

АКАДЕМИЯ НАУК
СССР



*М.А. Герд
Н.Н. Туровский*

ПЕРВЫЕ
КОСМОНАВТЫ
И
ПЕРВЫЕ
РАЗВЕДЧИКИ
КОСМОСА

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

Научно-популярная серия

М. А. Герд, Н. Н. Гуровский

ПЕРВЫЕ КОСМОНАВТЫ И ПЕРВЫЕ РАЗВЕДЧИКИ КОСМОСА

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1962

ПРОЙДЕТ, НАВЕРНОЕ, СОВСЕМ НЕМНОГО ВРЕМЕНИ, И ЛЮДИ СМОГУТ ПОБЫВАТЬ НА ДРУГИХ ПЛАНЕТАХ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ. НО ПРЕЖДЕ ЧЕМ НОГА ЧЕЛОВЕКА СТУПИТ НА НЕВЕДОМЫЕ, НЕЗНАКОМЫЕ ПЛАНЕТЫ, ТАМ ПОБЫВАЕТ ЕГО «РАЗВЕДЧИК». ВОЗМОЖНО, ЭТО БУДЕТ СОБАКА ИЛИ ДРУГОЕ ЖИВОТНОЕ. ИМЯ ОДНОГО ИЗ ТАКИХ «РАЗВЕДЧИКОВ» — ЛАЙКА — ЗНАЕТ СЕЙЧАС ВСЬ МИР. ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ, КОТОРЫЕ ДАЛИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ПУТЕШЕСТВИЯ ЖИВОТНЫХ НА КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЯХ И РАКЕТАХ, ЗАМЕЧАТЕЛЬНЫ РЕЗУЛЬТАТЫ ИСТОРИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ Ю. А. ГАГАРИНА И Г. С. ТИТОВА. РАССКАЗАТЬ О ПОДГОТОВКЕ ЭТИХ ПОЛЕТОВ, А ТАКЖЕ О НЕКОТОРЫХ НАУЧНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ — ТАКОВА ЗАДАЧА НАСТОЯЩЕЙ КНИГИ.

Ответственный редактор

В. И. ЯЗДОВСКИЙ

В книге использованы фотографии
В. Батурина, В. Жихаренко, Б. Щадронова

Полеты Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова в космос стали возможны лишь благодаря достижениям отечественной науки и техники. Для обоснования возможности полета человека в космическое пространство в нашей стране изо дня в день в течение многих лет проводились научные исследования в разных направлениях, накапливались необходимые данные. При полете в космос на всякий живой организм воздействует ряд необычных факторов среды — космическая радиация, невесомость, ускорения, низкое барометрическое давление, резкие колебания температуры, шум, вибрации, изоляция и др. Влияние этих факторов на космонавта невозможно изучить в условиях Земли, так как большинство из них не может быть создано искусственным путем. Комплекс всех космических факторов, действующих на живой организм одновременно, может изучаться только в условиях реального полета в космос. Для осуществления космических полетов необходимы средства и оборудование, создающие и поддерживающие в кабине космического корабля нормальные условия для жизнедеятельности и гарантирующие безопасность полета.

Учитывая грандиозность задач подобных исследований, их новизну и определенный риск, не представлялось возможным начать освоение космического пространства непосредственно с полета в космос человека на ракетном летательном аппарате. Для этого необходимо было в качестве этапа, предвещающего проникновение в космос человека, провести немало биологических исследований на животных. В качестве биологических объектов для полетов в космическое пространство на ракетах были выбраны собаки. Этот выбор диктовался тем, что физиология собак хорошо изучена и они легко поддаются тренировке к пребыванию в условиях научного экспери-

