм животного, в частности для определения влияния этих полетов на состояние кровеносной системы и деятельности сердца, у животных выполнялись клинические анализы крови и электрокардиография. Указанные исследования проводились за 1-2 суток до полета и через несколько суток после него, что позволяло исключить данные, обусловленные острым воздействием полета, и обеспечивало регистрацию только его отдаленных последствий. Подобная постановка вопроса определялась следующими соображениями:

— сложностью организации забора проб крови для анализа сразу же после приземления животных. Последнее обстоятельство объясняется тем, что место приземления тележки с животными обнаруживалось специальной поисковой группой только через 3-8 ч, после чего проходило еще некоторое время, пока животное доставлялось в лабораторию. Ввиду этого в разных опытах неизбежно прошли бы различные сроки между окончанием полета и взятием крови, что, конечно, усложнило бы анализ полученных данных;

— в процессе забора крови некоторые собаки вели себя очень агрессивно, и потому взятие крови у такой собаки перед полетом усложнило бы подготовку к нему и в какой-то степени исказило бы физиологический фон исследования.

Во всех исследованиях кровь бралась путем пункции и собиралась в небольшой тигель, куда уже был прибавлен оксалат калия. Эта порция крови использовалась для определения всех ее составных частей, за исключением подсчета числа лейкоцитов; для определения же числа лейкоцитов кровь бралась непосредственно из капли, стекавшей с иглы.

При проведении электрокардиографических исследований серебряные электроды, смоченные физиологическим раствором или раствором сернокислого цинка, накладывались на переднюю правую и заднюю левую конечности собаки. Регистрация биотоков сердца проводилась с помощью электрокардиографа ЭКП-4м. Кроме этого проводилась рентгенография опорно-мышечной системы животного до и после полета на ракете.

После полета тележки с животными приземлялись обычно в радиусе 3-70 км от места старта ракеты и на значительном расстоянии друг от друга. Поисковые группы, имеющие в своем распоряжении средства наблюдения и быстрого передвижения, обеспечивали доставку животных к месту назначения, как правило, спустя 3-8 ч после старта.

Регистрация параметров внешней среды при полете животных на ракете, а также наиболее важных моментов самого полета (отделение головной части ракеты, катапультирование тележек, раскрытие

парашютов и т.д.) проводилась с помощью системы телеметрического контроля и частично на оптических самописцах.

Почти во всех случаях полет ракеты совершался до высоты 110 км. Полет на восходящей ветви траектории был в основном стабилизированным, но иногда имели место вращения ракеты вокруг ее вертикальной оси. Такой характер полета ракеты сохранялся вплоть до момента отделения головной части. После отделения от корпуса головная часть ракеты переходила в режим нестабилизированного свободного падения. На высоте 80-90 км происходило катапультирование животного, находящегося на правой тележке. После катапультирования животное в скафандре свободно падало в течение 3 с. Вслед за этим вводилась в действие парашютная система. Динамическая нагрузка при раскрытии парашютов достигала 500 кг, а перегрузка была равна 7 ед. Снижение животного с раскрытым парашютом происходило иногда с некоторым раскачиванием. После выброса из отсека правой катапультиной тележки с животным головная часть ракеты продолжала свободно падать без всякой стабилизации. В падающей головной части продолжал работать киносъемочный аппарат, обеспечивающий съемку поведения животного, оставшегося на левой катапультиной тележке.

На 297-300-й секунде полета, когда головная часть ракеты в своем падении достигала высоты 39-46 км, проводилось катапультирование животного, находящегося на левой тележке. Выброс тележки осуществлялся при скорости около 1000 м/с. После этого левая катапультиная тележка продолжала нестабилизированное свободное падение до высоты 3,8 км, и только на этой высоте вводилась в действие парашютная система тележки. В начальный период падения этой тележки отмечалось повышение температуры на выступающих поверхностях.

Исследования показали, что внешние факторы, действующие на животное в полете, имеют свои особенности. Ввиду того, что отсек головной части ракеты не был герметичным, барометрическое давление в нем быстро понижалось в соответствии с подъемом ракеты. Так, например, в одном из полетов давление внутри отсека изменялось следующим образом: перед пуском оно было равно 760 мм рт.ст.; на 20-й секунде полета, т.е. на высоте 2040 м, равнялось 640 мм рт.ст.; на 40-й секунде (9292 м) — 266 мм рт.ст., на 60-й секунде (23 985 м) — 50 мм рт.ст.; на 120-й секунде (81 606 м) — 18 мм рт.ст. и держалось на этом уровне вплоть до отделения головной части ракеты.

Приведенные данные показывают, что на всех участках восходящей траектории полета барометрическое давление в негерметическом отсеке ракеты превышало давление наружной среды на 18-44 мм рт.ст. Указанное явление может быть связано с поступлением кислорода в отсек или с его стравливанием через клапаны абсолютного и относительного давления скафандра. Путем подачи чистого газообразного кислорода из баллонов катапультиной тележки абсолютное давление внутри скафандра во всех полетах поддерживалось в пределах 450-470 мм рт.ст. Как известно из работ отечественных и зарубежных авторов, эта величина давления кислорода является вполне достаточной, чтобы поддержать необходимое парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе и предотвратить развитие явлений гипоксии у животных в полете.

Температурные условия полета животных на ракете также были удовлетворительными. На участке восходящей ветви траектории полета ракеты, соответствующем прохождению плотных слоев атмосферы (до 30-35 км), наружная металлическая обшивка отсека всегда нагревалась, причем ее температура достигала значительных величин. Ввиду того, что внутренняя поверхность отсека была покрыта 4-5-миллиметровой фетровой теплоизоляцией, температура воздуха в отсеке в летнее время не поднималась выше 22-28°C, при исходной температуре воздуха перед пуском от +18 до +22°C. В зимнее время температура воздуха внутри отсека в полете колебалась в пределах от -10 до -6°C при температуре наружного воздуха у земли -11-12°C.

Животные в условиях полета подвергались также воздействию факторов, обусловленных движением самой ракеты: перегрузкам и невесомости. Влияние перегрузок отражалось на животном в период активного полета ракеты, а также в момент вхождения животного в отделившейся головной части ракеты или на тележке в плотные слои атмосферы. В условиях активного движения ракеты

поперечная перегрузка обычно не превышала 5-кратной. Величина продольной и боковой перегрузок на активном участке полета оказывалась значительно меньше и достигала всего 0,15-0,18 ед. При вхождении в плотные слои атмосферы в период падения отмечалось уменьшение поперечных перегрузок с 5 до 1,0—1,2 ед, тогда как величина боковой и продольной перегрузок возрастала до 2-3 ед. Суммарное время действия перегрузок в этот период составляло около 40-50 с при действии перегрузок максимальной величины в течение 5-10 с.

Работами отечественных и зарубежных исследователей доказано, что действующие на организм животного и человека поперечные перегрузки при катапультировании достаточно хорошо переносятся даже при величине 15-20 ед. Следует признать поэтому, что возникавшие продольные и поперечные перегрузки при полете на ракете были физиологически допустимыми для животных и могли вызвать лишь умеренно выраженные изменения функций организма.

Состояние невесомости возникало в полете сразу после выключения двигателя, когда ракета поднималась по инерции вверх до высшей точки своего полета. Значительное снижение веса отмечалось также при свободном падении головной части ракеты, а затем и при свободном падении тележек с животными, особенно левой катапультной тележки. Частичная и полная невесомость в условиях падения тележек наблюдалась до момента вхождения их в плотные слои атмосферы, когда возникало торможение движения тележек и значительно уменьшалась вертикальная скорость их падения. Действие частичной и полной невесомости продолжалось в течение 220 с, т.е. около 3,7 мин.

Приведенные материалы свидетельствуют о том, что в условиях полета на ракете организм животных подвергается влиянию довольно разнообразных, а подчас и необычных внешних раздражителей. Интенсивность их воздействия на различных участках полета имеет значительные отличия. В соответствии с преобладающим значением того или иного внешне действующего фактора целесообразно различать полет животного на активном участке движения ракеты, в период инерционного движения ракеты, свободное падение животного с высоты в отделившейся головной части или в катапультной тележке и парашютирование.

Исследования показали, что разработанные катапультные тележки надежно обеспечивали работу и сохранность комплекта аппаратуры и оборудования при катапультировании из отсека головной части, свободном падении с больших высот и спуске на парашюте. В этих условиях катапультная тележка до известной степени имитировала катапультное кресло, применяемое на современных самолетах как средство покидания летным составом кабины самолета в аварийной ситуации.

Регистрирующая аппаратура, как правило, работала устойчиво. На ней иногда неблагоприятно сказывалось действие вибраций в период работы двигателя ракеты и ударные перегрузки, возникающие при отстрелах контейнеров и катапультировании тележек. Это отражалось в первую очередь на работе оптических самописцев: качество их записи на активном участке было недостаточным. Безмасочный скафандр обеспечивал жизненно необходимые условия для животных на всех участках полета. Давление в скафандре при подаче кислорода (6 л/мин) поддерживалось в пределах 470-450 мм рт.ст., а изменения температуры воздуха в скафандре не превышали 2-3°C по сравнению с исходными величинами. Гибели животных по причине кислородного голодания ни в одном случае не было. Некоторые неудачи в первых пусках ракет были связаны с конструктивными недостатками отдельных узлов парашютной системы тележек. В одном случае гибель животного произошла вследствие сильного удара катапультной тележки о землю. В момент приземления тележки скорость порывистого ветра превысила 8 м/с.

Результаты работы позволили считать, что усовершенствованная в процессе пусков ракет аппаратура и специальное оборудование (скафандр, катапультная тележка) обеспечили необходимые условия для жизни животных при полетах в верхние слои атмосферы до высот 110 км, их катапультирование и безопасный спуск с больших высот. Научные исследования были проведены на 12 собаках, причем 6 собак летали по 2 раза. Данные, характеризующие состояние физиологических функций животных в полете, были получены у большинства экспериментальных животных.

Как известно, при полете ракеты в верхние слои атмосферы на животное могут действовать самые разнообразные внешние раздражители. Поскольку характер и выраженность этих раздражителей на разных этапах полета различны, дальнейший анализ материалов исследования проводится в соответствии с особенностями отдельных участков полета. Такими участками являются: полет животного при активном движении ракеты, в период ее инерционного движения на восходящем участке пути, свободное падение животного с высоты в отделившейся головной части ракеты и катапультной тележке.

Каждый из указанных участков траектории характеризуется наиболее важными факторами из числа тех, которые могут оказать влияние на изменение физиологических функций организма. В начале полета и на протяжении всего активного участка преимущественное значение имеет действие шума двигателя, вибрации и возрастающего по величине ускорения; в период «инерционного движения» и свободного падения с высоты наиболее значительным фактором является невесомость; наконец, при спуске животного на парашюте, по мере вхождения в плотные слои атмосферы, вновь вступает в действие сила земного тяготения и ускорения. К этому следует добавить, что при полете ракеты выше 23 км может оказать влияние космическая радиация. Поскольку влияние различного рода чрезвычайных внешних раздражителей (шума, перегрузок и т.п.) на состояние физиологических функций животных изучалось во многих экспериментальных работах, для настоящего исследования наибольший интерес представляли данные, характеризующие влияние состояния частичной и полной невесомости, которая в этих полетах продолжалась около 220 с.

Почти все исследователи, занимавшиеся этим вопросом, пришли к выводу, что явление кратковременной невесомости не должно повлечь за собой сколько-нибудь серьезных изменений в деятельности сердечнососудистой и дыхательной систем. Впрочем, это были лишь теоретические соображения. Как обстоит дело в действительности, мог показать только эксперимент. Примерно в этот же период в США G.Henry, Ballinger, H. von Beckh, A.Graybiel и др. выполнили на мелких обезьянах, находившихся в состоянии глубокого наркоза, ряд летных экспериментов, в которых было показано, что артериальное и венозное давление, а также частота сердечных сокращений и дыхания во время полета на ракете существенно не изменялись. Было отмечено, что в период невесомости не выявляется заметная тенденция к снижению систолического и диастолического давления. Это, по-видимому, результат влияния глубокого наркоза на корковую деятельность животных.

Успешные запуски в нашей стране животных в скафандрах при их катапультировании из негерметизированных кабин головных частей ракет с получением полного объема научной информации о показателях физиологических функций и поведенческих реакций животных в условиях действия комплекса факторов космического полета потребовали расширения подобных работ и увеличения объема исследований. Я был вызван в правительственные органы, Академию наук и Министерство обороны СССР с докладом и планом расширения работ по космической биологии и медицине. Необходимы были дополнительные кадры, средства и оборудование. Из Генерального штаба МО СССР от Первого заместителя начальника Генерального штаба генерала армии Михаила Сергеевича Малинина, президента Академии наук Александра Николаевича Несмеянова, Василия Михайловича Рябикова и Александра Григорьевича Мрыкина последовало предложение в адрес Главнокомандующего ВВС главного маршала авиации П.Ф.Жигарева и его заместителя Ф.А.Агальцова о расширении кадрового состава возглавляемой мной лаборатории, укреплении ее материальной базы. П.Ф.Жигарев в адрес М.С.Малинина ответил письмом следующего содержания: «Владимир Иванович Яздовский занимается фантазией, исследуя животных при полетах ракет, это так далеко от реальных полетов человека. Когда он приступит к подготовке космических полетов человека, тогда мы увеличим ему и штатную численность лаборатории и проведем ее дооснащение. А пока рано». Что и говорить, понимание перспективы космонавтики и огромная помощь!..

К счастью, нашлись люди большого государственного ума, понимающие перспективы развития космонавтики. С четким критическим анализом неконструктивных подходов к этой проблеме и с призывом оказания полной и срочной помощи моей группе выступили М.С.Малинин, А.Т.Мрыкин и

В.М.Рябиков. Решение Министерства обороны СССР и выпуск его директивы состоялись в течение нескольких дней. Помощь моей группе была оказана полная. Но меня — ретивого начальника лаборатории, позволившего выступить с критикой начальства, отметили задержкой с присвоением очередного звания и холодным, даже предвзятым отношением к делу.

Работа пошла ускоренными темпами. К нам поступили новые сотрудники, которых мы с любовью приняли и стали знакомить с работами по программе: кандидаты медицинских наук Абрам Генин, Игорь Балаховский, Федор Горбов, Иван Акулиничев, Олег Газенко, Андрей Гребенев, Всеволод Георгиевский, Армен Гюрджян, Альберт Афанасьев, Ада Котовская, Иван Касьян, Наталья Казакова, Тамара Львова, Валентина Ненахова, Светлана Себежко-Симпура, Зоя Скуридина, Евгений Юганов, Екатерина Петрова и др. Каждый вновь прибывший получил конкретный участок работы. Сложился на редкость трудолюбивый дружный коллектив.

Особенность наших экспериментов состояла в том, что исследования основных физиологических функций проводились на интактных животных. Результаты экспериментов показали, что у животных в полете на ракете возникали умеренные изменения артериального давления, частоты пульса и дыхания.

Перед полетом максимальное артериальное давление у животных обычно составляло 120-135 мм рт.ст. при величине минимального давления 60-70 мм рт.ст. Исходя из результатов телеметрической регистрации кровяного давления, было отмечено, что на активном участке полета имело место некоторое повышение артериального давления.

В начале инерционного движения ракеты увеличение максимального кровяного давления у животных достигало 60-70 мм рт.ст., а минимального — 10-20 мм рт.ст. Однако в одном случае величина артериального давления практически не изменилась. В последующий период инерционного движения ракеты на восходящем участке, т.е. в условиях почти полной невесомости, артериальное давление у животных, как правило, понижалось на 10-12 мм рт.ст. Примечательно, однако, что величина артериального давления при этом никогда не достигала исходного уровня.

В период свободного падения животных вместе с головной частью ракеты до момента их катапультирования отметить какой-либо закономерности в изменении артериального давления не представлялось возможным. Полученный фактический материал показал, что в этот период у некоторых животных артериальное давление незначительно повышалось, а в ряде случаев понижалось.

Определенный интерес представляют данные об изменении частоты сердечных сокращений животных. В предполетный период частота пульса животных равнялась обычно 95-160 ударам в минуту. На активном участке полета ракеты у животных наблюдалось как учащение, так и урежение пульса. В большинстве случаев частота пульса увеличивалась на 32-56 ударов в минуту, в одном случае она осталась практически неизменной, а в трех случаях уменьшилась на 6-60 ударов в минуту. Отсутствие закономерности в изменении частоты пульса нельзя объяснить различиями в виде и характере внешних действующих раздражителей в каждом полете.

В полете на ракете 7 июня 1956 года участвовали собаки Альбина и Козявка. Та и другая на активном участке полета испытывали действие одинаковых раздражителей, однако у первой отмечалось урежение пульса, а у второй — его учащение.

Аналогичные явления наблюдались и во время полета ракеты 14 июня 1956 г. Так, например, при фактически одинаковой частоте пульса у животных в предполетном состоянии у одной собаки на активном участке полета ракеты отмечалось урежение пульса на 25 ударов в минуту, а у другой — его учащение на 40 ударов в минуту.

Эти собаки использовались в пусках ракет дважды. В обоих случаях одна из них реагировала на воздействие комплекса раздражителей (шум, перегрузки и т.д.) урежением сердечных сокращений, а

другая — учащением. Указанные обстоятельства позволяют считать, что различие в изменении частоты пульса в условиях активного полета ракеты определяется индивидуальными особенностями каждого животного — типами их нервной системы. Важно отметить, что в начале полета в большинстве случаев частота пульса изменялась параллельно изменению артериального давления.

У собак Козявки (7 и 14 июня 1956 года) и Малышки (4 ноября 1955 года) учащение ритма сердечных сокращений на 32-50 ударов в минуту сопровождалось увеличением максимального артериального давления на 23-35 мм рт.ст. и некоторым увеличением минимального давления.

Можно полагать, что указанные изменения деятельности сердечнососудистой системы осуществлялись по типу вегетативных реакций, сопровождающих ориентировочный рефлекс животных в ответ на необычные и сильные раздражители внешней среды.

В ряде случаев имела место пассивно-оборонительная реакция, которая помимо других вегетативных симптомов сопровождалась произвольными мочеиспусканием и дефекацией. Проведенные лабораторные исследования показали, что подобные явления довольно часто возникают при действии изменяющихся по величине перегрузок.

В условиях невесомости у животных не возникало существенных изменений частоты сердечных сокращений. Можно отметить лишь некоторую тенденцию к урежению пульса. У 8 из 10 животных частота пульса уменьшалась на 7-24 удара в минуту и только у 2 урежение пульса достигало 36-46 ударов в минуту.

В конце инерционного движения ракеты происходил отстрел ее головной части от корпуса. У большинства животных это воздействие не вызывало заметных изменений частоты сердечных сокращений, однако у 2 собак имело место незначительное кратковременное учащение пульса. При свободном падении в головном отсеке ракеты у 10 собак частота пульса уменьшалась на 8-24 удара в минуту, у 2 животных она осталась неизменной и лишь у одной собаки отмечалось учащение пульса на 25 ударов в минуту. Изменения частоты сердечных сокращений при парашютировании были отмечены только у 2 собак, что не позволило сделать какие-либо определенные выводы об изменении пульса в этот период.

Характер и степень непосредственного влияния полета на организм животного могут быть определены в известной мере и по состоянию функций дыхания.

Предполетные исследования показали, что у большинства животных в обычных условиях частота дыхания составляла 30-52 в минуту, а у одной собаки достигала 156 ударов в минуту. На активном участке полета ракеты характер и частота дыхания у большинства животных оставались практически неизменными, однако у одной собаки число дыхательных движений уменьшалось со 156 до 66 в минуту, а у другой — с 52 до 28. В период невесомости у всех животных отмечалось умеренное урежение дыхания на 6-17 дыхательных движений в минуту.

Как видно из приведенных данных, урежение частоты дыхания животных в условиях невесомости является незначительным и свидетельствует лишь о тенденции к урежению. При свободном падении головной части ракеты у животных возникало учащение дыхания на 5-14 дыхательных движений в минуту. В период парашютирования у животных наблюдали учащение или урежение дыхания на 2-5 в минуту, что не выходило за пределы колебаний частоты дыхания животных в обычных условиях.

Интересны результаты киносъемки животных в полете. В условиях полета вплоть до момента катапультирования из ракеты поведение животных, как правило, изменялось мало. В период полета они спокойно лежали в скафандрах и лишь в некоторые моменты активного движения ракеты, когда действие перегрузок и вибраций было особенно сильным, животные становились беспокойными и проявляли двигательную активность. В несколько меньшей степени двигательное беспокойство животных в виде покачивания головой, подергивания телом и так далее наблюдалось в момент выключения двигателя и во время катапультирования.

Материалы проведенных исследований показали, что разнообразные внешние раздражители (шум двигателя, перегрузки, невесомость и т.д.), действующие при полете ракеты в верхние слои атмосферы, не вызывали существенных изменений в состоянии сердечно-сосудистой системы и дыхательной функции животных. Наблюдавшиеся в этих условиях функциональные изменения имели, как правило, малую выраженность и не сопровождались серьезными изменениями в общем поведении животных.

Значительный интерес представляет вопрос о ближайших и отдаленных последствиях для животных полета на ракете. Пять животных, совершивших полет до высоты 110 км, находились под наблюдением в течение ряда лет. Ни поведение этих животных, ни масса тела, ни окраска шерстяного покрова заметным образом не изменились. Более того, 5 из 12 собак участвовали в полетах дважды. Примечательно, что каких-либо следовых явлений у них обнаружить не удалось, причем поведение во время второго полета, по существу, было аналогично таковому в первом полете.

С целью более подробного изучения отдаленных последствий влияния на организм животного полетов на ракете, в частности влияния этих полетов на состояние кроветворной системы, проводились исследования крови. Анализы крови выполнялись за несколько дней до полетов и через несколько дней и даже месяцев после них с тем, чтобы исключить острые воздействия, связанные с влиянием обстановки полета, и выявить только более отдаленные последствия. Исследования проводились на 4 собаках, из них Линда летала на ракете один раз, а Козьявка, Альбина и Малышка — по два раза.

Со стороны показателей крови никаких характерных изменений не наблюдалось. Количество эритроцитов во всех случаях колебалось в пределах от 5 до 8 млн, что соответствует норме для этого вида животных. Количество гемоглобина колебалось в физиологических пределах, обычных для здоровых животных. У большинства собак не удалось выявить какой-либо закономерности изменения числа лейкоцитов. Их количество колебалось от 8 до 15 тыс. в 1 мм³, что не выходило за пределы нормы. Только у собаки Козьявки перед первым полетом число лейкоцитов оказалось увеличенным до 25 000. Это увеличение, очевидно, связано с травмой. Труднее всего интерпретировать результаты изменения показателя РОЭ. Величина его зависит от целого ряда факторов, причем далеко не все из них в настоящее время известны. Хотя четкого увеличения этого показателя не было, создалось впечатление, что под влиянием полетов происходило некоторое увеличение времени этой реакции. Во всех случаях как до, так и после полетов число нейтрофилов составляло 60-80 %, число лимфоцитов 8-30 %, моноцитов 3-7 %. Эти величины не представляли существенных отклонений от обычных уровней. Заметных различий между результатами анализов до и после полетов также не удалось обнаружить.

В результате исследований были сделаны следующие заключения:

— впервые осуществлены выходы из кабины ракетного летательного аппарата и пребывание животных в безмасочных скафандрах в открытом околоземном космическом пространстве;

— у животных в условиях полета на ракете не возникало существенных изменений функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем. Отмеченные изменения величины артериального давления, частоты пульса и дыхания имели, как правило, малую выраженность и отличались кратковременностью. В ряде случаев эти изменения сопровождали пассивно-оборонительную реакцию;

— у животных, находившихся в течение 3,7 мин в условиях частичной и полной невесомости, отмечалась тенденция к некоторому снижению величины артериального давления и урежению пульса;

— каких-либо изменений общего состояния животных или их отдельных физиологических функций, пигментации кожи или волосяного покрова, которые можно было бы связать с воздействием

космической радиации, установить не удалось. При наблюдении за животными на протяжении длительного времени после полета на ракете не было обнаружено заметных изменений общего состояния и поведения;

— безмасочные скафандры с автономной системой жизнеобеспечения создали необходимые условия для жизни животных при полете в негерметической кабине ракеты до высоты 100 км, при их катапультировании из кабины и спуске с высоты 80-90 км при общем времени пребывания в верхних слоях атмосферы 50-65 мин;

— катапультирование на высоте 80-90 км при скорости 565-728 м/с (2034-2621 км/ч) и на высоте 39-46 км при скорости 1020-1150 м/с (3672-4140 км/ч) является надежным методом покидания кабины ракеты. Это воздействие не вызывает заметных нарушений в состоянии животного;

— парашютные системы обеспечивали безопасный спуск животных вместе с аппаратурой с высоты 80-90 км и их спасение;

— использованная в условиях полета на ракете аппаратура обеспечила регистрацию физиологических функций животных.

Успешное окончание программы медико-биологических исследований при полетах животных на ракетах с катапультированием их в скафандрах и с более длительным воздействием факторов космического полета на живой организм вдохновило нас на поиск дальнейших путей расширения медико-биологических исследований по научному

1.3. Второй этап исследований при полетах животных на ракетах Р-2 и Р-5

Вслед за окончанием первого этапа медико-биологических исследований нами был начат второй этап — полеты животных в герметических кабинах одноступенчатых геофизических ракет до высоты 212 и 450 км. К этому времени в конструкторском бюро С.П.Королева были разработаны и изготовлены ракеты Р-2 и Р-5. Ракета Р-2 была способна поднять массу полезного научного груза до высоты 200-212 км, а ракета Р-5 — до высоты 450-470 км. Это и предопределило дальнейшее развитие экспериментальной космонавтики. Программа медико-биологических экспериментов расширилась и углубилась.

При проведении исследований на этом этапе изучались сдвиги некоторых физиологических функций, поведение животных во время полета, состояние их здоровья и те изменения, которые могли быть следствием полетов на ракетах. В качестве экспериментальных животных также были выбраны собаки массой 5-7 кг. У животных во время полета регистрировались пульс, кровяное давление, дыхание, снималась электрокардиограмма. Непрерывно в течение всего полета проводилась киносъемка собак.

Следует отметить, что данные, получаемые при регистрации пульса и кровяного давления, позволяют с достаточной объективностью судить о степени воздействия перегрузок на сердечно-сосудистую систему.

Кровяное давление у собак определялось непрямой осциллометрическим методом. Предпочтение этому методу было отдано потому, что введение иглы или канюли в артерию ненаркотизированного животного, находящегося в течение длительного времени в закрытой кабине малого объема в условиях вибрации, перегрузок и под воздействием других факторов полета, не представлялось возможным. В то же время известно, что осциллометрический метод дает результаты, не всегда совпадающие с измерениями кровяного давления прямым методом. Однако если не придавать большого значения абсолютным величинам, а изучать лишь влияние факторов полета на динамику кровяного давления, то по осцилляционным кривым можно судить о его увеличении или уменьшении.

Медико-биологические исследования на втором этапе работ по обоснованию возможности космического полета человека на ракетном летательном аппарате и разработке рекомендаций по обеспечению безопасности подобных полетов мы начали с анализа намеченной программы, доработки всего оборудования, перекомпоновки оборудования в кабине. Большой объем кабины на ракете Р-2 обеспечил возможность размещения большого количества научного оборудования. В серии последних экспериментов на ракете Р-2 сотрудниками моей лаборатории Евгением Югановым, Иваном Касьяном были подготовлены эксперименты с кроликами, специально оттренированными с некоторыми методическими ухищрениями, и крысами, помещенными в проволочную клетку без какой-либо фиксации в пространстве. Кстати сказать, эти эксперименты позволили четко оценить поведенческие, двигательные реакции нефиксированных крыс и выработать целый комплекс рекомендаций по устранению неблагоприятного действия невесомости на животных. Большинство животных теряли пространственную ориентацию и не могли провести фиксацию тела, необходимую для принятия пищи, воды и отправления естественных надобностей.

Обычно же с помощью индивидуальной одежды животные фиксировались в специально изготовленных лотках и помещались в кабине попарно. Фиксация лотков в кабине осуществлялась посредством простых замков, которые было легко и удобно закреплять и снимать. В некоторых экспериментах с целью выяснения механизма сдвигов физиологических функций одну из собак наркотизировали. Для этого за час до запуска ракеты животному подкожно вводили 10 %-ный раствор гексенала из расчета 0,8-0,12 г чистого вещества на килограмм массы тела. Выбранная доза наркотического вещества обеспечивала сон достаточной глубины продолжительностью 2-3 ч.



Приземление головной части ракеты Р-2 с животными
(1954 г.)

Для изучения последствий, к которым могут привести полеты на ракетах в верхние слои атмосферы, а также с целью отбора для эксперимента здоровых собак, животные до и после полета подвергались обследованию, которое включало: клиническое исследование крови, рентгенографию грудной клетки, электрокардиографию, измерение кровяного давления, запись дыхания и пульса, исследование мочи (у некоторых животных), измерение температуры и массы тела. За поведением собак после полета велось наблюдение.

Исследование крови проводилось 2-3 раза в месяц в период подготовки к полету. Кроме того, кровь животных исследовалась накануне полета и сразу после него. Определяли процентное содержание гемоглобина, количество эритроцитов и лейкоцитов, лейкоцитарную формулу.

Рентгенография грудной клетки выполнялась накануне летного эксперимента и на следующий день после него.

Электрокардиограмма у животных регистрировалась 2-3 раза в неделю на приборе 4ПФД-7. На полигоне до и после полета электрокардиограмма снималась на электрокардиографе ЭКП-4м. В качестве электродов применялись никелированные пластинки, наложенные на слой марли, смоченной физиологическим раствором.

Кровяное давление, пульс и дыхание регистрировались у животных и при проведении тренировок по привыканию к трехчасовому пребыванию в кабине, а также тренировок на центрифуге.

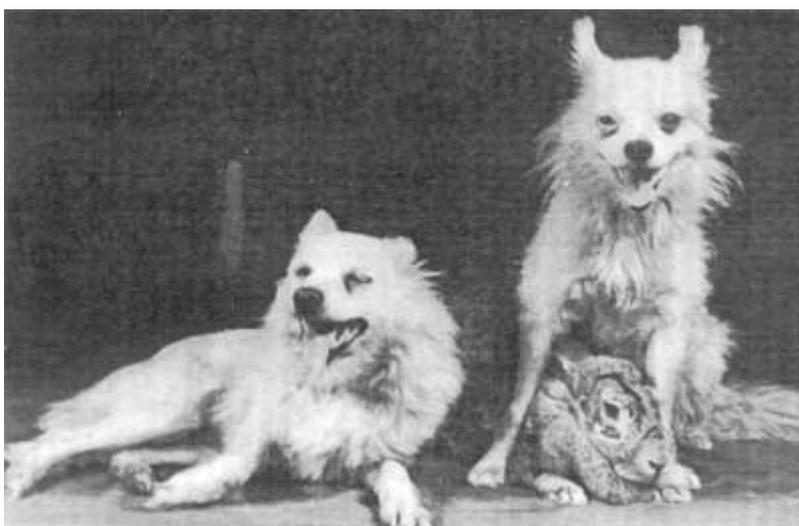
Температура тела измерялась в прямой кишке до и после летного эксперимента. В период, непосредственно предшествующий эксперименту, животных ежедневно взвешивали натошак в 9.30 и перед вторым приемом пищи в 16.30.

Регистрация температур обшивки отсека, термоизолирующего слоя и воздуха, а также запись барометрического давления в герметической кабине производились по системе телеметрического контроля.

Запись перегрузок осуществлялась при помощи самописца, который позволял отмечать их по трем осям. Диапазон регистрации вертикальной компоненты ± 10 ед., продольной ± 6 ед., поперечной ± 10 ед. с точностью ± 2 %. Запись производилась на ленте со специальным покрытием. Длина ленты и скорость протяжки обеспечивали работу самописца в течение 27 мин. Самописец был установлен так, что его ось у соответствовала направлению перегрузки «спина-грудь» по отношению к телу животных, а ось x — направлению действия перегрузок «голова-таз». Поперечная перегрузка (ось z) была направлена слева направо.

Киносъемка собак осуществлялась специально разработанным аппаратом. Скорость протяжки пленки составляла 24 кадра в секунду. Кассеты аппарата вмещали 300 м пленки, что должно было обеспечивать съемку в течение 11-12 мин.

Киноаппарат с короткофокусным объективом (28 мм) был установлен в верхней части кабины объективом вниз. Для удлинения оптического расстояния между объективом и собаками была применена зеркальная съемка по специальной схеме.



Собаки и кролик после полета на высоту 212 км
(1956 г.)

Аппаратура, предназначенная для регистрации основных физиологических функций животных, состояла из датчиков, усилительных блоков, автоматов давления, электрочасов и оптических самописцев.

Изменение периметра грудной клетки собак регистрировалось при помощи резиновых трубок, заполненных угольным порошком, или резиновых пластинок, на поверхность которых наносился слой термопрена, смешанного с угольной пылью. В зависимости от изменения периметра грудной клетки меняли свое сопротивление и датчики, укрепленные на ней. Являясь плечом моста сопротивления, датчики дыхания изменяли силу тока, проходящего через вибратор самописца, включенного в диагональ моста. Помимо записи на самописцах регистрация дыхания производилась также по телеметрии, для чего разность потенциалов снималась с самого датчика.

Артериальное давление регистрировали с сонной артерии, выведенной в кожный лоскут (метод Трегубова). На лоскут накладывалась капсула с заключенной в ней резиновой манжеткой. Для создания переменного давления в резиновой манжетке был изготовлен специальный автомат, получавший сжатый воздух из баллона. Давление понижалось редуктором, через узкое сопло которого воздух поступал в реостатный датчик и манжетку. Как только избыточное давление в датчике, а следовательно, и в манжетке достигало 250 мм рт.ст., ползунок реостата замыкал контакты, выключающие электромагнитный клапан. Подача воздуха прекращалась, и открывался клапан стравливания. Когда давление падало до 10 мм рт.ст., замыкался второй контакт, включался электромагнитный клапан и снова начиналось нарастание давления. Реостат датчика был соединен по мостовой схеме с вибратором самописца, регистрирующим давление на пленке.

Регистрация осцилляции артерии производилась термоанемометрическим датчиком, соединенным через тройник с манжеткой и автоматом давления. Колебания давления в манжетке, вызванные осцилляциями артерии при ее пережатии, создавали воздушные толчки вокруг нагретой спирали датчика, вследствие чего изменялась температура спирали, а, следовательно, и ее сопротивление. Сигналы термоанемометрического датчика усиливались, записывались на самописце и передавались по каналам телеметрии. Автоматы тарировались так, что по кривой можно было измерить давление в манжетке с точностью ± 5 мм рт.ст. Максимальное давление определялось по моменту прекращения осцилляции при повышении давления в манжетке.

Для регистрации у животных электрокардиограммы был изготовлен блок, состоящий из 4 усилителей, с выходами на вибраторы самописцев.

При запуске ракет до высоты 212 км максимальная скорость на восходящей траектории полета составляла 1,72 км/с, на нисходящей — 1,75 км/ч. Головная часть отделялась от корпуса ракеты в верхней точке траектории полета. На высоте 4 км открывался тормозной парашют головной части, а на высоте 2 км вводилась основная парашютная система. На 605-660-й секунде с момента старта головная часть ракеты приземлялась.

На активном участке полета осевые перегрузки плавно нарастали от +1 до +6 ед., после чего наступал период динамической невесомости продолжительностью 360-370 с. Затем при торможении вновь возникали значительные по величине перегрузки, длящиеся 35-40 с. Характер этих перегрузок свидетельствовал о том, что головная часть ракеты в некоторых экспериментах при вхождении в плотные слои атмосферы совершала сложные вращательные движения вокруг продольной и поперечной осей. Раскрытие тормозного парашюта происходило после того, как снижение головной части становилось относительно равномерным и перегрузка по продольной оси равнялась единице. Перегрузка при раскрытии тормозного парашюта достигала 8 ед. Введение основной парашютной системы создавало перегрузку до 4 ед. Значительные по величине, но кратковременные (доли секунды) перегрузки возникали при приземлении головной части.

Совпадающие величины имели эти параметры и при запусках других ракет. Различия в характере перегрузок относилось главным образом к периоду торможения головной части ракеты в плотных

слоях атмосферы. Снижение головной части некоторых ракет происходило более стабильно, поэтому перегрузки были направлены в основном по продольной оси.



Операция по выведению сонной артерии в лоскут у собак перед полетом.
На снимке слева направо: В.И.Яздовский, А.М.Генин и Е.М.Юганов
(1956 г.)

Акселерограмма, записанная на нисходящей траектории полета других ракет, отличалась тем, что при торможении перегрузки были направлены главным образом по поперечным осям. Направление перегрузок все время менялось за счет вращения головной части. Температура воздуха в герметических кабинах во время полета мало отличалась от исходной, хотя температура наружной обшивки претерпевала значительные изменения. Результаты измерения температуры в кабине одной из ракет приведены в табл. 1

Таблица 1

Температура в кабине ракеты во время полета

Температура, °С	Время полета, с									
	0	30	60	90	120	150	180	210	240	266
Внутренняя поверхность металлической обшивки	21	22	56	93	87	79,5	73	69	64	58
Термоизолирующий слой	23	22	22	25	23	23	22	22	22	22
Воздух в кабине	25	25	25,2	25,2	25,2	25,5	25,5	25,5	25	25

Таким образом, благодаря применению термоизоляции колебания температуры в герметическом отсеке были незначительными и не могли существенным образом отразиться на регистрирующихся физиологических функциях животных.

Большая часть полета ракет протекала в верхних слоях атмосферы, где барометрическое давление составляло доли миллиметра ртутного столба. Однако от действия низкого барометрического давления животные были защищены герметическими кабинами. Результаты измерения давления по телеметрии во время полета одной из ракет приведены в табл. 2.

Таблица 2

Давление в кабине ракеты во время полета

Регистрируемый показатель	Время полета, с								
	0	30	60	90	120	150	180	240	266
Давление, мм рт.ст.	780	785	775	775	780	780	780	780	790



Четвероногие космонавты Дамка и Козьявка
перед полетом на ракете Р-2
(1956 г.)

От действия солнечной радиации животные были защищены металлическими стенками кабины. Что касается космических лучей, то кратковременность полета ракеты в верхних слоях атмосферы не дала возможности изучить воздействие этого фактора на живой организм. Таким образом, в полетах на ракетах до высоты 212-450 км основными физическими факторами, воздействовавшими на организм животных, являлись перегрузки и длительное (более 6-9 мин) состояние динамической невесомости.

Биологические исследования проводились на 14 собаках. Некоторых животных посылали в полет по 2 и даже по 3 раза, а собака Дамка летала четыре раза. Нарушений в состоянии их здоровья в период подготовки к эксперименту не отмечалось. Рентгенография грудной клетки, электрокардиография, определение кровяного давления, данные анализов крови и мочи не выявили отклонений от нормы.

В результате систематической тренировки животные спокойно переносили фиксацию в лотках и длительное пребывание в кабине. Во всех экспериментах собаки перед стартом не проявляли беспокойства и не пытались освободиться от привязных ремней и датчиков. Как свидетельствуют данные киносъемки, до включения двигателя ненаркотизированные собаки находились в положении, ставшем обычным для них в процессе наземной тренировки. Включение двигателя вызывало у них отчетливо выраженный ориентировочный рефлекс.

На активном участке полета при нарастании перегрузки движения животных были в основном пассивными и вызывались отклонениями ракеты от заданной траектории.

Момент выключения двигателя и появления динамической невесомости сопровождался резким подъемом головы животных над уровнем лотка. Это, по-видимому, было следствием того, что тонус разгибательных мышц шеи и спины больше не уравнивался силой тяжести и перегрузкой. При резком переходе от перегрузок к невесомости у животных не отмечалось двигательного возбуждения и оборонительной реакции. В период динамической невесомости собаки спокойно лежали в лотках, живо реагируя на периодическое появление солнечного света в смотровом люке кабины. Киносъемка, проведенная во время полетов на ракетах, не выявила в поведении животных значительных отклонений.

Состояние физиологических функций животных удалось зарегистрировать не на всех участках полета. В условиях невесомости физиологические функции регистрировались удовлетворительно. Менее всего данных было получено на участке торможения. Это объясняется тем, что резкие изменения направления действия перегрузок создавали помехи в работе приборов и вызывали резкие активные и пассивные движения животных, что не могло не сказаться на качестве записи. Тем не менее, некоторые материалы удалось получить и на этих участках полета.

Регистрировавшиеся изменения физиологических функций у интактных и наркотизированных животных имели существенные отличия, поэтому оказалось целесообразным провести анализ полученных данных отдельно.

Анализируя отмеченные изменения физиологических функций ненаркотизированных собак, мы обратили внимание на значительные отличия в реакции разных собак на условия полета. Тем не менее, несмотря на своеобразную форму каждой кривой, могут быть выявлены некоторые общие закономерности. На активном участке полета при действии на животных перегрузок, направленных от спины к груди, частота дыхательных движений у собак Рыжей, Дамки и Модницы возрастала по сравнению с исходным уровнем. В период невесомости частота дыхательных движений снижалась, приближаясь к исходному уровню. Частота дыхания Белки, наоборот, снижалась во время действия перегрузок и повышалась в состоянии невесомости. На активном участке полета пульс у всех животных учащался. В период невесомости частота сердечных сокращений снижалась до исходного уровня, претерпевая значительные колебания. В конце периода невесомости (на 400-440-й секунде) частота пульса была минимальной. Однако, как только движение головной части становилось равномерным и вводилась парашютная система, частота пульса оказывалась высокой у всех собак. Во время спуска на парашютах и после приземления пульс животных возвращался к исходному уровню гораздо быстрее, чем при переходе от перегрузок к состоянию невесомости.

Несколько иначе выглядело изменение частоты дыхания и пульса у наркотизированных животных. Их дыхание и пульс во время полета претерпевали меньшие изменения, чем у интактных животных. Можно отметить учащение дыхательных движений на активном участке полета, особенно заметное у Белки. В период невесомости частота дыхания удерживалась на исходном уровне. Через 30 с после выключения двигателя частота сердечных сокращений мало отличалась от исходной. В конце периода невесомости частота пульса была ниже исходного уровня. Изменений кровяного давления у наркотизированных собак в период невесомости практически не отмечалось. Следует отметить, что результаты измерения пульса, дыхания, кровяного давления, полученные во время полета наркотизированных собак, не расходятся существенно с данными американских исследователей Генри, Баллингера, Махера и Симонса, полученными на наркотизированных обезьянах. Отличия реакций наркотизированного и интактного животных на условия полета представляли значительный интерес и полностью подтвердили наши предположения.

На основании анализа данных о поведении и некоторых физиологических функциях животных во время полета на ракетах до высоты 212-450 км можно было сделать вывод, что наибольшее влияние на организм собак оказывали перегрузки, возникавшие на активном участке полета и при торможении.

В условиях динамической невесомости не было отмечено изменений, которые дали бы основание считать, что этот необычный для живых организмов фактор вызывает резкое расстройство в поведении животных.

Кровяное давление, частота пульса и дыхания, повышавшиеся у собак в первые минуты после выключения двигателя ракеты, в последующий период (на 4-6-й мин) снижались до исходного уровня, а в некоторых случаях еще ниже. Поскольку период невесомости наступал сразу же после действия значительных по величине перегрузок, можно было бы предположить, что высокое кровяное давление, учащение дыхания и пульса в первые минуты после выключения двигателя являются результатом последействия перегрузок. Однако этот период нормализации в обычных условиях значительно короче, чем это оказалось в условиях невесомости.

При торможении и раскрытии парашютов последействие перегрузок также оказалось весьма коротким.

Скорее всего, сдвиги физиологических функций, зарегистрированные после выключения двигателя, были не только результатом последействия перегрузок, но в значительной мере следствием непосредственного воздействия невесомости на организм собак, а постепенное приближение регистрируемых физиологических показателей к исходным величинам являлось результатом частичной адаптации животных к этому необычному для них состоянию. У животных, находившихся под гексеналовым наркозом, регистрируемые параметры в условиях невесомости не превышали исходных величин (пульс и артериальное давление имели даже тенденцию к снижению). Сопоставляя эти факты, можно было предположить, что изменения пульса, дыхания и кровяного давления при невесомости у интактных животных являлись неспецифической вегетативной реакцией на необычный раздражитель.

Значительное воздействие на организм животных оказывал последний этап полета на ракете — торможение головной части в верхних слоях атмосферы. Перегрузки на этом этапе достигали максимальной величины, направление их часто оказывалось наименее благоприятным («голова-таз» или «таз-голова»), а длительность — сравнительно большой (до 40 с). В связи с тем, что перегрузки резко меняли направление за счет вращения головной части ракеты, возникала опасность механических повреждений тела животных (особенно головы) о кронштейны и приборы отсека. Однако в проведенных запусках не было ни одного случая повреждения кожных покровов, видимых слизистых и костно-опорного аппарата животных.

После некоторых полетов до высоты 212 км на стенках герметической кабины, на носу животных и вблизи анального отверстия были обнаружены капли крови. У собаки Дамки после первого полета были отмечены кровоизлияния в склеру глаз. Можно считать, что носовые и геморроидальные кровотечения, а также кровоизлияния в склеру глаз животного были результатом воздействия наиболее неблагоприятно направленных перегрузок при торможении. Тем не менее при приземлении животные были спокойны, не вырывались из люков отсека. В их поведении после полета не было отмечено каких-либо особенностей. Они реагировали на кличку, на изменение внешней обстановки, с жадностью ели.

При проведении повторных запусков ракет собаки по-прежнему спокойно переносили фиксацию и не сопротивлялись помещению в герметическую кабину. Таким образом, полеты на ракетах до высоты 212-450 км не сказались заметным образом на поведении животных.

В соответствии с принятой методикой после полета у собак снималась электрокардиограмма в трех отведениях, проводилась рентгенография грудной клетки, исследовались кровь и моча, измерялись температура и масса тела.

Исследования отечественных и зарубежных ученых показали, что нормальная электрокардиограмма собак имеет множество вариантов и переходных форм. У одного и того же животного часто отмечаются изменения направления электрической оси сердца, направления зубцов Т на обратное и

другие изменения. Сопоставление электрокардиограмм, снятых до и после опыта, не выявило изменений зубцов электрокардиограммы, выходящих за рамки физиологической альтернации.

Рентгенография животных, выполненная до и после полета, не выявила патологических изменений в органах грудной клетки.

Температура животных (табл. 3) после полета изменялась как в сторону повышения, так и в сторону уменьшения, но не выходила за пределы физиологических норм (по данным А.Д.Слонима, температура тела здоровых собак колеблется от 38,5 до 39,5°C).

Изменение массы животных после полета не превышало 350 г. Следует отметить, что в день летного эксперимента первое взвешивание проводилось за 3-4 ч до полета, а второе — через 1-2 ч после него и в течение указанного срока собаки не получали пищи. В то же время суточные колебания массы животных до эксперимента достигали 590 г. Поэтому нет оснований приписывать изменение массы животных специфическому воздействию полета.

Исследование крови выявило некоторое увеличение числа лейкоцитов после полета. У одних животных лейкоцитоз был выражен явно и сохранялся в течение нескольких дней после полета, у других увеличение числа лейкоцитов было небольшим и на следующий день после полета количество этих форменных элементов крови возвращалось к исходному уровню.

Таблица 3

Изменение температуры тела собак во время космического полета

Кличка собаки	Температура тела, °С		
	До полета	После полета	Величина изменения
Рыжая	39,5	38,9	-0,6
Дамка	39,4	38,9	-0,5
Дамка	38,4	38,9	+0,3
Белка	38,9	39,1	+0,2
Модница	39,3	39,4	+0,1

Ниже приводятся данные подсчета количества лейкоцитов у собак до и после полета (табл. 4).

Таблица 4

Изменение числа лейкоцитов у собак во время и после космического полета

Кличка собаки	Количество лейкоцитов, мм ³		
	До полета	После полета	Величина изменения
Рыжая	18700	39800	+21100
Дамка	8300	21100	+12800
Дамка	11300	13800	+2500
Белка	11200	13800	+2600
Белка	11640	13400	+1760
Модница	13000	14200	+1200

Можно предположить, что причинами лейкоцитоза являлись отрицательные перегрузки, действовавшие на организм животных при торможении. Подобные изменения крови при действии отрицательных перегрузок отмечались в работах отечественных и зарубежных исследователей.

Известно, что увеличение числа лейкоцитов могло быть вызвано воздействием вибрации на организм (И.Я.Борщевский, Е.Ц.Андреева-Галанина и др.). Возможно также, что причиной лейкоцитоза были внутренние кровоизлияния у некоторых животных (Рыжая и Дамка) в результате воздействия отрицательных перегрузок.

Изменения количества эритроцитов, процентного содержания гемоглобина и лейкоцитарной формулы не выходили за пределы колебаний, наблюдавшихся в период содержания экспериментальных животных в виварии до полетов.

Исследование мочи до и после полета проводилось у собак Дамка, Белка и Модница. Следует отметить, что сразу же после полета у этих животных не удалось получить мочу для анализа. Исследованию подверглась моча, полученная через 4-6 ч после летного эксперимента. Анализы мочи, взятой до и после полета, дали совпадающие результаты.

Следует отметить, что парашютная система головной части во всех запусках ракет работала безотказно и обеспечила заданную скорость приземления. Однако выбранный метод торможения головной части ракеты в плотных слоях атмосферы при ее падении с высоты 200 км уже нельзя считать безопасным, так как большие по величине и продолжительные перегрузки могут иметь крайне неблагоприятное направление. Для спасения с высот 200 км и выше необходимо применение дополнительных тормозных устройств, обеспечивающих более плавное уменьшение скорости и стабилизированное снижение головной части ракеты.



Приземлившаяся головная часть ракеты Р-5 с животными
(1958 г.)

Исследования, проведенные на втором этапе, позволили сделать следующие выводы:

- выбранная конструкция герметической кабины и ее оборудование обеспечивают жизненно необходимые условия животным при полете на ракетах до высоты 212-450 км;
- условия полета на ракетах до высоты 212-450 км не вызвали резких расстройств физиологических функций животных. Изменений в их поведении и состоянии здоровья после полета не отмечалось;
- на активном участке полета частота пульса, дыхания, а также кровяное давление ненаркотизированных животных, как правило, повышались.

В период действия динамической невесомости регистрируемые физиологические показатели удерживались на высоком уровне в течение первых 2-3 мин с тенденцией к понижению.

Возвращение к исходному уровню физиологических показателей происходило на 5-6-й минуте действия динамической невесомости.

У животных, находившихся в состоянии наркоза, частота пульса, дыхания, кровяное давление в период действия невесомости не отличались от исходных величин.

Выбранная система спасения обеспечивала сохранение жизни животных при приземлении.

Однако необходимо было провести дополнительные работы по обеспечению стабилизации и более благоприятных условий торможения при падении головной части ракеты с высоты 200 км и выше. В дальнейшем предполагалось использовать стабилизирующие устройства с тем, чтобы была возможность снизить действие ускорений и попытаться действующий вектор ускорения при падении головной части ракет направить в наиболее благоприятном направлении относительно тела животного.

Завершив программу медико-биологических исследований животных при их полетах на одноступенчатых ракетах Р-2А, Р-2, Р-5 до высоты 100,8; 212 и 450 км с использованием герметических кабин с регенерацией газовой среды для животных и возвратом головной части ракет с животными и всей регистрирующей и обеспечивающей аппаратурой, мы решили вопрос о возможности полета живых высокоорганизованных существ на ракетах с обеспечением безопасности подобных полетов. У нас в стране мы подготовились к полету человека на ракете.

1.4. Третий этап исследований на животных при полетах на искусственных спутниках Земли

Учитывая, что вертикальные полеты человека мало что могли дать для обоснования орбитальных космических полетов человека, необходимы были дополнительные исследования для разработки рекомендаций по обеспечению безопасности космических полетов человека. Риск большой, а затраты не многим меньше затрат на выполнение орбитальных полетов.

Решено было начать подготовку к запуску искусственных спутников Земли — сначала геофизических, а затем медико-биологических с полетом животных на борту космического корабля. Конечно, первые орбитальные полеты искусственных спутников Земли должны были проводиться без возврата биологических объектов на Землю. Вопросы возврата искусственных спутников Земли в период 1957-1958 годов еще не были решены. Предстояла большая и обстоятельная работа, и она была успешно выполнена. Вот почему сразу вслед за созданием в 1957 году межконтинентальной баллистической ракеты и успешным запуском первого в истории человечества искусственного спутника Земли было принято решение, что второй спутник Земли полетит с живым существом.

Дальнейшим шагом в исследованиях по обоснованию возможности космических полетов человека на ракетных летательных аппаратах было использование в целях биологических экспериментов искусственных спутников Земли. В отличие от высотных ракет, которые обычно применяются для зондирования верхних слоев атмосферы и дают научные материалы о кратковременном пребывании животных в полете, искусственные спутники позволяют изучать поведение и состояние живых организмов в течение длительного периода движения спутника по орбите. Следовательно, на искусственных спутниках могут быть созданы условия, соответствующие с биологической точки зрения условиям космического полета.

Проведение научных исследований на спутнике сопряжено с некоторыми специфическими трудностями. Прежде всего, как и при проведении экспериментов на высотных ракетах, необходимо соблюдать требования строгой экономии массы всего оборудования, его габаритов и потребляемой электрической энергии. В то время еще не были созданы системы, обеспечивающие спуск животного и научного оборудования на Землю, сложную проблему представляла также регистрация и передача показаний приборов, характеризующих поведение животного и соответствующие гигиенические и физиологические показатели.

Биологические исследования на спутнике включают в себя два основных направления. Во-первых, это разработка оборудования и регулирующих его работу систем, которые должны обеспечить

необходимые условия для жизни животного на всех этапах полета спутника, во-вторых, изучение биологического действия факторов космического полета.

В отличие от биологических исследований на высотных ракетах, на искусственных спутниках Земли представляется возможность изучать эффекты длительного воздействия ускорений, шума и вибраций при запуске спутника до момента вывода его на орбиту и длительного состояния динамической невесомости при орбитальном полете. Изучение влияния на животных ряда других факторов, в особенности космической радиации, в необходимом объеме может быть осуществлено лишь при запуске спутников, с которых научное оборудование и животные будут возвращать на Землю.

Проведение экспериментов в течение нескольких суток требует создания такого оборудования, которое в состоянии автоматически поддерживать удовлетворительные условия жизни животного в полете, обеспечивать его необходимым количеством пищи и воды, а также удалять отходы жизнедеятельности и т.д. В то же время исследовательская аппаратура должна поддерживать бесперебойную автоматическую регистрацию научных данных и их передачу на приемные станции на Земле. Наконец, проведение такого рода экспериментов требует специальной подготовки и тренировки подопытных животных, в частности тренировки животных к действию ряда факторов полета, их тщательного предварительного обследования.

Усилия исследователей были направлены на подготовку животных к полету и их обследование, а также на разработку и подготовку средств для обеспечения необходимых условий для животного в полете.

Требования экономии массы и габаритов повлияли на конструкцию герметической кабины для животного. Наиболее высокие требования предъявлялись к герметичности кабины, которая должна была защищать животное от крайних степеней разрежения атмосферы.

На государственной комиссии по настоянию С.П.Королева было принято решение не отстыковывать биоспутник от последней ступени ракеты, как отстыковывался первый спутник. Нам казалось, что так проще и надежнее. Но мы не учли, что по металлу конструкции можно подвести больше тепла к животному. Перегрев животного нам казался ахиллесовой пятой при полете биоспутника. Солнце грело снаружи, аппаратура и животное грели кабину изнутри, т.е. все было направлено на перегрев, а не на охлаждение. Справятся ли теплоотводящий экран и вентилятор в кабине с отводом тепла? Риск был большой. И сегодня для космической техники эта задача непростая, а тогда?

26 октября 1957 года через 22 дня после запуска Первого искусственного спутника Земли ряд товарищей вместе с С.П.Королевым самолетом Аэрофлота вылетели в Ташкент, а оттуда на самолете местной линии прибыли на космодром Байконур. Тем временем медицинские работники закончили подготовку и тренировку животных, длившуюся почти год. Из десятка собак, очень схожих между собой, выбрали трех: Альбину, Лайку и Муху. Альбина уже дважды побывала в космическом полете и честно послужила науке. У нее уже были забавные щенята и было решено больше не пускать ее в полет, но наблюдения за ней вести. Конечно, всех их было жалко, ибо возвращать из полета мы еще не умели. Собаки шли на верную гибель. После долгих обсуждений решено было отправить в полет собаку Лайку — двухлетнюю самку массой 6 кг.

Альбина была дублером на всякий случай, а собака Муха была зачислена «технологической собакой». На ней испытывали всю измерительную аппаратуру и оборудование системы жизнеобеспечения кабины. Прелестная, спокойная Лайка, по нашим общим воспоминаниям, была славной собакой, великолепно послужившей большому делу науки. Все эти собаки мной совместно с сотрудниками были подвергнуты щадящему оперативному вмешательству по выведению общей сонной артерии в кожный лоскут для размещения на ней датчика для измерения кровяного давления и пульса; кроме того, к ребрам были подшиты датчики для регистрации частоты дыхательных движений грудной клетки и регистрации электрокардиограммы.



Четвероногий космонавт Лайка перед полетом
(1957 г.)

Послеоперационный период протекал у собак под неустанным вниманием незабвенной Екатерины Андреевны Петровой. Она ежедневно перевязывала собак, сменяя повязки, осуществляла гигиенический туалет собак и проводила специальную «тренировку» выведенного лоскута с сонной артерией с ежедневным одеванием на лоскут специального датчика. Перед отлетом собак на полигон я привез Лайку к себе домой, показал детям. Они были очарованы ее поведением и красотой, играли с ней, ласкали. Мне хотелось сделать собаке что-нибудь приятное, так как жить ей оставалось совсем недолго.

Тренировки собак продолжались и по прибытии на космодром вплоть до момента старта: на несколько часов каждый день собака Лайка помещалась в контейнер. Сидела спокойно и позволяла регистрировать показатели физиологических функций. Собака освоилась с кормушкой, которая напоминала собой пулеметную ленту, составленную из маленьких коробочек-корытц с желеобразной высококалорийной пищей. В каждом корытце содержалась суточная норма питания. Запас пищи был рассчитан на 20 суток. Собаке не мешала плотно облегающая тело одежда — «лифчик», который держал мочекалоприемник, точно подогнанный к телу животного. Фиксирующие цепочки крепились к стенкам контейнера, ограничивая свободу движений, но позволяли стоять, сидеть, лежать и даже чуть двигаться вперед и назад.

После того как пришло подкрепление в наши ряды, сразу почувствовался размах, уже космический масштаб. В создании Второго спутника Земли участвовали многие научные и инженерно-конструкторские учреждения; успешный полет Первого спутника позволял Королеву, Пилюгину, Глушко, Бармину ломать ведомственные барьеры. Разрабатывался контейнер с системами жизнеобеспечения под руководством С.Алексеева, А.Бахрамова и других. За передачу научной информации по каналам телеметрии отвечали сотрудники группы Алексея Федоровича Богомолова. Сотрудники из Ленинградского СКТБ «Биофизприбор» под руководством А.Златорунского, В.Фрейделя и других разрабатывали космическую кормушку для собаки, прозванную пулеметной установкой. Вся эта огромная и многосторонняя работа направлялась и постоянно координировалась (а это, может быть, самое важное в деле помощи) членами комиссии СМ СССР Василием Михайловичем Рябиковым, Георгием Николаевичем Пашковым, Константином Николаевичем Рудневым, Леонидом Васильевичем Смирновым, Александром Ивановичем Царевым, Игорем Тимофеевичем Бобыревым и другими. В течение месяца от первого до второго полета спутника

Земли все руководители и сотрудники работали с колоссальным напряжением, на сон оставалось крайне мало времени. Ежедневно вечером я должен был докладывать комиссии СМ СССР о результатах работы за день. И так изо дня в день, вплоть до 3 ноября 1957 года.

Укрепленная на силовой раме герметическая кабина представляла собой цилиндрический контейнер диаметром 640 мм и длиной 800 мм, снабженный съемной крышкой со смотровым люком. На съемной крышке располагались герметические разъемы, служащие для ввода электрических проводов. Кабина для животного была выполнена из сплава алюминия, а ее наружная поверхность была соответствующим образом обработана. В контейнере удалось весьма компактно разместить подопытное животное и необходимое оборудование. Оборудование герметической кабины животного на Втором искусственном спутнике состояло из установок для регенерации воздуха и регулирования температуры воздуха в кабине, кормушки с запасом пищи, ассенизационного устройства и комплекта медицинской аппаратуры.

Установка для регенерации воздуха содержала регенерационное вещество, поглощавшее углекислоту и водяные пары, выдыхаемые животным, и выделявшее при этом необходимое количество кислорода. Общий запас регенерационного вещества обеспечивал потребности животного в кислороде в течение 7 суток. Для вентиляции регенерационной установки использовались дублированные малогабаритные электромоторы. Работа установки регулировалась сильфонным барореле, которое при повышении барометрического давления воздуха в кабине до уровня свыше 765 мм рт.ст. выключало из работы наиболее активную часть регенерационного вещества.

Приспособление для регулирования температуры воздуха состояло из специального теплоотводящего экрана, на который подавался отводимый от животного воздух, и сдвоенного термореле, включавшего электровентилятор обдува при температуре воздуха в кабине более +15°C.

Работа указанных установок контролировалась во время полета спутника по показаниям потенциометрического датчика давления (работавшего в диапазоне 200-1000 мм рт.ст.) и проволочных реостатных датчиков температуры, расположенных внутри и на оболочках кабины.

Кормление и обеспечение животного водой производилось из металлического резервуара объемом 3 л. Запас желеобразной массы, содержавшей необходимое количество основных пищевых ингредиентов и воды, был рассчитан на полное обеспечение потребности животного в течение 7 суток.

Ассенизационное устройство состояло из специального резинового мочекалоприемника, прилежавшего к тазовой области животного, и особого «лифчика», надеваемого на плечевой пояс животного для лучшей фиксации мочекалоприемника на теле. Выделения животного по резиновому патрубку приемника отводились в герметический ассенизационный резервуар. С целью дезодорации и поглощения жидких фракций резервуар заполнялся некоторым количеством активированного угля и специально высушенного мха.

Приспособление для фиксации животного в кабине — легкая тканевая одежда и фиксирующие металлические цепочки — ограничивало подвижность животного в кабине, но давало возможность стоять, сидеть, лежать, а также совершать небольшие по объему движения в направлении продольной оси кабины. Движение животного регистрировалось потенциометрическим датчиком, который позволял определять наличие, продолжительность и объем движений.

Комплект медицинской аппаратуры включал в себя усилительно-коммутационный блок с двумя усилителями и набор датчиков для регистрации физиологических функций и двигательной активности животного. В соответствии с программой исследования предусматривалась регистрация показателей, характеризующих состояние функции дыхания и кровообращения подопытного животного: частоты сердечных сокращений путем регистрации биопотенциалов сердца (электрокардиограмма); частоты дыхания методом измерения периметра грудной клетки, величины

максимального артериального давления осцилляционным методом при периодическом сжимании выведенной в кожный лоскут сонной артерии с помощью специальной манжеты. Кроме того, для анализа двигательной активности животного использовался метод актографии с датчиком движения.

Для регистрации биопотенциалов сердца применялись серебряные электроды, вживленные под кожу собаки. Трехкаскадный усилитель этого канала входил в усилительно-коммутационный блок (коэффициент усиления около 3000).

Для регистрации частоты дыхания использовались реостатные тензодатчики в виде поясков, накладываемых на грудную клетку животного. Сопротивление датчиков составляло от 0,3 до 25 кОм. Датчик был включен в потенциометрическую схему. Для большей надежности использовались 2 датчика, включенные параллельно в измерительную схему.

Для регистрации максимального артериального давления применялся осцилляционный датчик, который при помощи пьезокристалла преобразовывал пульсовые колебания стенок сонной артерии в колебания электрического напряжения. Усилитель канала осцилляции был аналогичен усилителю канала электрокардиограммы и располагался в том же усилительно-коммутационном блоке. Автомат, создававший давление воздуха в манжете, представлял собой цилиндр, объем в котором (а, следовательно, давление воздуха) изменялся при движении поршня с помощью отдельного электромоторчика.

Командные импульсы управления и питающие напряжения от специальных батарей подводились к блоку усилителя, с которого также снимались выходные параметры для передачи на систему радиотелеметрии. Блок-схема оборудования и аппаратуры, установленных в герметической кабине, была оригинальна и ранее не использовалась. Установленные в кабине оборудование и аппаратура были проверены на функционирование при действии вибраций и ускорений, а также прошли испытания при длительных лабораторных опытах.

Можно было предполагать, что для длительных экспериментов на спутнике собаки окажутся столь же подходящими подопытными животными, как и для исследований на высотных ракетах. Однако в одном случае речь идет о часах, в другом — о многих сутках, в течение которых животное должно находиться в кабине малого объема. Поэтому большое внимание пришлось уделить разработке системы подготовки и постепенной тренировке собак к длительному фиксированному пребыванию в кабине летательного аппарата.

Сначала животное приучали к обстановке лаборатории и пребыванию в специальных клетках. Объем этих клеток постепенно уменьшался, приближаясь к размерам клетки для собак в герметической кабине спутника. Поскольку ее размеры составляли 600х220х450 мм, были выбраны небольшие собаки массой около 6000 г. Продолжительность пребывания животных в таких клетках в наземных экспериментах постепенно увеличивалась от нескольких часов до 15-20 суток. Одновременно с этим животное приучали к ношению специальной одежды, ассенизационного устройства и датчиков для регистрации физиологических функций. В ходе тренировки проводилась тщательная индивидуальная подгонка всего снаряжения. Эта работа считалась выполненной тогда, когда животное спокойно переносило 20-суточное пребывание в тесной клетке со всем снаряжением и при этом у него не отмечалось каких-либо нарушений общего состояния или местных повреждений.

В этих условиях известные трудности представляло приучение животных к дефекации и мочеиспусканию. У нетренированных собак длительное ограничение свободы и подвижности приводило к задержке стула и мочеиспускания, что, как правило, сопровождалось двигательным беспокойством, а иногда и нарушением общего состояния. Применение фармакологических средств (слабительных) не давало стойкого эффекта. Лишь поэтапное и последовательное осуществление выработанной системы тренировки животных обеспечило нормальные отправления организма.

Следующим этапом тренировки было приучение животных к длительному пребыванию в герметической кабине. В этой кабине размещалось все необходимое оборудование, предназначенное

для будущего полета спутника. Собаки приучались к обстановке кабины, питанию при помощи автоматов, шуму работающих агрегатов. Производилось гашение реакции животного на сложный комплекс раздражителей, связанных с монтажом аппаратуры и оборудования и герметизацией кабины. Одновременно проводили испытания оборудования кабины и измерительной аппаратуры, в процессе которых они были усовершенствованы.

Подготовительный период включал оперирование животных в методических целях. Для регистрации кровяного давления правая общая сонная артерия выводилась в кожный лоскут на шее. Для регистрации электрокардиограммы серебряные электроды вживлялись под кожу грудной клетки в области пятых межреберьев. В послеоперационный период проводилась тренировка кожного лоскута с выведенной в него артерией.

Немалую сложность представлял вопрос питания и водообеспечения животного в условиях длительного пребывания его в изолированной герметической кабине. Помимо разработки и опробования различных вариантов автоматических кормушек для хранения и выдачи пищи потребовалось уточнить данные о фактическом составе и калорийности рациона животных, определить их энерготраты и потребность в воде. Определение у животных энерготрат проводилось по методу Дугласа-Холдена. Оно показало, что энергетическая потребность животных колебалась в пределах от 400 до 650 ккал в сутки.

На основании этих данных были составлены пробные рецептуры пищевых масс, проверенные в многочисленных лабораторных опытах. Удовлетворительные результаты были получены при кормлении собак пищевой массой, состоящей из 40 % сухарного порошка, 40% мясного порошка и 20% говяжьего жира. Прессованная пищевая масса этого состава в объеме 100 г в сутки обеспечивала потребности собак массой до 7000 г при кормлении их в 20-суточных опытах.

Исследование водного обмена животных, выдерживаемых на этом пищевом режиме, показало, что потребность собак в воде составляла в среднем 120 мл и не превышала 200 мл в сутки.

Была рассмотрена возможность применения комбинированной пищевой массы в виде желеобразной смеси (предложенной Игорем Балаховским), содержащей помимо основных пищевых веществ достаточное количество воды и агар-агара для придания механической прочности смеси. Этот способ оказался удобным и был использован затем в летном эксперименте.

После того как животные были приучены к условиям длительного пребывания в герметической кабине, а все системы обеспечения и исследовательская аппаратура были многократно испытаны, мы приступили к следующему этапу работы.

Представляло большой интерес определить устойчивость животных к воздействию некоторых факторов полета, например ускорений, шума и вибрации. Можно было предполагать, что выгоднее всего животное в спутнике располагать так, чтобы продольная ось ракеты-носителя, а, следовательно, и направление ускорений соответствовали направлению «грудь-спина» животного. Переносимость ускорений этого направления (поперечного), как известно, наиболее высока. Вместе с тем в литературе отсутствовали сколько-нибудь полные данные о длительном (в течение нескольких минут) действии на организм собак ускорений поперечного направления. Пришлось провести несколько серий экспериментов, причем заведомо были выбраны более жесткие условия как по величине ускорений, так и по времени их действия.

Аналогичные задачи необходимо было решать и при исследовании устойчивости животных к вибрациям. При исследовании действия вибрации нас, прежде всего, интересовали устойчивость к ним животных и, конечно, индивидуальные особенности их реакций, а также возникающие при этом физиологические изменения. Работа выполнялась на лабораторных стендах, которые позволяли создавать ускорения и вибрации, приблизительно соответствующие ускорениям и вибрациям, возникающим при активном движении спутника. В каждом случае исследования проводились в две серии. Сначала производилась тренировка животных, гашение их ориентировочной реакции на

обстановку, а затем непосредственно изучалось влияние вибраций, ускорений на устойчивость животных к их действию.

Первые тренировочные опыты в серии исследований физиологического влияния вибраций являлись, по существу, экспериментами по изучению воздействия шума, который создавался моторами вибростенда.

Под влиянием шума частота сердечных сокращений у животных увеличивалась в полтора раза, частота дыхания — вдвое, величина максимального артериального давления — на 15-20 мм рт.ст. В конце тренировочных опытов изменения этих показателей не выходили за пределы обычных физиологических колебаний. Тренировка считалась законченной в том случае, если изменения физиологических показателей были незначительными, а общий уровень функциональных показателей существенно не отличался от того, какой был до тренировки.

Поведение животных (опыты были проведены на 7 собаках), характер и степень изменения их физиологических функций в процессе влияния вибраций во всех случаях были примерно одинаковыми. Животные удовлетворительно переносили кратковременное воздействие общих поперечных вибраций. Заметных отклонений со стороны поведения и общего состояния собак при этом не обнаруживалось. Действие вибраций вызывало значительное увеличение частоты сердечных сокращений (почти вдвое) и умеренное повышение максимального артериального давления (на 30-65 мм рт.ст.). Указанные изменения имели преходящий характер. Соответствующие показатели физиологических функций возвращались к исходному уровню через 5 мин после окончания воздействия.

Выполненные исследования показали, что в поведении и общем состоянии животных как при воздействии шума, так и при сочетании шума с вибрациями (при значении виброперегрузок до 10 ед.) не отмечалось каких-либо существенных различий. Изменения функциональных показателей сердечно-сосудистой и дыхательной систем оказывались при этом одинаковыми, хотя иногда обнаруживались различия в выраженности реакций. Влияние вибраций вызывало большие функциональные сдвиги в организме животных, нежели влияние шума.

В последующей серии исследований изучалось влияние на организм животных длительных, меняющихся по величине центробежных ускорений, действующих в направлении «грудь-спина» (величина перегрузок 2-20 ед. при времени действия 6-15 мин). Результаты экспериментов, выполненных на 14 собаках, показали, что поведение животных во время действия перегрузок было относительно спокойным. В начале вращения центрифуги у животных возникала ориентировочная реакция с явлениями двигательного возбуждения. По мере нарастания величины ускорения одни животные оставались спокойными, другие проявляли заметное двигательное беспокойство. Все животные лишь до определенной величины ускорения сохраняли свободу движений головы и туловища. Затем они оказывались прижатыми к поверхности лотка и не проявляли заметного двигательного беспокойства. Во время вращения у животных отмечалось повышенное слюноотечение, продолжавшееся некоторое время и после окончания вращения.

Частота сердечных сокращений у животных с началом действия ускорений быстро возрастала и, превысив исходную величину в 1,5-2 раза, с некоторыми колебаниями удерживалась на этом уровне в течение всего времени действия ускорений. Частота дыхания в начале вращения центрифуги, как правило, увеличивалась в 1,5-2 раза по сравнению с исходной частотой. По мере нарастания величины ускорений тело животного все сильнее прижималось к поверхности лотка, вследствие чего дыхательные движения грудной клетки затруднялись, дыхание становилось более поверхностным и частым. На протяжении всего периода воздействия ускорений частота дыхания животных превышала исходную в 1,5-3 раза. Величина максимального артериального давления в начале воздействия возрастала по сравнению с исходной на 50-80 мм рт.ст. и оставалась на этом уровне в течение всего периода действия ускорений.

Полученные данные показали, что воздействие меняющихся по величине поперечных ускорений хотя и сопровождалось определенными изменениями в поведении животного и состоянии функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, однако переносилось животными удовлетворительно. Как правило, через 5-10 мин после прекращения воздействия ускорений функции дыхания и кровообращения нормализовались. В последующий период наблюдений каких-либо отклонений в состоянии здоровья животных не наблюдалось.

Важно было также определить, в какой мере колебания гигиенических характеристик среды могут оказывать влияние на состояние животных, длительно находящихся в герметической кабине малого объема. Основным интерес представляло выяснение допустимых пределов колебаний температуры и концентрации кислорода в воздухе кабины. В результате проделанной работы были получены данные, необходимые для регулирования системы кондиционирования воздуха, и определены максимально допустимые концентрации кислорода при барометрическом давлении воздуха, близком к нормальному.

Таким образом, результатом всей подготовительной работы явилась разработка герметической кабины, ее оборудования, исследовательской аппаратуры, а также подготовка подопытных животных к летному эксперименту. В ходе наземных экспериментов были получены данные, указывавшие на то, что животные удовлетворительно переносят длительное (до 20 суток) пребывание в герметической кабине, воздействия вибраций, шума и ускорений. Все это позволило приступить к непосредственной подготовке и проведению экспериментов на спутнике. Отдельные периоды эксперимента существенно отличались один от другого и характеризовались воздействием на организм животного различных факторов. По этой причине результаты исследования целесообразно рассмотреть в соответствии с тремя основными периодами: предстартовым; запуском ракеты с выводом спутника на орбиту; орбитальным полетом спутника. Предстартовый период охватывал время от момента размещения животного в герметической кабине до старта спутника.

С утра 31 октября 1957 года собаку подготовили к посадке в спутник, провели гигиеническую обработку кожи разбавленным спиртом в местах выхода проводников от датчиков. В середине дня Лайку разместили в контейнере, а около часа ночи контейнер был поднят на вертикально стоящую ракету. Условия пребывания животного в герметической кабине спутника были вполне удовлетворительными и ничем существенно не отличались от тех, в которых животное неоднократно находилось при проведении длительных лабораторных опытов. На протяжении предстартового периода поведение Лайки, а также показатели функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной систем не имели каких-либо особенностей и не выходили за пределы значений, известных для нормального состояния животного. Сотрудники медицинской службы ни на одну минуту не отходили от Лайки. Стояла осенняя холодная погода, и пришлось к Лайке подтянуть шланг с теплым воздухом от наземного кондиционера. Перед стартом шланг был удален от ракеты.

3 ноября 1957 года Второй спутник Земли с живым существом ушел в космос. По каналам телеметрии мы получили данные, что перегрузки прижали собаку к лотку контейнера, но она была спокойна, не дергалась. Пульс, частота дыхания повысились в 3 раза. На электрокардиограмме не отмечалось никакой патологии. Потом все показатели постепенно стали приходить к норме. Медики отмечали умеренную двигательную активность. В невесомости Лайка чувствовала себя вполне нормально. Радостный, я докладывал государственной комиссии: «Жива! Победа!»

Спутник крутил еще долго вокруг Земли и сгорел, в конце концов, зацепив за атмосферу Земли в середине апреля 1958 года. В настоящее время спустя много лет полет Лайки выглядит очень скромным, но это историческое событие, о котором академик А.Н.Несмеянов сказал, что эксперимент с полетом Лайки на искусственном спутнике Земли относится к эпохальным явлениям. Я с большим почтением и любовью вспоминаю людей, которые готовили Лайку к полету и вместе с тысячами других людей писали первые страницы истории практической космонавтики. Их имена можно разыскать в специальных журналах и книгах, но большинство людей их никогда не слышали. А ведь это несправедливо, согласитесь. Итак, Лайку под моим руководством в полет готовили Олег

Газенко, Абрам Генин, Александр Серяпин, Армен Гюрджян, Наталья Казакова, Игорь Балаховский, Екатерина Андреевна Петрова и другие.

При запуске спутника на животное действовали значительные перегрузки в течение всего периода разгона ракетной системы до момента выхода на орбиту. По отношению к продольной оси ракеты-носителя животное располагалось перпендикулярно, ускорения действовали в направлении «грудь-спина», в котором животное легче переносит перегрузку. Одновременно с ускорением на животное действовали вибрации и шум работающих двигателей. Гигиенические показатели кабины соответствовали заданным параметрам. Частота дыхания при максимальных значениях ускорений превышала исходную в 3-4 раза, причем в учащении дыхания определенное значение имело механическое затруднение дыхания при воздействии ускорений. Есть основания полагать, что изменения состояния физиологических функций животного связаны с внезапным действием на организм сильных внешних раздражителей (реакция по типу оборонительного рефлекса). В дальнейшем проявилось уже специфическое влияние этих раздражителей (вибраций, ускорений). По этой причине частота сердечных сокращений после некоторого снижения продолжала удерживаться на более высоком относительно исходного уровне.

Анализ и сопоставление полученных данных с результатами предшествующих лабораторных опытов позволили прийти к выводу, что полет спутника от старта до выхода на орбиту животное перенесло вполне удовлетворительно.

После запуска спутника на орбиту и в период движения по орбите наступило состояние динамической невесомости, при котором вес животного, всех его органов и тканей практически оказался почти равным нулю. При исследованиях на высотных ракетах общее время частичной и полной невесомости не превышало 6-9 мин. При полете спутника, несмотря на его медленное вращение, невесомость была все время практически полной. С наступлением невесомости тело животного перестало давить на пол кабины и за счет сокращения мышц конечностей легко отталкивалось от него. Судя по имеющимся записям, движение было непродолжительным и плавным. В связи с тем, что грудная клетка перестала испытывать сдавливание, частота дыхания понизилась. После очень короткого и небольшого учащения сердцебиения (вслед за прекращением ускорений и вибраций) частота сердечных сокращений продолжала последовательно уменьшаться и приближаться к исходной величине. Однако время, в течение которого число сердцебиений после прекращения действия ускорений достигало исходного уровня, оказалось приблизительно в 3 раза больше, чем в лабораторных опытах, в которых животное путем вращения на центрифуге подвергали действию тех же ускорений, что и при запуске спутника. Вероятно, это связано с тем, что после прекращения действия ускорений в наземных опытах животное оказывалось в условиях нормальной весомости. При переходе к орбитальному движению перегрузки сменялись состоянием невесомости. Очевидно, это повлекло за собой изменения афферентации центральной нервной системы (в том числе сигнализирующей о положении тела животного в пространстве) и функционального состояния подкорковых образований, регулирующих кровообращение и дыхание. В результате несколько удлинилось время нормализации указанных функций после действия ускорений.

Возможно также, что этот эффект был несколько усилен действием сопутствующих факторов (шума, вибраций), интенсивность которых при запуске была выше, чем в лабораторных опытах.

Анализ зарегистрированной в это время электрокардиограммы выявил некоторые изменения в конфигурации ее элементов и продолжительности отдельных интервалов. Отмеченные изменения не носили патологического характера и были связаны с повышенной функциональной нагрузкой в период, предшествовавший невесомости. Картина электрокардиограммы отражала преходящие сдвиги в рефлекторной регуляции сердечной деятельности (преобладание симпатических влияний). В последующий период наблюдалось приближение картины электрокардиограммы к той, которая была характерна для исходного состояния животного. Несмотря на необычное состояние невесомости, двигательная активность животного была умеренной.

Нормализация функциональных показателей кровообращения и дыхания в период невесомости (орбитального движения спутника) свидетельствует о том, что этот своеобразный фактор сам по себе не вызывал существенных изменений в состоянии физиологических функций животного. Некоторые отклонения функциональных показателей, которые были обнаружены позднее, очевидно, следует объяснить изменением температуры воздуха в герметической кабине.

Анализ данных, характеризующих состояние гигиенических параметров среды кабины, показал, что кислород во время полета выделялся в достаточном количестве. Тот факт, что давление в кабине не снижалось, свидетельствовало о ее надежной герметичности. Это тем более важно, что спутник, как известно, проходил через области метеорных потоков. Следовательно, конструкция кабины и ее прочность обеспечивали необходимую защиту от механических повреждений метеорным веществом.

Сколько-нибудь определенного суждения о воздействии космической радиации на организм животного на основании этого опыта составить не удалось. Явный физиологический эффект действия радиации не был обнаружен, а тщательное и длительное исследование животного после полета не было предусмотрено условиями эксперимента.

Оценка полученных результатов со всей очевидностью показала, что условия космического полета переносятся животным удовлетворительно. Положительный в этом смысле итог эксперимента позволил с еще большей настойчивостью продолжать и расширять исследования.

Уже после полета собаки Лайки на Втором искусственном спутнике Земли мы убедились, что еще многого не знаем, в том числе не умеем возвращать искусственный спутник Земли. Недостаточно отработана система отвода тепла из кабины животного. Температура в кабине росла значительными темпами, и этому способствовало натекание тепла от неотстыкованной последней ступени ракеты. Идея о необходимости отстыковки последней ступени ракеты от герметической кабины с животным и источников электроэнергии, которые находились между последней ступенью ракеты и кабиной с животным, оказалась недостаточно проработанной. Решение не отстыковывать последнюю ступень было ошибочным и привело к искажению качества эксперимента. Буквально через несколько дней полета температура воздуха в кабине начала быстро расти, что незамедлительно сказалось на состоянии животного. Надо сказать, что срок подготовки полета Второго искусственного спутника Земли с собакой Лайкой составлял почти 1 месяц, если отсчет вести от 4 октября 1957 года, т.е. от дня запуска Первого искусственного спутника Земли. Срока в 1 месяц было явно недостаточно для подготовки столь ответственного эксперимента с животным на борту спутника. Такие соревнования в науке обычно ни к чему не ведут, а чаще всего дискредитируют саму идею эксперимента, чреватые потерями и ошибками. К сожалению, это не было учтено в дальнейших экспериментах, о чем мы скажем несколько позже, особенно при подготовке следующих еще более сложных летных экспериментов. Партийное бюро Института авиационной медицины вместо помощи в сложной работе ставило палки в колеса. Не успела Лайка стартовать, а уж Петр Исаков в газете «Комсомольская правда» поместил свою статью об успешном эксперименте с Лайкой, хотя сам никакого отношения к этой работе не имел. Кроме того, он успел написать об этом полете сценарий картины для зарубежной киностудии. Вот это стиль гангстера от науки.

В адрес Академии наук СССР поступило множество заявлений от граждан нашей страны и других стран с просьбами допустить их к подготовке к предстоящим полетам людей на ракетных летательных аппаратах. Но мы еще не были готовы к космическим полетам человека. В конструкторском бюро началась сложная и многоплановая работа по созданию комплекса средств схода космического корабля с орбиты, его торможения и постепенного спуска на поверхность Земли. Коллективы Сергея Павловича Королева, Алексея Михайловича Исаева, Семена Ариевича Косберга, Семена Михайловича Алексеева и многие другие начали свои разработки. Все технические устройства различного назначения тщательно разрабатывались и многократно испытывались на катапультных установках, в водных бассейнах. Эти устройства получали окончательную оценку и право на зачисление их в штатный состав только после морских испытаний, многократных испытаний со сбросом всего оборудования с самолетов и их благополучным приземлением. Для каждой собаки подгонялись ложемент катапультного кресла и безмасочный скафандр с

неприкосновенным аварийным запасом (НАЗом). Несмотря на такой объем испытаний и подгонки оборудования, все отобранные собаки ежедневно по полной программе проходили тренировку и подготовку к полетам. Никаких исключений из установленного режима тренировок не допускалось. Это была четко отработанная система.

19 августа 1960 года у нас в стране был осуществлен успешный запуск второго космического корабля на орбиту спутника Земли. Вес корабля-спутника без последней ступени ракеты-носителя составил 4600 кг. Основной задачей запуска второго космического корабля-спутника являлась дальнейшая отработка систем, обеспечивающих жизнедеятельность человека, а также безопасность его полета и возвращения на Землю. В полете предусматривалось проведение ряда медико-биологических экспериментов и осуществление программы научных исследований космического пространства. Для успешного полета второго космического корабля-спутника с живыми существами на борту и возвращения его на Землю потребовалось решение сложнейших научных и технических проблем, обеспечивающих:

- управляемый полет космического корабля и спуск его на Землю с большой точностью в заданный пункт;
- условия нормальной жизнедеятельности живых существ в космическом полете;
- надежную радио— и телевизионную связь с космическим кораблем.

Все эти задачи были успешно решены. Космический корабль вместе со своими пассажирами — собаками Белкой и Стрелкой и другими живыми существами — благополучно возвратился на Землю. Это историческое событие приблизило время завоевания человеком околосолнечного пространства. Безупречная работа всех систем, обеспечивающих выведение космического корабля на орбиту, а также высокие конструктивные данные мощной ракеты-носителя позволили вывести корабль на орбиту, практически не отличающуюся от расчетной, близкую к круговой, с апогеем 339 км и перигеем 306 км. Начальный период обращения корабля составлял 90,7 мин, наклон орбиты к плоскости экватора — 64° 57 мин. Космический корабль-спутник состоял из двух основных частей: кабины корабля и приборного отсека. В кабине располагались:

- аппаратура для обеспечения жизнедеятельности животных в полете;
- оборудование для биологических экспериментов;
- часть аппаратуры для научных исследований (фотоэмульсионные блоки и радиометр);
- часть аппаратуры системы ориентации;
- аппаратура для регистрации поведения кабины во время спуска (датчики угловых скоростей, перегрузок, температур, шумов и т.д.);
- автоматические системы, обеспечивающие приземление корабля;
- аппаратура для автономной регистрации данных о работе приборов, а также физиологических данных подопытных животных на участке спуска;
- катапультируемый контейнер с собаками Белкой и Стрелкой.



Четвероногие космонавты Белка и Стрелка после полета
(1960 г.)

В катапультируемом контейнере кроме двух собак находились 12 мышей, насекомые, растения, грибковые культуры, семена кукурузы, пшеницы, гороха, лука, некоторые виды микробов и другие биологические объекты. Вне катапультируемого контейнера, в кабине корабля, были помещены 28 лабораторных мышей и 2 белые крысы.

В приборном отсеке размещались радиометрическая аппаратура, аппаратура управления полетом корабля, часть аппаратуры для научных исследований (приборы для изучения космических лучей и коротковолнового излучения Солнца), аппаратура терморегулирования, тормозная установка.

На наружной поверхности кабины корабля располагались рулевые сопла и баллоны с запасом сжатого газа систем ориентации, датчики научной аппаратуры, антенны радиосистем, экспериментальные солнечные батареи, а также система термоизоляции для предотвращения сгорания кабины на участке спуска. В стенках кабины располагались жаропрочные иллюминаторы и быстрооткрывающиеся герметичные люки.

Газовый состав, влажность и температура воздуха в кабине корабля, необходимые для нормальной жизнедеятельности подопытных животных, обеспечивались системой регенерации и системой терморегулирования.

Передача информации о состоянии подопытных животных, физических условиях в кабине и приборном отсеке, о работе бортовой аппаратуры осуществлялась с помощью радиотелеметрических систем на наземные измерительные пункты. Радиотелеметрические системы работали в двух режимах:

— непосредственной передачи телеметрической информации на наземные измерительные пункты в моменты пролета корабля над этими пунктами;

— запоминания (накапливания) информации с последующим воспроизведением и передачей ее при полете корабля-спутника над измерительными пунктами.

На корабле была установлена радиосистема «Сигнал», предназначенная для оперативной передачи части телеметрической информации и отработки вопросов радиотелевизионной связи со спутниками. Для передачи изображения подопытных животных на борту была установлена специальная телевизионная аппаратура. Управление кораблем осуществлялось автоматически, а также путем подачи команд с Земли. На борту была установлена система контроля орбиты высокой точности.

Энергопитание бортовой аппаратуры осуществлялось от химических источников тока и от солнечной батареи. Солнечная батарея располагалась на двух полудисках диаметром 1000 мм, ориентирующихся на Солнце с помощью специальной системы независимо от положения корабля.

Катапультируемый контейнер, в котором находились собаки Белка и Стрелка, являлся прообразом контейнера, разработанного для будущих полетов человека. Форма контейнера была выбрана с таким расчетом, чтобы после его катапультирования обеспечить устойчивое и правильное положение оси контейнера относительно вектора скорости. В контейнере были расположены следующие агрегаты и системы:

- кабина для животных с лотком, автоматом кормления, ассенизационным устройством, системой вентиляции и т.д.;
- катапультные и пиротехнические средства;
- радиопередатчики, предназначенные для пеленгации контейнера;
- телевизионные камеры с системой подсвета и зеркал;
- блоки с ядерными фотоэмульсиями.

Кабина животных была выполнена из листового металла. Внутри этой кабины находились лоток для размещения животных, автомат для кормления, ассенизационное устройство. На лотке располагались датчики движения и автомат для измерения давления крови животных. На верхнем днище, выполненном в виде съемной крышки кабины, размещались телевизионные камеры, система подсвета и зеркал, вентилятор и блок контейнеров с микроорганизмами. Внутри кабины крепились автомат для кормления, контейнеры для мелких биологических объектов и микрофон, позволявшие судить об уровне шума в полете. Все системы катапультируемого контейнера с кабиной животных были рассчитаны на длительное пребывание их в космическом полете.

Основными задачами медико-биологического эксперимента на космическом корабле-спутнике являлись:

- изучение особенностей жизнедеятельности различных животных и растительных организмов в условиях космического полета;
- исследование биологического действия основных факторов космического полета на живые организмы (перегрузок, длительной невесомости, перехода от пониженной весомости к повышенной и наоборот);
- изучение действия космической радиации на животные и растительные организмы (на состояние их жизнедеятельности и наследственность);
- исследование эффективности и особенностей функционирования систем обеспечения жизнедеятельности в полете (систем регенерации, терморегулирования, питания и водоснабжения, ассенизации и др.).

Для решения указанных задач в герметической кабине корабля-спутника располагались 3 клетки, в которых находились 2 белые лабораторные крысы, 15 черных и 13 белых лабораторных мышей. В катапультируемом контейнере находились 2 собаки (Стрелка и Белка), клетка с 6 черными и 6 белыми лабораторными мышами, несколько сотен насекомых (плодовых мух-дрозофил), 2 сосуда с растением традесканцией, семена различных сортов лука, гороха, пшеницы, кукурузы и нигеллы, специальные сосуды с грибками-актиномицетами, одноклеточная водоросль хлорелла в жидкой и на твердой питательных средах. В 50 патронах находились запаянные ампулы с бактериальной культурой кишечной палочки (тип КК-12, «В», «аэрогенес»), палочки маслянокислого брожения со

стафилококковой культурой, двумя разновидностями фага (Т-2 и 13-21), раствором дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), а также культурой эпителиальных опухолевых клеток человека (клетки Хела) и небольшими консервированными участками кожи человека и кролика. Кроме того, в катапультируемом контейнере находились 4 автоматических биоэлемента с культурой палочки маслянокислого брожения, 2 биоэлемента — в специальном термостате и 2 — в утепленном контейнере.

Методикой эксперимента предусматривалась и была осуществлена большая подготовительная работа, включавшая разработку методов исследования, контрольной и регистрирующей аппаратуры, а также проведение предварительных экспериментов, в которых исследовалось влияние отдельных факторов на состояние животных и растительных организмов, постановку необходимых фоновых и контрольных опытов.

Одной из важнейших задач успешного проведения биологических экспериментов при полете космического корабля являлось создание и поддержание благоприятных условий жизнедеятельности живых организмов. Для нормальной жизнедеятельности животных необходимо поддерживать определенные параметры атмосферы в кабине. Поэтому основными требованиями к герметической кабине корабля-спутника являлись:

— поддержание барометрического давления, близкого к давлению на уровне моря при концентрации кислорода 20-25 % и углекислого газа не выше 1%;

— сохранение температуры воздуха в пределах 15-25°C и относительной влажности 30-70%;

— очистка воздуха герметической кабины от вредных примесей, выделяющихся при работе оборудования кабины, а также животными в процессе их жизнедеятельности.

Если в закрытое неветилируемое пространство, каким является кабина космического корабля, поместить животное, то состав воздуха быстро изменится за счет поглощения им кислорода и выделения углекислого газа и водяных паров. Две собаки Белка и Стрелка потребляли 8-9 л/ч кислорода и выделяли при дыхании 6-7 л/ч углекислого газа и 0,25 л воды в сутки. Если учесть, что нормальная жизнедеятельность собаки нарушается при снижении содержания кислорода ниже 18% и повышении количества углекислого газа до 2-3%, станет очевидным, что в кабине космического корабля с момента ее герметизации животные очень быстро могут погибнуть. Чтобы этого не произошло, необходимо непрерывно восстанавливать газовый состав воздуха кабины.

Для обеспечения жизнедеятельности животных необходимо также в течение всего периода их нахождения в кабине космического корабля поддерживать нормальную температуру и давление. В связи с этим требовалось непрерывно отводить тепло, выделяемое животными и действующей аппаратурой корабля.

В целях обеспечения на протяжении всего полета нормального газового состава воздуха, его температуры, давления и влажности в кабине второго космического корабля была установлена и применена система кондиционирования воздуха, которая обеспечивала поддержание параметров среды внутри корабля в заданных пределах. Поддержание требуемого газового состава воздуха в герметической кабине корабля осуществлялось специальной установкой. Анализ существующих методов регенерации воздуха показал, что при полетах продолжительностью до 15-20 суток наиболее рационально использовать высокоактивные химические соединения, поглощающие углекислый газ и водяные пары из воздуха кабины и выделяющие эквивалентное количество кислорода.

Высокоактивные химические соединения кислорода с щелочными металлами использовались при оснащении подводных лодок. Потребовались исследования по отработке циркуляции водного потока в условиях невесомости. В нашем коллективе исследованиями по использованию надперекисей калия много и успешно занимались Федор Романов, Виктор Кустов, перешедшие к нам из Военно-

морского флота, Абрам Генин, Александр Серяпин, Владимир Черкасов и др. Кстати сказать, эти источники кислорода уже использовались Абрамом Гениным для обеспечения кислородом животных при полетах одноступенчатых ракет Р-2 и Р-5.

Применение химических соединений для регенерации воздуха в кабинах малого объема встретило существенные трудности, одна из которых заключалась в том, что скорость выделения кислорода не всегда соответствовала потребности в нем живых организмов. Для поддержания равновесия между выделением кислорода и потреблением его животными потребовалось создание специальных устройств, автоматически регулирующих скорость поглощения углекислого газа и водяных паров с выделением необходимого количества кислорода. Это автоматическое регулирование процесса регенерации осуществлялось весьма простой и надежной конструкцией чувствительного элемента, реагирующего на изменение режима работы регенерационной установки в целом. Уменьшение количества кислорода и увеличение концентрации углекислого газа воспринималось датчиком, подававшим соответствующие сигналы на системы телеметрии и на исполнительный механизм. В случае избыточного выделения кислорода происходило автоматическое срабатывание исполнительного механизма, в результате чего в кабину поступал воздух, лишь частично обогащенный кислородом. В кабине автоматически поддерживалось заданное давление воздуха. Специально разработанные фильтры обеспечивали очистку воздуха кабины в случае загрязнения его вредными химическими примесями, выделяющимися в результате жизнедеятельности животных и при работе аппаратуры. Сигналы о срабатывании чувствительных элементов и параметры воздушной среды в кабине передавались по каналам телеметрии на Землю.

Многочисленные эксперименты, проведенные в лабораторных условиях, показали, что разработанная система кондиционирования и регенерации надежно обеспечивала поддержание в заданных пределах барометрического давления, относительной влажности, а также концентрации кислорода и углекислого газа в воздухе герметической кабины. Задача создания необходимых условий среды в обитаемой части кабины включала в себя также поддержание заданной температуры воздуха.

Совершившие полет собаки и другие животные могли переносить довольно большие колебания окружающей температуры. Однако при подготовке полета ставилась задача создания наиболее благоприятных температурных условий. Дело в том, что существенные отклонения условий среды от нормальных значений поставили бы животных в условия дополнительной нагрузки, требующей соответствующего напряжения физиологических механизмов, регулирующих жизнедеятельность организма в новых необычных условиях. Это, в свою очередь, создало бы неблагоприятный фон для перенесения основных факторов космического полета (перегрузок, состояния невесомости и др.). Поэтому была поставлена задача поддержания заданной температуры воздуха с колебаниями в весьма узких пределах.

При решении этой задачи необходимо было преодолеть ряд трудностей, большинство из которых было связано с непостоянством скорости выделения тепла, в частности животными и аппаратурой. В то же время для того, чтобы температура воздуха не выходила из заданных пределов, количество отводимого тепла в каждый период времени должно находиться в строгом соответствии с его поступлением.

Для отвода тепла из кабины корабля был применен холодильный агрегат с жидкостно-воздушным радиатором. Жидкий хладагент поступал в радиатор из системы терморегулирования корабля. Расход хладагента регулировался в зависимости от температуры в кабине. Такая система обеспечила устойчивое поддержание температуры воздуха в кабине в течение всего полета. Поддержание заданного температурного режима в приборном отсеке и стабильной температуры хладагента осуществлялось с помощью радиационного теплообменника и системы жалюзи. Тепло из герметичного приборного отсека, заполненного газом, отводилось непосредственно на радиационный теплообменник, расположенный на корпусе приборного отсека.

Питание и водоснабжение подопытных животных в длительном полете на искусственном спутнике Земли представляло некоторые трудности, связанные главным образом с условиями невесомости. Исключалась возможность выдачи собаке воды в открытом сосуде, так как жидкость могла легко улететь и стать недоступной для животных. Твердая пища, предназначенная для питания в условиях невесомости, не должна была крошиться и разламываться на куски. Простым и эффективным способом преодоления перечисленных трудностей являлось применение вязкой, желеобразной смеси, содержащей необходимые питательные вещества и воду в достаточном количестве. Этот метод комбинированного питания животных был впервые использован для обеспечения биологического эксперимента на Втором искусственном спутнике Земли с Лайкой.

На основании расчетов и многочисленных экспериментов была разработана рецептура комбинированной питательной смеси, соответствующая энергозатратам собак массой до 7 кг при длительном пребывании их в ограниченном объеме и обеспечивающая суточную потребность животного в воде при условиях поддержания температуры воздуха в пределах 15-25°C (табл. 5).

Такая питательная смесь имеет студнеобразную консистенцию, обладает достаточным сцеплением со стенками кормушки и не выпадает из нее при переворачивании в условиях невесомости. Для выдачи подопытным животным суточных порций пищевой смеси был сконструирован автомат кормления. Специальное устройство открывало крышку кормушки, обеспечивая доступ собак к пище. Для предохранения пищевой смеси от порчи ее стерилизовали в автоклаве при температуре 115°C, что обеспечивало ее надежное консервирование.

Таблица 5

Состав комбинированной питательной смеси для собак массой до 7 кг при длительном пребывании их в ограниченном объеме

Наименование продуктов	Количество, г	Белки, г	Жиры, г	Углеводы, г	Калорийность, г
Мясо (ниже средней упитанности)	80	15,89	2,74	-	90,6
Жир комбинированный	30	-	28,36	-	263,7
Геркулесовая крупа	10	0,91	0,6	6,1	34,3
Агар-агар	2	0,06	-	1,8	7,6
Вода	188	-	-	-	-
Колбаса	20	3,84	4,5	-	57,6
Витамины С, Р, А, В ₁ , В ₂ , РР, В ₆	менее 1 г				
Итого	331	20,7	36,2	7,9	453,8

При испытаниях системы питания животных в наземных экспериментах было установлено, что собаки, длительное время питавшиеся комбинированной смесью из автомата кормления, не теряли в весе и не испытывали жажды. Необходимо отметить, однако, что применение комбинированного питания потребовало длительной и систематической тренировки животных по специальной программе в условиях, приближенных к условиям полета на космическом корабле.

Для обеспечения условий жизнедеятельности мышей и крыс были разработаны специальные клетки с сетчатыми стенками. Вдоль стенок располагались трубки-кормушки, в которых помещались сухие пищевые брикеты, содержащие все необходимые питательные вещества. Вода находилась в особом бачке и поступала в клетку по трубочке с фитильком. Мыши и крысы были заранее приучены к такому способу приема пищи.

При подготовке биологического эксперимента на космическом корабле-спутнике в качестве основного биологического объекта были использованы традиционные лабораторные животные — собаки, нормальная физиология которых хорошо изучена. Эти животные легко поддаются тренировке и устойчивы к различным физическим воздействиям. Применявшиеся методики позволяли с достаточной точностью и удобством регистрировать у собак различные физиологические показатели.