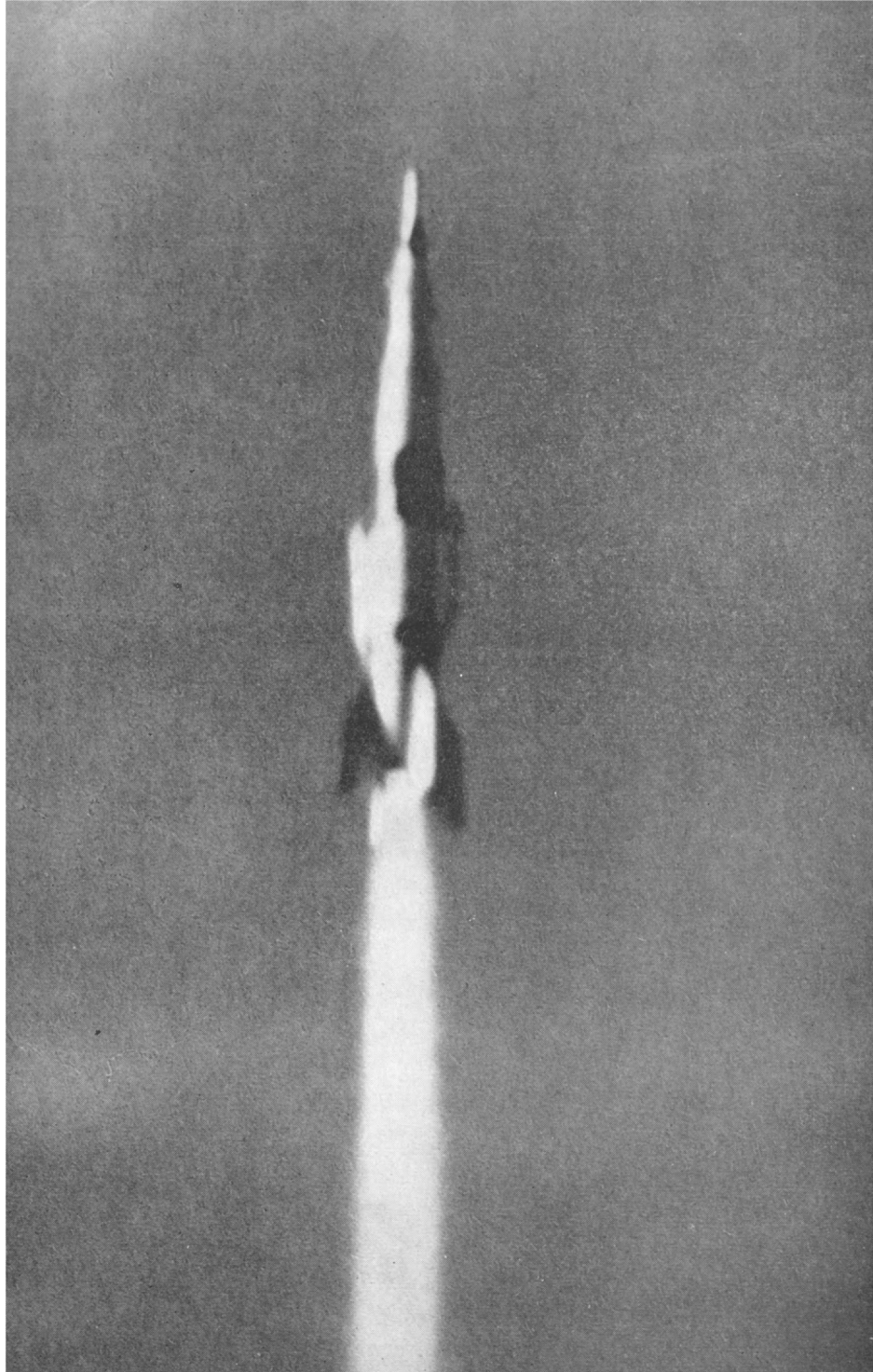
мента. Опыты на животных дали возможность получить ценные научные данные для обеспечения полета человека в космос.