К подопытным животным предъявлялся целый комплекс требований. Для эксперимента были отобраны взрослые собаки в возрасте от полутора до трех лет. Размеры собак должны были обеспечить достаточную степень свободы движений в кабине, масть — качественное и контрастное наблюдение по телевидению за движениями животных. Предпочтение отдавалось беспородным собакам, которые отличаются высокой устойчивостью к действию различных внешних условий. Важное значение придавалось типу нервной деятельности: отбирались собаки сильного, уравновешенного, подвижного типа, у которых легко вырабатывались необходимые для эксперимента условные рефлексы. Животные подвергались тщательному физиологическому и клинико-ветеринарному обследованию. Для регистрации артериального давления производилась операция выведения сонной артерии в кожный лоскут на шее. Для надежной регистрации биотоков сердца под кожу были вживлены электроды, изготовленные из специального сплава.

Как известно, при полете на космическом корабле подопытные животные должны были испытать воздействие ряда необычных факторов: больших ускорений, вибрации, шума, длительного пребывания в герметической кабине, получения пищи из автоматических устройств и осуществления естественных отпавлений организма в специальной одежде.

В целях подготовки к эксперименту в течение продолжительного времени собаки проходили тренировку в макете кабины корабля-спутника с системой фиксации, позволявшей животным совершать необходимый для нормальной жизнедеятельности объем движений. Время нахождения собак в фиксированном положении постепенно увеличивалось. Собаки приучались к ношению датчиков, фиксирующей одежды и ассенизационного устройства. В программу подготовки животных входила также тренировка собак к питанию специально приготовленными смесями из автоматических устройств, к чему, как правило, собаки довольно легко и быстро привыкали. В ходе подготовки животных было проведено большое число исследований по определению устойчивости животных к ускорениям. Каждое из отобранных подопытных животных несколько раз подвергалось воздействию ускорений на специальном стенде, позволявшем создавать такие ускорения, которые должны были возникнуть при полете на космическом корабле. Результаты опытов позволили констатировать удовлетворительную переносимость подопытными животными перегрузок с незначительными индивидуальными колебаниями физиологических параметров, не выходящих, однако, за пределы компенсаторных возможностей организма.

На участке выведения корабля-спутника на орбиту организм животного подвергается воздействию вибраций, которые могут определенным образом повлиять на состояние животного. По результатам проведенных экспериментов можно было говорить об удовлетворительной переносимости животными ожидаемых в полете вибраций. Помимо этого, в отдельных сериях экспериментов проводилось исследование индивидуальной устойчивости животных к действию ударных перегрузок (рассчитанных на случай катапультирования контейнера), пониженного барометрического давления, воздействия повышенной и пониженной температуры среды.

После завершения всего цикла подготовки и испытаний для участия в летном эксперименте были отобраны собаки Белка и Стрелка. Собака Стрелка — самка, светлой масти, с темными пятнами, массой 5,5 кг, 32 см в высоту, 50 см в длину. Собака Белка — самка, светлой масти, короткошерстная, массой 4,5 кг, 30 см в высоту, 47 см в длину. Обе собаки удовлетворительно прошли предварительные отборочные испытания и тренировки, а затем были поставлены в условия предполетного режима.

Для контроля за состоянием животных в полете и решения физиологических задач эксперимента был разработан специальный комплект медицинской исследовательской аппаратуры. Эта аппаратура обеспечила регистрацию физиологических функций подопытных животных в течение всего полета космического корабля.

В полете регистрировались следующие физиологические показатели животных: артериальное давление, электрокардиограмма, тоны сердца, частота дыхания, температура тела, двигательная активность. Радиотелеметрические системы передавали на Землю сведения о барометрическом давлении, температуре и влажности в герметической кабине, а также контрольные данные о функционировании систем обеспечения жизнедеятельности.

Учитывая, что основной целью экспериментов с животными была подготовка к полету человека в космическое пространство, большое внимание уделялось вопросам, связанным с изучением работы двигательного аппарата животных, в частности координации произвольных движений. Для этого были использованы телевидение и специальные датчики движения. Телевизионный метод наблюдения по сравнению с ранее применявшейся киносъемкой имеет ряд серьезных преимуществ. Он позволяет вести наблюдения за животным в процессе самого полета, исключает необходимость обеспечения большим запасом пленки на борту и не требует столь высокой освещенности, как киносъемка. При этом исключается возможность потери материала при чрезвычайных обстоятельствах. Отснятые фильмы позволяют судить не только о поведении животных в космическом полете, но в сочетании с информацией, полученной от датчиков движения, могут дать материал для анализа состояния высших функций центральной нервной системы и об адаптации (приспособлении) животных к условиям невесомости. Кроме того, благодаря наличию на пленках телевизионных фильмов отметок системы единого времени каждое движение животного можно связать с большой точностью с зарегистрированными в данный момент величинами любых физиологических функций.

В кабине с «животными в непосредственной близости от собак, а также на одежде Белки и Стрелки были установлены индивидуальные дозиметры для регистрации ионизирующей радиации. Возвращенные вместе с животными на Землю дозиметры после обработки их показаний дали сведения о воздействии на животных заряженных частиц, электромагнитного излучения, нейтронов и других частиц, входящих в состав космического излучения.

Изучение и оценка биологического действия различных факторов, связанных с космическим полетом, и, прежде всего изучение биологического действия космической радиации, представляют собой очень сложную и многогранную задачу, требующую привлечения самых различных методов исследования: физических, общеклинических, физиологических, биохимических, микробиологических, иммунологических, генетических и др.

Большое значение имеют также исследования изменений обмена веществ. Важно выяснить, происходят ли легкие, обратимые функциональные изменения или наступают устойчивые сдвиги обмена веществ. С этой целью изучали биохимические показатели, которые характеризуют функции печени, эндокринной и нервной систем и которые значительно изменяются при больших нагрузках на организм, а также под влиянием ионизирующей радиации. У собак в течение ряда месяцев до полета, а также в условиях тренировки к действию отдельных факторов полета (ускорения, вибрации) исследовали показатели белкового состава крови, некоторые ферменты и гормоны в крови и моче: белковые фракции сыворотки крови, сывороточный мукоид, холинэстеразную активность крови, дезоксицитидин в моче.

Серьезной задачей являлось изучение состояния сердечно-сосудистой системы у животных, совершивших полет в космос. На деятельность сердца и периферических сосудов во время полета, а также при возвращении на Землю могут оказывать влияние космическая радиация, перегрузки, состояние невесомости и некоторые другие факторы. В силу этого представлялось важным изучить у собак ряд показателей состояния периферических сосудов до и после полета. Перед полетом животные обследовались в течение нескольких месяцев. У них в бескровном опыте изучались

артериальный и венозный тонус, сосудистая реакция в ответ на компрессию, а также кожная температура. После возвращения на Землю у собак вновь тщательно изучалась сердечно-сосудистая система, в частности состояние периферических сосудов. По результатам обследования собак Белки и Стрелки после возвращения на Землю не было обнаружено заметных изменений их состояния.

Изучение иммунологической реактивности подопытных собак составляло следующую важную задачу. Необходимо было выяснить, не вызовет ли действие космической радиации и других факторов полета подавления естественной невосприимчивости к микробам и вследствие этого развития инфекционных процессов. Это было тем более важно, что космонавт в течение продолжительного времени будет находиться в ограниченном объеме космического корабля.

У собак Стрелки и Белки до и после полета были исследованы фагоцитарная и бактерицидная функции крови, бактерицидные свойства и естественная микрофлора кожи. Эти исследования проводились на Земле в условиях действия на собак ускорений и вибраций.

Для всестороннего изучения различных функциональных изменений, происходящих в живом организме во время полета, желательно было получать данные у возможно большего количества животных. В этих целях помимо собак использовались 2 белые крысы и мыши. Работа на крысах была начата за несколько месяцев до полета. С помощью условно-рефлекторной методики была исследована высшая нервная деятельность этих животных, определены типологические особенности, проведен анализ крови, снята электрокардиограмма.

Уже первые исследования после возвращения этих животных на Землю показали, что крысы, как и собаки, хорошо перенесли полет. Во время полета они хорошо брали корм, заложенный в кормушках. Тщательный осмотр крыс не обнаружил никаких царапин или ушибов. Животные не потеряли в весе, были нормально подвижны. Дальнейшие исследования позволили дополнить наши сведения о влиянии космических полетов на высшую нервную деятельность этих животных.

Наряду с общеклиническим обследованием, включавшим изучение крови мышей и крыс, после их возвращения на Землю было проведено углубленное изучение костного мозга мышей. Это исследование позволило сделать выводы о действии условий космического полета, прежде всего космической радиации, на кроветворные функции организма. Мышей после окончания полета подвергали по определенной программе тщательному патологоанатомическому и гистологическому исследованиям. Эти исследования помогли оценить морфологические изменения в органах и тканях живого организма при космическом полете. Программа биологических исследований на втором корабле-спутнике предусматривала также применение микробиологических и цитологических методов исследования. Эти методы позволили эффективно решить такие важные проблемы, как определение предельных сроков пребывания живых клеток в космическом пространстве, их рост и развитие в этих условиях, поскольку выяснение такого рода вопросов с помощью крупных животных затруднительно. Эти методы применимы также для изучения генетического воздействия факторов космического пространства, в частности космических излучений.



Характеристика генетического воздействия этих излучений должна быть всесторонней, и поэтому наряду с использованием животных (мышевидных грызунов, насекомых и др.) были использованы микроорганизмы и живые клетки человеческого тела в культуре ткани. Те и другие обладают некоторым преимуществом в связи с большой скоростью размножения и, соответственно, быстрой сменой поколений. Кроме того, изучение изменений свойств микроорганизмов, особенно таких постоянных «спутников» человека, как кишечная палочка и стафилококки, имеет важное значение для прогнозирования их поведения в организме будущих космонавтов. Что касается живых клеток, находящихся вне организма в тканевых культурах, то генетические изменения наступают у них при воздействии тех же уровней излучения гораздо чаще. Однако недостатком этого метода являются трудности при сохранении жизнеспособности этих нежных культур вне непосредственного контроля со стороны человека. Использование на втором корабле-спутнике Земли этих объектов предусматривало компенсацию указанных недостатков.

В проведенных генетических исследованиях в качестве объекта изучения особое внимание уделяли бактериофагам — сверхмикроскопическим живым существам, паразитирующим на бактериях и вступающим с ними в сложные генетические отношения. Особо чувствительными индикаторами генетического воздействия радиации являются так называемые лизогенные бактерии, которые способны при облучении продуцировать бактериофаги. Известный интерес представляло также изучение воздействия на рост и развитие такого рода живых клеток ускорений, невесомости, вибраций и т.д.

В соответствии с этими соображениями на втором космическом корабле-спутнике Земли были размещены разнообразные микробиологические и цитологические объекты. Они были подготовлены специально для этого опыта группой ученых под руководством академика Николая Николаевича Жукова-Вережникова, причем при выборе объектов руководствовались стремлением подобрать организмы, широко используемые в лабораториях всего мира с целью получения сравнимых результатов. В числе объектов находилась культура кишечной палочки КК-12, для которой исходным штаммом были хорошо известные микробиологам бактерии, имеющие наиболее четкую генетическую характеристику. Это позволило количественно определять степень генетических изменений и сопоставлять эти величины с уровнем радиации и качеством космических частиц, зарегистрированных на корабле-спутнике физическими приборами.

В проведенных экспериментах во время длительного и тщательного изучения возвращенных культур была выявлена степень изменений числа так называемых индуцированных мутаций, т.е. в основном патологических изменений наследственных свойств. Кроме того, эти культуры исследовали с целью определения влияния радиации на количество продуцируемых ими бактериофагов. Разновидности кишечных палочек «В» и «аэрогенес», использованные в опыте, также явились объектами для изучения частоты мутаций.



Щенок Пушок — потомство четвероногого космонавта
Стрелки после полета.
Снимок перед отправкой в США
жене Президента Д.Ф.Кеннеди (Ж.Кеннеди)
по ее просьбе
(1960 г.)

Для исследования генетических изменений у мельчайших живых существ — бактериофагов был использован штамм Т-2, хорошо известный и генетически охарактеризованный со значительной полнотой. Следовало рассчитывать, что при полете второго космического корабля-спутника Земли в случае значительного повышения уровня радиации могли быть отмечены генетические изменения у отдельных особей исследуемого штамма бактериофага, конструируемые как на основе способов воздействия этих бактериофагов на бактерии, так и путем определения других биологических свойств. Кроме Т-2 был использован штамм бактериофага 13-21, специфически действующий на кишечную палочку типа «аэрогенес». Он использовался для исследования изменений характера лизиса (растворения бактерий, которое наступает в присутствии бактериофага).

Этот процесс для системы фаг 13-21 — кишечная палочка «аэрогенес» был заранее документирован путем цейтраферной микрокиносъемки и электронной микроскопии. В отношении всех указанных организмов была предварительно получена детальная структурно-физиологическая характеристика с помощью новейших методов. В частности, кишечные палочки и стафилококки, которые также экспонировались на корабле-спутнике, исследовались под электронным микроскопом, частично с помощью техники ультратонких срезов.

В процессе подготовки медико-биологических экспериментов на втором корабле-спутнике были впервые выполнены ультратонкие срезы свободных и внутриклеточных бактериофагов. При этом было установлено, что использованные бактериофаги выглядят в виде частиц, состоящих из центрального ядра с большой электронно-оптической плотностью и периферической зоны, отделенной от ядра, тончайшей мембраной.

Что касается использованных в опыте микробов маслянокислого брожения, то они предназначались только для разработки методов автоматической регистрации жизнедеятельности микроорганизмов. Создание таких методов обеспечило возможность определения длительности выживания клеток на

долго летающих и не возвращающихся спутниках и ракетах. Использование палочки маслянокислого брожения в этом отношении полностью себя оправдало.

На этой основе были созданы и апробированы методы и специальные приборы, которые позволили регистрировать и передавать на Землю сигналы, характеризующие жизнеспособность клеток и радиогенетическую безопасность в космическом пространстве. Как и следовало ожидать, данные, которые были получены при обработке этого материала, при сопоставлении с аналогичными данными, выявленными в результате исследования животных и насекомых, позволили полнее охарактеризовать биологические особенности космического пространства.

Помимо выяснения действия факторов космического полета, в первую очередь космической радиации, на физиологию организмов было положено начало исследованиям по изучению влияния этих факторов на наследственность, а также решению вопроса о генетической опасности космических полетов.

Многочисленными исследованиями советских и зарубежных ученых было установлено, что такие виды ионизирующей радиации, как рентгеновские лучи, гамма-лучи, быстрые нейтроны и некоторые другие, представляют собой мощный фактор наследственных изменений у всех организмов, в том числе и у человека. Опыты с облучением тканей человека рентгеновскими лучами показали, что доза 10 Р удваивает частоту возникновения мутаций. Выяснено, что разные виды ионизирующей радиации обладают различной биологической эффективностью. Например, быстрые нейтроны вызывают в полтора-два раза больше мутаций, чем рентгеновские или гамма-лучи. Генетический эффект первичной космической радиации не было возможности изучить. Полет второго космического корабля-спутника предоставил, наконец, возможность подобного исследования.

Подавляющее число мутаций вредно, но некоторые из них в определенных условиях среды могут быть и полезными для вида. Такие полезные мутации играют важную роль в эволюции органического мира и в создании новых высокопродуктивных штаммов микроорганизмов и сортов культурных растений. Радиоселекция микроорганизмов и растений в последние годы становится одним из разделов работы селекционеров. Поэтому наряду с выяснением генетической опасности космического излучения необходимо было определить возможности использования его для целей радиоселекции.

На корабле-спутнике находились следующие виды организмов, намеченные для первоочередных генетических исследований: мыши двух различных линий, плодовые мушки-дрозофилы также двух различных линий, два растения традесканции, семена пшеницы сорта 186, семена трех сортов гороха, отличающихся по радиоустойчивости, двух сортов кукурузы («Немчиновская» и «Подмосковная»), лука-батуна и нигеллы; грибки-актиномицеты — продуценты антибиотиков. Чем объясняется выбор именно этих объектов для первых генетических исследований, связанных с космическими полетами?

Мыши и дрозиды в силу ряда биологических особенностей (быстроты размножения и смены поколений, легкости их разведения), а также вследствие огромного разнообразия их признаков, наследование которых хорошо изучено, очень удобны для генетических исследований. Побывавшие в космосе мыши были подвергнуты детальному цитологическому анализу в целях выяснения тех изменений, которые могли произойти в клетках различных тканей под влиянием космических лучей. В первую очередь было подробно изучено состояние хромосомного аппарата кроветворных органов.

Испытанные на корабле-спутнике автоматические приборы значительно расширили возможности исследования биологических условий в космическом пространстве, поскольку они имели небольшие габариты и вес, а заключенные в них тест-объекты (споры палочки маслянокислого брожения) не нуждались в пополнении системы питательными веществами. Биоэлементы в полете приводились в действие по сигналам с Земли или от программного устройства, расположенного на борту.

Наряду со многими преимуществами микробов для медико-биологических, в частности генетических, исследований, они обладают большим недостатком — низкой радиочувствительностью. С целью повышения их радиочувствительности часть микробиологических объектов находилась в атмосфере кислорода. Кроме того, на втором корабле-спутнике для генетической характеристики космического пространства была предпринята попытка использовать также живые клетки в культуре тканей. Известно, что наследственность у таких клеток под влиянием излучений изменяется в сотни раз легче, чем у микробов. Однако сохранить их жизнедеятельность на протяжении длительных сроков без пересевов на новые питательные среды очень трудно. Для осуществления такой попытки были выбраны хорошо растущие клетки и подходящие для них питательные среды. Учитывая эти соображения, в исследованиях на корабле-спутнике использовались раковые клетки, условно называемые клетками Хела. Эти клетки хорошо растут на искусственных средах и широко применяются для изучения генетических проблем и исследования природы раковой болезни. Для культивирования таких клеток был применен метод, позволяющий получать колонии (скопления) клеток на стенках стеклянных пробирок, в которых осуществляется выращивание.

В предварительных опытах было установлено, что колонии раковых клеток прикрепляются к стенкам стеклянных пробирок и ампул очень прочно: они выдерживают вибрации, значительно превышающие те, которые имеют место при запуске современных ракет. Это позволяет при обработке материала дать морфолого-биологическую характеристику культур, часть цикла развития которых прошла в специально устроенном маленьком термостате на борту корабля-спутника.

В проведенных экспериментах определялась жизнеспособность этих культур и принимались меры для поддержания их в последующих пересевах. В случае положительных результатов культуры использовали для изучения их наследственных признаков сравнительно с контрольными культурами, которые оставались на Земле.

На борту корабля-спутника экспонировались также небольшие участки кожи человека и кролика. Кусочки кожи добровольцев из коллективов, участвующих в исследовании космоса, использовали для выяснения возможного влияния факторов космического пространства на особо чувствительные клеточные системы. Для доказательства того, что кусочки кожи вернулись живыми, были проведены гистологические исследования, посева измельченных кусочков кожи на специальные питательные среды, хотя такое культивирование обычно удается с трудом, и, наконец, обратная посадка их тем донорам, у которых они были взяты. Кусочки кожи, возвращенные после полета на корабле-спутнике, были подвергнуты детальному исследованию.



Последние разведчики космических трасс для человека:
Звездочка, Чернушка, Стрелка и Белка
(1961 г.)

Обычно биологические и в том числе генетические исследования осуществляются в тесной связи с физико-химическими изысканиями. Химические вещества могут участвовать в передаче

наследственных признаков от одной разновидности к другой. Таким химическим веществом является дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), входящая в состав ядер клеток животных, растений и микробов. Весьма вероятно, что это соединение в первую очередь будет реагировать на генетические воздействия космической радиации. Учитывая это, на втором корабле-спутнике были помещены ампулы с ДНК, полученной из зубной железы телят, причем часть ампул была наполнена кислородом. При исследовании возвращенной ДНК использовались методы, позволяющие характеризовать состояние этого соединения в физико-химическом отношении. Сравнительно небольшой срок пребывания второго корабля-спутника на орбите позволял предположить, что грубых отклонений в структуре ДНК не будет обнаружено. Тем не менее, все же были предприняты попытки выявить более тонкие изменения с помощью физико-химических, иммунологических и других методов.

Первый опыт экспонирования в космическом пространстве биологически активного химического вещества был использован для составления более широкой программы биохимических исследований, изучения течения биохимических реакций в условиях космоса, а также поисков в космосе органических веществ и их предшественников.

Таким образом, на борту корабля-спутника был осуществлен ряд целенаправленных экспериментов на животных клетках, микроорганизмах, бактериофагах и сложных органических молекулах с целью сделать все возможное для обеспечения безопасных космических полетов.

Как было указано выше, в полете находились дрозофилы двух линий. Одна из них — линия Д-2 — отличается очень низкой мутабельностью (изменчивостью) в естественных условиях, другая линия Д-18, наоборот, имеет очень высокую естественную мутабельность. С мухами обеих линий были поставлены опыты по специальным методикам скрещивания, которые позволили выяснить частоту возникновения у этих линий так называемых рецессивных и доминантных деталей.

Растение традесканция — классический объект цитологических исследований, так как оно имеет небольшое число хорошо различающихся между собой хромосом. В кабине для животных были специально установлены растения с бутонами, поскольку хромосомные перестройки у традесканции легче всего наблюдать в делящихся при образовании пыльцы клетках.

Сухие семена культурных растений — пшеницы, кукурузы, гороха — были высеяны для того, чтобы узнать, вызывает ли и какие именно изменения (мутации) космическая радиация у различных видов и сортов растений. Что же касается лука и нигеллы, то они были использованы в основном для цитологических исследований.

Ионизирующая радиация широко применяется для получения новых, более продуктивных штаммов актиномицетов, дающих такие ценные антибиотики, как пенициллин, стрептомицин и другие. На космическом корабле были размещены два штамма грибов — продуцентов пенициллина, сильно отличающиеся по радиочувствительности. Исследование результатов облучения их в космосе позволило решить вопрос о биологической эффективности космической радиации в отношении этого очень важного биообъекта.

Следует указать, что каждый из перечисленных генетических опытов сопровождался строгими контрольными опытами с теми же объектами, находившимися в обычных для них условиях. Это обеспечило объективную оценку результатов генетических исследований. Эти исследования, несомненно, будут продолжены и станут неперменной важной частью работ, связанных с дальнейшими космическими полетами. Познание законов наследственности и управление ими — одна из важнейших задач современного естествознания. Выход человека в космос знаменует начало новой главы в развитии генетики, главы, посвященной познанию закономерностей влияния факторов космических полетов на наследственность и эволюцию, разработке методов защиты от вредных влияний этих факторов и использования их положительных эффектов. Генетические исследования на втором корабле-спутнике — лишь первые шаги в этом направлении.

В длительных космических полетах остро встает проблема регенерации воздуха герметических кабин и обеспечения экипажа корабля пищей. Даже простые расчеты показывают, что использование для этих целей химических реагентов и запасов пищи, взятых с Земли, привело бы к очень большому начальному весу корабля, так как в этом случае взятые с Земли реагенты и пища по мере их использования не будут воссоздаваться вновь. Вместе с тем в масштабах нашей планеты эти процессы (поглощение углекислоты, выделение кислорода и синтез сложных органических веществ из полностью окисленных) осуществляются в листьях зеленых растений в результате фотосинтеза.

Поэтому возникло предположение о необходимости создания на космических кораблях (для целей регенерации воздуха и получения пищи) оранжерей для выращивания зеленых растений, которые, поглощая выделяемую живым организмом углекислоту, воссоздавали бы пищу и выделяли кислород. Наиболее пригодными для этих целей могли оказаться микроскопические зеленые водоросли, которые очень быстро развиваются, отличаются большой активностью фотосинтеза и рядом других ценных качеств.

Эти соображения определили необходимость изучения влияния условий космического полета на сохранение жизнедеятельности зеленых водорослей. Находившаяся на борту корабля хлорелла была помещена в специальных ампулах в различном физиологическом состоянии: на косом агаре и в жидкой питательной среде при различной плотности суспензий. При этом водоросли находились как на свету, так и в темноте. Полученный материал подвергался детальному анализу. Изучались общее состояние суспензий, морфология клеток, активность фотосинтеза, процессы роста и развития культуры, изменения наследственных свойств культуры.

Биологический эксперимент на втором корабле-спутнике явился существенным вкладом в дело изучения и освоения космического пространства человечеством. Все многочисленные биологические объекты, находившиеся в космическом корабле, вернулись на Землю живыми, в хорошем состоянии. В состоянии собак Белки и Стрелки, мышей, крыс и всех остальных биологических объектов не было обнаружено заметных отклонений от норм. Полученные результаты исследований позволили сделать вывод, что разработанные отечественной наукой средства, обеспечивающие условия жизнедеятельности, безопасность полета и возвращения из космического полета животных и человека, вполне себя оправдали.

После выведения космического корабля на заданную орбиту он отделился от последней ступени ракеты-носителя. Во время полета осуществлялась работа по заданной программе его основных систем: системы ориентации, телеметрических систем, системы терморегулирования, научной и телевизионной аппаратуры, а также аппаратуры, обеспечивающей жизнедеятельность живых организмов в кабине корабля. Ориентирование корабля во время полета по орбите и на участке спуска осуществлялось с помощью системы ориентации. При работе системы ориентации одна ось корабля-спутника была направлена по местной вертикали, другая — перпендикулярно плоскости орбиты, третья (продольная ось корабля) — перпендикулярно первым двум и вдоль пересечения плоскости местного горизонта и плоскости орбиты (при точной круговой орбите — вдоль вектора скорости).

Наблюдения за полетом космического корабля-спутника проводились с помощью наземных станций, расположенных на территории СССР. Полученная информация по линиям связи автоматически передавалась в вычислительные центры. На электронно-вычислительных машинах осуществлялась обработка информации, в результате чего были получены точные параметры орбиты корабля-спутника, что обеспечило необходимый прогноз дальнейшего движения корабля по орбите и возможность его приземления в заданном районе.

Требование точности знания параметров реальной орбиты обуславливается величинами допустимых ошибок при приземлении корабля-спутника, поскольку для приземления в заданном районе необходимо выбрать момент времени включения тормозной двигательной установки с учетом реальных величин координат и скорости корабля-спутника в этот момент времени. Ошибка в скорости корабля-спутника на 1 м/с приводит к отклонению точки приземления почти на 50 км.

Ошибка в знании истинной высоты над поверхностью Земли на 100 м отклоняет точку приземления на 4,5 км, а ошибка в направлении вектора скорости к поверхности Земли на одну угловую минуту приводит к отклонению точки приземления на 50-60 км.

В соответствии с данными прогноза орбиты, а также телеметрическими измерениями, которые характеризовали работу бортовой аппаратуры, из координационно-вычислительного центра по заранее разработанной программе производилось управление кораблем-спутником в космическом пространстве. На 18-м витке была подана команда с Земли на спуск корабля-спутника с расчетом на его приземление в заданном районе. Для спуска корабля-спутника с орбиты на Землю производилось уменьшение его первой космической скорости движения на требуемую по расчету величину с помощью тормозной двигательной установки. Траектория спуска была выбрана так, чтобы перегрузки, возникающие при вхождении спускаемого аппарата в плотные слои атмосферы, и время их действия не превышали допустимых для живых организмов величин. После перехода корабля на траекторию спуска было произведено отделение от кабины приборного отсека, который сгорел при входе в плотные слои атмосферы.

На участке спуска кабина тормозилась в атмосфере специальной системой торможения. Снизившись до высоты 7000 км, кабина пролетела около 11 000 км после начала спуска. Максимальные перегрузки при торможении кабины в атмосфере составляли 10 ед. По команде от барометрических реле на высоте 7000-8000 м была сброшена крышка катапультного люка и произведено катапультирование контейнера животных из кабины корабля. Приземление контейнера происходило со скоростью 6-8 м/с, а кабины корабля — со скоростью 10 м/с.

Непосредственно после катапультирования контейнера включились радиопеленгационные системы, предназначенные для пеленгации кабины и контейнера во время спуска и после их приземления. Возвращение животных, совершивших полет на корабле-спутнике, могло быть осуществлено непосредственно в кабине корабля, однако с целью отработки системы катапультирования, которая является резервной системой приземления при будущих полетах человека, было осуществлено катапультирование контейнера с животными.

Высокая точность приземления корабля-спутника свидетельствует о совершенстве системы управления кораблем на участке спуска и о высокой точности определения элементов орбиты наземным измерительным комплексом. После приземления кабина корабля и контейнер с животными не имели никаких повреждений.

Космический полет собак Стрелки и Белки, продолжавшийся более 25 ч, в течение которых корабль-спутник совершил 17 полных витков вокруг Земли, позволил получить уникальные научные данные о влиянии факторов космического полета на физиологические, генетические и цитологические системы живых организмов. Эти данные еще раз убедили наших ученых в правильности основных направлений подготовки полета человека в космическое пространство и позволили наметить конкретные пути его осуществления. Однако тогда еще не было достаточных оснований посылать человека в длительный космический полет. Отсутствовали, например, данные о влиянии на человека состояния невесомости. Полет собак прошел с некоторыми сдвигами в физиологическом состоянии Белки. Она была крайне беспокойной, билась, старалась освободиться от крепежных ремней, лаяла, и было видно, что собака чувствует себя плохо. Эти симптомы стали проявляться бурно после четвертого витка полета. Все это заставило нас планировать предстоящий полет человека на корабле «Восток» продолжительностью не более одного витка вокруг Земли. Но для выполнения первого полета человека в космическое пространство необходимо было провести ряд запусков искусственных спутников Земли и зачетных полетов животных в режиме одновиткового полета вокруг Земли.

Вслед за вторым космическим кораблем-спутником 1 декабря 1960 года в нашей стране был запущен третий космический корабль-спутник, на борту которого были собаки Пчелка и Мушка и тот же набор биологических объектов, стоящих на разных ступенях эволюционного развития. Цель эксперимента состояла в накоплении данных о влиянии комплекса факторов космического полета на

животных и другие биологические объекты. Как показал анализ полетных данных, полученных по телеметрическим каналам связи, реакции Пчелки и Мушки на действие комплекса факторов полета полностью соответствовали данным, полученным при полете Белки и Стрелки на втором космическом корабле-спутнике Земли.

Пчелка и Мушка и другие биологические объекты не были возвращены из полета на Землю. Корабль из-за недостаточно четкой работы системы ориентации при работе тормозной двигательной установки вместо снижения скорости полета набрал ее и перешел на более высокую орбиту. С корабля все научные данные по системе телеметрии и телевидения были получены и подверглись полному анализу.

Вот так от полета к полету, от эксперимента к эксперименту накапливались научные данные по обоснованию возможности космического полета человека и разработке комплекса мероприятий по медико-биологическому обеспечению космических полетов. Научные программы нашей страны по космической биологии и медицине отличались системностью и имели хорошо продуманную последовательность. Приятно сознавать, что наши обширные исследования были плодотворно использованы американскими коллегами-учеными в последующих программах космических полетов ракетных летательных аппаратов. Наши исследования получили очень высокую оценку таких видных американских ученых, как Р.Ловлейс, Е.Конеччи, А.Мейо и др. Ученые США поступили разумно, когда использовали полученные в СССР данные при полетах животных на ракетах и не встали на путь повторения или проверки проведенных научных экспериментов.

Ученые нашей страны к 1960 году получили достаточно много достоверных данных о возможности полета человека на космических летательных аппаратах. Однако данных о влиянии невесомости на человека продолжительностью даже в несколько минут было явно недостаточно, поэтому и космический полет более чем на один виток вокруг Земли планировать не имело достаточно веских оснований.

Цель дальнейших экспериментов состояла в испытании автоматики скафандра, катапультного сиденья и систем жизнеобеспечения космического корабля. На четвертом и пятом кораблях-спутниках вне катапультного сиденья размещались животные: собака, мыши, морские свинки, крысы и другие биологические объекты. На катапультном сиденье находился манекен человека в скафандре со всей автоматикой и неприкосновенным аварийным запасом (НАЗом). В грудной и брюшной полостях, в бедрах и других частях манекена человека размещались мыши, морские свинки, микробы и другие биологические объекты. На четвертом космическом корабле-спутнике размещалась собака Чернушка, на пятом — Звездочка.

С учетом возможности аварийного приземления головных частей ракет (сфер) без катапультирования кресел с экипажем в штатном варианте или в аварийной ситуации при несрабатывании катапультных устройств, был отработан аварийный вариант. Собаки Звездочка и Чернушка с другими биологическими объектами размещались не на катапультном кресле, а непосредственно в сфере герметической кабины головной части ракеты. В герметической кабине каждой сферы находились по 40 серых, 40 белых и 40 черных мышей с целью изучения эффектов радиационного излучения, морские свинки, пресмыкающиеся, семена разных растений, элементы крови человека, раковые клетки человека, микроорганизмы, бактериофаги, ферменты и др.

По этому поводу американские и английские ученые образно выразились, что русские послали в полет целый Ноев ковчег со всеми представителями биологических сообществ эволюционной лестницы Дарвина. Это соответствовало действительности. При этих полетах прошли полный цикл испытаний безмасочные скафандры с автоматикой, средствами спасения, надувными резиновыми лодками и НАЗом. В итоге была положительно оценена возможность приземления животных непосредственно в самой кабине космического корабля и после катапультирования из космического корабля. Эти исследования были крайне необходимы для оценки различных способов приземления человека.

В периоде 1948 по 1961 год были подготовлены и проведены 29 пусков геофизических ракет, осуществлены полеты 2 искусственных спутников Земли и 4 космических кораблей-спутников. Эксперименты были проведены на 42 животных (из них 15 летали 2 раза и более) и на огромном количестве других биологических объектов. Биологические эксперименты на геофизических ракетах и искусственных спутниках Земли и космических кораблях-спутниках предоставили возможность исследовать действие комплекса факторов полета на живые организмы, разработать и испытать комплекс средств обеспечения условий жизнедеятельности и безопасности полетов, а также методы получения информации на Земле с помощью биотелеметрии, телевидения, кино съемки и автономной регистрации показателей на самописцах.

Биологические эксперименты, проведенные на геофизических ракетах, Втором ИСЗ и космических кораблях-спутниках, позволили:

- 1) исследовать влияние всего комплекса факторов космического полета на живой организм и положительно оценить возможность проведения космического полета человека на ракетном летательном аппарате;
- 2) отработать комплекс мероприятий по обеспечению жизнедеятельности в полете, программу проведения исследований по оценке компоновки и удобства рабочего места космонавта в корабле «Восток»;
- 3) разработать и испытать комплекс средств обеспечения необходимых условий в корабле, средств безопасности, катапультирования, средств схода с орбиты, торможения и спуска на поверхность Земли, а также разработать методы получения информации на Земле с помощью биотелеметрии.

Таблица 6

А. Научные эксперименты на собаках при полетах на ракетах Р-2А

Дата запуска	Собаки	Перегрузки, ед.	Температура, °С	Давление в кабине, мм рт.ст.	Результаты
22.07.1951	Цыган Дезик	5,45	12,0	760-740	Получены физиол. данные
29.07.1951	Лиса Дезик	5,55	-	-	Животные погибли
15.08.1951	Мишка Чижик	5,55	12-32	760-740	Получены физиол. данные
19.08.1951	Смелый Рыжик	4,75	14-22	760-740	Получены физиол. данные
28.08.1951	Мишка Чижик	-	-	-	Животные погибли
03.09.1951	Непутевый ЗИБ	5,5	18-22	700-680	Получены физиол. данные
26.06.1954	Лиса Рыжик	5,1	19-20	760-470	Получены физиол. данные
02.07.1954	Дамка Мишка	5,2	17-18	470-460	Мишка погиб
07.07.1954	Рыжик Дамка	5,1	-	470-460	Рыжик погиб
05.02.1955	Лиса Бульба	5,7	10,00	470-450	Собаки погибли
25.06.1955	Рита Лиса-2	5,2	-	470-450	Рита погибла

04.11.1955	Малышка Кнопка	5,0	-	470-450	Получены физиол. данные
31.05.1956	Малышка Минда	5,2	18-28	470-450	Получены физиол. данные
07.06.1956	Альбина Козявка	5,0	18-28	470-450	Получены физиол. данные
14.06.1956	Альбина Козявка	5,0	18-28	470-450	Получены физиол. данные

**Б. Эксперименты на собаках при полетах на ракете Р-2А
до высоты 212 км (период невесомости 6 мин)**

Дата запуска	Кличка собаки	Перегрузки, ед.	Темпера- тура, °С	Давление в кабине, мм рт.ст.	Результаты
16.05.1957	Рыжая Дамка	6-10	25	773-565	Получены физиол. данные
24.05.1957	Рыжая Джойна	6-10	-	-	Собаки погибли: острое кислородное голодание
25.08.1957	Белка Модница	6-10	26,5	760-725	Получены физиол. данные
31.08.1957	Дамка Белка	-	-	-	Получены физиол. данные
06.09.1957	Белка Модница	-	-	-	Получены физиол. данные
02.08.1958	Кусачка Пальма	-	-	-	Получены физиол. данные
13.08.1958	Кусачка Пальма	-	-	-	Получены физиол. данные
08.07.1959	Отважная Снежинка	-	-	-	Получены физиол. данные
10.07.1959	Отважная Жемчужная	-	-	-	Получены физиол. данные
15.06.1960	Отважная Малек	-	-	-	Получены физиол. данные
16.09.1960	Пальма Малек	-	-	-	Получены физиол. данные

При проведении экспериментов на геофизических ракетах, Втором ИСЗ и космических кораблях-спутниках основной целью исследований являлось изучение реакций сердечно-сосудистой системы и дыхания животных в условиях невесомости, их двигательной активности в состоянии невесомости, показателей периферической крови животных после полетов на баллистических ракетах и космических кораблях-спутниках.

**Эксперименты на собаках при полетах ракет Р-5
до высоты 450-473 км (период невесомости 10 мин)**

Дата запуска	Кличка собаки	Условия полета	Результаты
21.02.1958	Пальма Пушок	Гермокабина	Животные погибли. Получены физиол. данные
27.08.1958	Белая Пестрая	Гермокабина Перегрузки 7-24 ед., температура +28° С, давление 780-750 мм рт.ст.	Получены физиол. данные
31.10.1958	Жульба Кнопка	Гермокабина	Животные погибли: отказал парашют Получены физиол. данные

После прекращения работы двигателей баллистических ракет и выхода на орбиту искусственных спутников Земли наступало состояние динамической невесомости, при котором вес животного, всех его органов и тканей практически оказывался равным нулю.

При исследованиях на высотных ракетах общее время невесомости составляло 3,7-10 мин, при полете Второго ИСЗ — 162 сут. (время существования спутника). Во время полета космических кораблей-спутников длительность невесомости была различной: при полетах 2-го и 3-го кораблей-спутников — около 25 ч; 4-го и 5-го — около 65 мин.

Жизненно необходимые условия для животных в биокабинах геофизических ракет обеспечивались системой регенерации воздуха инжекторного типа и применением надперекисных соединений щелочных металлов.

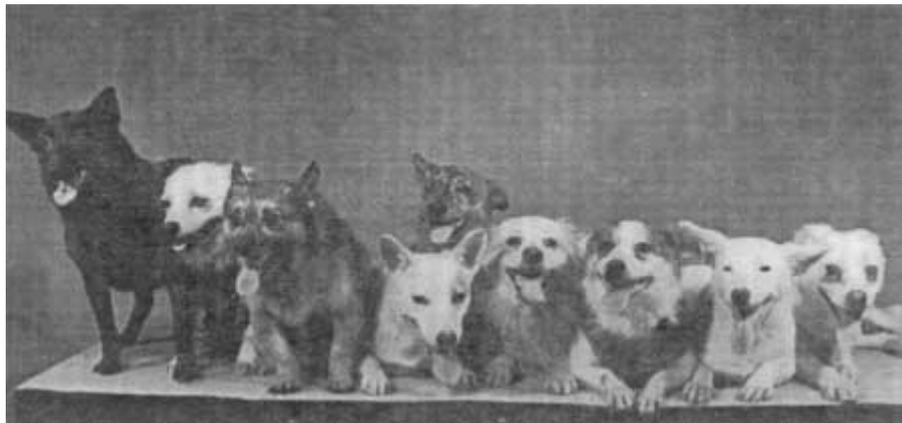
**Эксперименты на животных при полетах
Второго искусственного спутника Земли (ИСЗ) и кораблей-спутников**

Дата запуска	Кличка собаки	Условия полета	Результаты
Второй ИСЗ 03.11.1957	Лайка	Спутник не возвращен	Получены физиол. данные
Второй корабль-спутник 19.08.1960	Белка Стрелка и другие животные	18 витков (27 часов) Апогей 339 км, перигей 306 км. Спуск по программе	Получены все запланированные физиол. и биологические данные
Третий корабль-спутник 01.12.1960	Мушка Пчелка	17 витков (24 часа) Апогей 240 км, перигей 180 км	Получены физиол. данные. Отказала система управления. Спутник не возвращен
Четвертый корабль-спутник 09.03.1961	Чернушка и весь набор биообъектов	1 виток. Спуск по программе. Опробованы средства спасения человека	Успешный полет. Получены все физиол. и биологические данные

Пятый корабль- спутник 25.03.1961	Звездочка и весь набор биообъектов	1 виток. Спуск по программе. Отработана система спасения человека на комплексе для корабле "Восток"	Успешный полет, испытаны все системы спуска и спасения. Получены все физиол. и биологические 7данные
--------------------------------------------	------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В кабине Второго ИСЗ и космических кораблей-спутников использовались регенерационные автоматические установки, которые, с одной стороны, с помощью надперекисных соединений щелочных металлов обеспечивали поглощение углекислого газа и влаги, выделяемых животными, а с другой — выделение необходимого количества кислорода. Сохраняя постоянство газового состава воздуха, установки тем самым обеспечивали и постоянство давления в герметической кабине. Для очистки воздуха кабины от вредных примесей (аммиака, сероводорода и др.) в системе регенерации были предусмотрены специальные фильтры.

При расчете необходимого запаса регенерационного вещества учитывались данные предварительных опытов, показавшие, что животные массой 5-7 кг в спокойном состоянии при оптимальных температурных условиях выделяют от 3 до 3,5 л углекислого газа и потребляют до 4 л кислорода в час. Следует отметить, что животные в полетах на космических кораблях-спутниках, как и в наземных лабораторных опытах, потребляли в сутки в среднем 190-200 л кислорода и выделяли 150-170 л углекислого газа и 250-300 г воды.



Отряд отважных четвероногих космонавтов после полетов
(1962 г.)

Таким образом, при суборбитальных и орбитальных полетах животных были получены данные, свидетельствующие о высокой эффективности систем обеспечения жизненных условий в герметической кабине. Вместе с тем они показали, что наблюдаемые изменения физиологических функций в орбитальном полете были связаны с действием на организм динамических и других факторов полета, а не с условиями жизни и микроклимата в кабинах.

Во время полета геофизических ракет и космических кораблей-спутников температура воздуха в кабинах в большинстве случаев колебалась в пределах от +10 до +32 ° С. Температура воздуха в биокабине Второго ИСЗ в первые часы полета колебалась от +10 до +38°С, а затем к 8-му часу полета повысилась до +42 ° С. Барометрическое давление воздуха в биокабинах геофизических ракет и космических кораблей-спутников в течение полета сохранялось в основном на исходном уровне и колебалось в пределах 680-799 мм рт.ст., в биокабине Второго ИСЗ — в пределах 850-890 мм рт.ст. Следовательно, перепады барометрического давления и изменения температуры воздуха в кабинах ракет и космических кораблей-спутников были невелики и, очевидно, не могли иметь существенного

значения (за исключением полета собаки Лайки) в этиопатогенезе возможных функциональных расстройств. Преобладающее значение в комплексе внешних воздействий в период орбитального полета имела невесомость.

Во время полетов Второго ИСЗ и космических кораблей-спутников у животных регистрировались следующие показатели: биоэлектрическая активность сердца в I и II либо в I и других стандартных отведениях, величина артериального давления, тоны сердца: фонокардиограмма (ФКГ), сократительная функция миокарда: сейсмокардиограмма (СКГ), артериальный пульс: сфигмограмма (СФГ), частота пульса (по ЭКГ), частота дыхания, движения животного, температура тела. Низкочастотные физиологические процессы (кровеное давление, пульс, дыхание) записывались при скорости протяжки ленты 5 мм/с, что позволяло в течение 25 мин вести непрерывную регистрацию на самописце К-5-22.

Основные физиологические показатели животных во время полета ракет и ИСЗ регистрировались с помощью малогабаритной аппаратуры, разработанной СКВ «Биофизприбор» (г. Ленинград). В кабинах геофизических ракет устанавливалась медицинская аппаратура АМК-ОЗ, которая представляла собой комплект малогабаритных датчиков с одним усилителем и автоматом создания давления. В кабине Второго ИСЗ устанавливался комплект медицинской аппаратуры КМА-01, который включал в себя усилительно-коммутационный блок с двумя усилителями, набор датчиков и электродов. В кабине космических кораблей-спутников была размещена аппаратура «Сектор», которая состояла из автомата давления с автономной регистрацией, микрофона и датчиков.

Во время полета физиологические параметры регистрировались на фотоблоках наземных радиотелеметрических станций. Кроме того, аппаратура позволяла получать по телеметрическим каналам отметки о выдаче воды и пищи животному о температуре и барометрическом давлении в кабине. Указанные комплекты медицинской аппаратуры обеспечивали успешную регистрацию показателей вегетативных функций и позволили получить данные о состоянии организма животных на различных участках суборбитального и орбитального полета.

Регистрация ЭКГ в течение длительного срока (при полете на ИСЗ) обеспечивалась вживленными электродами. Electrodes в виде сетки из провода К-40 НЗМ подшивались к *m. intercostalis externa* с обеих сторон. Регистрация частоты дыхания в полете проводилась с помощью угольного и тензодатчика типа ДД-05. Артериальное давление у животных измерялось по заранее разработанной методике с расположением датчика на сонной артерии, выведенной в кожный лоскут.

Тоны сердца (ФКГ) регистрировались у собак специально разработанным телефоном с усилителем. Датчик фиксировался в области четвертого-пятого межреберья на 2-4 см наружи от левого края грудины или над верхушечным сердечным толчком.

Сфигмограмма регистрировалась с сонной артерии. Датчик представлял собой манжету, в которую был вмонтирован пьезоэлемент, воспринимающий механические колебания сосудистой стенки.

Сейсмокардиограмма регистрировалась с помощью специально разработанного датчика, который крепился на спине животного. Исследования двигательных реакций животных осуществлялись с помощью датчиков движения. Эти датчики представляли собой радиальные потенциометры с подвижным контактом, приводимым в движение капроновым тросом, а также с помощью контактно-реостатных датчиков, разработанных Б.Н.Журавлевым, И.И.Касьяном и Е.М.Югановым (1959 г.). Замыкание контактов этих датчиков позволяло судить о возможности целенаправленных движений животного, реостатная часть датчиков — о динамике приспособления мышечной деятельности к условиям невесомости. Некоторые данные о двигательной активности животного в полете были получены с помощью кино— и специально разработанной телеаппаратуры «Селигер». Аппаратура обеспечивала передачу изображения головы и шеи животного в профиль и анфас с четкостью, соответствующей 100-строчному разложению при 10 кадрах в секунду.

Использование этих средств обеспечило получение информации для анализа характера и степени изменений двигательной активности и времени развития приспособительных реакций к условиям невесомости. Для измерения температуры использовался усилитель постоянного тока, к которому поочередно подключались термисторы, расположенные в различных участках тела животного. В ряде экспериментов за полтора часа до запуска ракеты (при полетах на высоту 210 км) животным подкожно вводился 10%-ный раствор гексенала, приготовленный ex tempore из расчета 0,08-0,12 г на килограмм массы тела. Это обеспечивало наркоз достаточной глубины продолжительностью 2-3 ч.

В экспериментах на геофизических ракетах, Втором ИСЗ и космических кораблях-спутниках в состоянии невесомости не во всех случаях было обеспечено удовлетворительное качество записи медико-биологической информации. Регистрация кровяного давления была осуществлена у 8 животных, частоты дыхания и пульса — у 30 животных.

В полете физиологические функции разных собак изменялись не всегда однозначно, что можно объяснить индивидуальными особенностями животных. Несмотря на это обстоятельство, полученные материалы все же позволили выявить ряд закономерностей в изменении физиологических функций животных.

Двигательные реакции животных в условиях невесомости, по данным киноматериалов, показали, что при полете животных до 110 км поведение собак от момента взлета до катапультирования из ракеты, как правило, изменялось мало. Обычно животные спокойно лежали в скафандрах и лишь в некоторые моменты инерционного движения ракеты становились беспокойными и проявляли значительную двигательную активность.

Выключение двигателя при полете в герметических кабинах ракет на высоту 212-450 км вызывало у животных отчетливо выраженный ориентировочный рефлекс. При переходе от перегрузки к состоянию невесомости животные резко поднимались над лотками. Это, по-видимому, объясняется тем, что тонус разгибательных мышц шеи и спины уже не уравнивался силой тяжести и перегрузкой. В переходный период у животных не отмечалось двигательного возбуждения и заметных оборонительных реакций. В дальнейшем в условиях невесомости движения головы были свободными и достаточно координированными. Кинокадры показывают, что собаки спокойно лежали в лотках, живо реагировали на появление солнечного света в смотровом люке кабины и т.д.

Анализ данных киносъемки, произведенной во время полета на геофизических ракетах, позволил сделать вывод, что в условиях невесомости двигательная активность существенно не нарушалась и поведение животных (по визуальным данным) не отличалось от их поведения в наземных контрольных опытах.

С помощью контактно-реостатных датчиков и телевидения достаточно полно были изучены двигательные реакции и поведение животных во время полета на космических кораблях-спутниках. Анализ полученного кино— и телевизионного материала показал, что двигательная активность некоторых собак в начальный период невесомости несколько повышалась. В дальнейшем через разные интервалы (5-7,5 ч) поведение животных было спокойным, движения становились более плавными, свободными и достаточно координированными. Они без особых затруднений перемещались назад и вперед к автомату кормления. Все это свидетельствует об известном сохранении адекватности в реакциях собак на раздражители в таких необычных условиях, как невесомость. Анализ телевизионных фильмов и кривых телеметрии не выявил существенных нарушений координации движений собак в состоянии невесомости.

Неодинаковая двигательная активность в начальный период невесомости и различные адаптационные возможности животных может указывать на их индивидуальную чувствительность к отсутствию силы тяжести, различную функциональную подвижность их нервных структур (В.И.Яздовский, Е.М.Юганов, И.И.Касьян, 1960).

В невесомости частота дыхания животных изменялась неоднозначно. Если у животных, как правило, частота дыхания возрастала при действии перегрузок, то в невесомости она значительно снижалась и к концу воздействия в ряде случаев достигала исходной величины. В тех случаях, когда влияние перегрузок приводило к урежению дыхания, в невесомости частота дыхания повышалась, достигая иногда до 112-150 циклов/мин. Так, в переходный период от воздействия перегрузок к невесомости (при полете животных на геофизических ракетах) из 28 собак у 12 наблюдалось урежение дыхания на 10-140 циклов/мин, в 4 случаях — учащение дыхания; в 7 случаях дыхание практически не изменялось по сравнению с частотой дыхания, зарегистрированной на активном участке полета. При полете собак на геофизических ракетах урежение дыхания было различным и составляло при полете на высоту 100-110 км 7-12 циклов/мин; 250-212 км — 15-140 циклов/мин; 450-473 км — 15-40 циклов/мин.

Отсутствие однонаправленности в изменениях частоты дыхания нельзя, по-видимому, объяснить различием в силе и характере внешних раздражителей в каждом отдельном полете. Так, в полете 2.08.1958 г. собаки Жемчужная и Отважная в состоянии невесомости испытывали действие одинаковых раздражителей. У Жемчужной, находившейся в условиях невесомости впервые, частота дыхания заметно повысилась, а у Отважной (4-й полет) понизилась до исходной величины. Видимо, такая неустойчивость частоты дыхания у первой собаки связана с внезапным изменением афферентации в условиях невесомости, у второй собаки вследствие повторности воздействия наступила адаптация к состоянию невесомости. Во время 4-го полета частота дыхания у Отважной практически соответствовала исходному уровню, а в ряде случаев была ниже его.

Во время полета животных на космических кораблях-спутниках частота дыхания также изменялась неодинаково. После воздействия перегрузок в начальный период невесомости частота дыхания у собак оставалась на высоком уровне, достигая в отдельных случаях 307-760% относительно исходного уровня, принятого за 100%. По мере пребывания животных в условиях невесомости уже на 2-3-м витке отмечалось резкое урежение дыхания до исходных величин (11-23 цикла/мин). Одновременно с урежением дыхания происходило увеличение амплитуды дыхательных движений. В отдельных случаях в это время имело место и заметное увеличение частоты дыхания. Можно полагать, что колебания частоты дыхания у животных свидетельствуют о некоторых изменениях в нервно-рефлекторных механизмах регуляции дыхания в условиях невесомости. К концу воздействия невесомости частота дыхания в четырех случаях из шести была ниже исходного уровня, зарегистрированного на Земле, и колебалась в пределах от 40 до 85% по отношению к исходному уровню. Характерным для дыхания в этот период является уменьшение колебаний его частоты по сравнению с первым периодом невесомости. Во время наземных экспериментов в кабине малого объема частота дыхания у животных изменялась в пределах от 16 до 38 циклов/мин.

В первые минуты орбитального полета на Втором ИСЗ частота дыхания у собаки Лайки по сравнению с предстартовыми данными увеличилась на 20-25 циклов/мин. В начале второго витка частота дыханий увеличилась до 120-130 циклов/мин. Затем при температуре воздуха в герметической кабине животного (ГКЖ) выше +41°C и давлении более 800 мм рт.ст. у животного были отмечены явления, характерные для перегревания (тепловая одышка, полипноэ, учащение сердцебиения, изменения ЭКГ и т.д.); частота дыхания быстро увеличивалась, достигая 280— 300 циклов/мин. Можно предположить, что непредвиденное повышение температуры в ГКЖ вызвало расстройство терморегуляции животного. Для уточнения того, в какой степени повышение температуры могло сказаться на организме животного, была предпринята серия экспериментов (на пяти животных), в которых воспроизводились условия в ГКЖ искусственного спутника Земли.

Сопоставляя данные летного и лабораторных опытов, можно предположить, что изменения физиологических показателей в летном эксперименте явились результатом перегревания животного. Мы не имеем записей физиологических функций у Лайки в момент ее гибели, но, исходя из данных тепловых опытов и учитывая состояние животного во время последнего наблюдения (на 3-м витке), можно предположить, что смерть животного последовала от перегревания приблизительно через 4-5 ч после старта подобно тому, как это имело место в наших лабораторных опытах. Ценность данного

эксперимента заключалась в том, что в нем впервые был получен научный материал, позволявший судить о состоянии и поведении животного в полете при воздействии комплекса факторов.

Реакции сердечно-сосудистой системы животных в условиях невесомости были неоднозначными. Переходный период от воздействия перегрузок к невесомости характеризовался следующими особенностями: остаточной реакцией организма на действие перегрузок, ориентировочной реакцией животного на новое необычное состояние и действием самой невесомости. Такое переходное состояние характерно для любого космического полета и вызывает заметные физиологические сдвиги в состоянии сердечно-сосудистой системы и дыхания.

При полете животных на геофизических ракетах (100 — 212 — 450 км) в переходный период от повышенной к пониженной весомости частота сердечных сокращений и артериальное давление удерживались на высоком уровне. У некоторых животных частота пульса в первые секунды пребывания в невесомости была даже больше, чем в конце активного участка полета. В начальный период невесомости в большинстве случаев наступала нормализация физиологических функций по сравнению с показателями последней фазы активного участка, а в ряде случаев показатели были даже ниже исходных. Так, из 24 животных у 17 в начальный период невесомости отмечалось четкое урежение пульса на 15-127 уд/мин, в 2 случаях наблюдалось некоторое учащение сердцебиений на 12-37 уд/мин и в 65 случаях пульс практически не изменялся.

У собаки Лайки в начальный период орбитального полета (с 300-й по 850-ю секунды) частота пульса увеличилась до 250 уд/мин, а затем стабилизировалась и колебалась в пределах от 78 до 120 уд/мин. При полете животных на космических кораблях-спутниках переходный период характеризовался постепенным урежением пульса (на 10-24 уд/мин) по сравнению с конечным периодом активного участка полета. Только у собаки Белки в этот период произошло некоторое учащение пульса.

Нормализация частоты сердечных сокращений в первые минуты состояния невесомости после предшествующего воздействия перегрузок в ряде случаев была несколько более продолжительной, чем в наземных опытах на центрифуге. Так, время восстановления частоты пульса у собаки Чернушки после воздействия перегрузки в условиях лаборатории составляло 4-5 мин, в условиях невесомости — 7-8 мин. Увеличение времени возвращения к норме некоторых показателей физиологических функций животных в условиях невесомости, по всей вероятности, было обусловлено тем, что после прекращения действия перегрузок животное оказывалось в необычных гравитационных условиях. В экспериментах же на центрифуге после воздействия перегрузок животное находилось в привычных физических условиях земной гравитации. Очевидно, необычные условия невесомости изменяли уровень афферентации с рецепторных зон в центральную нервную систему и функциональное состояние подкорковых образований, регулирующих кровообращение и дыхание. В результате несколько удлинилось время нормализации показателей указанных функций после действия перегрузок. Возможно, данный эффект был несколько усилен действием сопутствующих факторов (вибрации, шума работающих двигателей и др.), интенсивность которых при запуске была выше, чем в лабораторных опытах.

При дальнейшем пребывании собак в условиях невесомости (суборбитальных и орбитальных полетов) в большинстве случаев отмечали более четкое урежение частоты пульса и нормализацию элементов ЭКГ. Однако на отдельных этапах пребывания животных в условиях невесомости иногда вновь наблюдали функциональные изменения деятельности сердечно-сосудистой системы: учащение пульса, повышение артериального давления и т.д. Это, вероятно, можно объяснить вегетативными сдвигами, периодическими волнообразными сменами симпатических и парасимпатических влияний, обусловленными изменением афферентации. Примечательно, что во время наземных лабораторных экспериментов частота пульса у животных колебалась в небольших пределах — от 90 до 120 уд/мин (у Белки 90-120, у Стрелки 100-112, у Пчелки 112-120, у Чернушки 100-115, у Звездочки 100-109 уд/мин).

Важно отметить, что нормализация частоты пульса в состоянии невесомости наступала у одних животных относительно быстро, у других медленно. У большинства собак уже через 1,5-2 ч действия

невесомости частота пульса в ряде случаев была даже ниже, чем перед полетом. Статистический анализ показал, что у некоторых животных частота пульса урежалась на протяжении всего полета вплоть до вхождения корабля в плотные слои атмосферы. Так, частота пульса на 2-м витке у Мушки была 168 уд/мин, а на последнем, 16-м, витке — 87 уд/мин, что указывает на большую приспособляемость к необычным условиям существования.

У собак, совершавших повторные полеты, в большинстве случаев физиологические реакции были менее выраженными. Это указывает на адаптацию животных к экстремальным условиям. Так, при полете собаки Отважной (4-й полет) отмечали менее выраженные колебания частоты пульса по сравнению с показателями, зарегистрированными в 1-м полете. Эти сдвиги наступали, по-видимому, в результате функционального приспособления сердца к измененным условиям гемодинамики. Отсюда следует важный в практическом отношении вывод о целесообразности проведения специальных тренировок космонавтов с повторными воздействиями невесомости. Следует отметить, что у некоторых животных до конца пребывания в условиях невесомости частота пульса была нестабильной, а также наблюдалась синусовая аритмия, которая совпадала с фазами дыхания. Аналогичные явления отмечались и другими исследователями (Henry G. et al., 1958; Wan der Val, 1958; Graybiel A. et al., 1959).

По данным других исследователей, у животных (крыс) во время полета на высотной ракете «Вероника» сердечная деятельность и дыхание в условиях невесомости существенно не изменялись.

Следует отметить, что в наземных экспериментах в биокабинах геофизических ракет и кабинах ИСЗ продолжительностью от 5 до 30 сут частота пульса у животных изменялась незначительно и колебалась в пределах от 65 до 128 уд/мин. Вместе с урежением частоты сердечных сокращений отмечалось и изменение артериального давления. У 5 из 8 подопытных животных при полетах на высоту 212-450 км максимальное артериальное давление уменьшилось на 10-40 мм рт.ст., у одного повысилось на 40 мм рт.ст. и у двух практически не изменилось. Минимальное артериальное давление в трех случаях уменьшилось на 15-35, в одном увеличилось на 15 мм рт.ст. и в трех практически оставалось на исходном уровне.

Артериальное давление у Стрелки (в полете космического корабля-спутника) претерпело двухфазное изменение: в первые 7 ч пребывания в условиях невесомости наблюдалось падение систолического давления на 50-80 мм рт.ст. по сравнению с показателями на активном участке полета и на 40-48 мм рт.ст. по сравнению с предстартовыми данными. Затем отмечали некоторое повышение систолического и уменьшение диастолического давления. С 6-го витка систолическое давление повысилось до 200 мм рт.ст. с одновременным увеличением пульсового давления.

Средние величины минимального артериального давления в течение всего периода пребывания в невесомости были ниже исходных данных и колебались в пределах 30-48 мм рт.ст. Увеличение систолического давления в этот период, по-видимому, обусловлено повышением двигательной активности животного, что подтверждается актограммами.

Аналогичные данные получил Г.И.Павлов (1963) в условиях кратковременной невесомости на интактных животных. По его материалам, в начале невесомости величины артериального максимального и минимального давления снижались на 20-40 мм рт.ст., а к концу периода невесомости (на 25-30-й секунде) артериальное давление возвращалось к исходным величинам. Некоторое снижение артериального давления в условиях невесомости отмечали и другие авторы (Henry G. et al., 1952; Joston H. et al., 1963).

Интересна работа В.В.Яковлева (1962) по исследованию периферического кровообращения у животных во время полета на геофизических ракетах до высоты 212 км. Автор сделал заключение, что заметных нарушений периферического кровообращения не имеется, за исключением некоторого снижения сосудистого тонуса. По мнению ряда исследователей, снижение артериального давления может быть результатом «разгрузочного рефлекса», обусловленного снижением требований к

сердечно-сосудистой системе в условиях невесомости и некоторым усилением тонуса блуждающего нерва.

Можно полагать, что в условиях невесомости происходит функциональная перестройка деятельности сердца, причем приспособление системы кровообращения к условиям невесомости у каждого животного происходит в разное время. Большое значение в осуществлении приспособительных реакций, по-видимому, играет состояние регуляторных механизмов и вегетативного отдела центральной нервной системы. Вероятно, в условиях невесомости происходит усиление парасимпатических и ослабление симпатических влияний на сердечную деятельность. Это подтверждается большой вариабельностью частоты пульса, заметным снижением систолического давления и некоторым удлинением предсердно-желудочковой проводимости. Примечательно, что величина артериального давления у животных несколько изменялась и при проведении длительных лабораторных экспериментов в кабинах малого объема. Было установлено, что, если у животных сохранялось состояние тренированности, изменение артериального давления на протяжении опыта оказывалось весьма незначительным (в среднем $\pm 10-20$ мм рт.ст.); если тренировка животных к пребыванию в кабине малого объема была недостаточной, в ряде случаев отмечалась неустойчивость артериального давления с тенденцией к повышению. Так, у Стрелки в опытах в ГКЖ максимальное артериальное давление повышалось на 20-25 мм рт.ст., минимальное — на 10-20 мм рт.ст. по сравнению с исходными данными.

О нормализации сердечной деятельности в невесомости свидетельствовал и характер изменения ЭКГ. Можно полагать, что некоторые различия в амплитуде ЭКГ объясняются индивидуальными особенностями высшей нервной деятельности у животных и особенностями телеметрической регистрации. Временные интервалы электрокардиограммы PQ, QRS, Q-T и R-R в условиях невесомости изменялись незначительно и находились в пределах допустимых физиологических колебаний. По сравнению с исходными значениями в условиях невесомости наблюдалось как уменьшение, так и некоторое удлинение времени предсердно-желудочковой проводимости.

Интересно отметить, что частота сердечных сокращений у животных в течение всего полета на ИСЗ также претерпевала некоторые изменения. Особенно это касалось более выраженной аритмии в конце полета по сравнению с наземными значениями. Продолжительность механической систолы (определялась по фонокардиограмме) в начале периода невесомости несколько уменьшалась, а затем увеличивалась и к концу первых суток полета восстанавливалась до исходных значений.

Продолжительность 1-го и 2-го тонов фонокардиограммы в начальный период невесомости несколько увеличивалась (особенно на 6-м витке), при дальнейшем пребывании в состоянии невесомости отмечалось уменьшение продолжительности 1-го тона до исходных значений. Продолжительность 2-го тона в конце полета была несколько больше исходной величины. Увеличение амплитуды и продолжительности 2-го тона фонокардиограммы может быть обусловлено усилением и запаздыванием его легочного компонента по отношению к аортальному. Указанные изменения продолжительности тонов сердца у подопытных животных соответствуют нормальным значениям показателей их фонокардиограммы. Кривые сфигмограммы, зарегистрированные у Чернушки и Звездочки в начале периода невесомости, несколько изменялись, а к концу полета практически не отличались от исходных величин.

Таким образом, можно полагать, что урежение пульса, уменьшение величины систолического и диастолического давления могут быть причиной снижения минутного объема сердца в условиях невесомости, а увеличение амплитуды первого цикла сейсмокардиограммы и укорочение механической систолы указывают на повышение скорости и уменьшение времени изгнания крови желудочками. Однако для полного объяснения этих изменений требуется дальнейшее изучение реакции сердечно-сосудистой системы в условиях невесомости.

Создается впечатление, что при действии невесомости происходит некоторая функциональная перестройка системы кровообращения в результате установления нового уровня функционирования систем организма. При этом важную роль в осуществлении приспособительных реакций, по-

видимому, играют высшие отделы ЦНС. С целью выяснения их роли в регуляции функции сердечно-сосудистой системы и дыхания у животных при воздействии на них экстремальных факторов полета были проведены дополнительные исследования на наркотизированных животных.

В состоянии невесомости пульс регистрировали у трех наркотизированных животных, частоту дыхания и артериальное давление — у двух. Анализ полученных данных показал, что у животных, находящихся в условиях невесомости в состоянии наркоза, отмечались значительно менее выраженные учащение пульса, повышение артериального давления и дыхания. Так, пульс у собак Белки и Модницы под наркозом во время полета существенно не отличался от величин, зарегистрированных в исходном состоянии, и колебался в пределах от 33 до 90 уд/мин. Артериальное давление изменялось всего в пределах 5-10 мм рт.ст. Сопоставление электрокардиограмм животных, находившихся в полете в интактном состоянии и под наркозом, показало также менее значительные изменения конфигурации зубцов и интервалов ЭКГ у наркотизированных животных по сравнению с интактными.

При сравнении физиологических показателей в условиях невесомости у одних и тех же животных в интактном состоянии и при наркозе, отмечали менее выраженные сдвиги у наркотизированных животных. Этот факт свидетельствует о большой роли экстеро- и интероцептивных рефлексов и состояния ЦНС в формировании физиологических реакций.

Необходимо отметить, что периоды восстановления основных регистрируемых параметров до исходного уровня у интактных и наркотизированных животных оказались различными. Более быстро нормализация наступала у наркотизированных животных и замедленно — у интактных. Этот факт еще раз подчеркивает значение функционального состояния ЦНС в нормализации физиологических функций.

Следует отметить, что наши исследования на наркотизированных животных практически не расходились с данными Henry G., Ballinger E., Macher P., Simons D. (1952), которые проводили эксперименты на обезьянах под наркозом в полетах ракет до высоты 60-120 км. Авторы не заметили существенных нарушений вегетативных функций, но отметили, что в состоянии невесомости наблюдалась тенденция к снижению артериального и венозного давления. Это, вероятно, обуславливалось тем, что изменения кровяного давления, возникающие вследствие потери веса крови (гидростатического давления), могли компенсироваться за счет изменения тонуса сосудов, обусловленного некоторыми изменениями афферентации с барорецепторов сосудистых зон.

Сходные данные были получены также Weber W.E. (1964), Walawski J., Kaleta Z. (1962) и др. в лабораторных экспериментах при моделировании состояния невесомости путем погружения наркотизированных животных в иммерсионные среды. Авторы пришли к выводу, что гемодинамические сдвиги у наркотизированных животных в этих условиях были минимальными. При пребывании животных в условиях иммерсии (1%-ный солевой раствор) электрокардиограммы практически не изменялись.

Сопоставляя наши данные, полученные в полете, с результатами лабораторных исследований (в иммерсионных средах), можно сделать заключение, что у находящихся под наркозом собак не наблюдалось выраженных изменений частоты дыхания, пульса и кровяного давления. Это указывает на ведущую роль высших отделов ЦНС в регуляции вегетативных реакций при нахождении животных в различных экстремальных условиях. К сожалению, эксперименты в иммерсионной среде позволяют лишь косвенно изучать отдельные стороны воздействия невесомости на организм животного. Рассмотрение экспериментальных данных показывает, что в условиях невесомости реакции сердечно-сосудистой системы характеризуются определенной фазностью. В первые минуты состояния невесомости после воздействия поперечных перегрузок в регуляции сердечного ритма, очевидно, преобладает симпатический эффект. Затем по мере пребывания в состоянии невесомости устанавливается иной физиологический уровень жизнедеятельности, происходит включение компенсаторно-приспособительных механизмов и наступает адаптация организма к необычным условиям существования. В этот период преобладают парасимпатические явления (вагус-фаза) с

урежением частоты пульса, нормализацией элементов электрокардиограммы и снижением величины артериального давления.

Некоторые исследователи выделяют несколько фаз в адаптации организма животных к состоянию невесомости:

— первая фаза переходная. В ней наблюдаются изменения, обусловленные главным образом последствием перегрузок;

— вторая фаза: неполное приспособление к условиям невесомости. В ходе этой фазы происходит активный поиск организмом устойчивых состояний, которые соответствовали бы новым физическим условиям;

— третья фаза: относительно устойчивого приспособления к условиям невесомости. В этой фазе, по-видимому, организм приходит к какому-то новому уровню функционирования. Это положение подлежит дальнейшему изучению и уточнению на интактных и наркотизированных животных в более длительных экспериментах.

Анализ полученного материала показал, что в зависимости от характера и степени выраженности вегетативных реакций организма на воздействие невесомости животных условно можно разделить на три группы:

— с преобладанием депрессорной реакции (понижение артериального давления и отчетливое снижение частоты пульса — самая многочисленная группа);

— с преобладанием прессорной реакции (повышение артериального давления и учащение пульса);

— с уравновешенными вегетативными реакциями (частота пульса и артериальное давление изменялись незначительно).

Различная устойчивость к воздействию невесомости, по-видимому, связана с компенсаторно-приспособительными возможностями каждого животного, их исходным функциональным состоянием, обусловленным предшествующим воздействием экстремальных факторов полета.

Температура тела животных в состоянии невесомости была несколько ниже, чем в обычных земных условиях, и колебалась в полете в пределах от 35 до 37,4°C, в лабораторных условиях — от 38 до 39°C. Реакции сердечно-сосудистой системы в период невесомости были в пределах обычных физиологических колебаний.

Уже к концу 1-го и в начале 2-го витка корабля вокруг Земли основные показатели физиологического состояния животных (частота сердечных сокращений, артериальное давление, характер электрокардиограмм) оказались близкими к исходным значениям. Это свидетельствует о хорошей приспособляемости животных к условиям невесомости.

Значение полетов геофизических ракет, искусственных спутников Земли и космических кораблей-спутников не исчерпывается полученной научной информацией. Широкая программа биологических экспериментов, в которых животные были возвращены на Землю, позволила получить материал, дающий представление об отдаленных последствиях влияния космического полета на организм живых существ. Физиологические реакции и состояние животных после полета во многом зависели от того стрессового состояния, в котором они пребывали, и от типа нервной системы животного.

Послеполетный поиск подопытных животных осуществлялся специальными группами. По различным причинам (метеорологическим, техническим и др.) поиск животных продолжался от 1,5 ч до нескольких суток, что в ряде случаев приводило к перегреву собак и задержке послеполетного обследования. Животные подвергались всестороннему клинико-ветеринарному обследованию,

включавшему рентгенографию органов грудной клетки, взвешивание, биохимические исследования крови и мочи и т.д.

Поведение собак после приземления было спокойным, реакция на окружающую обстановку — обычной. Собаки были активны, адекватно реагировали на воздействие внешних раздражителей, отзывались на кличку и т.д. Безусловные пищевые рефлексы у животных сохранялись после полета в полном объеме. Повреждений кожных покровов, видимых слизистых и костно-опорного аппарата у животных не отмечали. Тем не менее, при проведении более тщательного осмотра в некоторых случаях при полете на геофизических ракетах на стенках герметической кабины и на носу животных были обнаружены капли крови. Кроме того, при внешнем осмотре животных после полета были обнаружены незначительные кровоизлияния в склеру глаз, слизистую полости рта, ушные раковины.

На рентгенограммах органов грудной клетки, костной системы и придаточных пазух носа видимых патологических изменений после полета у большинства собак обнаружено не было. Однако при рентгенографическом обследовании органов грудной клетки собак спустя 1-2 месяца после полета было выявлено некоторое увеличение правого желудочка сердца (Белка, Чернушка). И до настоящего времени мы не располагаем достаточными данными для того, чтобы связать эти изменения с полетом или напряженной предполетной подготовкой. В дальнейшем при наблюдении за подопытными животными в течение 5-6 лет на рентгенограммах грудной клетки патологических изменений не было выявлено.

В 14 из 15 полетов животных на ракете Р-2А отмечалось уменьшение массы тела после полета на 0,2-0,6 кг. Эти изменения незначительны и не выходят за пределы физиологических колебаний массы тела животных, находящихся в обычных условиях, поэтому, вероятно, нет оснований приписывать эти изменения специфическому воздействию полета.

Температура тела животных после полета изменялась как в сторону повышения, так и в сторону уменьшения (-0,5; +0,3°C) и не выходила за пределы физиологических норм (по данным А.Д.Слонима, 1952, температура тела здоровых собак колеблется от 38,5 до 39,5°C).

С целью более подробного изучения отдаленных последствий полетов производилось исследование периферической крови у подопытных животных. Анализ полученных данных показал, что после полетов на геофизических ракетах и космических кораблях-спутниках у большинства животных наблюдался лейкоцитоз со сдвигом формулы влево. У некоторых собак увеличение количества лейкоцитов было незначительным, и через 1-2 дня признаков лейкоцитоза уже не отмечалось. Увеличение количества лейкоцитов колебалось в пределах от 1800 до 11 050 клеток. Число палочко-ядерных форм увеличилось от 2 до 30%, количество лимфоцитов было снижено.

Колебания уровня моноцитов и эозинофилов носили неопределенный характер. В одном случае через 10 суток после полета у собаки Чернушки наблюдалась умеренно выраженная лейкопения, которая держалась в течение 12 дней и причину которой установить не удалось. Можно предположить, что лейкоцитоз и измененная нейтрофильная реакция обусловлены перераспределением крови в организме и, прежде всего, поступлением в кровяное русло элементов лейкоцитарного ряда из печени, селезенки и других органов. Такое перераспределение, возможно, возникло в результате механического влияния на организм отрицательных перегрузок в момент торможения головной части ракеты в плотных слоях атмосферы и ударных перегрузок при приземлении. Нельзя не учитывать при этом также значение реакции типа стресс, которая, в свою очередь, может оказать существенное влияние на нервно-рефлекторные механизмы, ведающие перераспределением периферической крови.

До и после полета у животных исследовались также основные показатели красной крови. Результаты исследований показали, что со стороны красной крови особых отклонений от нормы не наблюдалось. Однако в большинстве случаев отмечалось небольшое снижение уровня гемоглобина и эритроцитов после полета. Было также установлено, что параллельно с увеличением свертываемости крови (на 18-30-й секундах полета) происходило некоторое повышение содержания кальция в крови

(на 10 мг%) и уровня протромбина в плазме (на 5-11%). Следует отметить, что через несколько дней после возвращения из полета в крови некоторых собак было обнаружено увеличение альфа-глобулина, сывороточного мукоида и общего белка, а также уменьшение холинэстеразной активности.

Вместе с тем не удалось выявить каких-либо заметных и стойких нарушений в обмене нуклеиновых кислот. Через 13-23 сут. после полета все показатели возвращались к норме и в течение длительного периода наблюдений не выходили за ее пределы. При исследовании серотонина (биогенного амина, 5-окситриптамина) выявлено его снижение в 3,5-10 раз в крови подопытных собак в 1-е и 2-е сутки после полета с последующей нормализацией до исходных величин.

Не было обнаружено каких-либо закономерных изменений величины диуреза и удельного веса мочи у Белки и Стрелки после полета. Концентрация свободных кортикостероидов в моче у Белки и Стрелки через 7-27 суток после полета была на уровне нижней границы нормы и составляла 0,01-0,38 мг/сутки по сравнению с 0,02-0,26 мг в норме (А.А.Гюрджян и др., 1962).

Сопоставление результатов послеполетного обследования в течение 6 лет с данными, полученными в процессе многочисленных исследований перед запуском геофизических ракет и космических кораблей-спутников, показало, что суборбитальные и орбитальные полеты не вызывали каких-либо отдаленных патологических реакций в общем состоянии животных и их поведении. Биологические эксперименты во время полетов баллистических ракет и космических кораблей-спутников были необходимы перед полетом человека в космос и во многом способствовали его осуществлению. Они имели важное научное и практическое значение для изучения физиологических реакций человека в условиях полетов по параболе Кеплера.

Одним из главных препятствий на пути освоения человеком космического пространства является космическая радиация. Впервые советские ученые получили возможность изучать биологическое действие космической радиации на биообъектах, которые экспонировались на высотах 180-320 км в течение 1,5-25 ч, а затем были возвращены на Землю.

При разработке программы биологических экспериментов на кораблях-спутниках советские ученые руководствовались идеей получения всесторонней информации о биологическом действии факторов полета и стремились избрать такой комплекс методов исследования, который наилучшим образом отвечал бы задачам изучения биологического действия космической радиации. В летных экспериментах использовались биологические объекты, стоящие на разных ступенях развития, с различной радиочувствительностью и разнообразные методические приемы.

На 2, 4-м и 5-м кораблях-спутниках были помещены различные биологические объекты:

— млекопитающие: собаки, морские свинки, лабораторные крысы и мыши;

— насекомые: мухи-дрозофилы;

— растительные объекты: традесканция, зерна и проростки различных сортов пшеницы, гороха, кукурузы, лука, чернушки и др.;

— культура водоросли хлореллы;

— микробиологические и цитологические объекты на тканевом, клеточном, субклеточном и молекулярном уровнях:

а) кусочки кожи человека и кролика, реимплантируемые донорам после полета;

б) культуры различных тканей (костного мозга, клеток Хела и т.д.);

в) грибы-актиномицеты различных штаммов;

г) бактерии: различные штаммы кишечной палочки, палочки маслянокислого брожения, лизогенные бактерии;

д) фаги;

е) дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК);

ж) набор ферментов (пепсин, трипсин, рибонуклеаза и т.д.);

з) препарат клеточных ядер;

и) гомогенат из зародышей пшеницы;

к) вирусы табачной мозаики и гриппа.

Некоторые из биологических объектов (мухи-дрозофилы, проростки семян лука, пшеницы, лизогенные бактерии и др.) находились также на космических кораблях «Восток» и «Восток-2».

В экспериментах изучали влияние космической радиации как на жизнедеятельность, так и на наследственность биологических объектов. В опытах на млекопитающих особое внимание уделяли исследованию кроветворения, определению продуктов обмена нуклеиновых кислот (дезоксцитидина и др.), изучению состояния естественного иммунитета.

Общеклинические наблюдения и специальные лабораторные исследования млекопитающих, летавших на космических кораблях-спутниках, не выявили каких-либо патологических признаков действия ионизирующих излучений (срок наблюдения собак 1,5 года).

При цитологическом исследовании костного мозга мышей, перенесших космические полеты, отмечали некоторое статистически достоверное увеличение частоты хромосомных нарушений. При патоморфологическом исследовании этих животных были обнаружены дистрофические, большей частью обратимые изменения в паренхиматозных органах. Контрольные эксперименты в лабораторных условиях показали, что указанные изменения у мышей могут возникать под влиянием не только ионизирующего излучения, но и вибраций, ускорений.

В опытах на дрозофилах, перенесших космические полеты, была обнаружена тенденция к увеличению частоты доминантных деталей и индуцированного кроссинговера, достоверное увеличение частоты сцепленных с полом рецессивных деталей и нерасхождения хромосом. Анализ материалов, полученных в лабораторных условиях, дает основание считать, что увеличение частоты доминантных деталей и индуцированного кроссинговера может быть вызвано действием низкочастотных вибраций (70 Гц). Увеличение частоты сцепленных с полом рецессивных деталей и нерасхождения хромосом, вероятно, связано с влиянием ионизирующего излучения или невесомости. У семян пшеницы и гороха после космических полетов отмечали небольшое увеличение процента хромосомных перестроек и стимуляцию деления клеток. На семенах лука и чернушки при полном отсутствии влияния на хромосомные перестройки был обнаружен эффект стимуляции роста. Контрольные исследования в лабораторных условиях показали, что эффекты, выявленные на семенах после космических полетов, могут быть обусловлены действием не только ионизирующего излучения, но и других факторов полета, например вибраций.

В исследованиях на многочисленных микробиологических и цитологических объектах, за исключением лизогенных микробов, не отмечали влияния космической радиации. В некоторых экспериментах на лизогенных микробах, перенесших космические полеты, незначительно увеличивалась продукция фага, что, вероятно, следует связать, прежде всего, с действием ионизирующего излучения.

Таким образом, из изменений, обнаруженных у биологических объектов, перенесших космические полеты, лишь немногие можно связать с влиянием ионизирующего излучения. К ним следует отнести увеличение частоты сцепленных с полом рецессивных деталей и нерасхождения хромосом (мухи-дрозофилы), стимуляцию деления клеток (семена пшеницы, гороха), увеличение продукции фага (лизогенные микробы).

Результаты биологических экспериментов согласуются с данными о дозе космической радиации, полученными с помощью различных физических дозиметров. В среднем эта доза составляла 10 мрад/сутки. Проведенные исследования на биологических объектах показали, что кратковременный полет человека по орбитам, расположенным ниже радиационных поясов, при отсутствии солнечных вспышек и достаточной защите не является опасным в радиационном отношении.

Таким образом, в длительных исследованиях этап за этапом с 1948 по 1961 гг. советские ученые накопили уникальные научные данные, которые со всей очевидностью позволили обосновать возможность полета человека в космическое пространство. Все проведенные исследования позволили выдать исходные научные данные для разработки систем жизнеобеспечения, средств индивидуальной защиты, системы дистанционного контроля за состоянием космонавтов, работой систем, обеспечивающих безопасность космического полета. Только хорошо продуманная программа широких научных исследований по ракетной технике, физике, геофизике, радиоэлектронике, химии, космической биологии и медицине позволила подойти к осуществлению извечной мечты человечества — полету человека в просторы Вселенной. Последовательность и системность проведения научных экспериментов на животных предопределили успех последующих космических полетов.

Примерно за год до первого полета собак на искусственном спутнике Земли после успешных пусков геофизических ракет с животными в один из вечеров С.П.Королев, М.К.Тихонравов, К.Д.Бушуев и я, размечтавшись, высказались за возможность запуска человека на геофизической ракете.

Эти мысли давно уже витали среди нас. Мои сотрудники возможность полета человека на геофизической ракете считали вполне реальной. Ко мне поступили заявления с ходатайством о допуске к полету от старших научных сотрудников А.М.Генина, А.Д.Серяпина. Конструкторское бюро Королева в это время было занято разработкой и изготовлением многоступенчатой межконтинентальной ракеты. Эти новые работы отодвинули идею полета человека на геофизической ракете. Риск и стоимость полета человека на геофизической ракете были не многим более, чем полет на многоступенчатой ракете на большие высоты и расстояния. Когда многоступенчатая ракета была испытана и запущена, Королев забыл идею полета человека на геофизической ракете. Кроме того, охлаждение Королева к полету человека на геофизической ракете можно объяснить и тем, что авиация уже осваивала полет в стратосферу и полет не выявил бы каких-либо преимуществ ракетной техники перед самолетной при освоении стратосферных полетов. Еще некоторое время Сергей Павлович, его соратники и я думали о возможности полета человека на ракете по баллистической кривой подобно тому, какой выполнили американцы весной 1961 г. Но, рассмотрев этот вариант с технической, медицинской и научной сторон, пришли к выводу, что он не позволит решить все научные и практические задачи, возлагаемые на полет. В мае 1958 г. С.П.Королев и М.К.Тихонравов обсуждали возможность полета человека в космос на тяжелом спутнике Земли. Через 2 месяца, а именно в июле 1958 г., Королев и Тихонравов подготовили записку в правительство о перспективных работах по ракетной технике. В записке четко указывалось на необходимость проведения широких научных исследований и выполнения разработок по обеспечению оптимальных условий существования человека на всех этапах космического полета. В ноябре 1958 г. на Совете главных конструкторов и руководителей исследований было принято решение начать разработку спутника для человека. Эта задача была возложена на М.К.Тихонравова и К.П.Феоктистова, которые уже давно проводили расчеты оптимального варианта тяжелой ракеты для космического полета человека.

1.5. Отбор, подготовка кандидатов в космонавты. Системы жизнеобеспечения, безопасности и возвращения космонавтов

В начале 1959 г. под председательством академика М.В.Келдыша прошло совещание в Академии наук, на котором вопрос о полете человека обсуждался конкретно, вплоть до отбора будущих кандидатов в космонавты.

Кандидатами в космонавты мечтали быть летчики-истребители, подводники, ракетчики, гонщики автомобилей и многие другие здоровые молодые люди. Мы, авиационные врачи, хорошо знали, что летчики-истребители более всего подвергаются воздействию экстремальных факторов среды. При подготовке и тренировке они испытывают действие гипоксии, повышенного давления, разнонаправленных ускорений, катапультирования и другие влияния. На начальном этапе целесообразно было производить подбор молодых людей в кандидаты в космонавты из летчиков-истребителей. Эту идею полностью поддержал Сергей Павлович и его коллеги.

По настоянию главных конструкторов во главе с Сергеем Павловичем, медицинских работников во главе со мной и с согласия Главного врача ВВС Александра Николаевича Бабийчука отбор кандидатов в космонавты поручили авиационным врачам и врачебно-летным комиссиям, которые контролировали состояние здоровья летчиков в частях ВВС.

Необходимо отметить, что в 50-е годы между ведомствами авиации и ракетной техники не было взаимопонимания. Более того, они между собой конфликтовали, т.е. относились друг к другу весьма пристрастно. Причиной тому был монополизм главных конструкторов и военачальников, а это отрицательным образом сказывалось на деле. Как я уже говорил раньше, Главнокомандующий ВВС Главный маршал авиации Павел Федорович Жигарев не поощрял увлечение экспериментами на собаках при полетах на ракетах, проводимых моей группой. После назначения Главнокомандующим ВВС маршала авиации Константина Андреевича Вершинина положение изменилось, хотя по-прежнему кое-кто из управленцев ВВС, стоявших на позициях монополизма, мешал делу, и это затрудняло решение ряда научных задач. Константин Андреевич Вершинин, как бы ни был занят своими прямыми служебными задачами по руководству ВВС, старался помочь и делам космическим. В этот период в мой коллектив влилась целая группа врачей-химиков и офицеров: Аркадий Ушаков, Леонид Какурин, Всеволод Антипов, Петр Саксонов, Виктор Денисов, Николай Гуровский, Евгений Карпов, Иван Акулиничев, Вячеслав Логинов, Дмитрий Максимов, Анатолий Егоров, Роман Баевский, Иван Шадринцев и др.

Этот большой коллектив, возглавляемый мной, выделился сначала в направление Института, а затем в Управление космической биологии и медицины. В группу физиологии входил Олег Газенко, психологии — Федор Горбов, гигиены и систем жизнеобеспечения — Абрам Генин, отбора и подготовки космонавтов — Николай Гуровский и Евгений Карпов.

Активную помощь в разворачивании работ по отбору кандидатов в космонавты из летного состава оказывали генерал-полковник Филипп Александрович Агальцов, Александр Николаевич Бабийчук, Николай Михайлович Рудный, коллектив Центрального военного научно-исследовательского авиационного госпиталя, Василий Яковлевич Клоков и др.

Медики четко представляли, что по опыту летной работы, возрасту и физическим данным состав летчиков-истребителей в разных авиационных частях почти одинаков, и поэтому нецелесообразно забираться для поиска необходимых кандидатов за Урал — в Сибирь, на Дальний Восток. Решено было ограничиться европейской частью страны. Перед отъездом бригады медиков во главе с Ф.А.Агальцовым выступил Сергей Павлович Королев. Он изложил пожелания ракетчиков: возраст примерно 30 лет, рост не выше 170 см. Сколько людей следует отобрать в космонавты? Королев, улыбаясь, ответил: «Много, американцы отобрали семь человек, а нам надо много больше». Это, конечно, вызвало недоумение, но особенно комментировать никто не стал. Все поняли, что планируется не один, не два, а значительно больше полетов.

Подобранные медицинские работники парами разъехались на поиски кандидатов. В короткие сроки им надлежало найти несколько десятков абсолютно здоровых, относительно (учитывая возраст) опытных, дисциплинированных, не имеющих замечаний по службе, профессионально

перспективных, молодых, невысокого роста, худеньких летчиков-истребителей. В частях сразу же распространился слух, что московские врачи отбирают летчиков для специальных полетов. Врачи частей, которые знали, что идет какой-то отбор летчиков «спецназначения», предложили приехавшим московским врачам более трех тысяч кандидатур.

Пришлось медикам из Москвы засесть за изучение летных и медицинских книжек. Ограничения, наложенные ракетчиками, позволили сразу же сделать большой отсев. Но не только рост и масса тела летчиков явились основными ограничивающими факторами. Частые бронхиты, ангины, предрасположенность к гастритам, колитам, почечные, печеночные колики, патологические сдвиги сердечной деятельности, выявляемые на электрокардиограмме, также были причинами отсева. В обыденной жизни кто обычно обращает внимание на такие пустяки? Проанализировав летные и медицинские книжки каждого кандидата, проведя необходимые дополнительные анализы, отобрали подходящих кандидатов и только после этого приступили к беседам с ними. В первую очередь интересовались опять-таки состоянием здоровья, успехами в жизни, работе, настроением, бытом и осторожно переводили разговор на возможность полета на новой технике. Подсказывали, что летать придется не на самолетах, а, скажем, на ракетах и, весьма возможно, на спутниках.

«Хорошо помню все беседы с кандидатами, — рассказывал Николай Гуровский. — Почти все наши собеседники первым делом спрашивали: «А на обычных самолетах летать будем?» Было очень приятно, что ребята были влюблены в свою профессию, гордились званием военного летчика. Примерно трое из десяти сразу отказывались от предложения. Отнюдь не из-за страха. Просто им нравилась их служба, коллектив, друзья, были ясны перспективы профессионального и служебного роста. У многих был хорошо налажен быт, и ломать все это из-за дела темного, туманного, неизвестно что обещающего они не хотели. Кстати, было общим правилом: кандидат в космонавты мог, не объясняя причин, отказаться от работы на любом этапе подготовки. Некоторые просили дать им время посоветоваться с женой, с семьей, другие соглашались сразу.

Павел Попович, подумав и взвесив все, сказал, что согласен. Валерий Быковский, Георгий Шонин, Андриян Николаев, Герман Титов и многие другие на вопросы, поставленные членами медицинской комиссии о желании летать на новой технике, ответили согласием. Однако в частных беседах летчики чаще всего спрашивали: «Как долго придется ждать обещанного? Можно так долго прождать, что спишут в запас, а у нас семьи, их кормить надо».

Шел август 1959 года, до первого полета человека оставалось почти 20 месяцев. Как я уже говорил, требования, предъявляемые к будущим космонавтам, определялись особенностями и возможностями ракетной техники. Руководители американской космической программы уже в 1957 году приступили к отбору кандидатов в астронавты для полета на космическом корабле «Меркурий». С учетом мощности ракеты-носителя «Атлас Д» масса корабля «Меркурий» не должна была превышать 2 тонны. Возможности дублирования наиболее важных агрегатов, оборудования и автоматического регулирования имели серьезные ограничения. Это означало, что американский астронавт на корабле «Меркурий» должен был работать, следить за полетом и вручную выполнять ряд операций.

Возможности ракетной системы «Восток» были несравненно выше: она была способна поднять корабль «Восток», имеющий массу, превышающую массу корабля «Меркурий» более чем в два раза. На корабле «Восток» было свободнее, и наш космонавт при наличии аппаратуры и автоматики был менее стеснен в своих действиях. У американцев отбор в кандидаты астронавтов был более жесткий: отбирались лишь высококвалифицированные летчики-испытатели с высшим образованием, имеющие степень бакалавра наук и общее время налета не менее 150 часов. Для сравнения можно привести время налета у наших кандидатов в космонавты. Время налета у Гагарина составляло около 230 часов, Титова — 240 часов, Леонова — 250 часов. Кандидаты в космонавты последующих наборов Шаталов, Береговой, Филипченко, Демин и другие имели значительно большее время налета. Намечалось, что они будут выполнять более сложную и продолжительную работу в условиях космического полета. Кандидаты в космонавты последующих наборов были несколько старше и профессионального опыта у них было значительно больше. Кстати сказать, возрастной потолок американских космонавтов был поднят до 40 лет. Из 508 кандидатов к апрелю 1959 года, как

отмечалось американской прессой, было отобрано 7 человек. Американские ученые торопились, им хотелось взять реванш за наш первый прорыв в космос. Спешка и неумное соревнование не лучшие помощники в решении столь сложной задачи, как космические полеты, а особенно с экипажем на борту. Поспешность всегда чревата оплошностями и промахами, что имело место при подготовке космического корабля «Меркурий» с членом экипажа Алланом Шепардом — первым кандидатом в астронавты.

Проведенные биологические зондирования трасс космических полетов открыли большие возможности для положительных прогнозов будущих полетов человека. Для этапа непосредственной подготовки космического полета человека потребовалось комплексное решение практически всех вопросов космической медицины. Во-первых, необходимо было сформулировать свое отношение к возможности космического полета человека и определить общую стратегию развития пилотируемых полетов. Во-вторых, возникла крайняя необходимость разработки медико-технических требований к системам жизнеобеспечения космических кораблей, средствам защиты, спасения и приземления. Следовательно, предстояло принять участие в разработке этих систем и провести их всесторонние испытания. В-третьих, необходимо было разработать методику отбора и подготовки космонавтов к полету и практически осуществить эти мероприятия. В-четвертых, надлежало разработать систему мероприятий, направленных на медицинское обеспечение полетов. Решение этих вопросов потребовало существенного расширения фронта работ в области космической медицины, расширения круга специалистов и стендовой базы.

Постановлением Правительства СССР № 22-10 от 05.01.59 г. Научно-исследовательский испытательный институт авиационной медицины был переименован в Государственный научно-исследовательский институт авиационной и космической медицины (далее для краткости буду называть его Институт авиационной и космической медицины — ИАКМ). В институте было создано специальное направление. Возглавил его я. В состав направления вошли 3 отдела: отдел систем жизнеобеспечения (СЖО) во главе с Абрамом Гениным (он же был первым заместителем начальника направления), отдел космической физиологии во главе с Олегом Газенко, отдел отбора и подготовки космонавтов во главе с Николаем Гуровским. Кроме того, к решению проблем космической медицины были привлечены другие отделы института и организации. Отдел СЖО и средств спасения и приземления совместно с конструкторскими и производственными предприятиями — ЦКБ экспериментального машиностроения, заводами «Наука» (Г.И.Воронин) и «Звезда» (С.М.Алексеев) успешно разрабатывали системы регенерации и кондиционирования воздуха. Экспериментальную отработку и испытания этих систем проводили Абрам Генин, Александр Серяпин, Михаил Фомин, Лев Мохов, Анатолий Фомин и др. Исследования устойчивости человека к тепловым нагрузкам, имитирующим аварийные ситуации, проводили Евгений Шепелев, Лев Головкин и др. В 5-м отделе проходили испытания системы катапультирования (Сергей Гозулов, Виталий Волович и др.). Специалисты в области высотной физиологии вели работы по выбору параметров искусственной атмосферы (Дмитрий Иванов, Виктор Малкин, Илья Черняков и др.). В отделе Питания разрабатывался бортовой рацион питания (Георгий Арутюнов, Петр Лобзин, Раиса Кудрова и др.). Свою работу отделы направления координировали с разработкой спускаемого аппарата кораблей «Восток» (К.Д.Бушуев, К.П.Феоктистов и др.) и его систем (Г.И.Воронин, С.М.Алексеев и др.).

В разработке СЖО для членов экипажа корабля «Восток» под руководством Григория Ивановича Воронина большую роль сыграли сотрудники завода «Наука» Василий Слотин, Владимир Авдонин, Дмитрий Сысоев, Юрий Завьялов, Юрий Гришин, Владимир Мискелов и др. При разработке космического скафандра и катапультных кресел космического корабля и парашютных систем огромную помощь оказали Семен Михайлович Алексеев, Федор Востоков, Виталий Сверщек, Арнольд Семенович Барер, Семен Петрович Уманский и др. В отделе радиобиологии проводились исследования по оценке радиационной опасности (Армен Гюрджиан, Всеволод Антипов). Определялись границы переносимости человеком перегрузок при различных направлениях их действия (Ада Котовская, Светлана Симпура и др.). Отрабатывались методы оперативного медицинского контроля за состоянием человека (Иван Акулиничев, Борис Буйлов и др.). Под руководством Евгения Юганова Иван Касьян, Борис Асямолов, Анатолий Егоров, Борис Блинов и

др. провели серию исследований при полетах человека и животных на самолетах в условиях кратковременной невесомости. Впоследствии эта же группа сотрудников разработала методику ознакомительно-тренировочных полетов космонавтов на самолетах с созданием кратковременной невесомости и принимала участие в их осуществлении.

Отдел отбора и подготовки космонавтов совместно с Центральным военным научно-исследовательским авиационным госпиталем (ЦВНИАГ) и Центральной врачебно-летной комиссией — ЦВЛК (К.Ф.Бородин, М.Д.Вядро, Е.А.Федоров, И.И.Бряннов и др.) приступил к уточнению и разработке требований к состоянию здоровья космонавтов и системы их подготовки. Сотрудники отдела Ф.Д.Горбов, А.А.Корешков и др. начали изучение психических реакций человека на длительную изоляцию в условиях, имитирующих космический полет. В июне 1959 года нашим коллективом в содружестве с ЦВНИАГ и ЦВЛК была разработана первая инструкция по отбору космонавтов, которая была утверждена президиумами АМН и АН СССР. Группы научных сотрудников института, ЦВНИАГ и ЦВЛК (Н.Н.Гуровский, Е.А.Карпов, Г.П.Михайловский, М.Д.Емельянов и др.) были направлены в авиационные части МО СССР для проведения первичного отбора кандидатов в первый учебный отряд космонавтов.

Директивой Генерального штаба МО СССР в январе 1960 года был создан Центр подготовки космонавтов (ЦПК), оперативно подчиненный начальнику ИАКМ Ю.М.Волынкину. По представлению руководства института первым начальником ЦПК был назначен опытный авиационный врач Евгений Анатольевич Карпов. Научное руководство подготовкой кандидатов было возложено на ИАКМ. Главкомандующим ВВС Константином Андреевичем Вершининым было предложено Институту разработать структуру Центра подготовки космонавтов. Евгений Карпов подобрал вначале небольшой, но спаянный коллектив ЦПК, в который вошли Евстафий Целикин, Николай Никерясов, Андрей Власюк, Федор Хлебников, Владимир Ковалев, Сергей Новиков и др. В строительстве и оснащении Центра подготовки космонавтов большую помощь оказывал генерал-лейтенант Василий Клоков.

Поскольку комплектование штатов центра проходило в период активной подготовки первой группы космонавтов, значительную часть работы на первом этапе взяли на себя сотрудники ИАКМ. Благодаря инициативе Евгения Карпова, Григория Хлебникова, Владимира Ковалева, Николая Никерясова, Сергея Новикова, Евстафия Целикина, Ивана Асбиевича и других подготовка космонавтов все в большей степени переносилась на базу центра, где постепенно сосредотачивалась вся методическая работа по отбору и подготовке экипажей космических кораблей.

Наряду с подготовкой первого космического полета человека ИАКМ развернул широким фронтом работы, направленные на обеспечение космических полетов на перспективных космических кораблях, конструкторская разработка которых в то время уже началась. Проводились исследования по физиологическим, психологическим и гигиеническим проблемам космических полетов большой продолжительности. Разрабатывались принципиальные схемы и технологические процессы регенеративных СЖО.

В составе созданного Управления 8 отделов занимались решением основных проблем космической биологии и медицины. В отделе замкнутых экологических систем, руководимом Евгением Шепелевым, разрабатывали системы биологической регенерации газовой среды в замкнутых объемах, регенерации воды и пищи. Кроме этого, отдел выполнял практическую работу (совместно с отделом питания) по обеспечению водой и пищей экипажей корабля «Восток». Отдел физико-химических методов регенерации атмосферы, руководимый Александром Серяпиным (Бронислав Гришаенков, Владимир Черкасов, Аркадий Ушаков и др.), разрабатывал системы утилизации углекислоты и бортовые методы получения кислорода за счет электролиза воды. Одновременно отдел продолжал работы по испытанию СЖО экипажей в макетах кораблей «Восток» и «Восход» (Леонид Салманов, Василий Дзедзичек и др.).