В предлагаемой вниманию читателей книге излагаются в научно-популярном плане все основные работы на животных при их подготовке к полету в космос (части первая и вторая). В третьей части книги излагаются в популярной форме вопросы отбора и тренировки космонавтов, а также некоторые научные данные, полученные в полетах Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова.

Таким образом, в книге, применительно к космическим полетам, затрагиваются многие научные вопросы, связанные с обоснованием тех изменений в организме и поведении животных, в физическом состоянии и психике людей, которые вызываются специфическими факторами предполетной подготовки и самими полетами. В ней дается общая картина разнообразных исследований, имеющих целью обеспечение нормальной жизнедеятельности космонавтов в полете и получение информации о витальных функциях их организма, о их поведении, психике. Космические полеты Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова — первые вехи на длинном и тернистом пути освоения космического пространства. Вероятно, любая новая трасса космического корабля потребует ряда биологических экспериментов на животных с целью обоснования безопасности полета, поэтому читателю будет особенно интересно узнать о большом труде советских ученых, в опытах на животных подготовивших первые полеты человека в космос.

В задачи книги не входит рассказ о том, как создавались космические корабли и системы, обеспечивающие нормальную жизнедеятельность космонавта в полете. Эти вопросы, вызывающие большой интерес, еще ждут своего описания.

Проф. В. И. Яздовский



Велики успехи нашей отечественной космической техники. 4 октября 1957 г. человечество было потрясено сообщением из Советского Союза о запуске первого искусственного спутника Земли весом в 83,6 кг. Сейчас нам это кажется небольшим весом: мы уже привыкли к многотонным спутникам и космическим кораблям, созданным руками советских ученых, инженеров и рабочих. 3 ноября того же года был осуществлен запуск второго спутника, весившего в 6 раз больше первого (508,3 кг). Так началась эра освоения космического пространства.

Летательные аппараты, с колоссальной скоростью преодолевающие сотни тысяч километров в бесконечной дали вселенной, — одно из самых выдающихся созданий современной техники. Даже не зная всех деталей разрешения труднейших технических вопросов, связанных с покорением космоса, можно представить себе, сколько требуется знаний, энергии, чтобы подойти к практическому решению подобных грандиозных проблем.

Однако советская наука не остановилась на этих запусках. Непрерывно увеличивался вес груза, посылаемого в далекие просторы космоса. Так, например, вес третьего искусственного спутника Земли, запущенного 15 мая 1958 г., составлял 1327 кг. А первая космическая ракета (2 января 1959 г.) весила уже 1472 кг. 14 сентября 1959 г. ракета весом 1511 кг с вымпелом Советского Союза достигла поверхности Луны. В октябре 1959 г. в путь уходит третья космическая ракета весом 1553 кг. А 15 мая 1960 г. в орбитальный полет вокруг Земли отправляется 4540-килограммовый первый космический корабль-спутник с кабиной, оснащенной системами жизнеобеспечения человека.

Космические аппараты проникают в космос все глубже, дальше. Ракета, облетевшая Луну, находилась от Земли на расстоянии более 400 тыс. км. Около полугода надо было бы непрерывно ехать на автомашине со скоростью 100 км/час, чтобы совершить этот путь. Трудно даже мысленно представить себе такое расстояние.

Но не о технике и ее чудесах пойдет здесь речь.

Прежде чем совершили свои героические полеты вокруг Земли Юрий Гагарин и Герман Титов, в космическом пространстве не раз побывали и благополучно вернулись на Землю различные подопытные животные. Это было прежде всего при вертикальных запусках ракет — глубоко, но кратковременном зондировании верхних слоев атмосферы, являющемся разведкой ближнего космического пространства. Это было в орбитальном полете Лайки — в космическом полете в полном смысле этого слова, когда на животное в течение длительного времени влиял комплекс космических факторов.

19 августа 1960 г. на орбиту был выведен второй корабль-спутник (весом 4600 кг). И в его кабине, оборудованной всем необходимым для будущего полета человека, находились подопытные животные, в том числе собаки Белка и Стрелка.