Вопросы нормирования параметров искусственной газовой среды и другие проблемы гигиены замкнутой среды изучал отдел обитаемости во главе с профессором А.Г.Кузнецовым. Отделом были

выполнены многочисленные эксперименты большой продолжительности (до 2 месяцев) в барокамере, в которых были определены границы допустимого снижения барометрического давления, повышения концентрации углекислого газа, был принципиально решен вопрос замены азота гелием (А.Дианов). Много труда и сил отдал этим работам один из самых талантливых и преданных делу сотрудников института С.Г.Жаров.

Разработкой медицинских требований к средствам индивидуального снаряжения, системам аварийного спасения и приземления, медицинского обеспечения поиска и эвакуации космонавтов занимался отдел, руководимый профессором Сергеем Гозуловым. Сотрудники отдела (Лев Головкин, Виталий Волович и др.) вели большую исследовательскую и испытательную работу, участвовали в обеспечении космических полетов.

Исследования вопросов космической физиологии, включая действие невесомости и ускорений, были сосредоточены в 17-м отделе, возглавляемом Олегом Газенко. В состав отдела входила лаборатория Ивана Акулиничева, занимавшаяся системами оперативного врачебного контроля (Роман Баевский и др.). Работой психологической лаборатории успешно руководил Федор Горбов. Лаборатория общепфизиологических исследований (Павел Васильев) изучала действие ускорений и других неблагоприятных факторов полета, разрабатывала фармакологические средства снижения и изменения реактивности организма.

В связи с актуальностью проблемы биологического действия космической радиации был создан радиобиологический отдел, возглавляемый Павлом Саксоновым, занявшийся нормированием, дозиметрией и защитой экипажей космических кораблей от проникающей радиации. Над этой сложной проблемой успешно работали Евгений Ковалев, Армен Гюрджиан и Всеволод Антипов.

Вопросами согласования систем управления сигнализации и индикации с психофизиологическими возможностями человека, а также разработкой требований к пилотажным тренажерам успешно занимался отдел космических тренажеров, в состав которого вошли инженеры, математики, психофизиологи и психологи. Специалистам отдела (Александру Кузьминову, Михаилу Сильвестрову, Валерию Онищенко, Виктору Денисову и др.) удалось сравнительно быстро организовать научно-исследовательскую работу, результаты которой были реализованы в конструкции систем управления, средствах и методах обучения и подготовки космонавтов. Этому во многом способствовали заместитель начальника 2-го Управления института Виктор Денисов и Леонид Салманов.

Отдел обработки и анализа информации, поступающей с корабля, во главе с Григорием Алтуховым (Василий Копанев, Анатолий Егоров, Иван Шадринцев и др.) разрабатывал методы расшифровки и анализа биотелеметрической информации и практически осуществлял эту работу.

Комплексный подход к подготовке и проведению космического полета человека позволил сосредоточить усилия ИАКМ, ЦПК и промышленности на решении проблем космической биологии и медицины. Большую помощь ИАКМ, особенно в решении биологических вопросов, оказывали научно-исследовательские институты и учреждения АН СССР, АМН СССР, академики А.А.Благонравов, М.В.Келдыш, А.Н.Несмеянов, А.Н.Бакулев, В.Д.Тимаков, В.Н.Черниговский, Н.М.Сисакян и др. Мне как руководителю медико-биологической программы подготовки полета животных, а затем и человека на ракетных летательных аппаратах большую помощь оказывали Президиум АН СССР во главе с президентом А.Н.Несмеяновым и Президиум АМН СССР во главе с президентом Н.Н.Аничковым, а впоследствии с президентами А.Н.Бакулевым, В.Д.Тимаковым, академик Н.П.Дубинин, действительные члены АМН СССР Н.Н.Жуков-Вережников, В.И.Воячек, К.Л.Хилов и многие другие.

Полеты первых советских космонавтов на кораблях «Восток» поставили перед космической медициной новые, более сложные задачи и стимулировали ее дальнейшее развитие. Естественно, становление и развитие науки немыслимо без публикаций, в которых были бы сформулированы ее основные задачи и приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований. В

нашей стране публикации научных работ в области космической медицины начались в 1956 году, когда под моей редакцией вышел первый сборник переводов работ американских, французских и немецких авторов. Первые публикации экспериментальных данных, полученных в полетах животных при вертикальных пусках геофизических ракет и в полете Второго ИСЗ появились в 1958 году. С 1961 года в журналах АН СССР стали публиковаться обзорные статьи и доклады В.И.Яздовского, Н.М.Сисакяна, В.Н.Черниговского, О.Г.Газенко, В.В.Парина, А.М.Генина, Н.Н.Гуровского, А.А.Гюрджиана и других ученых, посвященные изложению предмета, методов, результатов и задач космической биологии и медицины.

В 1962 году АН СССР начала издавать сборники «Проблемы космической биологии». В 1962-1964 годы были опубликованы монографии, посвященные медицинскому анализу результатов полетов на кораблях серии «Восток». В 1966 году увидела свет первая монография «Космическая биология и медицина» под моей редакцией. С января 1967 г. начал выходить научно-практический журнал «Космическая биология и медицина». Советские ученые стали выезжать с докладами на международные конгрессы и конференции.

Таким образом, в начале 1960-х годов космическая биология и медицина сформировалась как научная дисциплина, имеющая свой предмет исследования, свою литературу, практические результаты и перспективы. К сожалению, у нас в стране в период секретомании и отсутствия свободы печати многие наши статьи, монографии печатались под псевдонимами. Так, Сергей Павлович Королев подписывал статьи фамилией П.К.Сергеев, Валентин Петрович Глушко — фамилией В.П.Петровичев, я под некоторыми своими статьями ставил фамилии В.И.Яковлев, В.И.Иванов, В.И.Сидоров. Это осложняло обмен научной информацией в таких сложных научных дисциплинах, как космонавтика, космическая биология, космическая медицина. Чрезмерная закрытость научной информации давала возможность недостаточно компетентным, но изворотливым людям, особенно руководителям некоторых учреждений, использовать труды подчиненных коллективов и отдельных лиц для своей популяризации и продвижения. Много можно было бы привести примеров, но это дело прошлое и не стоит воспоминаний.

На заседании Государственной комиссии по предложению группы ученых-медиков во главе со мной было решено провести два зачетных полета кораблей-спутников по программе одновиткового полета. Исходя из научной и технической необходимости первого полета человека на один виток вокруг Земли, были проведены два научных эксперимента при полете животных (Чернушка, Звездочка и другие биологические объекты). Цель экспериментов состояла в испытании автоматики скафандра, катапультной тележки и системы жизнеобеспечения космического корабля. Предполагалось проверить работу парашютной системы корабля «Восток» и системы катапультирования и приземления тележки со всем ее оснащением.

Вне катапультного сиденья находились собака Чернушка на первом и Звездочка на втором кораблях, мыши (черные, серые, белые по 40 штук), морские свинки, белые крысы, растения, микробы и другие биологические объекты. На катапультном сиденье располагался резиновый манекен человека, одетого в скафандр со всей автоматикой, неприкосновенным аварийным запасом (НАЗом) и лодкой. В грудной и брюшной полости, в области бедер и в других частях манекена человека были размещены мыши, морские свинки, микробы, вирусы и другие биологические объекты. В ходе этих научных экспериментов на кораблях-спутниках «Восток-3А» были успешно испытаны система жизнеобеспечения, безмасочный скафандр с автоматикой, система спасения и приземления на катапультном кресле и в самом корабле, а затем дано окончательное заключение о возможности полета человека на космических кораблях «Восток». Изложенная схема, последовательность и система проведения научных экспериментов на животных предопределили успех последующих космических полетов. Необходимо отметить, что до настоящего времени исследования на животных при полетах на ракетных летательных аппаратах являются важными этапами в биологическом зондировании будущих трасс космических полетов и проверке надежности работы всех систем космических кораблей, станций и платформ.

Во время полетов космических кораблей-спутников с животными на борту по программе одновиткового полета весь отряд космонавтов выезжал на стартовую площадку космодрома Байконур. После старта отряд космонавтов перемещался на самолетах к месту приземления кораблей для ознакомления с результатами полета и приземления. Это делалось в целях изучения стартовых и пусковых работ и снятия излишней стрессовой напряженности космонавтов в будущих полетах.

Решение задач космонавтики может быть выполнено только при деятельном участии человека, находящегося на борту космического корабля. Присутствие человека на борту корабля повышает надежность и эффективность космических полетов, позволяет решать сложные задачи. При этом на экипажи возлагаются ответственные функции по управлению космическими кораблями, обобщению информации, принятию решения, осуществлению на орбите сборки межпланетных кораблей, проведению в полете ремонта оборудования корабля и научных исследований. Реализация этих задач будет более успешной, если при создании различных систем, с которыми придется работать космонавту, будут учитываться психофизиологические возможности человека и если будет проводиться тщательная подготовка экипажа корабля к профессиональной деятельности по управлению системами космического корабля и научно-исследовательской аппаратурой. Таким образом, возникает необходимость рассмотрения проблемы «человек — машина» с двух сторон:

— согласования характеристик систем управления космическим кораблем и научной аппаратурой с психофизиологическими возможностями человека-исследователя;

— подготовки космонавта-исследователя к профессиональной деятельности на космическом корабле, в процессе которой характеристики человека согласовываются с характеристиками системы управления.

При рассмотрении первой стороны этой проблемы важное значение имеет решение таких вопросов, как определение объема информации, который может воспринять и переработать человек в единицу времени в экстремальных условиях космического полета, изыскание оптимальных средств информации и сигнализации для космических летательных аппаратов, разработка методов определения эффективности с психологической точки зрения средств индикации, сигнализации и органов управления, разработка психофизиологических требований к системам управления межпланетными космическими кораблями, исследование психологических особенностей деятельности космонавта в условиях космического полета и высадки на другие планеты.

При подготовке космонавта-исследователя большое значение придается изучению адаптационных возможностей человека; разработке научно обоснованных методов подготовки космонавтов к профессиональной деятельности в космическом полете.

Поскольку эффективность полуавтоматических систем, включающих в себя человека-исследователя, определяется эффективностью и надежностью звеньев этой системы, возникает необходимость исследования надежности человека как звена системы «человек — машина». Надежность человеческого звена следует рассматривать с точки зрения функционирования системы «космический корабль — космонавт-исследователь», динамики ошибок и различных отклонений от нормальной работы.

Как только газеты и журналы сообщили об успешных полетах искусственных кораблей-спутников Земли с животными, в Академию наук поступило огромное число писем от жителей нашей страны и зарубежных граждан с просьбой включить их в отряд космонавтов. Из большого числа писем приведу выдержки из нескольких.

1. Сенатов А.И., 1914 года рождения, в 1936 году окончил Ленинградский Коммунистический институт журналистики им. В.В.Воровского. В 1929 году окончил Челябинское военно-авиационное училище штурманов и был оставлен преподавателем аэронавигации и метеорологии. С 1941 по 1945 гг. воевал на фронтах Великой Отечественной войны и затем работал в народном хозяйстве. Ошибочно полагая, что космические полеты могут быть совершены на современных реактивных

самолетах, он предлагал свою жизнь науке и давал согласие возглавить ряд экспедиций в верхние слои атмосферы и за ее пределы.

2. Бондаренко Ф.Д., 1926 года рождения, из Петрозаводска. По специальности рентгенотехник и дозиметрист ионизирующих излучений. Просил включить себя в состав экспедиции в межпланетное пространство.

3. Якобсон Б.А. из Риги, 49 лет, рабочий, просился в полет в космос.

4. Копылов Ю. и Белоусова Т. — студенты II курса горного факультета Среднеазиатского политехнического института, комсомольцы из Ташкента, высказывали желание полететь в межпланетное пространство.

5. Агафонова В., Асташова С., Жога Б., Поповкина В. — студенты III курса медучилища № 1 из Сталинграда. Спрашивали, каким образом можно записаться в межпланетное путешествие.

6. Ханья Дулембианка, 17 лет, из Польши, просила отправить ее в космический полет.

7. Ганин В.М., 1926 года рождения, Горожанов А.И., 1930 года рождения, осужденные, предлагали себя для полетов, связанных с большим риском.

8. Талманов Н.П. из Баку. Выдержка из его письма: «Я летчик-истребитель, сейчас в отставке, годен к летной службе и работе, настоятельно предлагаю свои услуги летчика, когда будет решаться вопрос о составе экипажа на этот первый полет... Еще раз убедительно прошу Вас иметь в виду мою кандидатуру, когда будет решаться вопрос о составе экипажа. У русского летчика П.Н.Нестерова не очень много было шансов на совершение петли (я имею в виду самолеты того времени), моя просьба остается в силе и после того, если шансов на успех (я имею в виду технических) будет меньше, чем у Нестерова».

9. Ахметов М., 1926 года рождения, член КПСС, инспектор РОК, ТАССР Бавлинского района, просил посадить на первый спутник.

10. Апраксин Е.В. из Каунаса, окончил 10 классов и авиационное техническое училище, 23 года, член КПСС. Выдержка из письма: «Я, Апраксин Е.В., лейтенант ВВС, авиационный техник. С детских лет возник у меня интерес к планетам, межпланетному пространству, к реактивной технике и возможности полета на планеты. Этот интерес привел меня в реактивную авиацию. Закончив авиационное техническое училище и проработав два года на эксплуатации, я готовился поступить в Академию. Я знал, что межпланетное сообщение — ближайшее будущее этой четверти века».

Далее он просил включить себя в число участников полета на Луну. «Я очень хотел бы участвовать в нем. Уверю Вас, что это для меня серьезный, давно и глубоко продуманный вопрос. Это письмо можно считать как заявление, прошу принять его именно таковым. Уверен, что смогу справиться с трудностями подготовки в любом случае, если мне будет предоставлена возможность участия в полете».

11. Патрахин П.Д., капитан запаса, из Москвы. Выдержка из письма: «Могу быть Вашим помощником и подопытным в осуществлении предстоящих полетов в мировое пространство».

12. Колтунов Яков Иванович — сотрудник НИИ-4.

Список подписал ученый секретарь Межведомственной комиссии по межпланетным сообщениям АН СССР А.Г.Карпенко.

Кроме этого списка ко мне поступили заявления с просьбой о включении наших сотрудников в состав экипажей космических кораблей. Вот некоторые из них:



Начальнику 8-го отдела НИИИАМ
подполковнику медицинской службы
Яздовскому В.И.

РАПОРТ

Желая принять непосредственное участие в работах по исследованию возможности полета человека в верхние слои атмосферы, прошу Вашего ходатайства о включении меня в число кандидатов для полетов, которые будут предприняты с этой целью.

Ст. научный сотрудник

8 отдела НИИИАМ

подполковник м.с. Генин А.М.

25.11.56 г.



Начальнику 8-го отдела НИИИАМ ВВС
подполковнику медицинской службы
Яздовскому В.И.

РАПОРТ

Учитывая важное значение физиолого-гигиенических исследований в условиях полета на ракете в верхних слоях атмосферы, прошу Вас считать меня кандидатом для участия в подобных полетах.

Мл. научный сотрудник

гв. майор м. сл. Касьян И.И.

26 ноября 1956 г.



Начальнику III направления ГНИИИАиКМ
полковнику мед. сл. Яздовскому В.И.

Основной целью первых полетов человека на ИСЗ является получение подробной информации о физиологических эффектах факторов полета и всесторонняя объективная оценка средств обеспечения и спасения.

Считаю, что эту задачу лучше всего мог бы решить врач-физиолог или гигиенист, принимающий непосредственное участие в подготовке полета.

В связи с вышеизложенным прошу Вашего ходатайства о включении меня в число кандидатов для полета на ИСЗ.

Начальник 9 отдела

подполковник м.с. Генин А.М.

7.01.1960 г.



Начальнику III направления ГНИИИАиКМ
полковнику м/службы
Яздовскому В. И.

РАПОРТ

Считаю необходимым обратиться к Вам потому, что медицинский работник-врач более квалифицированно сможет оценить влияние факторов космического полета на организм человека и оценить работу всех систем корабля по обеспечению безопасности.

В связи с этим прошу Вашего ходатайства о включении меня в число кандидатов, подготавливаемых к первому полету на ракетном летательном аппарате.

Ст. научный сотрудник 9-го отдела

подполковник мед.службы Серяпин А.Д.



Начальнику III направления ГНИИИАиКМ
полковнику медицинской службы
Яздовскому В. И.

РАПОРТ

Считаю необходимым обратить Ваше внимание на то, что членом или одним из членов экипажа космического корабля, по крайней мере, в первом полете, наиболее целесообразно иметь одного из

сотрудников III направления: врача-физиолога или гигиениста. Это обеспечило бы наиболее полную и объективную информацию как об условиях полета, так и о работе аппаратуры и оборудования.

В связи с изложенным прошу Вашего ходатайства о включении меня в число лиц, подготавливаемых к первому полету на ИСЗ.

Ст. научный сотрудник 9-го отдела

подполковник м.сл. Шепелев Е.Я.



Конечно, все просьбы моих коллег — научных работников, врачей — войти в состав экипажей, подготавливаемых к первому космическому полету, я полностью поддерживал, обратился к командованию ВВС страны с ходатайством о включении врачей-физиологов или гигиенистов в состав кандидатов в члены экипажей космических кораблей «Восток», но получил корректный отказ со следующей мотивировкой: врачи хуже подготовлены к экстремальным условиям полета, чем летчики-истребители, которые требуют меньше времени для подготовки.

Мы тогда боролись за приоритет нашей страны в освоении космического пространства, и много значило, кто полетит первым: гражданин нашей страны или США.

При выполнении космического полета от космонавта требуется мобилизация всех моральных и физических сил. При этом человек должен сохранять высокую работоспособность, умение ориентироваться в сложной обстановке полета и в случае необходимости включиться в управление космическим кораблем.

Отличительной особенностью будущих космических полетов станет их продолжительность. Для экспедиций к другим планетам потребуются месяцы и годы. Естественно, что успех таких космических полетов будет зависеть не только от создания оптимальных условий для жизнедеятельности человека на космическом корабле, но и от всесторонней подготовки космонавтов.

Индивидуальные особенности человека не являются стабильными: встречаются различные отклонения от общепризнанных условных понятий нормы. Вместе с тем возможно повышение устойчивости организма к внешним воздействиям в довольно широких пределах. Такая задача является одной из главных в области космической медицины, и ее роль сводится к разработке мероприятий, позволяющих человеку без последствий переносить воздействие космических факторов.

В обычных условиях полета температура воздуха в кабине оптимальна, но возможность повышения температуры в аварийных ситуациях ставит задачу проведения специальных испытаний, лабораторных исследований и тренировок космонавтов.

Огромное значение с точки зрения влияния на организм человека имеют психофизиологические особенности космического полета и характер деятельности космонавта: новизна, необычность обстановки, новые пространственно-временные отношения, характеризующие перемещение космического корабля, колоссальная ответственность за свои действия, в которых недопустимы ошибки. Все это создает значительное нервно-эмоциональное напряжение и предъявляет к нервно-психической сфере космонавта высокие требования. Следовательно, при разработке вопросов подготовки космонавтов необходимо продумать и провести специальные исследования, направленные на выявление особенностей их нервно-психической сферы.

Условия полета на космических летательных аппаратах, деятельность космонавта, приемы пилотирования и управления агрегатами существенно отличаются от того, что характерно для других профессий, в том числе летчика-истребителя. Поэтому проводить подготовку по прямой аналогии не представлялось возможным. С точки зрения влияния некоторых факторов полета, эмоциональной насыщенности деятельность летчика наиболее близка к профессии космонавта. Поэтому при выработке нужных качеств и навыков у космонавтов для некоторых видов тренировки был использован опыт подготовки летного состава истребительной авиации на тренажерах с использованием углубленных клинических методов обследования. Цель такого обследования состояла в определении состояния здоровья, выявлении устойчивости организма к различным факторам и скрытых форм недостаточности в деятельности различных физиологических систем.

Важным этапом являлось психологическое обследование, которое было направлено на выявление эмоционально устойчивых лиц, с быстрой общей реакцией, хорошими памятью и вниманием, способных в короткие сроки выработать целенаправленные координированные движения.

Программа специального обучения и тренировки космонавтов строилась на основании современных представлений о физических характеристиках и действии космических факторов. Одна из них объединяется понятием космического полета как своеобразной среды обитания. В этом случае космический корабль является надежным укрытием, предохраняющим от вредных влияний.

Подготовка космонавтов предусматривала приобретение ими теоретических знаний, повышение путем специальных тренировочных программ устойчивости организма и его различных систем к воздействию факторов космического полета, приобретение определенных рабочих навыков по управлению сложными механизмами корабля. В теоретическую подготовку входило изучение многих дисциплин: астрономии, геофизики, географии, основ космической и ракетной техники, основ космической биологии и медицины и т.д. Космонавт должен был в деталях знать свой корабль, все приборы и оборудование, уметь с ними обращаться в любых ситуациях. С этой целью на тренажерах отрабатывались элементы управления космическим кораблем. Специальные тренировки включали:

- полеты на самолетах, приспособленных для создания кратковременной невесомости;
- длительное пребывание в баро- и сурдокамерах;
- испытания в термокамере при создании тепловых нагрузок;
- вращение на центрифуге;
- испытания на вибростенде;
- вестибулярные тренировки;
- парашютную подготовку;
- общефизическую подготовку.

Испытания при нахождении космонавта длительное время в камере абсолютной тишины проводились для изучения состояния нервно-психической сферы и физиологических реакций, выявления способности к точному выполнению заданной деятельности в условиях, резко отличающихся от привычных. Только люди с устойчивой нервной системой могли перенести длительную изоляцию при отсутствии речевой связи с внешним миром, резком ограничении информации и движений, при измененном цикле бодрствования и сна, нарушающем годами выработанный стереотип. Космонавт должен был выполнять экспериментальные задания, сложные задачи по работе с многочисленными приборами, передавать отчетные сообщения в спокойной обстановке и при включении помех в виде неожиданных экстрараздражителей (резких звуков, световых вспышек и т.д.). В процессе исследования производилось наблюдение за поведением

космонавта, регистрировались физиологические реакции (биотоки головного мозга и сердца, пульс, дыхание, ответно-двигательные реакции и др.). Важно было изучить способность к активному отдыху, к быстрому переключению от сна к интенсивной деятельности и наоборот, исследовать память, внимание, тонкую координацию движений. На основании анализа всех данных можно было с большой долей вероятности судить об эмоционально-психической сфере космонавта и его возможностях приспособляться к необычным условиям.

Испытания в термокамере были направлены на повышение устойчивости организма к действию высоких температур. Кроме того, высокие температуры, являясь неспецифическим раздражителем, помогли выявить индивидуальные особенности в реакциях космонавтов на нагрузку.

Исследования на центрифуге знакомили космонавтов с действием на организм ускорений на различных участках выведения космического корабля на орбиту и спуска его на Землю.

Испытания на вибростенде показали, что космонавты хорошо переносят вибрации. Каких-либо сдвигов в физиологических реакциях не отмечалось.

Принятая система вестибулярных тренировок предусматривала повышение устойчивости вестибулярного аппарата к внешним воздействиям в самых разнообразных условиях. Кроме того, ставилась задача воздействовать на систему «вестибулярный — зрительный — двигательный анализаторы» с тем, чтобы устранить возможные нарушения пространственной ориентировки в условиях измененной гравитации.

Конкретные программы составлялись для каждого космонавта в отдельности с учетом наиболее слабого звена в вестибулярной системе. Усовершенствованные методы исследования вестибулярной функции позволяли выявить эти слабые звенья на основании определения порогов чувствительности полукружных каналов и отолитов к адекватным (угловые и прямолинейные ускорения) и неадекватным (электрический ток) раздражениям. Эти же методы исследования, используемые систематически в процессе тренировок, являлись критерием их надежности. В процессе тренировки использовались пассивные и активные методы. Первые включали вращения космонавтов на разнообразных стендах, укачивание на качелях. Вторые имели целью помимо укрепления мышечной системы выработать навыки по удерживанию определенного положения тела в пространстве в период воздействия вестибулярных раздражителей.

Кроме допинга, батута, рейнского колеса использовались специальные стенды, позволяющие балансировать на неустойчивой опоре, комбинировать вращение и балансирование, создавать так называемые оптокинетические раздражения в виде мелькания зрительных объектов в поле зрения. Космонавты выполняли также индивидуальную программу тренировок в домашних условиях в виде цикла гимнастических упражнений, где немалое место занимали вращательные движения головой, повороты туловища и т.д. К концу тренировок во время занятий каждым космонавтом проделывалось около 500 разносторонних воздействий на вестибулярный аппарат, из них более 100 вращений головой. В результате таких тренировок устойчивость вестибулярного аппарата к различным раздражениям у космонавтов возросла в несколько раз.

Все виды тренировок дополнялись общефизической подготовкой, которая была направлена не только на улучшение физических качеств космонавта, но и на совершенствование навыков, которые необходимы для космических полетов (координация движений, умение владеть своим телом в пространстве и т.д.). В целом тренировки, сопровождавшиеся в ряде случаев значительным эмоциональным напряжением, укрепляли волевые качества и нервно-психическую сферу космонавта. В тренировки вносились изменения в зависимости от индивидуальных особенностей космонавтов, переносимости ими нагрузок. Большое внимание обращалось на последовательность чередования отдельных видов тренировок.

Космонавт должен был выполнять экспериментальные задания, осложненные работой с многочисленными приборами, передавать отчетные сообщения в спокойной обстановке и при

включении помех в виде неожиданных экстрараздражителей (резких звуков, световых вспышек и др.). В процессе исследований наблюдали за поведением космонавта, регистрировали физиологические реакции (биотоки головного мозга, сердца, пульс, дыхание, ответно-двигательные реакции и др.), изучали память, внимание, тонкую координацию движений. На основании анализа всех данных можно было с большой долей вероятности судить об эмоционально-психической сфере космонавта и его возможностях адаптироваться к необычным условиям.

Испытания в термокамере были направлены на повышение устойчивости к действию высоких температур. Исследование состояло из ознакомительных и тренировочных воздействий. Осуществлялся тщательный контроль за субъективными ощущениями, сердечно-сосудистой системой, дыханием, температурой тела и тепловым балансом. В результате проведения этих тренировок космонавты способны были переносить температуры более 60°C в течение длительного времени.

Полеты на самолетах по параболической траектории предусматривали ознакомление космонавта с состоянием невесомости, а также с переходными воздействиями от перегрузок к невесомости и обратно; выявление лиц с пониженной устойчивостью к невесомости и возможностей потренировать их к действию указанного фактора. Исследовали быстроту восстановления координации движений, влияние невесомости на слуховую и речевую функции. Кроме того, отрабатывались приемы питания с учетом состава пищи, наиболее приемлемой для создаваемых условий. Так, например, космонавт по специальной команде извлекал из наполненного кармана брюк тубик с водой или пакет с пищей, навинчивал наконечник на тубик, раскрывал пакет и принимал пищу.

Экспериментальные исследования показали, что все испытуемые в соответствии с характером реакций на невесомость могут быть разделены в основном на три группы. У наиболее устойчивых не возникает никаких заметных расстройств. Напротив, невесомость воспринимается ими как приятное ощущение. У других очень быстро появляются вегетативные реакции в виде выраженной общей слабости, побледнения, потливости, тошноты и даже рвоты, которые исключают продолжение полетов. Наконец, лица третьей группы, имея в первых полетах нерезко выраженные симптомы укачивания, в последующем привыкают (адаптируются) к ним и уже не испытывают неприятных ощущений.

Следует, однако, отметить, что кратковременная невесомость, которая создается при полетах на специальных самолетах, имеет мало общего с длительной невесомостью в космическом полете: в первом случае человек, образно выражаясь, «не успевает» освободиться от воздействий, предшествующих невесомости, т.е. от перегрузок, которые оказывают существенное влияние на все физиологические системы и вызывают возбуждение в соответствующих центрах. Остается длительный след от возбуждения, отражающийся на всех последующих реакциях. Сами космонавты отмечают, что это «не та» невесомость. Она больше соответствует переходным состояниям от одного вида гравитации к другому. В связи с этим подобные исследования не позволяют точно прогнозировать воздействие на человека длительной невесомости, хотя сами по себе являются достаточно ценными.

Важной являлась также проблема адаптации к продолжительному воздействию невесомости, в связи с чем возникает опасение, как перенесет человек, приспособившийся к невесомости, воздействие перегрузок и нормальной гравитации при возвращении на Землю. Проводились специальные эксперименты с длительным пребыванием человека в воде (погружение до уровня шеи). Однако и в этих условиях у испытуемого развивались выраженная адинамия, слабость; при попытках встать на твердую почву и произвести активные мускульные движения нередко наступали серьезные расстройства сердечной деятельности, требующие медикаментозного воздействия.

Исследования на центрифуге преследовали следующие цели: ознакомить космонавтов с действием различных по длительности и интенсивности ускорений; определить индивидуальную переносимость перегрузок применительно к участку выведения объекта на орбиту и возвращения на Землю; изучить возможности повышения устойчивости организма к перегрузкам заданных

параметров. В процессе исследований производилась регистрация многих физиологических показателей: биотоков головного мозга, сердца (электрокардиограмма), частоты дыхания, пульса, времени ответно-двигательных реакций на команды и световые раздражители. Учитывались острота зрения, некоторые вестибулярные реакции. При проведении указанных испытаний были выявлены две группы лиц: одни переносили перегрузки хорошо или удовлетворительно, другие имели пониженную устойчивость. Те и другие обследуемые в последующем подвергались тренировке.

Испытания на вибростенде показали, что космонавты обладают хорошей переносимостью вибраций при амплитуде до 2,4 мм и частоте до 70 Гц. Каких-либо сдвигов в физиологическом состоянии испытуемых не было обнаружено.

Вопросы подготовки в значительной степени усложнились после отбора в число космонавтов женщин. Известно, что для женщин нормативы любых физических упражнений, включая спортивные соревнования, являются облегченными. Однако женщина-космонавт должна готовиться так же, как и мужчина. Но тогда, естественно, возникает вопрос, как учитывать ее психофизиологические особенности, связанные, в частности, с физиологическими циклами. В зависимости от фаз этой цикличности меняется характер реакций организма на одни и те же воздействия. Кроме того, строение женского организма, как уже указывалось, представляет определенные трудности для конструкторов скафандров. После серии экспериментов на животных-самках технические трудности были в какой-то степени преодолены. Объектом исследования служили обезьяны. Наряду с разработкой и усовершенствованием программ тренировок велись исследования по изучению влияния некоторых факторов космического полета на организм животных в связи с гормональными изменениями при физиологических циклах. Было обнаружено большое количество интересных фактов. В результате исследований были определены периоды, месячные циклы, когда недопустимы те или иные воздействия (например, перегрузки).

Все это помогло видоизменить схемы подготовки к перегрузкам, невесомости и другим факторам применительно к женскому организму, хотя в принципе они оставались теми же, что и для мужчин. В некоторых случаях в процессе подготовки были выявлены важные особенности: например, женщины-космонавты в условиях кратковременной невесомости лучше справлялись с заданиями, требующими тонкой координации движений. Версия о большей склонности их к укачиванию не подтвердилась.

Испытания в термокамере, на центрифуге, вестибулярные тренировки проводились с учетом физиологических циклов женщин. По мере подготовки устойчивость женщин-космонавтов к различным раздражителям возрастала примерно так, как и у мужчин. В дополнение к плановым занятиям для женщин с помощью врачей и специалистов по физподготовке была разработана индивидуальная система тренировок.

При подготовке и осуществлении полета человека в космическое пространство важными задачами являются специальная подготовка космонавтов на космических тренажерах, разработка объективных методов оценки уровня тренированности, выяснение индивидуальных психофизиологических особенностей и функциональных возможностей космонавтов.

Изучая деятельность космонавта по управлению системами космического корабля, можно не только определить характер его ошибочных действий при выполнении определенного задания или элемента полета, но и выяснить индивидуальные особенности, проявляющиеся при выполнении различных упражнений, и более полно представить такие его качества, как объем, переключение и распределение внимания, мотивация деятельности, координация движений и характер динамики становления профессиональных навыков.

Некоторые вопросы современной психологии труда и инженерной психологии космического полета, связанные с изучением функциональных возможностей операторов при формировании навыков в сложных системах управления космического корабля, до настоящего времени изучены недостаточно. Сложность такого объекта управления, как космический корабль с его многочисленным

оборудованием, и необычность условий космического полета (невесомость, гиподинамия, длительная изоляция и др.) существенно влияют на рабочие навыки космонавтов. Особенность этих навыков обусловлена:

— выраженной лабильностью и пластичностью выработанных навыков при работе космонавтов в условиях «дефицита» или «избытка» времени, большей ответственностью членов экипажа корабля за их выполнение;

— быстрым распределением и переключением внимания в условиях динамической ориентации при обнаружении и предельной дифференциации сигналов, обработке и передаче информации, принятии решений и выработке точных и сложных управляющих воздействий;

— вероятностью некоторого снижения рабочих навыков в однообразной обстановке при длительных космических полетах;

— возможным нарушением эмоциональных реакций под воздействием чувства длительного одиночества;

— влиянием на организм человека необычных условий внешней среды, при которых центральная нервная система посредством перестройки вегетативных реакций должна не только обеспечить деятельность «рабочих органов», но и компенсировать отрицательное влияние таких условий.

Пребывание космонавта в монотонной и однообразной обстановке может вызывать нежелательное понижение общего тонуса коры головного мозга с последующим ухудшением общей работоспособности. Степень снижения работоспособности в большой мере будет зависеть не только от уровня тренированности человека и прочности сформированных профессиональных навыков, но и от индивидуальных реакций нервно-психической сферы. В связи с этим при подготовке космонавтов к полету необходимо определять характер их ошибочных действий и время выполнения ими определенного задания, а также учитывать состояние нервно-психической сферы путем регистрации расширенного комплекса физиологических функций для более полного изучения индивидуальных особенностей каждого оператора. Без изучения динамики физиологических функций раскрытие психологической природы сформировавшегося навыка как показателя степени тренированности, а, следовательно, и объективное определение функциональных возможностей космонавта по управлению конкретными системами представляют значительные трудности.

По мере формирования рабочих навыков в сложных системах управления наряду с улучшением количественных и качественных показателей наблюдалась перестройка физиологических реакций организма. На основании полученных данных было высказано предположение, что изменения физиологических функций у космонавтов зависят от типологических особенностей их нервной системы и характеризуют, по-видимому, соотношения между процессами возбуждения и торможения.

Я остановился лишь на некоторых общих вопросах подготовки космонавтов. По мере освоения космического пространства и усложнения систем управления и объектов, оборудования корабля, с которыми космонавту необходимо взаимодействовать, потребуется совершенствование и изменение программ подготовки космонавтов.

Физиологические исследования в космических полетах имели целью, с одной стороны, проведение врачебного контроля за состоянием космонавта, с другой — сбор научной информации о влиянии факторов космического полета на организм человека. Для реализации этих целей были использованы радиотелеметрические, радиопереговорные и телевизионные системы. Программа физиологических исследований обеспечивала получение информации о функциональном состоянии головного мозга, сердечно-сосудистой системы, органов дыхания и некоторых других систем организма, а также о работоспособности космонавта.

Исследования, проведенные во время орбитальных полетов космических кораблей-спутников с животными, явились важным этапом в развитии биологической телеметрии. В этих экспериментах были испытаны различные физиологические методы исследования, проверены надежность, устойчивость и эффективность работы радиотелеметрических и телевизионных систем. Кроме того, полеты животных позволили накопить опыт дешифровки, математической обработки и анализа радиотелеметрической информации.

Для физиологических исследований на космических кораблях «Восток» и «Восток-2» использовалась специальная бортовая медицинская аппаратура. Наземные радиотелеметрические станции осуществляли прием информации или запись в виде осциллограмм на фотоленте.

Программа физиологических измерений была следующей:

Космический корабль «Восток»

Частота пульса — непрерывно.

Электрокардиограмма в двух отведениях и пневмограмма — периодически.

Космический корабль «Восток-2»

Частота пульса — непрерывно.

Электрокардиограмма в двух отведениях, кинетокардиограмма и пневмограмма — периодически.

Для непрерывной передачи частоты пульса в составе медицинской бортовой аппаратуры имелось специальное устройство — кардиограф, который по зубцу Р электрокардиограммы формировал прямоугольные импульсы продолжительностью 0,1-0,2 с, модулированные звуковой частотой 3 кГц. Эти импульсы непрерывно передавались передатчиком «Сигнал» на частоте 19,95 МГц.

На участке спуска космического корабля физиологическая информация регистрировалась с помощью бортовой автономной системы, а после катапультирования — с помощью автономного регистратора, расположенного на космонавте. Информация о частоте пульса по радиоканалу передатчика «Сигнал» регистрировалась на магнитной ленте.

Двусторонняя радиосвязь с космонавтами осуществлялась по одному УКВ и двум КВ каналам. На обоих космических кораблях были установлены телевизионные системы.

Для обеспечения оперативного врачебного контроля медицинский персонал в наземных приемных пунктах анализировал данные радиотелеметрии, радиосвязи и телевидения и делал выводы о состоянии космонавта. Эти выводы затем сообщались в Центр управления полетом. Углубленный научный анализ полученной информации осуществлялся после полета. Для обработки первичного материала применялась вычислительная техника.

Методика записи электрокардиограмм

Регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) в условиях космического полета имеет ряд специфических особенностей. Применяемые в условиях клиники отведения для регистрации ЭКГ и способы фиксации электродов непригодны для длительного космического полета. В связи с этим была проведена специальная работа по выбору отведений ЭКГ, обеспечивающих: 1) получение максимальной информации при использовании не более двух отведений; 2) ослабление помех, неизбежно возникающих при активном поведении космонавта; 3) надежность и долговременность непрерывного получения информации без причинения космонавту каких-либо неприятных ощущений.

Многие авторы (Л.А.Бутченко, 1955; Л.И.Фогельсон, 1957; М.Б.Тартаковский, 1958; И.Т.Акулиничев, 1960; В.В.Матов, 1960) указывали, что расположение электродов в области грудной клетки обеспечивает большую информативность отведений при минимуме мышечных помех. В физкультурной практике в качестве помехоустойчивых отведений для регистрации ЭКГ известны отведения от передней поверхности грудной клетки (Л.А.Бутченко, 1955; В.В.Матов, 1960).

В результате сравнительного изучения ЭКГ, зарегистрированных в различных грудных отведениях, было предложено использовать в условиях космического полета биполярные грудные отведения, позволяющие исследовать биотоки сердца по двум взаимно перпендикулярным осям во фронтальной плоскости. Эти отведения получили название МХ (manubrium-xiphoides) и ДС (dextrum-sinistrum).

В отведении МХ электроды располагаются по средней линии грудины на уровне рукоятки и мечевидного отростка, а в отведении ДС — по средней подмышечной линии справа и слева на уровне 5-го межреберья. Эти отведения являются наиболее помехоустойчивыми и, кроме того, не стесняют рабочих движений человека. Указанные отведения с успехом использовались для регистрации ЭКГ во время полетов.

Специальная работа была проведена по изысканию способов фиксации, обеспечивающих длительный, надежный и безболезненный контакт электродов с телом человека. С этой целью определяли наиболее пригодные материалы для изготовления электродов и их наиболее оптимальную форму, а также испытывали различные токопроводящие пасты и способы обработки кожи. Электроды изготавливали из чистого серебра в форме дисков диаметром 10-20 мм и толщиной 0,3-0,5 мм с небольшим углублением в центре для лучшего сохранения пасты. Поверхность электродов, обращенная к коже, подвергалась хромированию. Такие электроды при длительной фиксации (до 10 суток и более) не вызывали раздражения кожи.

Для обеспечения длительного контакта электродов с кожей применяли специальные пасты. Наилучшими в этом отношении оказались пасты, изготовленные из поваренной соли, глицерина, ланолина, вазелина и агар-агара с добавлением антисептических средств. Фиксация электродов во время полета осуществлялась при помощи наклейки из марли. В качестве клейкого вещества, фиксирующего марлю на коже, использовался специально разработанный клейкий состав. Марлевая наклейка, пропитанная им, плотно держалась на теле испытуемых до 10 суток и не вызывала заметного раздражения кожи. Недостатком фиксации электродов при помощи марлевой наклейки является относительно длительное время, необходимое для высыхания клейкого состава (от 20 до 40 мин). В космическом полете для фиксации электродов использовалась специально разработанная ляточная система с электродами новой конструкции: серебряный диск диаметром 20 мм и толщиной 0,3 мм, покрытый диском из губчатой резины или поролона диаметром 35 мм и толщиной 10-15 мм. На поверхность резинового диска натягивалась тонкая пленка из гигиенической резины толщиной 0,1-0,5 мм. Крепление электродов на белье и ляточной системе производилось при помощи тонкого винта, припаянного к электроду. Постоянство давления серебряных дисков на кожу обеспечивалось пористой поролоновой или резиновой прокладкой, укрепленной на электроде, а также резиновыми сегментами, смонтированными в пояс.

Методика регистрации частоты дыхания

Для регистрации дыхания использовались два датчика: угольный и контактный. Угольный датчик предназначался для регистрации изменений периметра грудной клетки во время дыхательных движений, а контактный — для регистрации частоты дыхания. Датчики укреплялись на поверхности грудной клетки при помощи специального пояса или ляточной системы.

Изменения сопротивления угольного датчика, обусловленные процессом дыхания, воздействовали на входные цепи пневмограммы. Контактный датчик использовался для регистрации дыхания на автономном регистраторе на участке спуска корабля.

Для регистрации кинетокардиограммы использовался датчик, представляющий электродинамический микрофон, мембрана которого непосредственно соприкасалась с грудной стенкой в области верхушечного толчка. Возникшее в цепи датчика переменное напряжение, пропорциональное скорости смещения грудной стенки, подавалось на вход электрокардиографического усилителя и далее на вход телеметрической системы. Датчик фиксировался на внутренней стороне пояса, предназначенного для крепления электрокардиографических электродов и датчиков дыхания.

Дешифровка телеметрических записей имеет ряд особенностей по сравнению с дешифровкой записей, получаемых в лабораторных условиях. Значительные трудности при дифференцировке телеметрических кривых связаны с артефактами, которые часто маскируют полезный сигнал. Причиной появления артефактов при радиотелеметрической регистрации могут являться сигналы, возникающие при движениях человека, а также под влиянием воздействия вибрации космического корабля, радиопомех и т.д.

Измерение величины основных показателей ЭКГ при дешифровке радиотелеметрической информации производилось на 1-м витке и на участке спуска каждые 10 секунд, причем средняя продолжительность интервала R-R определялась по данным 20 измерений, а остальные показатели измерялись только в одном комплексе ЭКГ.

На радиотелеметрических кривых, зарегистрированных на последующих витках (во время полета Г.С.Титова), интервал R-R измерялся в 10 электрокардиографических комплексах, а другие показатели ЭКГ — в одном комплексе каждые 30 секунд. Средняя продолжительность дыхательного цикла определялась на основании 10 измерений в течение каждой минуты.

Только в условиях космического полета представляется возможным изучить влияние невесомости на организм человека. В связи с этим получаемая с помощью радиотелеметрических систем информация о состоянии организма человека в полете должна подвергаться глубокому научному анализу.

Принято различать два этапа анализа радиотелеметрической информации:

1. Оперативная оценка в ходе космического полета с целью врачебного контроля за космонавтом.
2. Углубленный научный анализ информации полета с целью изучения влияния факторов космического полета на состояние космонавта.

Оперативный врачебный контроль обеспечивался непрерывным наблюдением за частотой пульса и дыхания, а также проведением анализа радиопереговоров космонавта и использованием телевизионной системы. При этом следует подчеркнуть важность анализа словесного отчета космонавта о субъективном состоянии в дополнение к объективным данным.

На следующем этапе анализа наряду с физиологическими методами важную роль играют математические методы обработки радиотелеметрической информации. После дешифровки данные подвергаются статистической обработке. С этой целью первичные материалы группировались по этапам летного эксперимента. При этом выделяли следующие периоды:

- предстартовый период ($ПС_1$ — за 4 ч до старта, $ПС_2$ — за 5 мин до взлета);
- участок выведения корабля на орбиту (A_1 — первые 5 мин полета, A_2 — последующее время полета до перехода к состоянию невесомости);
- орбитальный полет (невесомость);
- участок спуска.

При обработке и анализе информации, полученной во время орбитального полета, данные группировались по отдельным виткам, а на первом витке выделялись еще и участки полета продолжительностью по 5 мин для более детального изучения влияния на организм человека перехода от условий гравитации к невесомости. Одними из главных задач математической обработки физиологической информации являются получение суммарных характеристик показателей на различных участках полета и выявление направленности их изменений.

Представляется возможным рассматривать регистрируемые в ходе полета показатели физиологических функций (частоту пульса и дыхания, временные и амплитудные характеристики ЭКГ) как случайные функции времени, и поэтому для их обработки применим математический аппарат теории случайных функций. В условиях орбитального полета, в пределах сеансов регистрации, ряд показателей физиологических функций можно рассматривать как стационарный случайный процесс. Поэтому при обработке данных, полученных за каждый отдельный виток, производилось усреднение показателей по времени и вычислялись суммарные характеристики в виде приближенных величин математического ожидания и дисперсии. Далее методом наименьших квадратов находилась аналитическая зависимость между номером витка и средней величиной показателя на нем, что позволяло выявить направленность изменений того или иного показателя на протяжении полета.

Тренировочные полеты на самолетах, специально оборудованных для воспроизведения условий невесомости, проводились в целях:

- ознакомления космонавтов с состоянием невесомости и определения индивидуальной устойчивости;
- изучения функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем в состоянии невесомости и в переходные периоды;
- изучения координации движений, остроты зрения, возможности приема пищи, ведения радиосвязи (функция речи и др.).

Основные физиологические показатели регистрировались на Земле, в горизонтальном полете, при воздействии перегрузок и в состоянии невесомости. К таким показателям относились: биопотенциалы мышц сердца (ЭКГ), величина артериального давления, частота пульса, частота дыхания, координация движений. Кроме того, исследовались сенсорные реакции в условиях полета на основании субъективной оценки космонавтом своего состояния и самочувствия, а также при изучении кинокадров, фиксирующих лицо исследуемого в условиях невесомости и на других участках полета.

Оценка устойчивости космонавтов к воздействию невесомости выполнялась на основании анализа данных о состоянии сердечно-сосудистой и дыхательной систем, изменения двигательных реакций и характера субъективных ощущений в полете. Работа проводилась на самолетах, позволявших воспроизводить невесомость продолжительностью до 45 с. Величина перегрузок, а также режим невесомости контролировались визуально по индикаторам. Одновременно специальные датчики регистрировали величины перегрузок по осям y и x .

В начальный и конечный периоды параболического полета возникали перегрузки $3,5 \pm 0,5$ ед. В период невесомости величина перегрузки по оси y составляла $0,05-0,07$ ед., а по оси x — $0,02$ ед. Для изучения некоторых вопросов, связанных с координацией движений в условиях невесомости, использовался специальный динамометр. Зрительный контроль за движением стрелки был исключен. Космонавт левой рукой держал динамометр на уровне глаз, а двумя пальцами правой руки, поднятой до уровня плечевого сустава, нажимал на рычаг динамометра, создавая мышечное усилие в 750 г. Усилие на рычаг считалось достаточно стойким, если колебание регистрируемых величин при десяти измерениях составляло ± 10 г. После выработки навыка в лабораторных условиях

аналогичное задание выполнялось в полете. Результаты исследования регистрировались киноаппаратом.

Характер и степень изменения тонких координированных движений в условиях невесомости изучались при анализе результатов «пробы письма» и работы на специальном координографе. Выполняя «пробу письма», космонавт писал заданный текст (имя, фамилию, дату, подпись), при этом кисть его руки находилась в обычном рабочем положении с точкой опоры на наколенном планшете. Проба выполнялась перед полетом, в условиях невесомости и в горизонтальном полете. При исследовании на координографе космонавт брал в правую руку металлический карандаш и по команде выполнял указательную пробу, последовательно замыкал контакты в пяти гнездах прибора, расположенных в два ряда на расстоянии 20 см друг от друга по горизонтали и на расстоянии 13 см — по вертикали. В процессе эксперимента регистрировались время, момент подачи сигнала о начале работы, номер контакта и продолжительность его замыкания.

Исследование позволило дать сравнительную характеристику времени, затрачиваемого на выполнение движения при работе на Земле, при действии перегрузок и в условиях невесомости. Степень сохранения координации движений оценивалась при анализе результатов выполнения некоторых заданий.

В этих же полетах исследовались возможность и качество приема и передачи речи в условиях невесомости, для чего была выделена фиксированная волна связи ультракоротковолновой радиостанции. Между космонавтом и командным пунктом на Земле устанавливалась связь симплексным методом, т.е. прием и передача проводились попеременно. На выходе из приемника радиостанции подключался магнитофон, который записывал весь цикл приема и передачи речи. Для оценки качества передачи речи в условиях невесомости использовалась стандартная фраза «Сквозь волнистые туманы пробирается Луна», позволяющая на слух определить качество передачи с последующим анализом частотного спектра.

Качество приема речи в условиях невесомости оценивалось по правильности и разборчивости принимаемых радиограмм. Для сравнительной оценки прием и передача проводились три раза: перед «горкой» в горизонтальном полете, в состоянии невесомости (на параболической «горке»), после пребывания в состоянии невесомости (в горизонтальном полете). В каждом полете выполнялось до трех параболических «горок».

Анализ киноматериала, полученного при работе с динамометром, показал, что в условиях невесомости точность работы существенно не нарушается. Космонавты отмечали, что в состоянии невесомости они старались воспроизвести точно такие же мышечные усилия, как и на Земле до полета. При этом какой-либо разницы ощущений в преодолении сопротивления рычага динамометра по сравнению с наземными условиями не было. «Проба письма» в условиях невесомости выполнялась при создании одной из параболических «горок». Полученные образцы записи показали, что кратковременное пребывание в состоянии невесомости не влияет существенно на характер почерка.

При выполнении указательной пробы на координографе двигательных нарушений не было отмечено. Задания выполнялись без затруднений. Полученные материалы показали, что общая продолжительность выполнения пробы была различной в отдельные периоды полета.

Результаты субъективной оценки показали, что в горизонтальном полете и в условиях невесомости качество связи было отличным или хорошим. Стандартная фраза и радиограммы прослушивались разборчиво, без искажений. Во время воздействия перегрузок величиной до 3,5 ед. космонавты отмечали значительное ухудшение приема и передачи речи. Сигналы радиостанции прослушивались слабее, и разборчивость радиограмм ухудшалась.

На наземной радиостанции качество прослушивания стандартной фразы и радиограмм, передаваемых с самолета в условиях невесомости, было хуже, чем при передаче до и после

невесомости. Небольшие искажения и хрипы, возможно, были обусловлены состоянием канала связи и помехами в эфире. Анализ полученного материала показывает, что общий характер частотного спектра стандартной фразы, произнесенной в условиях невесомости, практически был аналогичен характеру спектра фразы, произнесенной до и после невесомости.