Как бы чудесна ни была космическая техника, основной и конечный ее смысл состоит в том, чтобы доставить на небесные тела человека. После полетов в космос собак достижение этой цели стало реальной, научно-практической задачей сегодняшнего дня.

Может быть, читателям кажется, что если техника сумела обеспечить полет ракеты в космос, то посадить в нее животное или человека не так уж трудно. А тем не менее нам, людям Земли, зачастую даже невозможно представить себе, какие необычные явления могут произойти с незащищенным организмом на больших высотах. В этой связи вспоминается одно место из книги опытного американского летчика Бриджмена. Он со всей остротой осознал опасности, ожидающие его на больших высотах, только после наглядного научно-популярного фильма, где в аналогичных условиях была показана гибель животных, раскрыты ее причины. Только тогда понял он, как важно научиться пользоваться техническими и медицинскими средствами, оберегающими людей от опасностей больших высот.

Такие опасности со всех сторон подстерегают космонавтов.

Наука не сразу узнала о них.

15 апреля 1875 г. три отважных исследователя-француза поднялись на воздушном шаре. Внезапно они почувствовали резкую слабость; шли секунды, исследователей охватило состояние моральной и физической апатии. Воздушный шар продолжал подниматься и достиг высоты 8000 м, а затем самопроизвольно опустился. Во время полета все трое потеряли сознание, к моменту приземления двое из них были мертвы, оставшийся в живых описал это путешествие.

В то время причина этой трагедии была мало известна, так как люди плохо представляли себе, что такое атмосфера и как она изменяется с подъемом на высоту.

Атмосфера Земли представляет собой смесь газов, которая включает азот, кислород, углекислый газ, инертные газы. Если представить себе столб воздуха, имеющий площадь основания один квадратный сантиметр и высоту, равную толщине слоя атмосферы, то он будет давить на землю с силой 1,033 кг. Уравновесить эту тяжесть можно таким же по площади столбом ртути высотой всего 760 мм. Этот показатель и был принят за так называемое нормальное барометрическое давление. Совершенно очевидно, что по мере подъема на высоту уменьшается столб воздуха, а следовательно, уменьшается и барометрическое давление. В одном кубическом метре воздуха становится меньше молекул кислорода, азота и других газов, входящих в его состав.

При значительном уменьшении количества кислорода кровь им уже не насыщается до необходимых пределов, поэтому отмечается недостаток кислорода также и в тканях. Организм начинает испытывать состояние, известное в медицине под названием «кислородного голодания». Наиболее чутка к недостатку кислорода центральная нервная система. Здесь кислородное голодание проявляется раньше всего. Французы не смогли воспользоваться кислородом, вот почему у них и отмечалась сонливость, апатия, паралич и, наконец, потеря сознания.

Ряд опасностей для организма, приспособившегося к жизни при определенном атмосферном давлении, связан с изменением этого давления. Что произойдет с животным, если давление неожиданно резко снизится?

В тканях, среди мышечных волокон и сосудов, быстро возникнут круглые, блестящие, как алмазные капли, пузырьки. Это — газ, главным образом азот. Газы, находящиеся в растворенном состоянии в крови и других жидкостях организма, при уменьшении давления начинают быстро выходить из растворов. Не успевая выделиться через легкие, они образуют пузырьки. Такие пузырьки газа раздвигают на своем пути клетки, закупоривают кровеносные сосуды, давят на нервные окончания. Иногда эти нарушения могут привести к серьезным последствиям, даже к парезам и параличам. И только соответствующие меры защиты спасают организм от этих так называемых декомпрессионных расстройств.

А вот еще одна опасность, также связанная с понижением давления на больших высотах. Представьте себе, что лимфа, тканевые и клеточные жидкости начинают кипеть, подобно воде при ее нагревании. Ясно, что в таком состоянии организм не может существовать. Эта, на первый взгляд странная, картина объясняется известным физическим явлением: температура кипения жидкостей снижается при понижении давления над жидкостью. На высоте 19 000 м и выше барометрическое давление настолько мало, что жидкости начинают кипеть при температуре около 37°С, т. е. при температуре тела человека.

Некоторые болезненные состояния, связанные с действием космических факторов, возникают незаметно, вначале не вызывая никаких неприятных ощущений, развиваясь в течение недель, месяцев и даже лет.

Начинаться они могут с незначительных, казалось, изменений. Вот перед нами маленькая мышка-«космонавт». Целые сутки она пробыла на высоте 27,5 км. Цвет ее шерсти необычный: она не белая, как всем нам известная лабораторная мышь, а черная. Это позволяет легко заметить волоски, поседевшие во время пребывания животного в космосе. На голове, на небольшом участке, обнаружена триада таких волос, а на боку, на протяжении 4 мм, целых двенадцать.

Такое поседение говорит об изменениях, возникших в коже животного под воздействием так называемых космических лучей.

Космические лучи — это элементарные заряженные частицы, с колоссальной скоростью движущиеся в маг-

нитных и электрических полях межзвездных пространств. Происхождение их до конца еще не выяснено.

Миллиарды таких частиц при своем движении в космическом пространстве встречаются с земной атмосферой. Здесь они претерпевают многообразные превращения, итогом которых является ионизация воздуха и образование так называемых вторичных космических лучей (обломки атомов и ядер, электромагнитные излучения).

До Земли эти космические лучи доходят в очень ослабленном и измененном виде. Поэтому природе не надо было приспособливать земные организмы к воздействию первичных космических лучей.

Попадая на живую ткань, как и на любое другое вещество, первичные и вторичные космические лучи разрушают ядра ее атомов, выбивая из них электроны, т. е. ионизируют ткань. Вот почему поседели волоски у мыши в тех местах, где под влиянием проникнувшей космической частицы разрушилось несколько волосяных фолликулов. Для первичных космических лучей нет преград в виде толщи живого вещества. Они могут проникать в глубь организма, и вероятно, вызывать поражение нервной системы, крови и кроветворных органов, возбуждать рост злокачественных опухолей, сокращать продолжительность жизни. Ученые не случайно употребляют выражения «могут», «вероятно», так как действие первичных космических лучей на организм изучено еще очень мало, воссоздать на земле весь их спектр очень трудно.

Итак, космическое излучение может быть немалой опасностью, и задача науки — изучить влияние этих лучей, обезвредить их, защитить жизнь и здоровье будущих космонавтов.

Кроме космических лучей, опасными могут быть и другие невидимые излучения (например, самая коротковолновая часть ультрафиолетовых лучей и др.). Спасает от губительного действия этого вида излучений атмосфера Земли, которая, как надежный щит, отражает или задерживает проникновение этих лучей на земную поверхность. Солидным препятствием для этого вида излучения являются многие, иногда даже простые материалы. Поэтому человек, одетый, например, в скафандр, защищен от действия таких лучей. Наружная оболочка скафандра постепенно может под их воздействием разрушиться, ее надо сделать из специальной ткани.

Отрицательные влияния на организм человека связаны также с движением ракеты. Быстро, за несколько секунд, ракета поднимается в небо. Весь полет занимает несколько минут. И за этот короткий отрезок времени она оказывается на высоте в 200—400 км. Во время взлета организм попадает в совершенно необычные для земного существования условия. Вес пятикилограммовой собаки становится во много раз больше (действие ускорений при взлете). Животное испытывает вибрацию, воспринимает шум и, наконец, попадает в условия невесомости. Вынесет ли все это живой организм?

Мы перечислили далеко не все опасности. Но и сказанного достаточно, чтобы убедиться в полной невозможности послать в космос незащищенный организм.