Как известно, системы терморегулирования обеспечили в кабине космического корабля «Восток» стабильные заданные температуру воздуха и влажность. Однако при подготовке космонавтов учитывалась возможность аварийного повышения температуры воздуха. В связи с этим была проведена серия предварительных (ознакомительных), а затем тренировочных испытаний в условиях воздействия высокой температуры воздуха. Исследования выполнялись с целью выработки у космонавтов навыков по проведению контроля за состоянием организма при выраженном перегревании, а также повышения устойчивости организма к высокой температуре воздуха путем повторного воздействия соответствующих условий. Кроме того, тепловое воздействие, являясь значительной функциональной пробой-нагрузкой, позволяло выявить индивидуальные особенности физиологических реакций организма, а также способствовало повышению общей выносливости к другим неспецифическим стрессам.

Исследование проводилось в три этапа. На первом этапе у двух космонавтов определялось максимальное время пребывания в термокамере при температуре воздуха $+70^{\circ}\text{C}$, влажности 30% и скорости движения воздуха 1,5 м/с. Критериями для окончания исследования служили заявление космонавта о плохом самочувствии, учащение пульса до 120-130 уд/мин и повышение температуры тела (измеряемой под языком) на $2,5-3,5^{\circ}\text{C}$.

На втором этапе осуществлялось повторное воздействие тех же условий, но при возрастающей продолжительности. Перерыв между воздействиями составлял 2-3 дня.

На третьем этапе космонавты дважды проходили заключительное испытание с определением максимального времени пребывания в термокамере при $+70^{\circ}\text{C}$, влажности 30% и скорости движения воздуха 1,5 м/с.

Исследования проводились в стандартном комплекте одежды. В ходе опытов оценивались самочувствие и теплоощущение космонавтов, отмечались изменения общего состояния, учитывались величина потоотделения и сосудистая реакция на открытых участках кожи, регистрировались следующие физиологические показатели:

— электрокардиограмма в трех стандартных отведениях до опыта, во время (каждые 30 мин) и после опыта (через 30 мин, 4 и 7 ч);

— температура тела в полости рта (под языком) каждые 20 мин в течение опыта и после него до возвращения к норме;

— температура кожи на груди, спине и бедре; температура воздуха под шлемофоном в пододежном пространстве (между бельем и одеждой). Все измерения производились каждые 10 мин в ходе опыта при помощи дистанционной термометрии.

Кроме того, определялась реакция сердечно-сосудистой системы (частота пульса и величина кровяного давления) на стандартную физическую нагрузку (15 приседаний) за 10 мин до начала опыта и сразу после его окончания.

Общая потеря воды организмом, количество испарившегося пота и содержание влаги в одежде учитывались путем взвешивания космонавтов в одежде и без нее до и после опыта.

Величина теплопродукции определялась при исследовании газообмена по методу Дугласа-Холдена. Величина теплоотдачи рассчитывалась путем умножения количества испарившейся воды на величину ее скрытой теплоты испарения и выражалась в килокалориях в единицу времени. Общее

количество тепла в организме определялось путем умножения величины прироста температуры тела на среднюю удельную теплоемкость тела (0,83 ккал/кг/град) и на массу тела человека (в кг).

Во время испытаний космонавты находились в термокамере в состоянии относительного покоя, выполняя задания, связанные с измерениями. Ю.А.Гагарин во время исследований в термокамере сидел в кресле, точно выполнял все задания; через 10 мин у него появилась легкая испарина на лице. Через 20 мин гиперемия стала выраженной, выступили мелкие капельки пота. К этому времени температура тела поднялась до 37,3-37,5°C, а частота пульса достигала 75-80 уд/мин. К 40-й минуте опыта лицо было гиперемировано, покрыто крупными каплями пота, температура тела составляла 38,0-38,5°C, пульс 100-105 уд/мин. К концу опыта лицо и видимые слизистые приобрели багрово-красный цвет с ясно выраженной синюшностью, лицо было обильно покрыто потом. Появилось чувство жара в области головы. Реакции и поведение космонавта были адекватными в течение всего испытания.

Важными элементами подготовки космонавтов к полету были ознакомление с действием ускорения и тренировка на центрифуге. При этом основными задачами являлись:

- определение индивидуальной переносимости ускорений применительно к участку выведения объекта на орбиту и возвращения его на Землю;
- изучение влияния заданных ускорений на состояние основных физиологических функций;
- ознакомление космонавтов с действием длительных поперечных ускорений;
- изучение возможности повышения устойчивости организма к ускорениям заданных параметров.

При направлении действия ускорений «спина-грудь» космонавты располагались в кресле полулежа с наклоном спинки кресла 25 ° к горизонту. Работа проводилась как при воздействии постоянных по величине поперечных ускорений, так и при ускорениях, имитирующих участки выведения и возвращения объекта на Землю.

С целью определения воздействия ускорений на деятельность сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма проводилась регистрация:

- электрокардиограммы в трех стандартных отведениях и одном грудном (МХ);
- частоты дыхания;
- артериального давления;
- электроэнцефалограммы с левой и правой лобно-затылочных областей (билатеральное, лобно-затылочное отведения);
- продолжительности латентного периода ответно-двигательных реакций на световые раздражители;
- показателей газообмена.

В процессе исследований определялись острота зрения, характер эмоциональных реакций, проницаемость кожных сосудов. В ряде вращений проводилась киносъемка лица обследуемого.

Опыты прекращались, если появлялись загрузинные боли, жалобы на затрудненное дыхание, зрительные расстройства и другие симптомы: кашлевые толчки и резко измененные дыхательные движения, одышка инспираторного типа с уменьшением глубины и увеличением частоты дыхания.

При этом помимо мышц, постоянно принимающих участие в акте вдоха, вступали в действие вспомогательные мышцы плеча, шеи, живота.

При воздействии ускорений, характерных для этапов выведения на орбиту и возвращения на Землю, изменения дыхания были значительно меньшими, чем при действии постоянных по величине ускорений, когда наблюдалось уменьшение легочной вентиляции и потребления кислорода при малозаметном изменении частоты дыхательных движений. Наиболее выраженные изменения легочной вентиляции и газообмена отмечались при максимальных постоянных ускорениях и ускорениях, соответствующих выведению корабля на орбиту. В этих исследованиях при малозаметном изменении частоты дыхательных движений значительно изменялась их глубина. Уменьшение величины легочной вентиляции и количества потребленного кислорода, увеличение содержания углекислоты и дыхательного коэффициента свидетельствовали о нарушении процессов газообмена.

Необходимо отметить, что подготовка на центрифуге способствовала повышению устойчивости к воздействию поперечных ускорений. Так, например, при первом исследовании с воздействием ускорения 7 g одышка была более выраженной, чем при повторном воздействии ускорения

9 g. При воздействии небольших по величине ускорений частота дыхания практически не изменялась. Частота сердечных сокращений увеличивалась соответственно интенсивности воздействующих ускорений. Так, пульс при ускорении 7 g составлял 70 уд/мин, при 9 g — 100 уд/мин и при 10 g — 117 уд/мин (54-60 уд/мин в исходном состоянии). Увеличение частоты пульса при действии ускорений, соответствующих режиму выведения и возвращения объекта, составляло в первом случае 84 уд/мин, во втором — не более 90 уд/мин.

Результаты изучения биоэлектрической активности сердца показали, что со стороны ритма, проводимости и автоматизма сердечной мышцы каких-либо патологических изменений не отмечалось.

Систематическая физическая тренировка увеличивает устойчивость организма к перегрузкам, вестибулярным раздражениям, пониженному барометрическому давлению и недостатку кислорода. Кроме того, мышечные упражнения являются прекрасным средством повышения так называемой неспецифической устойчивости организма к различным неблагоприятным факторам: проникающей радиации, некоторым отравляющим веществам, инфекциям, перегреванию, охлаждению и др.

Физическая подготовка космонавтов проводилась в два этапа. Цель первого этапа заключалась в повышении общей физической подготовленности наряду с развитием и совершенствованием некоторых специальных физических качеств, отвечающих требованиям и условиям космического полета. При этом ставились следующие основные задачи:

- поднять уровень общей физической выносливости организма;
- повысить тренированность сердечно-сосудистой системы;
- развить силу и статическую выносливость основных групп мышц (особенно брюшного пресса);
- совершенствовать координацию движений и умение владеть своим телом в пространстве.

Цель второго этапа физической подготовки — поддерживать достигнутый уровень общей физической подготовленности и продолжать дальнейшее совершенствование специальных физических качеств. Основной задачей этого этапа была тренировка физиологических механизмов, способствующих лучшей переносимости организмом некоторых факторов космического полета (больших перегрузок, невесомости, вестибулярных раздражений). На занятиях по физической подготовке и во время проведения утренних физических упражнений использовался весь комплекс обычных средств физической подготовки, а также специально подобранные упражнения.

На первом этапе физические упражнения имели общегигиеническую направленность, подготовка проводилась групповым методом 3-5 раз в неделю. Физическая нагрузка, применяемые средства и упражнения в основном были одинаковыми для всей группы. Это объяснялось необходимостью поднять общий уровень физической подготовленности занимающихся.

Как на первом, так и на втором этапах в большинстве случаев применялась комплексная методика занятий, что позволило разнообразить физические упражнения, делать занятия более эмоционально насыщенными. Так, например, плавание сочеталось с прыжками в воду или подвижными играми, легкая атлетика — со спортивными играми или упражнениями на специальной тренировочной аппаратуре, гимнастика и акробатика — со спортивными играми.

К концу первого этапа физической подготовки у космонавтов значительно повысились общая выносливость, силовые качества, улучшилась координация движений. На втором этапе физической подготовки космонавты могли выполнять упражнения, требующие длительного и значительного напряжения. Наряду с этим несколько улучшились показатели, характеризующие силу мышц. Систематические спортивные игры, упражнения на батуте и специальной аппаратуре (допинг, рейнские колеса и др.) способствовали дальнейшему совершенствованию координации движений, развитию умения владеть телом в пространстве, а также устойчивости вестибулярного анализатора.

Повышение уровня тренированности сказалось и при выполнении парашютных прыжков. В частности, отмечали значительно меньшую возбудимость сердечно-сосудистой системы и более быстрое восстановление пульса до исходного уровня. Выявилась определенная зависимость состояния сердечно-сосудистой системы после прыжков и трехминутного бега на месте (180 шагов в минуту) от уровня общей тренированности, о чем свидетельствовали результаты функциональной пробы.

Реакция сердечно-сосудистой системы после прыжка с парашютом и трехминутного бега на втором этапе физической подготовки стала менее выраженной. Это указывало на нарастание как общей, так и специальной тренированности организма и подтверждалось электрокардиографическими исследованиями. Ни в одном случае не было выявлено каких-либо патологических сдвигов в деятельности сердечно-сосудистой системы. Данные электрокардиографических исследований и ортостатических проб, проводимых до и после занятий по физической подготовке, показали, что к концу второго этапа подготовки космонавты были хорошо адаптированы к значительным физическим нагрузкам. Это проявлялось в меньшем учащении пульса после бега и в более быстром восстановлении этого показателя до исходного уровня по сравнению с первыми этапами подготовки.

Анализ электрокардиограммы (ЭКГ) после нагрузки показал, что космонавты адекватно переносили предложенную функциональную пробу. Все показатели ЭКГ начинали восстанавливаться со второй минуты отдыха и, как правило, нормализовались на третьей — пятой минутах.

Одним из способов покидания кабины космического корабля является катапультирование с последующим парашютированием. Поэтому тренировке в прыжках с парашютом отводилось важное место в общей системе подготовки космонавтов. Прыжки из самолета служили хорошим методом тренировки эмоционально-волевых качеств летчика и космонавта.

С апреля 1960 г. по июнь 1961 г. у космонавтов отрабатывались и закреплялись следующие элементы прыжка с парашютом:

- отделение от самолета;
- управление телом при свободном падении;
- отсчет времени до заданной задержки раскрытия парашюта;
- управление парашютом;

- выбор места и правильное приземление;
- овладение навыками выполнения прыжка в сумеречное и ночное время;
- ознакомление с прыжками на воду как в обычном, так и в специальном снаряжении (скафандре).

В период парашютной подготовки проводился комплекс клинических и психофизиологических исследований до, в процессе и после прыжков.

Лишь в первых двух прыжках можно было отметить небольшую психическую напряженность и некоторые технические недостатки (узкую расстановку ног, малый прогиб туловища при отделении от самолета и свободном падении).

При медицинском обследовании после парашютных прыжков наблюдали повышение температуры тела на 0,5-1,0°C, незначительное увеличение числа дыхательных движений (на 2-5 в минуту) и уменьшение массы тела на 200-300 г.

После полета Ю.А. Гагарина в прессе США проскальзывали упреки в наш адрес в излишней и неоправданной поспешности, чуть ли не в техническом авантюризме. Кто же торопился, неоправданно спешил — рассудила сама история. Кандидатов в космонавты, отобранных комиссией в частях, вызывали в Москву для прохождения медицинской комиссии. Летный состав прибывал в Москву человек по 20. Проверка здоровья проводилась специалистами тщательным образом. Не прошедших освидетельствование врачебными комиссиями по тем или иным причинам откомандировывали в основном в свои авиационные части. Помимо тщательных медицинских обследований, анализов, физикальных методов обследования кандидатов подвергали нагрузочным пробам в барокамерах, на центрифуге. Проверяли устойчивость к гипоксии, к ускорениям разного направления. День ото дня группа кандидатов в космонавты уменьшалась. Мы, руководители медицинской службы, были уверены в том, что не все могли соответствовать требованиям, предъявляемым к будущим космонавтам. Требования были весьма строгими, для верности они были даже явно завышенными, рассчитанными на двойной, а иногда и тройной запас прочности по здоровью. Не прошедший отбор кандидат с горькой завистью спрашивал своего напарника: «Ну как, прошел? Молодец, значит Лайкой будешь».

Работы по освидетельствованию кандидатов в космонавты было много, и хочется вспомнить добрым словом моих коллег Федора Горбова, Евгения Федорова, Ивана Брянова, Михаила Вядро, Евгения Карпова, Николая Гуровского и многих других, вкладывавших в эту работу всю свою душу.

К концу 1959 года полностью пройти медицинскую комиссию удалось 20 кандидатам. Прошедшие отбор составили первый отряд космонавтов нашей страны, иногда его называли Гагаринским отрядом. Вот их имена: Аникеев Иван Николаевич, Беляев Павел Иванович, Бондаренко Валентин Васильевич, Быковский Валерий Федорович, Варламов Валентин Степанович, Волинов Борис Валентинович, Гагарин Юрий Алексеевич, Горбатко Виктор Васильевич, Заикин Дмитрий Алексеевич, Карташов Анатолий Яковлевич, Комаров Владимир Михайлович, Леонов Алексей Архипович, Нелюбов Григорий Григорьевич, Николаев Андриян Григорьевич, Попович Павел Романович, Рафиков Марс Закирович, Титов Герман Степанович, Филатов Валентин Игнатьевич, Хрунов Евгений Васильевич, Шонин Георгий Степанович. Никто из них не знал, кому будет отдано предпочтение и кто будет назван космонавтом № 1 нашей планеты, которому будет суждено навсегда войти в историю земной цивилизации. Но кто мог тогда подумать, что трудом ученых, инженеров, конструкторов многие из этих молодых летчиков, усвоив разработанную технику, проявив знание, умение и храбрость, станут первыми космонавтами, вырастут до генералов, героев, депутатов и станут почетными гражданами многих городов в нашей стране и за рубежом.

В начале марта 1960 года в Москву начали съезжаться первые космонавты. Самым первым приехал Павел Попович с женой Мариной, затем Валерий Быковский, Аникеев, Волинов, Гагарин, Горбатко, Леонов, Нелюбов, Николаев, Титов, Хрунов, Шонин. Из-за отсутствия подготовленных помещений

всех их временно разместили в маленьком двухэтажном домике спортбазы ЦСКА на территории Центрального аэродрома им. М.В.Фрунзе. Конечно, сделать это было трудно, так как кандидаты приезжали с детьми и женами. Позже для семейных космонавтов были получены квартиры на Ленинском проспекте. Жили там недолго, поскольку уже к лету 1960 года по ходатайству Ювеналия Волинкина и моему Управлению ракетных войск и ВВС для Центра подготовки космонавтов по директиве Генерального штаба МО СССР был передан радиополигон МО, на котором сразу же развернулось строительство.

В ИАКМ коллективом сотрудников под моим руководством была разработана программа подготовки космонавтов. Кроме этого, была разработана соответствующими специалистами программа парашютной, летной и технической подготовки. Первое занятие космонавтов началось в 9 часов утра 14 марта 1960 года. Сначала я прочитал вводную лекцию. Юрий Гагарин впоследствии вспоминал: «Владимир Иванович обстоятельно рассказал нам о факторах, с которыми встретится живой организм при полете в космическое пространство». Врачи детально объяснили будущим космонавтам действие перегрузок, невесомости и ввели в курс медицинских проблем. Королев, узнав, что первые занятия ограничились медико-биологической тематикой, приказал своим сотрудникам — геофизикам и физикам подключиться к занятиям. Читались лекции по ракетной технике, динамике полета, конструкции корабля и отдельных его систем. Изучались астрофизика, геофизика, медицина, биология, космическая связь и многие другие узкоспециальные вопросы. Лекции читались Константином Бушуевым, Михаилом Тихонравовым, Борисом Раушенбахом, опытными конструкторами: Константином Феоктистовым, Олегом Макаровым, Виталием Севастьяновым, Алексеем Елисеевым и другими сотрудниками конструкторского бюро. Семен Михайлович Алексеев прочел лекцию о космическом скафандре, его устройстве и пользовании. Летной и парашютной подготовкой занимались с космонавтами большие специалисты своего дела: И.М.Дзюба, Н.К.Никитин, А.К.Стариков, К.Д.Таюрский. Физическую подготовку кандидатов в космонавты (занятия на различных снарядах, кроссы, бег на длинные дистанции) проводил неутомимый Борис Легоньков. В любую погоду занятия начинались на открытом воздухе (не менее часа), а затем продолжались в закрытых помещениях (бег, прыжки, плавание, ныряние, гимнастические снаряды, волейбол, баскетбол и др.).

Вскоре закончились работы по монтажу и испытания сурдокамеры. В эксперименте в сурдокамере выразил желание участвовать Валерий Быковский. После обсуждения программы эксперимента, инструктажа и обследования 6 апреля начался эксперимент продолжительностью порядка 15 суток, о чем Валерий не был информирован. Тем временем другие кандидаты в космонавты готовились к парашютным прыжкам. Все они имели за плечами малое количество парашютных прыжков. Так, Юрий Гагарин до начала этих тренировок прыгал с парашютом всего пять раз, а некоторые не совершили ни одного прыжка. Этому очень важному элементу летной подготовки необходимо долго и обстоятельно учиться. За подготовку взялся парашютист-виртуоз Николай Константинович Никитин. В течение почти полутора месяцев парашютные прыжки были самым сложным и трудным этапом подготовки кандидатов в космонавты. Никитин привил им вкус к прыжкам, и многие члены первой двадцатки кандидатов с удовольствием выполняли эти обязательные задания.

Будущие космонавты научились прыгать на сушу и на воду, днем и ночью, с больших и малых высот, с затяжкой раскрытия парашюта и без затяжки. С освоением техники парашютных прыжков лучше других справился Борис Волинов, несколько отставали Юрий Гагарин, Алексей Леонов, Георгий Шонин, далее шли все остальные. Многие за этот полуторамесячный период подготовки уже имели десятки парашютных прыжков. Почти все научились хорошо управлять парашютом, позволяя себе виртуозные прыжки. В сложных испытаниях коллектив этой первой группы очень сплотился.

Все интереснее становились медико-биологические тренировки на бегущей дорожке, качелях Хилова, в кресле Барани, в барокамере, сурдокамере, на вибростенде, центрифуге и др. Нагрузки и время экспозиции увеличивались, но космонавты постепенно втягивались, и их устойчивость к нагрузкам возрастала. К некоторым нагрузочным пробам (монотонным обследованиям, тяжелым

нагрузкам и частым вестибулярным тренировкам на вращающемся кресле) космонавты относились негативно.

После завершения комплекса тренировок по программе с использованием различных устройств настало время приступить к ознакомлению с состоянием невесомости и начать тренировки в невесомости. Сначала для создания состояния невесомости использовали учебный реактивный истребитель, а потом пассажирский самолет ТУ-104. Самолет разгонялся до заданной скорости, а затем выполнял «горку» (петлю Кеплера). На петле Кеплера возникает состояние кратковременной невесомости. Все космонавты состояние невесомости оценивали как приятное. В конструкторском бюро Сергея Павловича был разработан и создан корабль-тренажер. Инструктор-методист летчик-испытатель Марк Лазаревич Галлай начал занятия с космонавтами. Тренировать сразу всю двадцатку было сложно. Посоветовавшись с Н.П.Каманиным, который с лета 1960 года по заданию Главного маршала авиации Константина Андреевича Вершинина руководил подготовкой космонавтов, решили выделить небольшую группу из 6 человек для ускоренной подготовки к первым полетам. Отобрать этих шестерых было нелегко: все 20 кандидатов оправдывали надежды, которые мы на них возлагали. При отборе в шестерку в первую очередь учитывались результаты нагрузочных проб, успехи в теоретических дисциплинах, физическая подготовка и др. Принимались во внимание и «габариты». Воынов был слишком широк, Шонин слишком высок, Комаров в теоретических дисциплинах лидировал, но у него была незначительная скрытая патология сердечной деятельности, которая случайно была выявлена А.Р.Котовской при вращении на центрифуге. Все отдавали предпочтение Володе Комарову, имевшему хорошую теоретическую подготовку (он был инженером, имел высшее образование), но его несколько подвела выявленная сердечная патология. Кроме того, при отборе учитывались результаты психологического тестирования, проводимого Федором Горбовым и его сотрудниками, а также коммуникабельность, характер, отношение к товарищам, темперамент, общительность, терпимость. В конце концов была сформирована группа из 6 кандидатов в космонавты, в которую вошли Варламов, Гагарин, Карташов, Николаев, Попович, Титов. Однако вскоре при 8-кратных перегрузках на центрифуге врачи обнаружили на спине у Анатолия Карташова точечные покраснения. На первых порах врачи думали, что это случайность. Повторные нагрузочные пробы на центрифуге подтвердили диагноз: петехии — точечные кровоизлияния на коже, что говорит о неблагоприятном состоянии сосудистого русла. Конечно, это было неожиданностью: красивый голубоглазый Анатолий был олицетворением силы и здоровья. Но приговор медицины был неумолим, и его пришлось отчислить из отряда. Особенно об Анатолии сокрушался Герман Титов, он был его близким другом. Надо полагать, что, если бы Анатолий Карташов проходил отбор в космонавты в настоящее время, он бы сделал это с успехом. Анатолий Карташов еще долго служил на Дальнем Востоке, затем был летчиком-испытателем в Киеве.

Нелепая случайность выбила из первой шестерки еще одного кандидата в космонавты. Во время купания на Медвежьих озерах вблизи Звездного городка при прыжке в воду Варламов ударился головой о песок и почувствовал боль. В госпитале Звездного городка было проведено обследование и поставлен диагноз: смещение шейного позвонка. В тот же день его положили на вытяжку. После лечения он выписался и начал было тренироваться, но вскоре медицинская комиссия наложила запрет. Валентин Варламов отличался хорошим здоровьем и имел очень хорошие технические навыки. Покинув отряд, Валентин не уехал из Звездного городка и стал работать заместителем начальника командного пункта управления космическими полетами Центра подготовки космонавтов, затем старшим инструктором космических тренировок, специализировался по астронавигации. В октябре 1980 года Валентин Степанович Варламов умер от кровоизлияния в мозг.

В шестерку вместо Карташова был введен Григорий Нелюбов, а вместо Варламова — Валерий Быковский. Этот худенький лейтенант (63 кг), был очень вынослив: он выдерживал 9-кратную перегрузку в течение 25 с.

Вскоре Сергей Павлович пригласил всех космонавтов к себе, в цеха завода, где размещался корабль и носитель, рассказал о нем, нарисовал много радужных картин и разрешил посидеть в корабле.

Несмотря на спаянность и дружелюбие, каждому из первой шестерки все же хотелось первым полететь в космос. К сожалению, при отборе на первые полеты без чиновничества не обошлось. Многие руководители страшно подвержены такому заболеванию, как чиновничество, и от них очень трудно ожидать объективности суждений и правильного отбора. Такому человеку страсть как охота угодить начальнику, чтобы он был им доволен. Владимир Комаров и Павел Беляев были взрослее, мудрее и солиднее, у них были свои положительные и отрицательные показатели состояния здоровья, характера и подготовки. Несколько старше своих лет выглядел Борис Волюнов. Кандидаты в космонавты по своей профессиональной, летной подготовке, физическому развитию и усвоению знаний были под стать, в лидеры никто не выбивался, разве только Володя Комаров по своей теоретической подготовке. Гагарин никогда не старался стать первым, парень он был умный, но образования у него не хватало. Юра был аккуратен, трудолюбив, коммуникабелен, улыбчив, отличался большой человеческой теплотой. Некоторые думали, что Гагарин был «себе на уме». Он имел задатки интеллигентности, нередко встречающейся у простых людей. Герман Титов, хорошо подготовленный, интеллигентный молодой человек, умел постоять за свое мнение и не давал в обиду других, много читал, любил литературу, музыку и искусство. Он вполне мог стать космонавтом № 1. Окружавшие будущих космонавтов ученые, конструкторы, зная их достоинства и недостатки, отдавали предпочтение то одному, то другому кандидату. Очень многим нравился Григорий Нелюбов. Но жизнь распорядилась по-своему. Подвело Григория его «гусарство»: стычка с военным патрулем на железнодорожной платформе, дерзкая надменность в комендатуре. Нелюбов не извинился, и тогда по распоряжению Н.П.Каманина он и участники этого инцидента Аникеев и Филатов были отчислены из отряда. Позднее из отряда был отчислен Марс Рафиков. По состоянию здоровья был выведен из отряда Дмитрий Алексеевич Заикин. Эти неприятности и перипетии судьбы оставшиеся в отряде космонавты тяжело переживали. Но объективности ради надо сказать, что доля вины в инцидентах была и руководителя Центра подготовки космонавтов Евгения Анатольевича Карпова, и руководителя отряда Николая Петровича Каманина. Ими у кандидатов в космонавты воспитывалась их исключительность, а отсюда их гонор, гусарство. А ребята-то были обычными людьми, такими же летчиками и офицерами, каких в частях было много. Скромности, вежливости в отряде космонавтов было маловато, и прививались они руководителями слабо. Отсутствие скромности, заносчивость и личная исключительность были причинами и других инцидентов. В этом, может быть, косвенная причина гибели Гагарина и Серегина. Многие космонавты из произошедших случаев извлекли определенную пользу. Все увидели, что в жизни скидок или снисхождений не будет никому. Все поняли, что мало быть просто здоровым, крепким парнем и грамотным специалистом — надо иметь очень высокие нравственные качества.

Первая группа кандидатов в космонавты усиленно занималась на тренажере, знакомилась с ракетно-космической техникой в КБ Королева. Иногда в Центр подготовки космонавтов наведывался Главный маршал авиации К.А.Вершинин, который ознакомился с ходом подготовки к предстоящим полетам. На 17-18 января 1961 года были назначены экзамены.

В экзаменационную комиссию входили представители командования Центра подготовки и отряда космонавтов, ученые-медики, конструкторы, летчики и др. Космонавты прошли полный курс дисциплин, тщательно готовились и успешно сдали экзамены.

Пик подготовки и тренировки космонавтов совпал с самым напряженным периодом работы над космическим кораблем. В январе 1961 года, когда космонавты усиленно готовились к теоретическим и практическим экзаменам, главные конструкторы ракетно-космической системы «Восток» Сергей Королев, Валентин Глушко, Владимир Бармин, Семен Алексеев, Алексей Богомолов, Николай Пилюгин, Михаил Рязанский, Алексей Исаев, Семен Косберг, Николай Лобанов, Виктор Кузнецов и другие также готовились к своим «экзаменам». Летом 1959 года, когда медицинские работники под моим руководством формировали комплекс требований к космонавтам, совет главных конструкторов обсуждал, каким требованиям должны соответствовать носитель с кораблем пока в беспилотном варианте. Конструкторы корабля и систем стремились воплотить свое многолетнее конструкторское кредо — высокую степень надежности. Все системы корабля и его конструкция были подчинены только одной цели: насколько это возможно, облегчить человеку проникновение в мир чуждый, агрессивный и почти неизвестный ему.

15 мая 1960 года в день возвращения космонавтов в Москву после парашютных прыжков на Байконуре стартовал первый корабль-спутник — беспилотная модификация корабля «Восток». Он еще не имел теплозащитной обшивки. В лаборатории академика Георгия Петрова еще продолжались исследовательские опытно-конструкторские работы по доводке теплозащитной системы головной части ракеты и других ее частей.

На первом корабле-спутнике «Восток» не предусматривалась парашютная система. Главный конструктор парашютных систем Николай Лобанов с сотрудниками заканчивал ее разработку. На корабле должны были пройти испытания системы, обеспечивающие полет в космос и особенно система ориентации, разработанная под руководством Бориса Раушенбаха, тормозная двигательная установка, разработанная под руководством Алексея Михайловича Исаева и автоматика разделения отсеков космического корабля. За сутки до посадки корабля группа инженеров Бориса Раушенбаха обнаружила дефект в основной системе ориентации корабля. Борис Раушенбах о возможности отказа основной системы ориентации предупредил Сергея Павловича Королева и предложил использовать запасной вариант ориентации по Солнцу. Королев заупрямился, так как не любил отступать от расчетных режимов. Хотелось, чтобы все было как положено. Инфракрасная вертикаль ориентации не сработала. Корабль развернулся соплами назад, и включилась тормозная двигательная установка. Но торможения корабля не наступило, наоборот, скорость нарастала, корабль стал разгоняться. Команда на разделение отсеков прошла, но первый пуск был неудачным. Часть научных материалов все же удалось получить и проанализировать.

Отрицательный результат несет в себе и положительную информацию, так необходимую науке. Конструкторы и ученые понимали, что отказы техники возможны, но для пользы дела надо всегда учитывать негативный опыт. Неудача с носителем 23 июля 1960 года на участке выведения вынудила отодвинуть следующий старт космического корабля на 19 августа 1960 года. Вторым корабль благополучно приземлился. Впервые в космосе побывали и вернулись на Землю собаки Белка и Стрелка, крысы, мыши, насекомые. Все, казалось, было хорошо, но я (в то время научный руководитель биологических экспериментов) ходил мрачный, раздражительный. Государственной комиссии по полетам я доложил данные телеметрии и телевидения. На четвертом витке собака Белка билась, ее рвало, она старалась освободиться от крепления. Я и мои коллеги считали, что первый полет человека должен быть одновитковым. Большинство членов Государственной комиссии по полетам согласилось с моим мнением.

Новый пуск космического корабля с животными на борту состоялся 1 декабря 1960 года. Конструкторам во главе с Сергеем Павловичем очень хотелось закрепить достигнутый успех. Но неполадки в тормозной двигательной установке перевели корабль «Восток» на нерасчетную траекторию спуска. При следующем пуске носитель не вывел корабль на орбиту, в начале работы третьей ступени спускаемый аппарат (со всеми биообъектами) отделился по аварийной команде и успешно приземлился. Конструкторов, в том числе Королева, никто не упрекал за неудачи, не подгонял в работе. Им доверяли.

Проведя анализ технических, медицинских и биологических данных и обменявшись своими соображениями, решили остановиться на следующей структуре экспериментов при подготовке к полету человека в космическое пространство. Рекомендовано было осуществить два одновитковых космических полета с полным набором биологических объектов: собак, крыс, морских свинок, мышей разных окрасок, растений, водорослей, микробов, грибов, ферментов, бактериофагов, клеток крови, тканей, насекомых и др. Исходя из возможности несрабатывания катапультного устройства, решено было по одной собаке помещать непосредственно в сферический спускаемый аппарат корабля вместе с другими перечисленными биологическими объектами и приземлять аппарат на парашюте; в аппарате размещать по одному катапультному креслу с последующим катапультированием кресла со всеми биообъектами перед приземлением. На катапультном кресле разместили манекен (антропометрический) человека, изготовленный из специальной резины. В грудной полости, животе, бедрах манекена были размещены белые и серые крысы, черные мыши (по 40 штук каждой масти), клетки человеческой кожи, крови, мухи-дрозофилы, водоросли, крысы, грибы и др. Такие же схема и объекты эксперимента были и на втором корабле-спутнике. На первом

корабле-спутнике непосредственно в корабле фиксировали собаку Чернушку, а на втором — собаку Звездочку. Американцы в своих газетах оба спутника с различными животными и растениями назвали «Ноевыми ковчегами». И в самом деле, для биологического зондирования будущих трасс полета человека мы использовали многих представителей обширной эволюционной биологической лестницы. Полеты второго и четвертого кораблей-спутников прошли успешно, все биологические объекты благополучно приземлились с сохранением своих физиологических функций, автоматика скафандра, запасной лодки и НАЗа сработала хорошо.

Несмотря на блестящую работу всех систем и агрегатов космических кораблей-спутников, Государственной комиссией решено было для большей гарантии и надежности целиком повторить эксперимент. Последний пуск перед полетом человека на космическом летательном аппарате был намечен на 25 марта 1961 года. На пуск была приглашена вся шестерка космонавтов с целью ознакомления с космодромом и снятия излишнего нервного напряжения.

Космодром поразил космонавтов. Огромный монтажно-испытательный корпус, ракета, лежащая в могучих объятиях установщика, циклопический стартовый комплекс с пропастью для пламяотводного канала — все это казалось грандиозным и фантастическим, но вместе с тем делало будущий полет более реальным, и все уже понимали, что уже не месяцы, а недели или даже дни остались до первого полета человека на космическом летательном аппарате в просторы Вселенной. С чувством благоговения и восхищения смотрели кандидаты в космонавты на гигантское сооружение, возвышающееся, подобно башне, над космодромом. Вокруг него хлопотали люди, занятые каждый своим делом. Все с большим интересом наблюдали за последними приготовлениями перед стартом космического корабля с животными на борту. Раздался оглушительный грохот, раздирающий небеса, и море огня и света затмило Солнце. Ракета, стартовав с гигантского пускового стола, начала быстро набирать скорость и удалилась в безоблачные дали. Одновитковый полет прошел быстро, и биообъекты в манекене человека, а также собака Звездочка, совершив кругосветное путешествие, целыми и невредимыми вернулись на Землю.

28 марта 1961 года в конференц-зале Академии наук СССР Президиум Академии наук под председательством вице-президента Топчиева Александра Васильевича провел пресс-конференцию по результатам исследований на кораблях-спутниках. Приехало много наших и иностранных журналистов. Все усердно фотографировали Чернушку, Звездочку и другие биологические объекты. В первом ряду зала сидели Гагарин, Титов и другие космонавты, но на них никто не обращал внимания.

Успешное завершение этих космических экспериментов означало окончание подготовительного периода к полету человека на космическом летательном аппарате. Ученые и руководители разработок доложили Правительству о готовности к космическому полету. 3 апреля 1961 года было принято решение Правительства о запуске пилотируемого корабля в космос. В тот же день конструкторы и ученые в 16.00 вылетели на Байконур. Счет пошел уже на дни и часы. К этому времени все шестеро космонавтов в теоретическом, практическом и в физическом плане были подготовлены к полету. Вся шестерка была почти равная во всех отношениях. Мелочи, касающиеся разности характеров, привычек и интересов космонавтов, на которые обращали внимание конструкторы, космонавты и даже врачи, определяющего значения не имели, и, вероятно, их не стоит выделять.

Первый космонавт должен был в какой-то степени олицетворять эпоху, быть символом времени и своей Родины. Юрий Гагарин — сын крестьянина, переживший страшные годы фашистской оккупации, ученик ремесленного училища. Его дорога — дорога наших сверстников, нашего поколения.

Космонавты, руководители служб, ученые, Каманин, Карпов и другие на трех самолетах вылетели на космодром Байконур. На аэродроме всех встретили руководители космодрома, главные конструкторы, в том числе и Сергей Павлович, который сообщил, что вывоз ракетной системы с кораблем «Восток» намечен на 8 апреля 1961 года, а пуск возможен 10-12 апреля. Члены

Государственной комиссии потребовали от руководителей космонавтов четкого графика занятости на весь предстартовый период. Утром 6 апреля 1961 года прилетел Константин Николаевич Руднев — председатель Государственной комиссии, и уже в 11.30 началось техническое совещание с обсуждением результатов отладки регенерационной системы жизнеобеспечения, результатов испытаний скафандров, кресла и полетного задания космонавту. 7 апреля облаченный в скафандр Юрий Гагарин, а за ним и Герман Титов провели в реальном корабле «Восток» свою последнюю тренировку. Мне, Сергею Павловичу и многим другим конструкторам и ученым Юрий Гагарин нравился коммуникабельностью, улыбкой и простотой, а Герман Титов — эрудицией, собранностью. Он любил литературу, искусство и музыку, почти всегда был веселым. Вечером космонавты просмотрели кинохронику о полетах манекенов и биологических объектов на двух последних беспилотных кораблях. При взвешивании в монтажно-испытательном комплексе масса корабля «Восток» с Юрием Гагариным составила 4725 кг, а с Германом Титовым — несколько меньше. Но Сергей Павлович принял решение, что, если потребуется уменьшить массу корабля, он снимет часть контролирующей аппаратуры.

8 апреля 1961 года было проведено заседание Государственной комиссии, на котором после разбора некоторых технических вопросов утверждался экипаж первого пилотируемого космического полета. Н.П.Каманин предложил кандидатуру Юрия Гагарина в качестве основного командира корабля, а Германа Титова в качестве запасного. Предложение было принято без долгих обсуждений.

11 апреля 1961 года в 5 часов утра ракету с пристыкованным к ней и закрытым защитным чехлом «Востоком» повезли из монтажно-испытательного комплекса на старт. По традиции Королев шел перед ракетой до поворота к стартовому комплексу, где сел в автомашину. Кроме Королева в машине находились его заместители Леонид Александрович Воскресенский и Анатолий Семенович Кириллов. Именно они у перископа в бункере осуществляли запуск космических кораблей.



Заседание Государственной комиссии перед полетом Ю.А.Гагарина (1961 г.)

После установки ракеты Гагарин и Титов ездили на стартовую площадку, где был проведен краткий митинг. Потом все пообедали из туб космонавтов. Кстати сказать, я питался пищей космонавтов три дня до старта корабля и три дня после этого для большей уверенности в качестве пищевого рациона космонавтов. После обеда по просьбе Сергея Павловича Борис Раушенбах и Константин Феоктистов провели еще один инструктаж с Юрием Гагариным и Германом Титовым. Впрочем, уже совершенно лишний. Двух отобранных космонавтов поселили в том же домике, в котором размещался я при запусках животных и манекенов. На этот раз в самой большой комнате расположились Юрий Гагарин и Герман Титов, а в двух других — я, Виктор Никитин и Евгений Карпов. На вечернюю беседу к космонавтам пришли Сергей Павлович Королев, Мстислав Всеволодович Келдыш, я и еще несколько сотрудников. Вечер провели довольно весело, в одно из включений радиоприемника диктор «Голоса Америки» объявил, что у русских осталось несколько часов до запуска первого

человека в космический полет. Все присутствующие удивились, аж крякнули. Мы, конечно, знали, что и у американцев на стартовой позиции полигона на мысе Канаверал находится ракета с кораблем «Меркурий» и космонавтом Алланом Шепардом. У них старт был отложен по причине утечек кислорода из баллонов. Сергей Павлович и я почти всю ночь перед запуском гуляли около своих домиков, обсуждая предстоящий, крайне ответственный для нас момент, ибо он отвечал за всю техническую подготовку и надежность корабля, а я — за всю медико-биологическую подготовку и безопасность полета. Группа медиков во главе с Иваном Акулиничевым наклеивала датчики на тело Юрия и Германа. В 22 часа 11 апреля космонавты были уже в постелях. По моему указанию по секрету от космонавтов Иван Шадринцев (инженер по радиоэлектронике) вклеил в матрацы космонавтов тензодатчики, а провода от них через дорогу провел к другому помещению, где он вместе с психологом, Федором Горбовым следил за показаниями датчиков. Меня интересовало, как будет проходить сон у космонавтов накануне полета. Юрий и Герман спали совершенно спокойно. В 5 часов 30 минут 12 апреля 1961 года Е.А.Карпов разбудил Гагарина и Титова. Завтракали из туб рациона космонавтов. В 6 часов на старт пришла машина медиков, привезла пищу, ее заложили в корабль. Врачи И.Г.Акулиничев, В.А.Никитин, Ф.Д.Горбов, А.Р.Котовская, Л.Г.Головкин провели медицинский осмотр, доклеили датчики, и космонавты начали облачаться в скафандры с помощью Головкина, Востокова, Сверщца. Во время этой процедуры навещались С.П.Королев, я, С.М.Алексеев и другие ученые. «Меня одевали первым, — вспоминал Титов, — а Юрия вторым, чтобы ему поменьше париться, ибо вентиляционное устройство можно было подключить только в автобусе». Потом — автобус, стартовая площадка, объятия, поцелуи, возбуждение всех присутствующих. Короткий доклад Председателю Государственной комиссии. К дверям лифта-подъемника космонавта вел Евгений Фролов. Наверху, у края люка, Гагарина встретили монтажники, ведущий конструктор Олег Ивановский и врач Лев Головкин. Все подготовились к долгожданному часу. Юрий Гагарин из кабины переговаривался с Павлом Поповичем, который уже находился в бункере. Ракета с кораблем «Восток» находилась на старте, ее заправляли и проверяли. Сергей Павлович Королев, Мстислав Всеволодович Келдыш и я расположились на стартовой площадке недалеко от ракеты. В стороне от нас стояли министры, заместители министров, маршалы, генералы и другие руководители. Вскоре мы спустились в глубокий бункер и разместились каждый на своем заранее отведенном месте. В операторской и у перископа расположились Л.А.Воскресенский и А.С.Кириллов, у столика АВД (аварийного выключения двигателя в случае неполадок на старте) находились Сергей Павлович Королев и я. Мы получали исчерпывающую информацию о состоянии систем корабля и космонавта. Вдруг ко мне обращается Сергей Павлович: «Володя, что ты все губы свои искусал в кровь, волнуешься?» А я, в свою очередь, спрашиваю: «Почему, Сергей Павлович, Вы такой бледный?». Он только махнул рукой и сказал: «Отвечать-то все равно нам». На случай аварии на старте над пламеотводным каналом была натянута стальная сетка, а по углам площади располагались бетонные укрытия, в которых разместились специально экипированные врачи во главе со Львом Головкиным и спасатели. Леонид Воскресенский, наблюдая старт через перископ, подавал команды. По команде Анатолия Кириллова Б.С.Чекунов нажал кнопку «пуск». В 9 часов 07 минут 12 апреля 1961 года Гагарин крикнул: «Поехали!» Так начался период орбитальных полетов человека на космических летательных аппаратах. Прежде чем рассказать о ходе этого полета и проанализировать его результаты, хочу остановиться на слухах, распространяемых за рубежом.

После успешного полета первого космонавта Юрия Гагарина в зарубежной печати появилось много статей, в которых факт полета гражданина нашей страны подвергался сомнению. Утверждалось, что полету Гагарина предшествовали полеты других советских космонавтов, которые заканчивались их гибелью. Кого только не втягивали эти небылицы. Среди них был и летчик-испытатель Ильюшин Владимир Сергеевич, он попал в 1960 году в автомобильную аварию, затем лечился у нас и в Китае, а в апреле 1960 года Владимир Сергеевич Ильюшин на страницах журнала «Юность» рассказал об этом несчастном случае. Упоминались и другие имена, но правда в том, что до полета Юрия Гагарина ни один советский космонавт в орбитальном и суборбитальном полетах не участвовал. Погиб военный летчик Валентин Васильевич Бондаренко, самый молодой в первом отряде космонавтов, но не в космосе, а на Земле. Это произошло 23 марта 1961 года. В соответствии с расписанием программы тренировок в тот день заканчивалось девятисуточное пребывание его в сурдокамере. Он находился в одиночестве при абсолютной тишине. Давление в камере было

пониженным, что компенсировалось повышенным содержанием кислорода. Сняв с себя датчики после медицинских проб, Валентин протер места их крепления ватой, смоченной спиртом, которая упала затем на электрическую плитку. В перенасыщенной кислородом атмосфере камеры вспыхнул пожар. Валентин нарушил инструкцию противопожарной безопасности, сильно обгорел и в больнице скончался. Когда его вытащили из камеры, он был в сознании и все время повторял: «Я сам виноват, никого не вините». Несмотря на это, руководство медицинской службы ВВС и командование, ни в чем не разобравшись, наказали меня, хотя в это время я находился далеко от Москвы на космодроме Байконур. Люди, проводившие эксперимент, отделались легким испугом. Мне же это стоило задержкой в продвижении по службе и в получении звания. Это уже прошлое, но крайне неприятное, незаслуженное.

12 апреля 1961 года в 9 часов 06 минут 59,7 секунды нами впервые в истории человечества осуществлен запуск человека в космическое пространство на корабле «Восток», пилотируемом Юрием Гагариным. Вес корабля-спутника без последней ступени ракеты-носителя составил 4725 кг, высота перигея орбиты — 181 км, высота апогея — 327 км, наклонение орбиты — $64^{\circ}57'$.

Совершая полеты в космическое пространство, человек проникает в новую для него область и делает открытия, которые зачастую невозможно предвидеть. Полеты первых спутников позволили открыть существование радиационных поясов Земли, и это изменило наши представления об околоземном пространстве и радиационной опасности в космических полетах. Несомненно одно: проникновение человека в космос неизмеримо раздвинуло границы нашего познания. Космические аппараты используются для решения многих практических задач: прогнозирования погоды и ледовой разведки, ретрансляции телевизионных и радиопрограмм, проведения широких научных исследований вне атмосферы Земли. За этими первыми шагами последуют полеты человека к другим планетам Солнечной системы, будут созданы обитаемые межпланетные станции. Среди огромного числа биологических, медицинских и научно-технических задач, стоявших перед нашими учеными и конструкторами при подготовке и осуществлении полета человека в космическое пространство, одной из основных было обеспечение безопасности полета и возвращения человека на Землю. Для этого потребовалось решение многих научно-технических задач, большое количество конструкторских проработок и экспериментальных пусков.

При рассмотрении возможных вариантов первого космического полета человека было признано целесообразным осуществить его на космическом корабле-спутнике, поскольку такой полет непосредственно открывает человеку путь в космос. Полет по баллистической траектории на ракете, не являющийся, по существу, космическим полетом и преследующий в основном цели сенсации, был отвергнут. Не случайно наши ученые и конструкторы с самого начала направили свои усилия на создание искусственных спутников Земли и космических кораблей больших размеров и массы. В этом заключалась принципиальная линия развития космонавтики в нашей стране, обеспечившая нам более успешный путь освоения человеком космического пространства. Начиная со второго спутника с экспериментальным животным Лайкой до корабля-спутника «Восток» ученые нашей Родины неуклонно шли по этому пути. Необходимо было получить как можно больше данных о работе конструкций космических аппаратов, их бортовых систем, отработать надежность управления различными системами в полете. Принципиально новыми задачами являлись создание систем ориентации космических кораблей и решение проблемы возвращения кораблей на Землю. Для полета космонавта на борту космического корабля необходимо было обеспечить поддержание нормального давления газовой среды, температуры, химического состава воздуха и других условий жизнедеятельности человека. При проведении научных исследований космического пространства наряду с решением принципиальных задач по физике космоса удалось получить необходимые данные о биологическом влиянии различных излучений на живой организм в условиях космического полета, а также о метеорной опасности. На основе полученных данных были разработаны меры по радиационной защите аппаратуры и членов экипажа корабля.

При создании космического корабля «Восток» учитывался опыт, полученный при пусках первых кораблей-спутников. Корабли-спутники являлись беспилотными модификациями пилотируемого корабля «Восток». Корабль-спутник состоял из двух основных частей: кабины пилота (спускаемого

аппарата) для размещения космонавта и оборудования системы жизнеобеспечения и системы приземления.

В приборном отсеке размещались аппаратура для обеспечения полета по орбите и тормозная двигательная установка корабля. После выведения корабля на орбиту корабль-спутник был отделен от последней ступени-носителя. В полете бортовая аппаратура работала по заданной программе, обеспечивая измерение параметров орбиты, передачу на Землю телеметрической информации и телевизионного изображения космонавта, двустороннюю радиосвязь с наземными станциями, поддерживая в кабине корабля заданный температурный режим, кондиционирование газовой среды в кабине пилота. Управление работой аппаратуры осуществлялось с помощью бортовых программных устройств и при необходимости пилотом-космонавтом вручную. Программа корабля «Восток» была рассчитана на один виток, но конструкция и оборудование корабля позволяли осуществлять и более длительные полеты. По завершении программы полета специальная система произвела ориентацию корабля в определенном направлении. В заданной точке орбитального полета была включена тормозная двигательная установка, которая позволила провести снижение скорости полета корабля на требуемую по расчету величину. В результате этого маневра корабль перешел на траекторию спуска. После отделения от приборного отсека началось торможение кабины с космонавтом в атмосфере. Траектория спуска была выбрана таким образом, чтобы ускорения при вхождении аппарата в плотные слои атмосферы не превышали перегрузок, переносимых человеком. После снижения кабины корабля до заданной высоты включилась система приземления. Непосредственное приземление корабля было произведено на малой скорости. С момента включения тормозной двигательной установки до приземления корабль пролетел 8000 км при продолжительности полета на участке спуска 30 мин. Внешняя поверхность кабины космонавта была покрыта слоем тепловой защиты, предохранявшим ее от сгорания на участке спуска в плотных слоях атмосферы. В оболочке кабины имелись три иллюминатора и три быстрооткрывающихся люка. Иллюминаторы были изготовлены из жаропрочного стекла для обеспечения наблюдения в течение всего полета.

Космонавт размещался в корабле в катапультируемом кресле. Кресло было приспособлено для покидания космонавтом корабля в случае необходимости. Кресло располагалось таким образом, чтобы перегрузки на участке выведения и на участке спуска действовали на космонавта в наиболее благоприятном по переносимости ускорений направлении (грудь — спина). Космонавт был одет в защитный скафандр, обеспечивающий сохранение жизни и работоспособности космонавта даже в случае разгерметизации кабины в полете. В корабле были размещены аппаратура и оборудование для жизнеобеспечения космонавта в полете (системы кондиционирования воздуха, регулирования давления), пища, вода и устройства для удаления отходов жизнедеятельности космонавта, а также аппаратура для контроля полета и система ручного управления кораблем (пульт пилота, приборная доска, блок ручного управления и т.д.). Кроме того, в корабле были предусмотрены:

- система приземления;
- радиоаппаратура для связи космонавта с наземными станциями;
- система автономной регистрации данных о работе приборов, радиотелеметрические системы, различные датчики;
- телевизионная система для наблюдения за космонавтом с Земли;
- аппаратура для регистрации показателей физиологических функций человека;
- тормозная двигательная установка корабля;
- аппаратура системы ориентации;
- аппаратура управления полетом;

- радиосистемы для измерения параметров орбиты;
- система терморегулирования;
- источники электропитания.