Значит, надо придумать и создать ряд медицинских и технических приспособлений, которые будут обеспечивать условия, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма, оберегать его, сигнализировать о его состоянии. Как ослабить эти опасные факторы? Как предохранить жизнь, обеспечить все необходимое для нее? Возможно ли это вообще в условиях космоса?

Теперь, после подъемов ракет с собаками, кроликами и крысами, после запуска спутника с Лайкой, полетов космических кораблей-спутников с Белкой и Стрелкой, Чернушкой и Звездочкой, после полетов Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова, ясно, что советская наука с успехом решила эти задачи.

Для того чтобы обеспечить всем необходимым космический полет живого высокоорганизованного существа, был разработан комплекс специальных средств, делающих безопасным такой полет, повышающих устойчивость организма к неблагоприятным факторам полета. С этой целью в течение нескольких лет было предпринято большое количество опытов, многие из которых теперь уже интересны только в историческом плане.

Впрочем, когда мы говорим о завоевании космоса людьми, слово «история» вызывает улыбку. При изучении такой истории не надо копаться в архивной пыли. Она происходит на глазах: многие из числа первых ученых, заложивших основы таких полетов, работают над этими проблемами и теперь, других помнят наши современники.

Начинается история космических полетов с работ К. Э. Циолковского. Полвека назад, когда еще не было самолетов, выдающийся русский ученый заложил основы теории реактивного движения, предложил конструкцию нового летательного аппарата. Циолковскому же принадлежат и первые эксперименты, направленные на выяснение вопроса, возможна ли жизнь в условиях ракеты.

Непосредственная подготовка к космическим полетам началась в нашей стране в послевоенное время. За 10—15 лет пройден грандиозный путь, который по праву можно назвать историческим. Это касается не только технических проблем освоения космоса, но и области биологии, медицины. Уже в 40-х годах в армии советских ученых работал маленький, но сплоченный отряд биологов, врачей, инженеров, техников и лаборантов, упорно и настойчиво проводя многочисленные опыты, целью которых было решение ряда биологических вопросов, связанных с полетами животных, а позже и человека в космическое пространство.

Для собак в стреловидном теле ракеты, предназначенной для полетов на большие высоты, создавали как бы кушочек земли — герметическую кабину — небольшое замкнутое пространство, в котором обеспечивался требуемый состав воздуха, подавался кислород, выводился углекислый газ, поддерживалось нужное барометрическое давление и т. д.

Некогда предложенная еще Менделеевым герметическая кабина вошла в обиход современной авиации и отсюда была частично заимствована для космических полетов.

Для путешествия в космос потребовалось создать герметические кабины нового типа. Прочные стенки должны выдерживать большое давление, не пропуская при этом даже молекулы газа. Иначе не может и быть, поскольку кабина (с обычным атмосферным давлением внутри) будет находиться в условиях, где нет атмосферы и нет никакого давления снаружи. Какой же она должна быть прочности, чтобы не взорваться, как, например, лопается глубоководная рыба, вынутая на поверхность моря!

Раз за разом продумывались и проверялись в пусках новые конструкции таких кабин. Вот они — легкие, необычно прочные, разных форм и размеров! Одни напоминают красивую большую серебряную и блестящую коробку, другие имеют вид усеченного конуса, третьи — шара

на специальных подставках. Наряду с герметическими кабинами создавались различные герметические скафандры, повторяющие по форме контуры животных.

Много сил и энергии потребовалось для решения вопроса о том, как обеспечить при длительном пребывании собак в камере постоянный состав воздуха, как обновлять его, поддерживать определенное давление. Ведь собака весом 6—7 кг за час поглощает 6 л кислорода, выделяет 6 л углекислого газа и 20 г водяных паров.

Для решения задачи регенерации воздуха в кабине появляются разнообразные комплексы приборов. Много вариантов отделяет первое такое устройство от последней регенерационной установки с особым химическим веществом, которое одновременно выделяет кислород и поглощает водяные пары и углекислоту.