На внешней поверхности корабля были установлены органы управления, элементы ориентации, жалюзи системы терморегулирования и антенны радиосистем. Космонавт, находясь в кресле, имел возможность осуществлять все необходимые операции по наблюдению, связи с Землей, контролю полета и в случае необходимости управлению кораблем.

В корпусе кресла пилота были смонтированы:

- отделяемая спинка с привязной системой для фиксации тела пилота при катапультировании и спуске на парашюте;
- парашютные системы;
- катапультные и пиротехнические системы;
- носимый аварийный запас (пища, вода и снаряжение), радиосредства для связи и пеленгации, которыми космонавт пользовался после приземления;
- система вентиляции скафандра и парашютный кислородный прибор;
- автоматика кресла.

Приземление космонавта могло осуществляться и вместе с кораблем. Такой способ приземления был отработан на четвертом и пятом кораблях-спутниках с животными (Звездочкой и Чернушкой), приземлившимся в кораблях. Был разработан и проверен вариант посадки, когда кресло с космонавтом катапультировалось на высоте 7 км с последующим приземлением его на парашютах.

Система жизнеобеспечения (кондиционирования) поддерживала в кабине пилота нормальное давление, заданную концентрацию кислорода и углекислого газа, температуру 15-22°C, относительную влажность воздуха в пределах 30-70%. Регенерация газовой среды, поглощение углекислого газа и паров воды с выделением соответствующего количества кислорода осуществлялись за счет использования надперекисных соединений калия, причем этот процесс проходил в автоматическом режиме контроля и регулирования. При снижении концентрации кислорода и увеличении содержания углекислого газа специальным датчиком подавался сигнал, по которому исполнительным механизмом изменялся режим работы регенератора. При избытке кислорода в атмосфере происходило автоматическое срабатывание исполнительного механизма, приводившее к снижению выделения кислорода в атмосферу кабины. Аналогично работала система автоматического регулирования влажности атмосферы. При загрязнении атмосферы вредными примесями, выделяющимися при жизнедеятельности организма человека и работе аппаратуры, проводилась очистка атмосферы специальными фильтрами. Разработанная система терморегулирования поддерживала температуру воздуха в кабине в заданных пределах. Отличительной особенностью ее являлось использование для отвода тепла из кабины жидкого хладагента, температура которого поддерживалась стабильной. Хладагент поступал из системы терморегулирования в жидкостно-воздушный радиатор. Расход воздуха через радиатор автоматически регулировался в зависимости от температуры в спускаемом аппарате. Заданный температурный режим в кабине поддерживался с большой точностью.

Для обеспечения стабильной температуры хладагента и заданного температурного режима в приборном отсеке на его внешней стороне имелся радиационный теплообменник с системой жалюзи, управление которыми осуществлялось автоматически.

Для осуществления спуска корабля-спутника в заданный район перед включением его тормозного двигателя срабатывала специальная система ориентации корабля. В полете корабля «Восток» была осуществлена ориентация по одной из его осей в направлении на Солнце. Сигналы, поступающие с оптических и пироскопических датчиков (чувствительных элементов системы ориентации), преобразовывались в электронном блоке в команды, поступающие в систему органов управления. Система ориентации была способна осуществлять поиск Солнца, разворот корабля и удержание его в требуемом положении с большой точностью. После ориентации корабля в определенный момент включалась тормозная двигательная установка. Команды на включение системы ориентации, тормозного двигателя и других систем выдавались электронным программным устройством. Для измерения параметров орбиты и контроля работы бортовой аппаратуры на корабле была установлена радиоизмерительная и радиотелеметрическая аппаратура. Измерение параметров движения корабля и прием телеметрической информации в полете выполнялись наземными станциями, размещенными на территории страны. Данные измерений автоматически передавались по линиям связи в вычислительные центры, где осуществлялась их обработка. В процессе полета поступали сведения об основных параметрах орбиты и прогнозировалось дальнейшее движение корабля. На корабле имела радиосистема «Сигнал», работавшая на частоте 19,995 МГц. Эта система служила для пеленгации корабля и передачи части телеметрической информации. Телевизионная система позволяла передавать на Землю изображение космонавта и, стало быть, его поведение, а также выполнять визуальный контроль за его состоянием. Одна камера передавала изображение пилота анфас, а другая в профиль. Двусторонняя связь космонавта с Землей обеспечивалась радиотелефонной системой, работавшей в диапазонах коротких волн (9,019 и 20,006 МГц) и ультракоротких волн (143,625 МГц). Ультракоротковолновой канал позволял вести связь с наземными пунктами на расстоянии до 1500-2000 км. Связь по коротковолновому каналу с наземными пунктами, размещенными на территории нашей страны, как показал опыт, может обеспечиваться на большей части орбиты. Радиотелефонная система имела в своем составе магнитофон, позволявший записывать речь космонавта в полете с последующим воспроизведением и передачей ее при пролете над наземными приемными пунктами. Была предусмотрена также возможность для космонавта радиотелеграфной передачи. Установленные в кабине приборная доска и пульт пилота предназначались для контроля работы основных бортовых систем обеспечения полета, а в случае необходимости — спуска корабля с использованием ручного управления. На приборной доске размещались стрелочные индикаторы и сигнальные табло, электрочасы, а также глобус, вращение которого было синхронизировано с движением корабля по орбите. Глобус позволял космонавту определять текущее местоположение корабля. На пульте пилота находились рукоятки и переключатели, необходимые для управления радиотелефонной системой, регулирования температуры, а также включения ручного управления и тормозного двигателя. На корабле «Восток» был принят ряд дополнительных мер с тем, чтобы исключить возможность всяких случайностей и гарантировать безопасность полета человека. Для ориентации корабля в случае ручного управления космонавт мог использовать оптический ориентир, позволяющий определять положение корабля по отношению к Земле. Оптический ориентир был установлен на одном из иллюминаторов кабины. Он состоял из двух кольцевых зеркал-отражателей, светофильтра и стекла с сеткой. Лучи, идущие от линии горизонта, попадали в первый отражатель и далее через стекла иллюминатора проходили на второй отражатель, который направлял их через стекло с сеткой в глаз космонавта. При правильной ориентации корабля относительно вертикали космонавт мог видеть в поле зрения изображение горизонта в виде кольца. Через центральную часть иллюминатора космонавт просматривал находящийся под ним участок земной поверхности. Положение продольной оси корабля относительно направления полета определялось наблюдением «бега» земной поверхности через иллюминатор. Воздействуя на органы управления, космонавт мог развернуть корабль таким образом, чтобы линия горизонта была видна в ориентире в форме концентричного кольца, а направление «бега» земной поверхности совпадало с курсовой чертой сетки. Это должно было свидетельствовать о правильной ориентации корабля. В случае необходимости поле зрения ориентатора могло закрываться светофильтром или шторкой.

Установленный на приборной доске глобус давал возможность заранее определять наряду с текущим местоположением корабля и место его спуска при включении тормозного двигателя в данный момент времени. Наконец, конструкция корабля позволяла осуществить спуск на Землю и в случае

отказа тормозного двигателя за счет естественного торможения его в атмосфере. Запасы пищи, воды, регенерационных веществ и емкость источников электроэнергии были рассчитаны на полет длительностью до 10 суток. В корабле были предусмотрены меры, предотвращающие повышение температуры в кабине сверх определенного предела при длительном нагреве ее поверхности, который мог возникнуть при постепенном торможении корабля в атмосфере.

На протяжении всего участка выведения корабля «Восток» на орбиту Ю.А.Гагарин поддерживал непрерывную связь с наземным центром руководства полетом. Самочувствие космонавта на этом участке полета было хорошим. Он четко фиксировал изменения перегрузок и моменты отделения ступеней ракеты-носителя. Шум в кабине корабля не превышал шума в кабине реактивного самолета. Уже на участке выведения корабля на орбиту Ю.А.Гагарин наблюдал Землю в иллюминаторы. После выведения корабля наступило состояние невесомости. Ю.А.Гагарин отметил, что приборная доска якобы сместилась вверх и вправо. Ему это показалось странным, и тогда он вспомнил мое указание: «Юра, при появлении такого состояния ты должен крепко облокотиться на поручни кресла, напрячься и сосредоточить свой взгляд на одной из точек на приборной доске и спокойно сидеть в кресле». Юра это задание четко выполнил и заметил, как приборная доска переместилась на место, после чего ему стало лучше. Вначале состояние невесомости было непривычным, но вскоре Юрий с ним освоился. После этого самочувствие Гагарина было хорошим, работоспособность сохранилась полностью. В соответствии с заданием и программой полета Гагарин наблюдал за работой оборудования корабля, поддерживал непрерывную радиосвязь с Землей, вел наблюдения через иллюминаторы и оптический ориентир, докладывал на Землю, диктовал на магнитофон, принимал пищу и воду. Земная поверхность хорошо просматривалась с высот до 300 км. Очень хорошо были видны большие реки, береговые линии, рельеф земной поверхности, лесные массивы, облака и тени от облаков. Небо было совершенно черное. Звезды на нем выглядели ярче и четче, чем с Земли. Земля имела очень красивый голубой ореол. Цвета на горизонте изменялись от нежно-голубого — через голубой, синий, фиолетовый — к черному цвету неба. При выходе из тени горизонта Земли можно было наблюдать ярко-оранжевый цвет, который затем переходил во все цвета радуги. В 9 часов 51 минуту была включена автоматическая система ориентации корабля. После выхода из тени она осуществила поиск и ориентацию корабля на Солнце. В 9 часов 52 минуты Ю.А.Гагарин, пролетая в районе мыса Горн, передал сообщение о хорошем самочувствии и нормальной работе бортовой аппаратуры. В 10 часов 15 минут от автоматического программного устройства прошли команды на подготовку бортовой аппаратуры к включению тормозного двигателя. В этот момент корабль находился на подлете к Африке, и от Ю.А.Гагарина было получено очередное сообщение о ходе полета. В 10 часов 25 минут был включен тормозной двигатель и корабль перешел с орбиты спутника на траекторию спуска. В 10 часов 35 минут корабль начал входить в плотные слои атмосферы. Совершив первый в мире космический полет с космонавтом на борту, спускаемый аппарат корабля «Восток» приземлился на мягкую пашню у берега Волги вблизи деревни Смеловка Терновского района Саратовской области 12 апреля в 10 часов 55 минут. Никаких травм у Юрия Гагарина не было. Он покинул корабль методом катапультирования и при снижении, боясь возможности якорения при приземлении, отрезал фал с НАЗом и аппаратурой для регистрации физиологических функций «Микрон», которые, к сожалению, не удалось разыскать.



Проф. В.И.Яздовский
на пресс-конференции в МГУ
после полета Ю.А.Гагарина
(1961 г.)

После возвращения из космического полета Ю.А. Гагарин чувствовал себя хорошо. Никаких расстройств в состоянии его здоровья не отмечалось. Первый в истории человечества космический полет позволил сделать вывод огромного научного значения о возможности полетов человека в космос. Он показал, что человек может нормально переносить условия космического полета, выведения на орбиту и возвращения на Землю. Этим полетом было доказано, что человек может переносить невесомость, сохраняя работоспособность. В полете были получены чрезвычайно ценные данные о работе оборудования корабля и его систем.

Первый полет человека в космос открывал новую — космическую эру в истории человечества. Наступило время практического осуществления фантастических проектов, время создания внеземных научных станций, обсерваторий-поселений, космических полетов на Луну, Марс, Венеру и другие планеты Солнечной системы.

Полет первого космонавта Ю.А.Гагарина заложил основы для разработки комплексной системы медицинского обеспечения полетов на космических кораблях. Медицинское наблюдение за космонавтами было начато задолго до полетов. Для оценки состояния здоровья космонавтов после полетов были использованы: материалы многочисленных обследований в предстартовый период как в состоянии относительного покоя, так и при выполнении космонавтами различных тренировок на стендах, в полетах на самолетах, а также в специальных камерах и тренажерах; данные обследований на стартовой площадке в дни, предшествующие полетам, в дни запусков, результаты медицинских обследований в первые часы после приземления корабля и в дни последующих обследований в течение нескольких месяцев. Юрий Гагарин точно выполнял программу тренировок в условиях действия экстрараздражений, искусственно создаваемых помех. В сложной обстановке у него отмечались адекватные реакции. Его физическая и нервно-психическая устойчивость была оценена высоко. Положительная реакция на «новизну» обстановки и деятельности показала хорошую переносимость и выносливость к различным воздействиям, способность к активному отдыху и расслаблению даже в короткие паузы, которые можно было использовать для отдыха, и быстрое

включение в работу. Все это, а также беспредельное стремление к выполнению первого полета, высокий эмоциональный настрой позволяли ему рассчитывать на успешное выполнение полетного задания. Во время выведения корабля на орбиту и в условиях невесомости космонавт чувствовал себя хорошо. Спуск и приземление проходили благополучно. При выведении на орбиту и во время спуска он оценивал перегрузки, не выходящие за пределы тех, которые он испытывал во время тренировок на центрифуге. Первый врачебный осмотр был проведен через 3 часа после приземления. В этот период космонавт был несколько утомлен, однако хорошо ориентировался в обстановке, активно вступал в контакт с окружающими, давал автографы. Жалоб, кроме усталости, не предъявлял. Все обстоятельства полета воспроизводил точно, почерк его не отличался от обычного. Полет на самолете с места посадки до Куйбышева в течение 2 часов перенес хорошо. Весь последующий период обследования самочувствие и общее состояние Юрия Гагарина оставались хорошими, работоспособность сохранялась на высоком уровне. Основные результаты медицинских обследований космонавта в предстартовый период, во время пребывания на стартовой площадке в день полета, после его окончания и последующие 13 месяцев имели незначительный разброс значений, обычный для нормального здорового человека с нормальным ходом жизни и деятельности. Колебания массы тела космонавта в первые дни после полета не превышали 500 г. В последующие месяцы масса тела увеличилась с 68,5 кг до 71,1 кг. Не наблюдалось изменений окружности грудной клетки, периметров конечностей и мышечной силы. Температура тела составляла 36,3-36,7°C. Колебания жизненной емкости легких не выходили за пределы ошибки метода измерения. Частота сердечных сокращений в предстартовый период и на стартовой площадке перед запуском оставалась в диапазоне нормальных колебаний (60-70 ударов в минуту). За 5 минут до старта частота пульса значительно увеличилась, достигнув 110-133 ударов в минуту. После полета она была в пределах исходных величин. Подобные изменения отмечались и со стороны частоты дыхательных движений грудной клетки. Артериальное давление до и после полета не превышало 120/70-125/70 мм рт.ст. По данным электрокардиограммы как после вращения на центрифуге, так и после космического полета значительных изменений не было зарегистрировано. Клиническое обследование не выявило каких-либо изменений в деятельности сердечно-сосудистой системы и органов дыхания. Это нашло подтверждение при плетизмографическом исследовании периферического кровообращения. При этом тонус артериальных и венозных сосудов не был изменен. Отмечалось лишь некоторое повышение артериального давления за день до полета и преобладание вазоконстрикторных реакций на внешние раздражители после него. При исследовании высшей нервной системы, мочеполовых органов и брюшной полости после полета патологических и стойких функциональных изменений не было выявлено. Изменения основных физиологических функций, зарегистрированные после полета, не выходили за пределы обычных реакций на стресс-раздражители, применявшиеся при тренировках в наземных условиях. В связи с ожидавшимся длительным воздействием невесомости проводилось тщательное обследование состояния ЛОР-органов и функций вестибулярного анализатора. Во время полета и после него космонавт никаких неприятных ощущений вестибулярного характера не испытывал. Не вызывали их и резкие повороты головы в условиях невесомости. Движения рук были плавными, координация движений не нарушалась. Иллюзорных ощущений не было. При осмотре после полета, как и до него, выявлялась небольшая отечность слизистой носовой полости. Со стороны носоглотки, гортани и барабанных перепонок заметных нарушений не отмечалось. На аудиограммах изменений при сопоставлении с исходными данными также не было. Радиопереговоры вел хорошо, слышимость не снижалась. Отолитовые и вращательные реакции, а также защитные движения при специальных пробах оставались нормальными. Все пробы на координацию движений до и после полета не нарушались. Изменений функций глазодвигательных, зрительного и обонятельного нервов не наблюдалось. Следовательно, космический полет не оказал какого-либо неблагоприятного влияния на состояние органов чувств.

В периферической крови у Ю.А.Гагарина после полета в течение 13 месяцев патологических изменений не отмечалось, не выявлено признаков, указывающих на раздражение или угнетение функций кроветворных органов. По данным биохимических исследований, изменений метаболизма не было обнаружено. Клинические анализы мочи после полетов оставались без изменений. Биохимическое исследование мочи показало, что количество свободных и связанных оксикортикостероидов оставалось увеличенным и через 7-9 суток после полета. Интересны также результаты иммунологических исследований. После полета наблюдались выраженная активация

бактерицидных свойств кожи по отношению к кишечной палочке и некоторые изменения со стороны аутофлоры.

Судя по данным клинических обследований Ю.А.Гагарина, космический полет не вызвал в его организме каких-либо патологических изменений. Нестойкие и полностью обратимые функциональные изменения указывали на стрессовые и компенсаторные реакции организма. Отсутствие неблагоприятного влияния факторов космического полета на космонавта позволило начать подготовку следующего космического полета.



На берегу Черного моря.
Обсуждение программы предстоящего полета Г.С.Титова
(1961 г.)

Сергей Павлович Королев и другие технические руководители с самого начала считали, что следующий полет на корабле «Восток-2» должен быть односуточным. Руководители медико-биологического обеспечения полетов были против односуточного полета космонавта Г.С.Титова, мотивируя это тем, что при односуточном полете животных Белки и Стрелки собака Белка именно на 4-6-м витках вела себя крайне беспокойно, билась, старалась освободиться от привязных ремней, лаяла и у нее была рвота. С.П. Королев настаивал на односуточном полете корабля «Восток-2», объясняя это тем, что технические средства и схема посадки корабля после 4-8-виткового полета не отработаны. Следовало бы поработать и над схемой иной посадки. Да и для исследования влияния невесомости на организм человека данных одного одновиткового полета, конечно, мало. Несмотря на наши предупреждения, члены Государственной комиссии большинством голосов по настоянию технического руководителя приняли решение о проведении односуточного полета корабля «Восток-2».

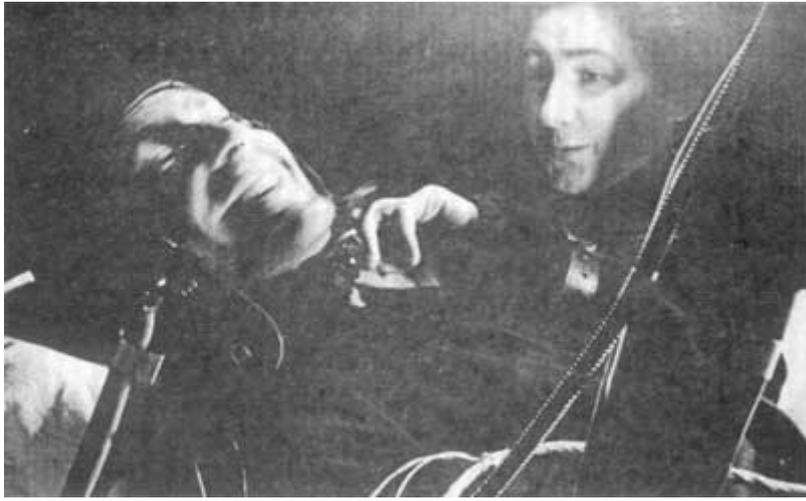


Г.С.Титов в период подготовки к тренировкам
(1961 г.)

Космонавт Г.С.Титов был хорошо физически и психологически подготовлен к выполнению очень сложного на тот период космического полета. Реакции его организма при суточном пребывании в макете кабины, в которой он должен совершить полет, были умеренными и указывали на высокую степень тренированности. Частота пульса колебалась в пределах 60-84 ударов в минуту, а частота дыхания составляла 16-18 в минуту. Показатели артериального давления, электрокардиограммы, электроэнцефалограммы и электромиограммы не выходили за пределы индивидуальной нормы. Вестибулярные пробы он выполнял четко и безошибочно. Перегрузки переносил хорошо. Перед полетом у Г.С.Титова специально исследовали нервно-психические особенности, адекватность реакций в условиях нагрузок, сохранение работоспособности при воздействии различных помех. Результаты наблюдений и разнообразных испытаний позволили сделать вывод о готовности космонавта к полету.

Особый интерес представляли физиологические исследования непосредственно перед стартом. 5 августа 1961 года, накануне полета, космонавт был спокоен, реакции его были адекватны обстановке. В зарегистрированных физиологических показателях не отмечалось каких-либо отклонений от обычных значений. Г.С.Титов спокойно провел ночь накануне старта: сон был глубоким, без сновидений. Космонавт проснулся вполне отдохнувшим, в хорошем и бодром настроении.

В период, непосредственно предшествовавший старту, Г.С.Титов выполнял многочисленные элементы предстартовой подготовки, действия его были точны и четки. В течение 4 часов предстартового периода частота сердечных сокращений возрастала от 70 до 120 ударов в минуту, что свидетельствовало о нарастающем эмоциональном напряжении. Частота дыхательных движений в это время колебалась от 12 до 30 в минуту. Интересно отметить, что динамика изменений частоты пульса и дыхания у Г.С.Титова была близка к изменениям тех же показателей в предстартовый период у Ю.А. Гагарина.



Г.С.Титов на центрифуге
(1961 г.)

После завершения предстартовых операций, в выполнении которых космонавт принимал активное участие, космический корабль-спутник «Восток-2» стартовал 6 августа 1961 года в 9 часов утра.

Перегрузки на активном участке соответствовали расчетным величинам. Шум и вибрации, сопровождавшие работу двигателей, не создавали дискомфортных условий. Барометрическое давление в кабине равнялось земному; температура, влажность и газовый состав атмосферы оставались такими же, как перед стартом. Учащение пульса и дыхания, отмеченное еще в предстартовый период, продолжалось в течение первой минуты полета, когда эти показатели достигли максимальной величины (130 и 20 в минуту соответственно). Амплитуда дыхательных движений возросла в два с половиной раза. Изменения показателей электрокардиограммы соответствовали увеличению частоты сердечных сокращений. Хотя перегрузки нарастали, частота сердечных сокращений после первой минуты активного участка полета стала снижаться и к моменту выведения корабля на орбиту составляла уже 110 ударов в минуту.

Активный участок полета Г.С.Титов перенес хорошо. Он поддерживал постоянную радиосвязь с пунктом управления полетом, своевременно и точно информировал Землю о работе агрегатов и систем корабля. Когда выключился двигатель последней ступени и корабль отделился от ракетно-носителя, наступило состояние невесомости. При переходе к такому состоянию у Г.С.Титова появились иллюзии перевернутого положения. Ему показалось, что приборная доска переместилась вверх, а он как бы совершал полет в положении вниз головой. Это ощущение сохранялось около минуты. Затем пространственная ориентировка восстановилась.

В условиях невесомости частота сердечных сокращений продолжала последовательно снижаться, достигнув через 6 часов полета в среднем 80 ударов в минуту, что немного превышало обычные значения этого показателя. Обращали на себя внимание колебания частоты сердцебиения (от 70 до 105 ударов в минуту). Частота дыхания существенно не менялась, однако примерно через 7 часов полета намечалась тенденция к урежению дыхательных движений до 12-15 в минуту. По данным электрокардиограммы каких-либо существенных сдвигов не отмечалось.

В период орбитального полета космонавт испытывал неприятные ощущения, которые он охарактеризовал как состояние, близкое к укачиванию. Эти ощущения выражались в легком головокружении и подравнивании. Они становились заметными при резких движениях головой и наблюдении за быстро перемещающимися предметами. С течением времени эти явления все более беспокоили космонавта, но не нарушали его работоспособность.

В строгом соответствии с программой он выполнял операции до ориентации и управлению кораблем, осуществлял четкую радиосвязь, проводил кино съемку и наблюдение, фиксировал в бортжурнале показания приборов, данные самонаблюдения, а также результаты выполненных

операций и физиологических проб. Некоторые из этих проб были рассчитаны на изучение координации движений в невесомости и исследование функционального состояния вестибулярного аппарата.

Весьма существенно то обстоятельство, что удовлетворение основных физиологических потребностей человека оказалось вполне возможным в условиях невесомости. Акт глотания не был нарушен и проходил так же, как и в условиях земной гравитации. Опорожнение мочевого пузыря не было затруднено. Космонавт спал, и, хотя сон не был все время глубоким, продолжительность его не отличалась от обычной. Во время сна частота сердечных сокращений снизилась до 56-64 ударов в минуту. После отдыха самочувствие космонавта несколько улучшилось, а во время спуска с орбиты головокружение и подташнивание полностью прошли.

В течение полета в кабине поддерживались гигиенические условия, близкие к комфортным: температура воздуха не превышала 22°C, влажность составляла 54-75%, барометрическое давление держалось на уровне 760 мм рт.ст. Концентрация углекислого газа не поднималась выше 0,4%, а кислорода колебалась в пределах 24-27%. Неприятных теплоощущений космонавт не испытывал, а незначительные колебания газового состава воздуха кабины не могли сказаться на его ощущениях или явиться источником заметных отклонений регистрируемых физиологических функций.

После завершения 17-го витка вокруг Земли был включен тормозной двигатель и начался спуск космического корабля с орбиты. Во время торможения у Г.С.Титова возникли значительные перегрузки, вызвавшие появление «серой пелены» в глазах. Это отмечалось иногда и при имитации аналогичной перегрузки на центрифуге. Субъективно участок торможения космонавт перенес удовлетворительно, данные регистрации физиологических функций принципиально не отличались от показателей, полученных на центрифуге.

После полета космонавт прошел всестороннее медицинское обследование, во время которого не было обнаружено каких-либо изменений в состоянии его здоровья.

Анализ объективных материалов, полученных во время полета, и сопоставление их с данными субъективной оценки космонавтом своего состояния свидетельствуют о том, что условия относительно продолжительного космического полета не нарушают работоспособность, что специально подготовленному и тренированному человеку можно доверить выполнение сложных и ответственных операций по управлению космическим кораблем и его агрегатами и по проведению исследований и наблюдений. Очень важно то обстоятельство, что суточный цикл жизни, включающий активную деятельность, отдых и сон, прием пищи и отправление естественных надобностей, в условиях космического полета существенно не нарушается. При этом не отмечается каких-либо нарушений в функционировании основных физиологических систем. Эти факты свидетельствуют о принципиальной возможности жизни в условиях невесомости.

Определенное беспокойство вызывал симптомокомплекс укачивания, развившийся у Г.С.Титова во время полета. Пока мы еще не располагаем достаточно достоверными данными, раскрывающими механизмы возникновения этих расстройств. На основании некоторых теоретических соображений можно предположить, что в условиях невесомости при отсутствии гравитационных и зрительных пространственных ориентиров создаются предпосылки для появления иллюзорных представлений о положении тела в пространстве, а это, в свою очередь, приводит к головокружению и тошноте. Возможно также, что при невесомости повышается чувствительность вестибулярного аппарата к ускорениям, которые в обычных условиях никаких ощущений не вызывают. Не исключено, что причиной укачивания были и индивидуальные особенности космонавта. Вот как описывал свой полет Г.С.Титов:

«Программа полета предписывала: С 18 часов 30 минут 6 августа до 2 часов 7 августа надлежит спать. Раз так, то в кабине должно быть тихо. Двусторонняя радиосвязь со мной временно прекращалась. Радиотелеметрический контроль за работой аппаратуры корабля-спутника,

аппаратуры обеспечения жизнедеятельности космонавта продолжался, хотя динамики в кабине были выключены.

Для меня понятие «ночь — день» в какой-то степени сместилось, ведь уж столько утренних зорь и вечерних закатов я встретил и проводил.

Есть еще одно обстоятельство, которое свидетельствовало о том, что отдых необходим. Речь идет о некоторых явлениях, довольно неприятных, связанных с состоянием невесомости. Очевидно, это оно, длительное состояние невесомости — ведь уже почти девять часов я висел в кабине корабля «Восток-2» — вызвало некоторые изменения в моем вестибулярном аппарате. Временами бывало так, что я чувствовал себя неважно. Возникали неприятные ощущения.

Двенадцать часов. Прошло ровно три часа, как «Восток-2» оторвался от Земли. Выполняю очередные задания.

12.30. Обед. Так значилось в моем почасовом расписании. Особого аппетита у меня не было. Сказывались, очевидно, волнения перед стартом, необычное состояние невесомости.

К моим услугам тубы с космической пищей. Самая, так сказать, простейшая сервировка. Ни тарелок, ни ложек, ни ножей, ни вилок, ни салфеток. Протягиваю руку к контейнеру с пищей, беру первую тубу — первое блюдо. Ее вес на Земле определен очень точно: 150 граммов. Это суп-пюре, концентрат. Выдавливаю этот концентрат прямо в рот, как зубную пасту.

Суп полагается есть с хлебом. Даже в космосе. Беру кусочек хлеба, откусываю небольшую порцию, разжевываю, глотаю. Потом еще порцию супа, еще кусочек хлеба.

На второе — мясной и печеночный паштет, тоже в тубе. Третье — сладкое. Это черносмородиновый сок. Из тубы он выходит свободно, даже несколько капель пролилось, то есть повисло прямо перед глазами. Они неподвижно застыли в воздухе, точно чудесные бусинки, отсвечивая темно-вишневым цветом. Пришлось подобрать их пробкой и отправить по назначению.

Вообще-то поесть в космическом корабле, в условиях невесомости, — довольно сложно. Приведу такие примеры. Допустим, вы хотите пить. Берете стакан, пытаетесь налить воды из термоса. Вода не выливается, хотя вы термос опрокинули горлышком вниз. Почему не льется вода? Ответ простой: она невесома. Достаточно ударить по дну термоса — и вода выльется, то есть выйдет из сосуда и поплывет по воздуху, свернувшись в шар.

Предположим, вы все же наполнили водой стакан, который держите в руке. Опустите его вниз, и вода, ничем не связанная со стаканом, останется висеть в воздухе на том же уровне, где ранее находился стакан. Подуйте на нее — и она поплывет блестящим шаром.

В основном сон протекает нормально. В полете уснул, но ненадолго. Очнулся от странного непривычного ощущения. Подсознательно понял, что тело находится в какой-то неудобной позе; мои руки сами собой приподнялись и, лишенные веса, висели в воздухе. Пришлось их засунуть под ремни. Так удобнее.

Взглянул на световое табло. Оно показывало, что корабль совершает восьмой виток.

Крепкий сон пришел не сразу. На короткие мгновения просыпался на десятом и одиннадцатом витках, смотрел на световое табло и вновь засыпал. Потом, как говорят, вошел во вкус и уснул крепко.

В состоянии невесомости спать нелегко. Переворачиваться с боку на бок, менять положение рук, ног, головы незачем: ни руки, ни ноги не затекают.

Словом, спалось легко, хорошо. Проснулся и первым делом глянул на часы. Стрелка показывала 2 часа 35 минут. Проспал! Вот досада! Ведь на Земле могут подумать о каком-нибудь неблагополучии, могут всерьез беспокоиться.

Полет еще продолжался, и предстоял один из сложных его этапов — снижение и посадка. Мое внимание к полету не ослабевало ни на минуту. Во время семнадцатого витка в наушниках раздался знакомый голос Главного конструктора:

— «Орел»! Готовы ли к посадке? Незамедлительно отвечаю:

— Готов!

И вот в ходе 17-го витка в соответствии с программой полета была включена автоматика, обеспечивающая спуск и приземление корабля в заданном районе. Так же, как и в предыдущем, в этом полете использовалась полностью автоматизированная система ориентации, включения тормозного двигателя, управления и спуска. Однако при необходимости я мог совершить посадку корабля самостоятельно.

Корабль был сориентирован, включился тормозной двигатель, и «Восток-2» перешел на траекторию спуска. Перед спуском я не закрыл шторки иллюминатора и с интересом наблюдал яркое свечение воздуха, обтекающего корабль при входе в плотные слои атмосферы, изменение цветов этого свечения по мере уменьшения скорости и высоты.

Сам по себе спуск космического корабля с орбиты, прохождение его через плотные слои атмосферы и посадка — дело весьма сложное, требующее совершенства и четкости действий.

По опыту полета Юрия Гагарина было известно, что когда корабль на огромной скорости входит в верхние слои атмосферы, происходит аэродинамический нагрев обшивки, а воздух светится. Создается впечатление, что огромные языки пламени мечутся вокруг, лижут обшивку корабля, грозя его уничтожить.

— Действуйте по программе, и все будет хорошо, — еще раз сказал Главный конструктор.

— Есть действовать, как учили, — ответил я полушутя.

«Восток-2» вошел в плотные слои атмосферы. Тормозной двигатель значительно уменьшил скорость, уменьшилась также и высота. И тут произошел неощутимый и почти незаметный переход от состояния невесомости к обычному, земному. В какой-то момент я почувствовал, что для поднятия руки надо затратить определенное усилие, что плотно сижу в кресле.

Сомнений нет, с невесомостью покончено. Стали нарастать перегрузки торможения.

За иллюминаторами сгущается розовый свет, бушующий вокруг корабля, становится пурпурным, затем багровым. Это значит, что теплозащитная оболочка корабля накалилась, вызвав яркое свечение воздуха. Да, там, снаружи, многотысячеградусная жара, а здесь, в кабине, термометр спокойно стоит на 22 градусах Цельсия.

Пламя снаружи бушует и неистовствует все сильнее и сильнее. Красиво, но, прямо скажем, и жутковато. Ведь даже жаропрочные стекла иллюминаторов начинают желтеть. Но знаю: тепловая защита надежна, она многократно проверена в подобных условиях.

Перегрузки растут сильнее. Скоро они должны уменьшиться. И действительно, через некоторое время становится легче дышать, двигаться, а вскоре и совсем стало легко. Свечение воздуха также исчезло.

Следующий этап полета — приземление. Это также ответственный этап, хотя бы потому, что он заключительный».

Космонавт Г.С.Титов за полет потерял 1800 г массы тела. Температура тела повысилась до 37,6°C. Через 1 час 37 минут после приземления частота пульса составляла 128 ударов в минуту, частота дыхания — 22 в минуту. Через 9 часов 27 минут эти показатели пришли в норму.

Биохимические исследования крови подтвердили высказанное предположение о сгущении крови, поскольку общее количество белковых фракций крови оставалось увеличенным еще в течение 45 часов после полета. Биохимические исследования мочи выявили после полета повышенную активность функции коры надпочечников и печени (увеличение содержания оксикортикостероидов), умеренные и обратимые изменения метаболизма дезоксирибонуклеиновых кислот, что, видимо, связано с повышенной утилизацией этих веществ в организме в период приспособления к новым условиям. При исследовании иммунологической реактивности космонавта после полета было установлено, что бактерицидные свойства кожи по отношению к кишечной палочке хорошо сохранены. Антимикробная функция слюны была выраженной. Длительный космический полет оказался сильной нагрузкой на организм человека. Основным «ответом» организма была стресс-реакция. Неблагоприятными реакциями в полете были вестибулосенсорные и вестибуловегетативные сдвиги, связанные с невесомостью.

Результаты медицинских обследований космонавта Г.С.Титова показали необходимость дальнейшего совершенствования системы медицинского отбора, подготовки и тренировки космонавтов с целью предотвращения возникновения вегетативных и сенсорных расстройств при полетах в невесомости.

В процессе выполнения полетного задания Г.С.Титов убедился, что резкие повороты и наклоны головы провоцируют неприятные ощущения (головокружение и ощущение плавания предметов). Это указывало на повышенную вестибулярную реакцию космонавта. Начиная с 4-го витка появилось чувство тяжести в голове и давления в области надбровных дуг, а также неприятное ощущение в глазных яблоках при их движении (особенно в крайних отведениях). Выполнение пробы с поворотом головы при вытянутых руках вызывало головокружение и ощущение плавания предметов. При визуальном контроле за положением рук после вращения головой космонавт отметил заметное отклонение рук: при повороте головы вправо правая рука отклонилась вниз и направо, а левая — вверх и налево.

Невесомость не помешала космонавту принимать пищу, пользоваться ассенизационным устройством и даже спать. Правда, сон, особенно в начале, был несколько беспокойным, а аппетит пониженным. Можно полагать, что ухудшение аппетита и наблюдавшиеся у космонавта неприятные ощущения были обусловлены раздражением вестибулярного аппарата под влиянием невесомости. Важно отметить, что указанные признаки изменений со стороны вестибулярного аппарата почти полностью проходили, как только космонавт принимал исходную собранную позу и переставал делать резкие движения головой. В значительной степени эти явления уменьшились после сна и полностью исчезли после включения тормозной системы корабля, т.е. с момента начала действия перегрузок.

Все системы жизнеобеспечения корабля «Восток-2» работали хорошо, никаких нарушений состава газовой среды и теплового режима в кабине корабля не было. Температуру в кабине космонавт регулировал самостоятельно в соответствии со своими теплоощущениями.

Приземление прошло успешно. Субъективные ощущения, испытанные Г.С.Титовым во время действия перегрузок при возвращении на Землю, были в тех же пределах, что и при тренировках на центрифуге, однако переносил он эти перегрузки несколько хуже, чем при тренировках. Через некоторое время после приземления космонавт чувствовал общую усталость. Никаких патологических изменений в состоянии здоровья Г.С.Титова не было зарегистрировано.

Таким образом, самым важным итогом полета Г.С.Титова на корабле «Восток-2» было получение доказательств сохранения работоспособности на достаточно высоком уровне в течение всего 25-часового пребывания человека в космосе. Научная программа полета корабля «Восток-2» была выполнена полностью.

Впервые в истории человечества были получены научные данные о влиянии невесомости на состояние организма человека в условиях суточного цикла жизни в космическом полете, о сохранении работоспособности космонавта на уровне, обеспечивающем выполнение сложного полетного задания. Положительно была оценена работа всех систем жизнеобеспечения на корабле и индивидуальных средств обеспечения безопасности космического полета. Полет Г.С.Титова разрешил многие сомнения, но поставил перед космической физиологией и космической медициной новые вопросы.

После полетов Ю.А.Гагарина и Г.С.Титова советскими учеными и конструкторами была проведена большая исследовательская работа, направленная на повышение физиологической устойчивости человека к действию факторов космического полета и некоторое улучшение условий для более длительного пребывания человека в кабине космического корабля.

Помимо общеизвестных методов обследования применялись специально разработанные методики с целью: а) выявления резервных возможностей человека при воздействии факторов космического полета; б) определения особенностей физиологического воздействия анализаторов, играющих немаловажную роль в формировании у человека пространственных представлений (к таким анализаторам относятся зрительный, двигательный, вестибулярный, кожный и др.).

Понятие здоровья человека еще не характеризует его устойчивость к действию факторов внешней среды, возможность приспособления к ним и подавления неблагоприятных реакций с помощью различных внутренних механизмов. Некоторые вестибулярные пробы, используемые для определения годности к летной службе, оказываются малоинформативными для оценки переносимости человеком длительных вращений, перегрузок или различных комбинаций вестибулярных раздражений. Вместе с тем человек может до некоторой степени подавлять вегетативные реакции, возникающие при вестибулярных раздражениях, усилием воли, с помощью мышечных напряжений и т.д. Отсюда возникла необходимость исследований закономерностей взаимного влияния органов чувств с тем, чтобы определить условия, которые либо растормаживают, либо подавляют реакции каждого анализатора в отдельности. Выявленные закономерности помогли рекомендовать приемы затормаживания неблагоприятных реакций в полете.

В целом проведенные исследования дали возможность разделить людей на группы с точки зрения их индивидуальных особенностей, определяющих характер реакций в ответ на разнообразные внешние воздействия. Для космических полетов отбираются лица, наиболее стойкие по всем показателям, выносливые к длительным раздражениям и относительно быстро к ним приспособляющиеся.

Важным направлением в системе отбора космонавтов является психологическое изучение каждого космонавта, выявление эмоционально устойчивых лиц, обладающих быстрой реакцией, хорошей памятью, вниманием, способных в короткие сроки вырабатывать целенаправленные координированные движения.

Вместе с тем следует отметить, что индивидуальные особенности человека нестабильны: встречаются отклонения от общепризнанных условных понятий нормы, может повышаться устойчивость организма к внешним воздействиям в довольно широких пределах. Это достигается путем соответствующей подготовки. Такая подготовка является одной из главных задач космической медицины и подразумевает разработку мероприятий, направленных на повышение устойчивости человека к факторам космического полета.

У Г.С.Титова в полете наблюдались некоторые вегетативные расстройства. Это заставило нас еще раз пересмотреть программу отбора и подготовки космонавтов в сторону ее усложнения, поскольку в

условиях невесомости могут иметь место нарушения скоординированности функционального взаимодействия всех органов чувств человека при доминирующей роли вестибулярного аппарата. В разработке дополнительных тестов и методов отбора и подготовки космонавтов большое значение имели исследования, проведенные известными учеными Михаилом Емельяновым, Евгением Югановым, Эдуардом Лапаевым, Юрием Крыловым и др. Благодаря работам этих замечательных ученых удалось значительно повысить физиологическую устойчивость космонавтов к перегрузкам и невесомости.

Тщательный анализ указанных явлений позволил высказать предположение, что наряду с индивидуальными особенностями космонавта, определяющими его реакции в условиях воздействия факторов космического полета, немалую роль играет слаженная физиологическая система анализаторов пространства (вестибулярного, зрительного, двигательного и др.). Было выявлено, что в условиях невесомости возможны нарушения взаимодействия перечисленных анализаторов и изменения порогов чувствительности вестибулярного аппарата. В результате длительное воздействие даже незначительных по силе вестибулярных раздражителей, в частности ускорений Кориолиса, вызывает симптомы, напоминающие болезнь укачивания.

После обсуждения результатов космических полетов космонавтов Ю.А.Гагарина и Г.С.Титова на государственном и научном уровнях было принято решение осуществить первый групповой космический полет кораблей «Восток-3» и «Восток-4» продолжительностью по трое суток.

Отмеченные физиологические сдвиги вестибуловегетативного и вестибулосенсорного плана у космонавта корабля «Восток-2» явились основанием для более тщательного отбора космонавтов с использованием специально разработанных методов исследования вестибулярных реакций, позволяющих определять особенности функционирования вестибулярного аппарата в условиях взаимодействия с двигательным и зрительным анализаторами, а также для разработки методов тренировки вестибулярного и двигательного анализаторов. К концу подготовки космонавтов для полета на кораблях «Восток-3 и -4» выяснилось, что устойчивость вестибулярного аппарата к прямолинейным, угловым, кориолисовым ускорениям и их комбинированным воздействиям оказалась повышенной по сравнению с исходными данными в несколько раз.

С целью постоянного и более полного контроля за состоянием космонавтов и условиями в кабинах космических кораблей был значительно увеличен объем научной информации с борта космического корабля. Наиболее важными научными задачами медико-биологических исследований в ходе полетов космических кораблей «Восток-3» и «Восток-4» являлись определение и изучение:

- состояния основных физиологических функций человека в длительном космическом полете;
- особенностей течения суточной периодики физиологических процессов в условиях длительного орбитального полета вокруг Земли;
- работоспособности космонавтов на различных участках полета космических кораблей;
- эффективности доработанных методов отбора и тренировки космонавтов к космическим полетам;
- эффективности работы систем жизнеобеспечения и безопасности в полете.

Состояние и работоспособность космонавтов в полете определяли, используя следующие методы:

- биотелеметрическую информацию, характеризующую состояние основных физиологических систем организма (нервной, сердечно-сосудистой, дыхательной и др.);
- телевизионное наблюдение за космонавтами, позволяющее составить представление о поведении, двигательной активности, координации движений, позе и т.д.;

— радиообмен по каналам связи корабля с Землей, на основании которого можно вынести заключение о работоспособности, особенностях речеобразования, точности выполнения отдельных рабочих операций;

— оценку объема и качества выполнения полетного задания по всем его многочисленным и разнообразным по характеру элементам (рабочим операциям, регулированию среды кабины, режиму работы и отдыха, приему пищи и т.д.).

В августе 1962 года отмечалась повышенная солнечная активность, наблюдалось увеличение хромосферных вспышек на Солнце. Зондирование стратосферы в полярных зонах нашей страны показало значительное ухудшение радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве. Кроме этого, США произвели запуск и взрыв ядерной установки проекта «Аргус» в космическом пространстве. В околоземном космическом пространстве создан искусственный радиационный пояс. Значительное ухудшение радиационной обстановки в стратосфере вынудило нас отложить на 7 суток запуск кораблей «Восток-3» и «Восток-4». Корабль «Восток-3» с космонавтом А.Г.Николаевым стартовал 11 августа 1962 года в 11 часов 30 минут. Корабль преодолел расстояние более 2 млн. 600 тыс. км, 64 раза облетел вокруг Земли, продолжительность этого полета составила почти 95 часов. Полет корабля «Восток-4» с космонавтом П.Р.Поповичем был начат 12 августа 1962 года в 11 часов 02 мин. Он пролетел около 2 млн. км и обогнул Землю более 48 раз, пробыв в полете 70 часов 57 мин. Космонавты практически одновременно приземлились в районе южнее Караганды 15 августа 1962 года. В течение примерно 71 часа летчики-космонавты совершали совместный полет, пройдя путь, почти в три раза превышающий расстояние от Земли до Луны.



А.Г.Николаев в сурдокамере на тренировке
(1962 г.)

Программа полета предусматривала выведение кораблей на орбиту с интервалами в одни сутки. Время старта второго корабля устанавливалось с учетом фактических параметров орбиты первого корабля так, чтобы после выведения второй корабль оказался на орбите в непосредственной близости от первого. В случае плохого самочувствия космонавта или отклонений в работе

аппаратуры кораблей предусматривалась возможность в любой период полета совершить досрочную посадку с использованием автоматики или ручного управления по желанию космонавта. Осуществление группового полета потребовало решения некоторых новых технических и организационных задач, в том числе организации и подготовки службы поиска и эвакуации космонавтов в случае приземления в нерасчетном районе. Космонавт А.Г.Николаев на 3-и сутки полета попросил разрешения продолжать полет на 4-е сутки. Учитывая хорошую переносимость условий полета, особенно невесомости, и четкое выполнение всего полетного задания, Государственной комиссией было принято решение продлить полет А.Г.Николаева еще на одни сутки с переходом на рацион питания в 1500 ккал, то есть вдвое меньше, чем полагалось по штатному рациону (около 3000 ккал).

Для ведения радиопереговоров между наземными станциями и кораблями «Восток-3 и -4» был специально разработан закрытый код переговоров, кстати сказать, бесполезный и усложнявший работу и переговоры. Если по этому коду космонавт сообщал на Землю, что он видит грозу, молнию, это означало, что у него открылась неукротимая рвота и наземным службам необходимо принимать срочные меры к возврату корабля на Землю и спасению космонавта. В полете корабля «Восток-4» с космонавтом П.Р.Поповичем случился следующий казус. П.Р.Попович на 3-й сутки полета в радиопереговорах с наземной службой сообщил по коду, что видит в полете грозу, молнию. Этим сообщением Попович вызвал переполох в ЦУПе. Решено было запросить борт корабля «Восток-4» открытым текстом: какую грозу видит космонавт Попович в полете. Попович, поняв свою ошибку, быстро сообщил в ЦУП по радио, что он видит метеорологическую грозу. Этим он развеял все наши сомнения, подготовительные мероприятия были отменены. Полет корабля «Восток-4» продолжался. П.Р.Попович запросил руководство полетов разрешения на продолжение полета на одни сутки сверх запланированных трех суток полета. Взвесив все обстоятельства хода полета, Государственная комиссия решила не продолжать полет и осуществить посадку корабля «Восток-4» по штатной программе полета. Корабль «Восток-4» приземлился 15 августа 1962 года, т.е. в тот же день, что и корабль «Восток-3».

В предстартовый период состояние и самочувствие космонавтов было отличным. Утром в день старта были проведены последние фоновые записи физиологических функций. За 4 часа до старта у А.Г.Николаева частота пульса была 72 удара в минуту, частота дыхания — 11 в минуту, у П.Р.Поповича — 80 и 15 в минуту соответственно. В дальнейшем в связи с предшествовавшим старту эмоциональным напряжением у обоих космонавтов, как в свое время у Ю.А.Гагарина и Г.С.Титова, было отмечено постепенное учащение пульса. За 1 час до старта у А.Г. Николаева частота пульса достигала 88 ударов в минуту, у П.Р.Поповича — 100 ударов в минуту, за 5 минут до старта у А.Г.Николаева — 115 ударов в минуту, у П.Р.Поповича — 110 ударов в минуту.

Выведение корабля на орбиту оба космонавта перенесли хорошо. На активном участке полета частота пульса у А.Г.Николаева достигала 120 ударов в минуту, у П.Р.Поповича — 130 ударов в минуту. В условиях невесомости самочувствие космонавтов было хорошим. У А.Г.Николаева частота пульса возвращалась к исходным нормальным значениям через 10 — 12 часов полета, у П.Р.Поповича — через 6 часов.

Рацион питания А.Г.Николаева и П.Р.Поповича состоял из натуральных продуктов с учетом вкусов космонавтов. В состав рациона входили различные сэндвичи, мясные продукты, пирожки, фрукты, упакованные в пакеты, а также полноценные пищевые продукты и готовые блюда в жидком и пюреобразном состоянии, герметически упакованные в алюминиевые тубы. Пищевые продукты для космонавтов изготавливались со строгим соблюдением санитарно-гигиенических требований, а специальная обработка позволила значительно увеличить срок их хранения. При этом сохранялись вкусовые свойства.

Суточный рацион, рассчитанный на 4-разовое питание, был насыщен витаминами и складывался из первого и второго завтраков, обеда и ужина. Дневные перерывы между приемами пищи составляли 4-5 часов. Примерная энергетическая ценность каждого приема пищи была следующей: первый

завтрак — 730-740 ккал, второй завтрак — 720-730 ккал, обед — 770-780 ккал, ужин — 470-480 ккал (всего 2690-2730 ккал).



Космонавты Ю.А.Гагарин, А.Г.Николаев,
П.Р.Попович, Г.С.Титов после полетов
(1962 г.)

Для обеспечения космонавтов водой был сконструирован специальный резервуар из полиэтилена, что дало возможность свободно принимать воду в условиях невесомости. Консервирующие вещества, прибавляемые к воде, делали ее приятной на вкус на всем протяжении полета.

Космонавты в полете нормально пользовались специальным ассенизационным устройством; состояние невесомости этому не препятствовало.