Когда смотришь на эту малогабаритную систему, ее автоматическую работу, безотказно поддерживающую нужный газовый состав в кабине, все кажется очень просто. А тем не менее созданию этого устройства, как всякому простому решению сложного вопроса, предшествовало много различных вариантов. Одновременно в сотнях опытов проверялись и другие приспособления, без которых немислим полет живых существ. Все эти инженерно-конструкторские работы могли быть успешно выполнены только при условии совместных усилий инженеров и врачей, так как оценка и проверка каждой установки невозможны без биологического эксперимента.

Кроме того, разработана целая система отбора и тренировки животных, направленная на повышение устойчивости собак к действию неблагоприятных факторов космического полета. Для того чтобы приучить животное к некоторым воздействиям, ожидаемым в полете, в лаборатории пытались создать обстановку, в которой собака будет находиться в полете, конструировали специальные аппараты-установки. При их помощи имитировали тот или иной фактор полета. Всесторонне исследовались воздействия этих влияний на организм животного, испытывалось действие комплекса факторов.

Все это позволило найти, проверить, выбрать лучшие формы обеспечения жизнедеятельности собак в полете, отобрать нужных животных, подготовить их к полету.

Так советская наука сумела разрешить первые, и поэтому наиболее трудные, вопросы освоения космического пространства, сумела сломить первое сопротивление космоса.

ПОДГОТОВКА

ОТБОР СОБАК

Отобрать собак для полета не просто. Нужны животные, которые бы одновременно отвечали многим требованиям, соединяли в себе различные качества. Достать таких собак очень трудно.

Много приходится ездить, искать, иногда списываться с владельцами собак. Поэтому вполне понятна та радость, с которой исследователи встречают каждое животное, пригодное для опытов. Собаку тщательно осматривают, измеряют ее длину, высоту. Хорошо, если животное имеет белую шерсть. Кроме того, нужна обязательно самка.

Дело в том, что пол собак также включен в число признаков, по которым идет отбор экспериментальных животных. Считаться с вопросом, самка это или самец, приходится не по каким-нибудь существенным и сугубо научным причинам, а только из-за так называемой «одежды для собак».

Выражение «одежда для собак» звучит смешно: то, что называют «одеждой», выглядит необычно и служит не для украшения или согревания животного, а для того, чтобы хорошо привязать собаку в специальной кабине и отвести в ассенизационный бак ее выделения.

Одежда должна быть такой, чтобы собака могла находиться в ней длительное время и не иметь потертостей. Для самцов пока не удалось сделать удовлетворяющую таким требованиям одежду, поэтому в опытах пришлось использовать только самок.

Необычным должен быть размер отобранных собак. Для полетов отбираются собаки чуть крупнее кошки, их вес не должен превышать 6—7 кг.

Собаководство знает породистых собак очень маленьких размеров. Вспомните, например, той-терьера,

игрушечного песика. Гладкая тоненькая собачка шоколадного или черного цвета свободно помещается в кармане плаща. Или — тоже очень маленькое животное — белая длинношерстная болонка. Сюда же можно отнести таксу. Все это так называемые «декоративные» собаки.

Любители из поколения в поколение создавали их специально. Жили такие животные рядом с людьми и сотни лет опекались ими. В результате они привыкли питаться хорошей пищей, жить в теплой комнате, пользоваться другими удобствами.

Такие животные не подходят для полета. Это и понятно, ведь первое условие пригодности собак для экспериментальных работ — крепкое здоровье, высокая сопротивляемость заболеваниям, устойчивость к различным неблагоприятным условиям внешней среды.