В течение полета самочувствие космонавтов оставалось хорошим. Ни у одного из космонавтов не было обнаружено также нарушений электроэнцефалограммы и кожно-гальванических реакций. Отличное выполнение полетного задания свидетельствовало о высоком уровне их работоспособности. А.Г.Николаев и П.Р.Попович выполняли все задания строго в соответствии с программой полета. Они отсоединялись от подвесной системы и свободно плавали по кабине, координация движений и ориентировка при этом не нарушались.

Во время полета системы космических кораблей работали хорошо. Гигиенические параметры в кабине корабля поддерживались на заданном уровне. Перед началом спуска у обоих космонавтов отмечалось небольшое учащение пульса и дыхания. Спуск они перенесли хорошо. Приземление было удачным: травм или ушибов не было. Через час после приземления частота пульса у А.Г. Николаева составляла 96-104 удара в минуту, у П.Поповича — 85 ударов в минуту при частоте дыхания 14 и 16 в минуту соответственно. Послеполетное медицинское обследование космонавтов не выявило у них каких-либо отклонений.

В космическом полете А.Г.Николаева и П.Р.Поповича был получен большой объем радиотелеметрической информации, после изучения которой появились новые научные данные, необходимые для обеспечения более длительных космических полетов. Анализ медико-биологических данных позволил сделать следующее заключение.

Пребывание в невесомости в течение почти 100 часов не вызвало у космонавтов заметных изменений суточной периодики физиологических процессов. Общее состояние и основные физиологические функции космонавтов в течение всего полета не выходили за пределы нормы. Была доказана возможность выполнения рабочих операций в условиях длительного нефиксированного положения и свободного перемещения космонавтов в кабине космических кораблей при невесомости. Принятые методы подготовки космонавтов оправдали себя. Системы жизнеобеспечения и индивидуальные средства снаряжения обеспечили поддержание в кабинах космических кораблей оптимальных

условий для жизнедеятельности космонавтов. Было высказано предположение, что космонавты смогут перенести полеты длительностью несколько сотен часов.

Полученные данные позволили более целенаправленно проводить экспериментальные медико-биологические исследования при будущих полетах в космическое пространство.



Пресс-конференция в АН СССР
после полета А.Г.Николаева и П.Р.Поповича
(1962 г.)

В период подготовки и проведения полетов кораблей «Восток-3» и «Восток-4» проводился отбор и подготовка женщин-космонавтов. Были отобраны следующие кандидаты в космонавты:

1. Пономарева Валентина Леонидовна, имела два высших образования: инженер-летчица и инженер-экономист.
2. Соловьева Ирина Баяновна, высшее образование, парашютистка.
3. Сергейчик Жанна Дмитриевна, высшее образование, парашютистка.
4. Кузнецова Татьяна Дмитриевна, высшее образование, парашютистка.
5. Терешкова Валентина Владимировна, ткачиха Ярославской мануфактуры, парашютистка.

При проведении тренировок женщин — кандидатов в космонавты на снарядах, стендах и в полете на самолетах было выявлено, что у женщин в определенный период месячного жизненного цикла резко снижается физиологическая устойчивость к действию экстремальных факторов космического полета. Была проведена серия медицинских, физиологических исследований состояния женского организма в разные периоды месячного цикла и его устойчивости к действию экстремальных факторов. Из Сухумского питомника обезьян (Института экспериментальной патологии и терапии АМН СССР) в Москву в ИАКМ доставляли обезьян-самок. После выполнения большой серии экспериментов с вращением обезьян на центрифуге и анализа полученных данных было выявлено, что женский организм менее всего устойчив к действию экстремальных факторов среды (ускорений) на 14-18-е сутки месячного цикла, что соответствует периоду овуляции. Из этого следует, что старт космического корабля и спуск в этот период для женщин нежелателен. После выполнения программы подготовки и тренировки отобранных женщин — кандидатов в космонавты было проведено их полное медицинское и физиологическое обследование. По результатам медицинского обследования и теоретической подготовленности женщин — кандидатов в космонавты была определена следующая последовательность допуска к космическому полету:

1. Пономарева Валентина

2. Соловьева Ирина
3. Кузнецова Татьяна
4. Сергейчик Жанна
5. Терешкова Валентина.

При вмешательстве Никиты Сергеевича Хрущева и молчаливом согласии Сергея Павловича Королева, Мстислава Всеволодовича Келдыша и Николая Петровича Каманина, вопреки заключению врачебной комиссии, космонавтом № 1 среди женщин была определена Валентина Терешкова. Решающую роль при этом сыграло социальное происхождение В.Терешковой. Это, конечно, был не лучший вариант отбора.

14 июня 1963 года начался полет космического корабля-спутника «Восток-5», пилотируемого космонавтом Валерием Быковским. 16 июня 1963 года на орбиту был выведен корабль-спутник «Восток-6», пилотируемый женщиной-космонавтом Валентиной Терешковой. Полет Валерия Быковского продолжался 119 часов. За это время корабль преодолел расстояние более 3 млн. 300 тыс. км. Полет Валентины Терешковой продолжался почти 71 час, корабль совершил 48 оборотов вокруг Земли и пролетел за это время около 2 млн. км.



М.В.Келдыш и В.И.Яздовский
перед.пресс-конференцией в МГУ
(1962 г.)

Осуществление длительных космических полетов Валерия Быковского и Валентины Терешковой потребовало разработки и решения серьезных медико-биологических проблем. Этим полетам предшествовала большая исследовательская работа по изысканию более совершенных методов регистрации физиологических функций человека в длительном полете и улучшению условий пребывания человека в кабине космического корабля (гигиенических условий, питания, водообеспечения и др.). Естественно, подготовка к полету женщины потребовала проведения

научных исследований, обусловленных анатомо-физиологическими особенностями женского организма. В частности, была разработана новая система фиксации ряда датчиков для регистрации дыхания и сердечной деятельности.

Основными научными задачами медико-биологических исследований при полете космонавтов В.Быковского и В.Терешковой на космических кораблях «Восток-5» и «Восток-6» являлись:

- дальнейшее изучение длительного влияния факторов космического полета на человеческий организм;
- изучение психофизиологических возможностей и работоспособности человека в условиях длительной невесомости в сочетании с другими факторами полета;
- исследование особенностей реакций организма женщины на воздействие условий космического полета;
- дальнейшее изучение суточной периодики физиологических процессов человека в космическом полете;
- изучение эффективности усовершенствованных методов отбора и специальной подготовки космонавтов;
- изучение работы системы медико-биологического контроля за состоянием космонавтов и микроклиматом в кабине корабля;
- изучение эффективности работы систем жизнеобеспечения и средств безопасности в космическом полете.

Выполнению этих задач способствовали специально разработанные приемы телевидения в сочетании с радиотелефонными переговорами, которые до известной степени восполнили пространственный и временной разрыв, существовавший ранее между врачом на Земле и экипажем космического корабля. Тщательная методическая подготовка, высокий уровень технического оснащения позволили получить ценную научную информацию по всем каналам телеметрии и системам.

В орбитальном полете космонавт В.Ф.Быковский выполнил весь объем полетного задания и научных исследований. Он четыре раза (на 18, 34, 50-м и 66-м витках) освобождался от привязной системы и свободно плавал в кабине, выполняя необходимый объем работы. В невесомости он производил резкие движения и перемещения (в вестибулярных пробах) и не отмечал никаких неприятных ощущений. Нарушений в функции зрительного анализатора он также не отмечал. В течение всего полета у него сохранялся хороший аппетит и сон. Физиологические отправления не встречали затруднений. Состояние здоровья В.Ф.Быковского в течение всего полета было хорошим, работоспособность сохранялась на достаточно высоком уровне.



На пресс-конференции после полета А.Г.Николаева и П.Р.Поповича.
На снимке слева направо: к.т.н. М.Г.Крошкин, академик М.Д.Миллионщиков,
академик Н.М.Сисакян, Г.С.Титов, А.Г.Николаев, академик М.В.Келдыш,
П.Р.Попович, академик В.В.Парин, Ю.А.Гагарин, профессор В.И.Яздовский
(1962 г.)

Орбитальный полет В.В.Терешковой планировался на трое суток. В.В.Терешкова, по данным телеметрии и телевизионного контроля, перенесла полет в основном удовлетворительно. Переговоры с наземными станциями связи велись вяло. Она резко ограничивала свои движения. Сидела почти неподвижно. У нее явно отмечались сдвиги в состоянии здоровья вегетативного характера. Часть заданий и работы по кораблю она не выполняла, что заставило технического руководителя полета С.П.Королева обязать Б.В.Раушенбаха провести дополнительный инструктаж В.В.Терешковой по работам, связанным с системами корабля. Ухудшение состояния В.В.Терешковой и снижение ее работоспособности было связано с неблагоприятным действием невесомости. На мое предложение взять из аптечки одну таблетку мепробомата (успокаивающего средства) и принять ее В.В.Терешкова ответила отказом и заявила: «Доктор, не беспокойтесь, я задание выполню». Сергей Павлович Королев, видя телевизионное изображение В.В.Терешковой, сидящей неподвижно и не полностью выполняющей задания, потребовал от Государственной комиссии прекратить полет и начать спуск корабля «Восток-6» на Землю. Председатель Государственной комиссии Л.В.Смирнов ответил, что вопрос о прекращении полета по медицинским показаниям есть прерогатива руководителя медицинской программы. Я, взвесив все за и против, принял решение просить Государственную комиссию продолжать полет. Таким образом, я взял на себя всю полноту ответственности за космический полет В.В.Терешковой продолжительностью трое суток. На реплику Сергея Павловича о качестве отбора и подготовки космонавтов я ответил, что мы сейчас пожинаем плоды вмешательства С.П.Королева, М.В.Келдыша и Н.П.Каманина в дела, в которых они не компетентны.

Полет продолжался, состояние В.В.Терешковой и ее работоспособность не улучшались. После сна эмоциональное напряжение несколько снижалось и очень незначительно улучшалась работоспособность В.В.Терешковой. Частота пульса у нее колебалась от 58 до 84 ударов в минуту. Значительные колебания частоты сердечных сокращений отмечались в пределах коротких интервалов времени, частота дыхания колебалась от 16 до 22 в минуту.

Частота пульса у космонавта В.Ф.Быковского в полете колебалась от 46 до 80 ударов в минуту, а частота дыхания — от 12 до 22 в минуту. Суточные колебания частоты сердечных сокращений были сходны с данными, зарегистрированными в длительных земных экспериментах.

Перегрузки на участке спуска оба космонавта перенесли удовлетворительно.

В течение всего полета в кабине кораблей «Восток-5» и «Восток-6» параметры микроклимата были близкими к оптимальным. Температура воздуха колебалась от 10 до 15°C, влажность воздуха — в пределах от 35 до 60%, концентрация кислорода не превышала 29%, углекислоты — 0,5% при нормальном барометрическом давлении.



Первый телевизионный снимок космонавта Валерия Федоровича Быковского, полученный с борта корабля «Восток-5» (1963 г.)

Посадка кораблей «Восток-5» и «Восток-6» прошла в районе Джезказгана в Казахстане. В район посадки В.В.Терешковой приземлилась наша сотрудница — врач, мировая рекордсменка по парашютному спорту Любовь Мазниченко. Она заявила протест Валентине Терешковой в связи с нарушением установленного режима космонавта в районе места посадки космического корабля. Валентина Терешкова все бортовые запасы пищевых продуктов из рациона космонавта раздала местным жителям, окружившим ее. Сама она пила кумыс и ела пищу, переданную ей казахами. Бортовой журнал космонавта был ею экстренно дописан на месте посадки, а не в полете. В корабле был наведен некоторый гигиенический порядок уже после приземления. Этими действиями была искажена истинная картина на месте посадки. Ученые были лишены возможности объективно оценить состояние В.В.Терешковой и состояние внутри корабля.



Первый телевизионный снимок космонавта
Валентины Владимировны Терешковой,
полученный с борта корабля «Восток-6»
(1963 г.)

Полетами кораблей «Восток-5» и «Восток-6» завершился этап полетов одноместных космических кораблей. На одноместном космическом корабле крайне ограничены возможности космонавтов, ибо 8 часов в сутки выделяется на сон, а это большая потеря времени для выполнения научно-исследовательских задач в течение космического полета.

Еще до окончания программы полетов одноместных космических кораблей «Восток» у нас в коллективе 2-го Управления ИАКМ проводились исследования по отработке отдельных элементов систем жизнеобеспечения экипажей космических кораблей. Помимо физико-химических методов регенерации газовой среды в космическом корабле с использованием надперекисных соединений кислорода с щелочными металлами (в основном с калием), у нас впервые начали разрабатываться и биологические методы регенерации газовой среды для кораблей за счет воспроизводства кислорода на основе реакций фотосинтеза. Во 2-м Управлении ИАКМ был создан отдел, который возглавил Евгений Шепелев, по подбору фотосинтезирующих высших и низших биологических объектов. Коллектив этого отдела, в который входили Алексей Федорович Клешнин — видный ученый биолог-ботаник, Ганна Мелешко и другие исследователи, разрабатывал методы культивирования одноклеточных водорослей и высших растений с целью регенерации газовой среды и воспроизводства биомассы высших растений для использования в рационах питания экипажей космических кораблей. Все эти исследования сдерживались отсутствием в ИАКМ производственной базы для разработки и изготовления ферментеров и культивационных оранжерейных устройств для проведения широких исследований по отработке технологических процессов выращивания высших растений в ограниченных объемах кабин. Благодаря помощи командования Министерства обороны СССР и ВВС в ведение ИАКМ был передан механический военный завод, расположенный на Центральном аэродроме Москвы, который выполнял ремонт военной техники. Казалось бы, после передачи завода институту на основании ранее вышедших решений правительства о развитии

исследований по космической биологии и медицине можно было бы развернуть широкие исследования по углубленному изучению реакций организма человека на действие комплекса факторов космического полета, по разработке систем жизнеобеспечения членов экипажа на основе биологических и физико-химических методов воспроизводства пищевых продуктов, регенерации газовой среды, воды, минерализации и утилизации отходов человека и системы. Но не тут-то было, наоборот, все затормозилось, так как у некоторых руководителей ВВС, в частности у маршала авиации Сергея Игнатьевича Руденко, и медицинской службы ВВС сложилось впечатление, что коллектив ученых, руководимый В.И.Яздовским, занимается исследованиями по космической биологии и медицине, которые якобы не имеют прямого отношения к Военно-воздушным силам страны. Работа ученых 2-го Управления ИАКМ осложнилась. Начались систематические нападки на коллектив, особенно на его руководителя, с обвинениями в том, что мы занимаемся не своим делом. Мы не должны заниматься исследованиями, поисками более совершенных технических и медицинских решений и разработкой приборов и установок, а должны получать от промышленности изготовленное оборудование и эксплуатировать его для нужд обороны. С этим положением я не был согласен и обосновывал это тем, что постановлением Правительства страны проведение всех исследований по космической биологии и медицине было возложено на ранее сформировавшийся коллектив ученых в ИАКМ, а постановление необходимо выполнять. Создалась ведомственная неразбериха, которая страшно мешала работе нашего коллектива. Помощи командования и медицинской службы ВВС мы не ощущали, наоборот, были только помехи. В один из летних дней 1962 года первый заместитель главнокомандующего ВВС маршал авиации С.И. Руденко собрал совещание в своем Управлении на улице Большая Пироговка, дом 23. На нем присутствовали: начальник медицинской службы ВВС генерал-майор А.Н.Бабийчук, заместители начальника ИАКМ Н.П.Сергеев и я, заместители начальника 2-го Управления ИАКМ А.М.Генин, В.Г.Денисов, представитель аппарата ВВС М.Н.Мишук и другие. Председательствующий С.И.Руденко выступил с речью: «Товарищ Яздовский, я хочу Вам разъяснить следующее положение. Принято, что Военно-воздушные силы как часть Министерства обороны не призваны проводить исследования в интересах космонавтики, медицины и особенно биологии, они должны получать от промышленности соответствующие изделия, установки и эксплуатировать их в интересах обороны. Создавать научные заделы и научные приборы — это не дело Министерства обороны. Вы это должны учесть и перестроить направления работы. Вам ясно, товарищ Яздовский?» Я, встав по стойке «смирно», ответил: «Товарищ маршал, предельно не ясно».

С.И.Руденко совещание закрыл, и все разъехались. На следующий день С.И.Руденко позвонил мне по прямому телефону и попросил приехать к нему в управление. На эту просьбу я ответил: «Сергей Игнатьевич, я от себя ничего не делаю, я честно выполняю решение правительственных органов. Если Вы возражаете и хотите разговаривать, как вчера, в приказном тоне, то, вероятно, мне не следует к Вам ехать. Вы в письменной форме мне прикажите, и я, приложив руку к козырьку, отвечу: «По Вашему приказанию будет выполнено».



В такой сложной обстановке приходилось работать, невзирая на грубый командный стиль. Постоянно сталкивались с самовольством и игнорированием решений Правительства. Приходилось приспособливаться и работать. Сергей Павлович Королев и Мстислав Всеволодович Келдыш хорошо знали об этом, но, к сожалению, мер к разрядке создавшегося напряжения не принимали. Кстати сказать, контроль за выполнением принятых решений даже в самом верхнем эшелоне власти проводился чисто формально, и то с позиций приятельских и узковедомственных отношений. Все старались угодить друг другу, особенно вышестоящему руководителю.

В недавно вышедшей в свет книге дневников Н.П.Каманина (Каманин Н.П. Скрытый космос: 1 книга. — М.: Инфортекст — ИФ, 1995) довольно подробно характеризуется механизм принятия решений по космосу в высших эшелонах власти. Вместе с тем на обложке книги сообщается, что «В 1960-1971 годах Николай Петрович Каманин руководил всеми работами по подготовке советских космонавтов». Это не совсем так. Будучи помощником Главнокомандующего ВВС по космосу, Н.П.Каманин основное внимание уделял воспитательной работе, подготовке космонавтов к зарубежным поездкам, а также сопровождал их во время этих зарубежных командировок. За космические полеты, за научные программы он никакой ответственности не нес. Вместе с тем я, работая в те годы заместителем начальника Института авиационной и космической медицины по науке, нес всю полноту ответственности и за развитие космической биологии и медицины, и за здоровье космонавтов. Обладая от природы «непокладистым характером», я отстаивал интересы этой новой науки. И это не было «не замечено» вышестоящим руководством (С.И.Руденко, С.Ф.Агальцовым, Н.П.Каманиным и др.): В итоге все мои шесть представлений к генеральской должности были отклонены.

ГЛАВА II. ПОЛЕТЫ МНОГОМЕСТНЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ. УСЛОЖНЕНИЕ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ ЭКИПАЖЕМ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ

Итак, закончился этап широких исследований по научному обоснованию возможности космического полета человека на ракетных летательных аппаратах и разработке комплекса мероприятий и устройств по обеспечению безопасности подобных полетов. Вслед за ним была проведена проверка полученных научных данных при полетах на одноместных космических аппаратах серии «Восток» с космонавтами на борту. При этом была выполнена обширная научная программа по многим научным направлениям, в том числе по космической биологии и медицине. Программа исследований при полетах кораблей «Восток» и «Союз» завершилась. На кораблях этой серии в полетах участвовали экипажи, состоявшие из одного, двух и трех космонавтов.

При увеличении продолжительности и изменении трасс космических полетов потребовалось значительное расширение объема научной информации с борта корабля о состоянии экипажа и функционировании систем жизнеобеспечения. Наиболее рационально это можно осуществить только тогда, когда экипаж космического корабля состоит из нескольких человек, что особенно важно с психологической точки зрения. Конечно, экипаж космического корабля, отправляющийся в длительный полет, должен состоять из космонавтов-исследователей.

И вот в Советском Союзе впервые в истории человечества был осуществлен полет космического корабля «Восход» с экипажем из трех человек. Космический корабль «Восход» стартовал 12 октября 1964 года в 10 часов 30 минут. Экипаж в составе инженера-исследователя командира корабля В.М.Комарова, научного работника бортиженера К.П.Феоктистова и врача Б.Б.Егорова выполнил большой объем исследований с целью улучшения конструкции корабля и его систем, исследования в области физики, геофизики, астрономии, космической биологии и медицины. Утром 13 октября программа полета была полностью выполнена, и «Восход» приземлился в заданном районе в 312 километрах северо-восточнее Кустаная. Продолжительность полета составила 24 часа 17 минут. В этом полете было достигнуто наиболее целесообразное сочетание космонавтов с точки зрения их специальностей. Безусловно деятельность коллектива исследователей в условиях космического

полета при обеспечении взаимоконтроля и взаимопомощи, и распределений обязанностей принесла несоизмеримо больший успех в исследовательских работах. Это был действительно коллектив специалистов-исследователей. Этим полетом наша страна открыла новый этап в развитии космонавтики, в исследовании космического пространства, а также в развитии космической биологии и медицины.

Полету космического корабля «Восход» предшествовала огромная работа ученых и конструкторов многих коллективов. Была проведена разработка космического корабля на трех человек с такой степенью надежности, что, по мнению ряда конструкторов, оказался возможным полет экипажа без защитных скафандров.

Для обеспечения продолжительных космических полетов были разработаны орбитальные станции «Салют» и «Мир» и транспортные корабли «Союз» и «Прогресс». На этих кораблях были осуществлены десятки продолжительных космических полетов космонавтов нашей страны, а также полеты космонавтов других стран. Для этого космонавты проходили специальную профессиональную подготовку с изучением оборудования и приборов, устанавливаемых на орбитальных станциях. Максимальная продолжительность полета на орбитальной станции «Мир» превысила год. Однако научных обоснований необходимости длительных полетов научной общественности представлено не было, и невольно создавалось впечатление, что подобная длительность полетов определялась рекордными соображениями, а не научными и производственными потребностями. Из печати и из докладов на научных конференциях (Чтения памяти К.Э.Циолковского и др.) не было видно, что увеличение длительности полетов сопровождается повышением научной результативности экспериментов и внедрением результатов научных исследований в народное хозяйство и промышленность. Из печати и из сообщений ТАСС о проведенных космических полетах было трудно получить полезную научную информацию, так необходимую для развития науки и техники. Поэтому у научной общественности создалась негативная реакция на все то, что связано с космонавтикой. До сих пор бытует мнение, что на космонавтику тратится очень много средств, а отдачи, к сожалению, мало. Конечно, подобные суждения несправедливы, основаны на неполной информации.

Создавшееся положение все более осложнялось: руководство ВВС в лице маршала авиации С.И.Руденко и начальника медицинской службы ВВС А.Н.Бабийчука начали искать пути передачи работ по космической биологии и медицине из Министерства обороны в другое ведомство. На горизонте появилась одиозная фигура заместителя министра здравоохранения СССР Бурназяна Аветика Игнатьевича, человека совершенно не компетентного в вопросах космической биологии и медицины, но наделенного большой властью и амбициями. После ряда переговоров между Министерством обороны (ВВС) и Министерством здравоохранения с согласия вышестоящей инстанции был создан Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР. В итоге мы получили не консолидацию, а разъединение сил. Число людей, занятых космической медициной, возросло, а результативность упала. Перспективные программы освоения космоса с исследованиями по космической биологии и медицине с альтернативными вариантами, принимаемыми на конкурсной основе, не разрабатывались и не обсуждались с научной общественностью. Все это вело к застою в науке. Космической медициной и биологией стали заниматься Институт медико-биологических проблем Минздрава СССР, Институт авиационной и космической медицины Министерства обороны, Центр подготовки космонавтов, Институт биофизики Минздрава СССР и другие организации.

Налицо был параллелизм в деле подготовки космонавтов и в медико-биологическом обеспечении космических полетов, но это никого не волновало. В Институте медико-биологических проблем Минздрава СССР при большой штатной численности усиленно занялись подготовкой и защитой кандидатских и докторских диссертаций. При таком распылении научных сил не было необходимой координации научных разработок по космической биологии и медицине, в результате качество научных работ значительно снизилось. Лишь смена руководства Института медико-биологических проблем и приход на должность директора института Анатолия Ивановича Григорьева позволили улучшить качество научных исследований по космической биологии и медицине, и хочется

надеяться, что в дальнейшем эффективность работ по пилотируемой космонавтике будет повышаться.

Спустя почти два года после инцидента на совещании у маршала авиации С.И.Руденко имело место следующее событие. Отдыхая зимой в санатории «Архангельское» под Москвой, я встретился на лыжной прогулке в лесу с Сергеем Игнатьевичем Руденко, и он пригласил меня к себе в номер. После обоюдных приветствий и традиционных вопросов о состоянии здоровья наш разговор перешел в другую плоскость. Сергей Игнатьевич сказал: «Владимир Иванович, прошедший период деятельности Института медико-биологических проблем Минздрава СССР и военного Института авиационной и космической медицины показал, что научно-исследовательская работа по космической биологии и медицине не улучшилась, а ухудшилась, мы допустили ошибку, что разделили институт на два института. Мне кажется, что Вам следует пойти в Совет Министров СССР и сказать, что мы поторопились с разделением и ошиблись, надо вернуться к старому и добиться слияния институтов. Вы скажете, что Сергей Игнатьевич Руденко такого же мнения». Я на это ответил: «Сергей Игнатьевич, Вы первый заместитель главнокомандующего Военно-воздушными силами страны, маршал авиации и кандидат в члены ЦК КПСС. Вам сподручнее пойти в Совет Министров СССР и сказать, что с разделением институтов мы ошиблись, положение не улучшилось, а ухудшилось, народу, работающего в этих направлениях, стало больше, а результаты стали менее значительными. Профессор В.И.Яздовский разделяет мое мнение». Сергей Игнатьевич сказал, что ему неудобно пойти и признать свои ошибки. Я же отрезал: «Ах так, Вам неудобно пойти и признаться в допущенных ошибках, то есть Вам не хочется пачкать свой мундир. Нет, пардон-с. Вам лучше пойти и изложить существо дела и допущенные ошибки». Так безрезультатно окончился довольно серьезный разговор, и от этого пострадало дело.

Начиная с этапа длительных космических полетов многоместных кораблей при разработке научных программ и подготовке к полетам отмечались некоторая поспешность и чрезмерное желание быть впереди в освоении космоса, не считаясь с риском и недоработкой некоторых технических решений. Программы полета не подвергались широкому обсуждению с научной общественностью. Не проводился сравнительный анализ альтернативных научных предложений, особенно по космической биологии и медицине. Не было оценки различных вариантов научных программ на конкурсной основе. Имел место монополизм в науке, столь вредный для развития научно-технических исследований. Ранним успехам экспериментальной космонавтики у нас в стране во многом способствовала консолидация сил ученых и конструкторов при разработке и создании ракет-носителей, разработке основ и технических решений обеспечения безопасности полета пилотируемых космических кораблей. Вместе с тем предоставление неограниченной и бесконтрольной власти некоторым ученым и конструкторам в конечном итоге привело к проявлению их монополизма. Монополизм же привел к отторжению альтернативных решений в науке и отставанию в развитии научной мысли.

Участие в полете корабля «Восход» (12-13 октября 1964 года) совместно с В.М.Комаровым и Б.Б.Егоровым инженера-конструктора Константина Петровича Феоктистова позволило ему самому оценить работу систем корабля в полете и учесть полученные научные результаты при дальнейших конструкторских разработках. По результатам проведенных космических полетов можно было выявить определенную поспешность в разработках и принятии технических решений. Это проявилось в отказе от конструкторских доработок, устранения дефектов в конструкциях систем корабля, выявленных в период предполетных испытаний. Дефекты в парашютной системе корабля «Союз», выявленные при предполетных испытаниях, в конечном итоге привели к гибели отлично подготовленного космонавта Владимира Комарова. Отказ от использования в целях безопасности защитных индивидуальных скафандров обернулся гибелью космонавтов Г.Т.Добровольского, В.Н.Волкова и В.И.Пацаева от асфиксии в результате разгерметизации кабины корабля.

Нельзя не согласиться с оценкой, данной на страницах журнала «Наш современник» (1990, № 3) академиком В.П.Мишиным и кандидатом технических наук Г.М.Салахутдиновым. По их мнению, начальный этап развития космонавтики получил политическую окраску: правительства СССР и США стали рассматривать космос как арену соревнования двух различных социально-

экономических систем. С методологической точки зрения такой подход был принципиально неверен, поскольку лидирующее положение одной страны даже в такой наукоемкой области, как космонавтика, не может служить убедительным свидетельством преимуществ соответствующей социальной системы. При таких исходных позициях темпы развития космонавтики были до предела форсированы. Гонка работ по космонавтике, вызванная политическими соображениями, в конце концов привела к деформации логики прохождения работ по созданию конструкции устройств и систем космических объектов, неоправданным затратам средств и значительному увеличению степени риска астронавтов и космонавтов.

Отклонение от нормальных темпов развития космонавтики, наличие элементов волюнтаризма в разработке космических программ и отказ от общепринятых схем прохождения этапов разработки, изготовления, испытания и доработки конструкции элементов корабля приводили к грубым просчетам, срыву сроков выполнения программы и даже к гибели астронавтов и космонавтов. Это, кстати сказать, имело место и при старте первого космического корабля США, когда была выявлена утечка кислорода из бортовых баллонов; в связи с этим запуск был отложен.

При полете кораблей «Аполлон-12 и -13» по чистой случайности не произошло гибели астронавтов. Наконец, мир был потрясен, узнав о гибели корабля «Челленджер» с астронавтами на борту. Пренебрежение здоровьем астронавтов ради престижных соображений имело место при полетах экипажей американской космической станции «Скайлэб». У астронавтов станции четко прослеживались сдвиги в состоянии здоровья и физиологические нарушения в функционировании систем организма.

Пренебрежение логикой развития космонавтики и борьбу за мистический престиж можно проследить и при разработке лунной программы в нашей стране. То бросалось много сил и средств на разработку лунной программы, то наступал необъяснимый спад, а затем полное прекращение работ в этом направлении. Такой стиль развития космонавтики с точки зрения здравого смысла не выдерживает критики. Единственно правильный путь — отойти от политической окраски космических программ и перейти к совместному осуществлению космических программ на основе международной кооперации научных потенциалов России, США, Франции, Японии, Канады, ФРГ, Англии и других стран. В такой наукоемкой области, как космонавтика, должно, наконец, возобладать мирное сотрудничество всех стран. Тогда самые грандиозные программы космонавтики будут реализовываться с пользой для всего человечества.

Какие же основные задачи стоят перед космонавтикой? Среди первоочередных следует назвать:

— Углубленное исследование влияния невесомости на человека, животных, растения и другие биологические объекты на фоне действия всего комплекса факторов космического полета.

— Разработка и исследование методов создания искусственных экологических систем на космических кораблях и станциях с целью обеспечения и поддержания среды обитания для космонавтов, адекватной земной.

— Разработка биотехнологических методов получения монокристаллов белков и биологически активных веществ для фармацевтической промышленности.

— Исследование путей происхождения живой материи на Земле.

— Изучение околоземного космического пространства.

— Исследование форм живой материи на других небесных телах.

— Изучение геоструктуры небесных тел.

— Прогнозирование землетрясений, цунами, ураганов, штормов.

- Прогнозирование климатических и погодных условий на Земле с использованием метеорологических спутников Земли.
- Прогнозирование и локализация лесных пожаров в различных регионах Земли, аварийных ситуаций на суше, в морях, горах, пустынях, лесах и др.
- Использование искусственных спутников Земли для обеспечения телевизионной и радиотелефонной связью, навигации воздушного и морского транспорта, прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, для геологической разведки полезных ископаемых.
- Разведка рыбных запасов Мирового океана.
- Использование космических спутников и станций для получения высокочистых материалов и веществ для радиоэлектронной промышленности.
- Оказание помощи пострадавшим на море, суше и в воздухе.
- Постепенное развитие космической индустрии на космических кораблях, станциях и базах для нужд человечества.
- Проведение международных космических экспедиций на Луну, Марс и другие небесные тела в целях научного познания Вселенной.

Длительный космический полет связан с большими нагрузками на космонавтов, значительным напряжением всех физиологических систем, особенно нервно-психической сферы человека. Для поддержания физиологического состояния и работоспособности космонавтов в допустимых пределах необходимо создавать в космическом корабле искусственную экосистему с целью обеспечения оптимальных условий жизнедеятельности. В понятие оптимальных условий включается:

- создание и поддержание газовой среды в кабине корабля;
- удаление вредных примесей из газовой среды кабины;
- обеспечение космонавтов пищей для восполнения их энерготрат, поддержание физиологического состояния на необходимом уровне за счет поступления с пищей белков, жиров, углеводов, витаминов, балластных и других биологически активных веществ;
- поддержание водного баланса в космическом корабле, обеспечивающего потребности экипажа в питьевой воде, а также в воде для гигиенических и технических нужд;
- удаление, минерализация и утилизация отходов жизнедеятельности человека;
- создание и поддержание психологически наиболее благоприятного интерьера для снятия стрессовых состояний и напряженности.

Запасы кислорода, используемого для дыхания, в газовой среде космического корабля восполняются за счет химически чистого кислорода, выделяемого химическими соединениями, или за счет электролиза воды и водосодержащих солей и соединений. Человек на Земле использует для дыхания биогенный кислород, выделяемый в процессе фотосинтеза растительными сообществами суши и водных пространств. В состав биогенного кислорода атмосферы входят газообразные летучие биологически активные вещества (фитонциды и др.), которые способствуют лучшему протеканию окислительных процессов в организме и подавляют рост бактерий, грибков и простейших. Длительное дыхание химически чистым кислородом в условиях космического полета приводит к интенсификации окислительных процессов в организме человека и сопровождается

патологическими изменениями в легочной ткани человека. Поэтому в газовой среде кабины корабля необходимо хотя бы частично восполнять убыль кислорода за счет биогенного кислорода, выделяемого растениями. Растительные сообщества, культивируемые в кабине корабля, способны снижать содержание углекислого газа и частично поглощать вредные примеси из газовой среды корабля.

Сохранение здоровья человека на необходимом физиологическом уровне и его эффективная деятельность в необычных условиях возможны только при условии полного удовлетворения потребностей в традиционных пищевых веществах. При этом важна не столько калорийность пищи, сколько ее разнообразие с неизменным включением всего набора обычных пищевых продуктов и особенно свежей растительной пищи. Излишество жиров и белков животного происхождения ведет к патологическим изменениям в желудочно-кишечном тракте, выделительных, гормональных и ферментных системах человека. Использование пищи животного происхождения после глубокой термической и сублимационной обработки с неизменным появлением в ней деструктивных изменений усугубляет патологические процессы в этих органах и системах.

Устойчивость человека к действию неблагоприятных факторов среды, прежде всего его работоспособность, определяется состоянием и функциональной сбалансированностью всех физиологических систем. Биохимический состав тканей, жидких и твердых структур организма зависит от количества и качества пищевых веществ, поступающих в организм с пищей и газовой средой. Многолетний опыт медицинской науки (в первую очередь биохимии, физиологии и гигиены) позволил разработать оптимальный (по количеству и качеству) набор пищевых веществ, необходимых взрослому человеку. Была разработана так называемая формула сбалансированного питания. Сбалансированность пищевого рациона по всем элементам и соединениям позволяет человеку быть здоровым и работоспособным. При действии экстремальных факторов среды необходимо еще строже подходить к формированию рациона питания человека. В состав сбалансированного питания обязательно входят: свежие растительные и животные продукты, минеральные соли. Длительные отступления от сбалансированного рациона (особенно это касается свежей растительной пищи) ведут к патологическим изменениям у человека, к снижению его физиологической устойчивости и работоспособности.

Сбалансированность питания человека обеспечивается не только необходимыми количествами энергии и белка, но и соблюдением строгих взаимоотношений многочисленных незаменимых факторов питания, каждому из которых в обмене веществ принадлежит специфическая роль. К их числу относятся аминокислоты, жирные кислоты, витамины, минеральные вещества, микроэлементы, балластные вещества и др.

Сбалансированность рационов питания по белкам (аминокислотам, особенно по аминокислотам свежей растительной пищи) должна быть соблюдена для более полного их усвоения с целью последующего синтеза белков и взаимонейтрализующего действия биологически активных веществ. Нарушение сбалансированности аминокислотного состава пищи приводит к изменению основных функций белков организма: пластической (построение клеток, мембран и других элементов и структур организма), каталитической (белки — основной компонент всех ферментов), гормональной (все гормоны белковой природы), функции специфичности (разнообразие и уникальность индивидуальных белков обеспечивает тканевую и видовую специфичность, лежащую в основе иммунитета и аллергии), транспортную (белки участвуют в транспорте кровью и лимфой кислорода, углекислоты, липидов, углеводов, витаминов, гормонов, лекарственных веществ и др.). Белки организма человека — чрезвычайно динамичные структуры, постоянно требующие пополнения комплекса аминокислот, нужных для построения и обновления молекул белков, причем организм человека практически лишен резервов белка.

В ходе специфических метаболических превращений аминокислоты выступают как связующее звено между обменом белков и обменом липидов и углеводов, а также как предшественники целого ряда важнейших для организма соединений: гормонов, ферментов, витаминов, биогенных аминов и др. Недостаточное поступление с пищей белков нарушает динамическое равновесие процессов

белкового анаболизма и катаболизма, сдвигая его в сторону преобладания распада собственных белков организма, в том числе белков, ферментов, гормонов, что недопустимо, особенно в течение длительного времени. Использование в питании человека белков преимущественно животного происхождения приводит к значительным нагрузкам на печеночно-почечную и желудочно-кишечную системы, вызывающим в них патологические изменения.

Продукты, входящие в пищевой рацион экипажа корабля, проходят механическую и термическую обработку, подвергаются консервации, пастеризации, стерилизации, а часть из них — сублимации. При такой обработке пищевых продуктов происходят значительные деструктивные изменения входящих в их состав веществ, снижаются пищевая ценность и усвояемость продуктов. Все вышесказанное объясняет необходимость воспроизводства растительной пищи на борту космических кораблей.

Потребление свежих овощей положительно влияет на органы пищеварения, печень, поджелудочную железу, желчный пузырь и др. Растительные продукты являются мощным стимулятором функционального состояния всех физиологических систем организма: здесь действует комплекс свежей растительной пищи (вид, вкус, запах и др.). Натуральные растительные продукты — основные поставщики всех водорастворимых витаминов (С, В₁, В₂, РР и др.) и частично жирорастворимых витаминов.

Биологическая ценность натуральных витаминов, особенно находящихся в химически связанных структурах белков (аминокислот), жиров и углеводов, определяется их участием в построении различных коферментов и в контроле за функциональным состоянием мембран клеток и субклеточных структур.

Высокое содержание в свежих растительных продуктах калия, кальция, серы и других микро— и макроэлементов, входящих в структуру аминокислот белков, углеводов, жирных кислот и др. и наиболее полно усваивающихся организмом в процессе метаболизма (ассимиляция и диссимиляция), повышает работоспособность и устойчивость организма к действию стресса и экстремальных условий.

В овощах содержатся балластные вещества: клетчатка и пектин. Пектиновые вещества адсорбируют в желудке и кишечнике избыточную жидкость, вредные бактерии, токсин, оказывают дезинфицирующее действие и предохраняют от повреждений слизистую оболочку желудка и кишечника, способствуя ее заживлению. Клетчатка овощей — крайне необходимый элемент пищи. Она, раздражая нервные окончания в стенках желудка и кишечника, способствует выделению желудочного сока и желчи, а также продвижению пищи по кишечнику. Благоприятное влияние клетчатки и пектина значительно снижается, если овощи употребляют в вареном или измельченном виде. Наряду с участием в регуляции перистальтики кишечника балластные вещества растительной пищи оказывают нормализующее влияние на моторную функцию желчевыводящих путей, стимулируя процессы выведения желчи и препятствуя развитию застойных явлений в гепатобилиарной системе. На функцию желудочно-кишечного тракта и на метаболизм у человека большое влияние оказывают неперевариваемые полисахариды. Их пищевыми источниками служат все без исключения продукты растительного происхождения, в животных продуктах эти соединения практически отсутствуют. Наилучшим вкусом и максимальной питательной ценностью обладают сырые и свежие овощи — обязательный компонент пищевого рациона экипажа.

Вода в растительных продуктах, прошедшая через растительные мембраны, определяет структуру и биологические свойства таких органических веществ, как белки, нуклеиновые кислоты, липиды, а также структуру и функциональные свойства биологических мембран и субклеточных органелл клетки. Вода, входящая в состав растительной пищи, является основной средой и во многих случаях обязательным участником многочисленных химических процессов: ассимиляции, диссимиляции, осмоса, диффузии, транспорта и др. Все основные свежие растительные продукты имеют в своем составе воду в пределах 85-95%. Вода, содержащаяся в овощах, особенно ценна. Эта жидкость, дистиллированная растениями, прошедшая через мембраны, помогает растворению многих ядов и

токсических веществ, накапливающихся в организме в процессе метаболизма, и выведению их из организма. Сок растений способствует выведению из организма излишков мочевой кислоты.

Чтобы снять стресс и напряжение физиологических систем человека, особенно его нервно-психической сферы, и поддержать работоспособность экипажа на необходимом уровне, крайне важно, чтобы экипаж получал пищу, сбалансированную по основным продуктам, элементам и соединениям, и чтобы окружающая среда в корабле способствовала этому. Интерьер кабины корабля должен включать растительные сообщества пищевого и декоративного назначения, культивируемые в условиях полета. Этим будет достигнута повышенная мотивация переносимости экстремальных условий, позволяющая более четко и с большей ответственностью выполнять программу полета, так как относительный психологический комфорт является лучшим средством поддержания физиологической устойчивости и повышенной работоспособности с адекватным восприятием окружающей среды и заданий на полет.

Высшие растения в составе комбинированных систем жизнеобеспечения должны содержать оптимальный набор аминокислот, липиды, углеводы, витамины, биологически активные вещества, пектин, клетчатку и др. Многолетними исследованиями как у нас в стране, так и за рубежом был определен основной набор высших растений, которые можно с успехом культивировать в условиях закрытого грунта. К ним относятся: капуста листовая, салат, кресс-салат, редис салатный, укроп, петрушка, перец сладкий, свекла столовая, морковь и др.

Учитывая некоторую сложность выращивания корнеплодных овощей и исходя из биохимической ценности отдельных растений, на начальном этапе создания комбинированных экосистем на кораблях можно рекомендовать следующие растения: капусту листовую, кресс-салат, редис салатный, укроп, лук, свеклу столовую. С учетом ограничений по энергетике, габаритам и массе на борту космического корабля, на первых этапах развития биотехнических систем жизнеобеспечения можно остановиться на следующих показателях минимальной обеспеченности алиментарных потребностей экипажа за счет биологических подсистем: по трофике — примерно 3%, по витамину С — более чем на 100%, по другим витаминам — от 20 до 60%, по воде — 100%, по натуральной клетчатке и пектинам — 100% и т.д. Эти исходные данные позволяют определить масштабы биологических звеньев в комбинированных экосистемах.

Следует четко представлять, что это только начало создания адекватных условий жизнеобеспечения экипажа в полете. В будущем увеличится доля биологических подсистем в искусственных экосистемах и повысится физиологическая устойчивость экипажа за счет более полного удовлетворения трофических потребностей человека. Появится возможность создать психологически наиболее оптимальный интерьер в кабине и улучшить условия протекания процессов метаболизма в организме человека.

Опыт развития человечества показал, что здоровый и деятельный образ жизни любого индивидуума связан с воспроизводством и употреблением растительной пищи, и иной альтернативы этому нет. Разбрызгивание в атмосфере космического корабля биогенных ароматических добавок может принести не пользу, а вред, а самое главное — при этом не будут выполнены основные функции биологических звеньев в искусственных экосистемах: выращивания свежей растительной пищи, получения клетчатки при фотосинтезе, регенерации воды и улучшения психологического комфорта.

Таким образом, при разработке искусственных экосистем (систем жизнеобеспечения экипажей) необходимо учитывать: потребность человека в растительной пище, биогенном кислороде (хотя бы частично), воде и оптимальном психологическом комфорте; возможность компенсации дефицита кислорода, пищи и воды за счет получения их с использованием бортовых запасов и физико-химических методов воспроизводства и регенерации газовой среды, воды и запасов пищи. Результаты подобных исследований и разработок можно использовать при создании искусственных экологических систем для обеспечения жизнедеятельности контингентов людей в экологически неблагоприятных зонах промышленных производств, в пустынях, на крайнем юге, севере, в горах, на просторах Мирового океана, под водой и др. Комбинированные системы жизнеобеспечения

экипажей кораблей включают в себя следующие подсистемы (звенья): регенерация газовой среды; запасы и воспроизводство пищи; запасы и регенерация воды; складирование, деструкция и утилизация отходов жизнедеятельности экипажа и системы. Кроме этих подсистем в корабле размещается система терморегулирования и кондиционирования среды.

Подсистема регенерации газовой среды в кабине корабля при оптимальном варианте должна включать: оранжерейные устройства для выращивания высших растений с целью воспроизводства растительной пищи, кислорода и удаления из газовой среды вредных примесей, в том числе углекислого газа, физико-химических методов и устройств регенерации газовой среды и бортовых запасов кислорода и азота; подсистему водообеспечения экипажей за счет бортовых запасов воды, транспирационной и респираторной влаги, выделяемой экипажем и растениями и регенерируемой до требуемых кондиций; подсистему воспроизводства пищи за счет оранжереи для регенерации газовой среды и получения растительных пищевых продуктов и бортовых запасов пищи; подсистему минерализации и утилизации отходов членов экипажа и системы, включающую устройства для складирования отходов со стерилизацией и дезодорацией, физико-химические методы и устройства для регенерации воды из жидких выделений экипажа.

Рассмотренные методы и устройства систем жизнеобеспечения находятся на разных стадиях разработки и готовности. К сожалению, исследования по биологическим методам регенерации и воспроизводства для систем жизнеобеспечения у нас в стране не имеют достаточных условий для развития и расширения, а они нужны не только для космонавтики, но и для многих отраслей науки, техники, народного хозяйства.

Только полностью обеспеченный всем необходимым для нормальной жизнедеятельности и защищенный от агрессивной среды человек способен выполнять весь объем деятельности исследователя и оператора. Именно при этих условиях возможно развитие космической индустрии и использование преимуществ космической техники для нужд жителей Земли.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В конце XIX — начале XX века началось становление и развитие теоретической космонавтики. Разрабатывались теоретические основы ракетоплавания. Основателями этого нового направления в науке были русский ученый Константин Эдуардович Циолковский (1857-1935), американский ученый Роберт Годдард (1882-1945), немецкий ученый Герман Оберт (1894-1989) и другие. В 1940-х годах научно-технический и промышленный потенциал нашей страны и США позволил приступить к разработке и созданию ракет повышенной мощности. После окончания Великой Отечественной войны были начаты широкие исследования по созданию ракетной техники. Разработанная у нас в стране ракета Р-2А позволяла поднимать массу в несколько сот килограммов до высоты 100 км, а в США была создана ракета «Аэроби» (аэропчела), которая позволяла поднимать массу аппаратуры около 60 кг до высоты 60 км. Фактически только после создания ракет Р-2А и «Аэроби» началось развитие экспериментальной космонавтики. После проведения серии геофизических исследований околоземного космического пространства была разработана ракета Р-2, а затем ракета-Р-5, которые обеспечивали подъем аппаратуры и приборов массой 600-700 кг до высоты от 212 до 450-470 км.

Большую помощь и содействие в разработке и испытании ракетной техники оказывали ведущие руководители правительственных органов: Устинов Д.Ф., Рябиков В.М., Пашков Г.Н., Руднев К.Н., Смирнов Л.В., Царев А.И., Бобырев И.Т. и многие другие. Большая помощь в техническом оснащении научных исследований и расширении медико-биологических исследований оказывалась со стороны Министерства обороны и учреждений страны. Особенно помогали Василевский А.М., Жуков Г.К., Вершинин К.А., Неделин М.И., Малинин М.С., Смирнов Е.И., Мрыкин А.Г., Керимов К.А., Смирницкий Н.Н., Мозжорин Ю.А., Вознюк В.И., Карась А.Г., Волынкин Ю.М., Клоков В.Я., Покровский А.В., Кузнецов А.Г. и другие.

В становлении и развитии экспериментальной космонавтики, медико-биологических исследований по космической биологии и медицине принимали участие: Королев С.П., Бушуев К.Д., Глушко В.П., Бармин В.П., Пилюгин Н.А, Рязанский М.С., Богомолов А.Ф., Черток Б.Е., Мишин В.П., Феоктистов К.П., Туполев А.Н., Сухой П.О., Янгель М.К., Челомей В.Н., Лобанов НА, Чембровский О.А., Воронин Г.П., Алексеев С.М., Северин Г.И., Лидоренко Н.С., Шабаров Е.В., Болдырев Г.Г., Петряхин В.В., Голунский Н.П. и другие. Большую помощь в проведении медико-биологических исследований по космической биологии и медицине оказали Несмеянов А.Н., Келдыш М.В., Благонравов А.А, Петровский Б.В., Орбели Л.А., Черниговский В.Н., Аничков Н.Н., Бакулев А.Н., Тимаков В.Д., Парин В.В., Блохин Н.Н., Жуков-Вережников Н.Н. и другие.

Медицинская наука России была всегда на высоте как в теоретическом, так и в практическом плане, а космическая биология и медицина в период становления и развития не знала себе равных. Ею разработаны: теоретическая основа космических полетов, методология, методы медико-биологических исследований в полетах, системы жизнеобеспечения и спасения. Успешно развернуть и выполнить исследования по научному обоснованию возможности космических полетов человека на ракетных летательных аппаратах, разработке медико-технических мероприятий по обеспечению безопасности космических полетов, подготовке и обеспечению первых космических полетов человека позволил хорошо организованный коллектив ученых, врачей, инженеров под моим руководством в составе Акулиничева И.Т., Алтухова Г.В., Баевского Р.М., Балаховского И.С., Блинова Б.В., Брянова И.И., Бугрова С.А., Буйлова Б.Г., Бычкова В.П., Васильева П.В., Воловича В.Г., Вядро М.Д., Газенко О.Г., Генина А.М., Георгиевского В.С., Гозулова С.А., Головкина Л.Г., Горбова Ф.Д., Гребенева А.Л., Гришаенкова Б.Г., Гуровского Н.Н., Гюрджиана А.А., Денисова В.Т., Емельянова М.Д., Какурина Л.И., Карпова Е.А, Касьяна И.И., Ковалева В.В., Копанева В.И., Котовской А.Р., Крылова Ю.Л., Лапаева Э.В., Неумывакина И.П., Никерясова А.Ф., Новикова С.П., Серяпина А.Д., Симпура С.А., Синяка Ю.Е., Утямышева Р.П., Ушакова А.С., Федорова Е.А., Хлебникова Г.Ф., Черкасова В.Н., Чижова С.В., Шепелева Е.Я., Юганова Е.М., а также Григорьев А.И., Ступаков Г.П. и многие другие беззаветные труженики.

Коллективам сотрудников Института авиационной и космической медицины, Центра подготовки космонавтов, Центрального военного научно-исследовательского авиационного госпиталя, Института медико-биологических проблем и особенно нашим дорогим космонавтам большое спасибо за самоотверженный труд и героизм.

ВМД
1.08.96г. -