Даже помеси дворняг с декоративными собаками не удовлетворяют ученых. Здесь, как об этом говорит опыт, могут быть самые неприятные неожиданности. Собака по имени Чудо не вынесла элементарной операции грыжесечения и погибла. Другая собака, помесь дворняжки с таксой, неожиданно для всех простудилась и погибла от воспаления легких при небольшом понижении температуры, в то время как беспородная собака, находящаяся с ней в паре, перенесла такой холод без всяких последствий. Помесь дворняжки и болонки тоже погибла в опыте, а ее напарница — беспородная собака чувствовала себя прекрасно. Словом, все попытки использовать для подготовки к полету породистых собак и даже их помеси рано или поздно терпели неудачи.

Малые размеры и к тому же беспородность? Одно такое сочетание создает большие трудности в подыскании нужных для опытов собак. Но это еще не все.

Немаловажное значение имеет возраст собак. Изучение физиологии животных показало, что возрастные различия проявляются в определенном течении физиологических процессов. Старые животные, а также собаки в возрасте до полутора лет менее устойчивы к различным воздействиям. Они хуже переносят неблагоприятные условия, более подвержены заболеваниям. К тому же собаки до полутора лет обычно вертлявы, возбудимы, а это является существенным препятствием для экспериментов с ними.

На основании опыта, а также данных, имеющихся в литературе, было установлено, что для экспериментов

лучше всего брать собак в возрасте от полутора (лучше даже от двух) до пяти-шести лет. Возраст собаки определяется по зубам (их цвету и степени стертости).

Цвет шерсти собак тоже очень важен. Желательно, чтобы шерсть была белой, это связано с применением в полете киносъемок и телевидения в качестве одного из методов наблюдения за животными.

Экспериментаторы пробовали обесцвечивать шерсть собак перекисью водорода. Черная собака с кличкой Тьма некоторое время ходила с рыжими квадратиками на спине и боках. Это все, чего удалось добиться при перекраске шерсти. Пигмент, окрашивающий шерсть животных, выражен более сильно, чем у человека, и поэтому почти не обесцвечивается.

Изо дня в день ученым приходится заниматься подбором собак. «Зайдите посмотреть новую собачку», — говорит заведующий виварием. Довольный, он перечисляет все достоинства нового кандидата в космические полеты: «Весит 5 кг 20 г. Белая, только на голове светло-желтое пятно. Ножки короткие. Самка. Дворняжка. Ласковая». Это как раз все то, что нужно. Но можно ли считать такую собаку уже пригодной для экспериментов? Оказывается, еще нельзя.

За предварительным отбором по внешним качествам последует отбор по существенным признакам. Все предварительно отобранные собаки в течение длительного времени будут подвергнуты различным испытаниям, и те из животных, которые выдержат такой экзамен на «хорошо» и «отлично», станут уже настоящими кандидатами в космонавты, участниками большого летного эксперимента.

Пока оставим вопрос о дальнейшей подготовке собак. Посмотрим, как и где живут экспериментальные животные, как налажен за ними уход.

СОДЕРЖАНИЕ ПОДОПЫТНЫХ СОБАК

Большой общий двор. Тут и зеленые газоны, и цветники, и широкие асфальтированные дорожки, огибающие белые красивые здания. Много деревьев. На задней части двора — мелкие строения, разные мастерские, склады, сараи, высокий кустарник, трава и опять асфальтированные дорожки и газоны. Все это — места для прогулок собак.

Вот три собаки без всякой привязи вертятся около стройной немолодой женщины. Она идет по дорожкам в одно из зданий, а собаки, зарываясь носом в свежую зелень, перегоняя друг друга, бегут за ней. Изредка женщина останавливается, подзывая одну из отставших собак, и кажется, что это гуляют вовсе не подопытные животные, а бегут за хозяйкой комнатные собаки.

Рядом с молодой белокурой девушкой с темными бровями — несколько животных. Одни из них деловито обнюхивают доску и траву около сарая, другие носятся по двору. Илья, как всегда, вертится у самых ног лаборантки и не отходит от нее больше чем на три шага.

Через полчаса на территории двора можно видеть уже других лаборанток, гуляющих с другими собаками.

Прогулки с собаками — один из важных моментов их содержания.

С животными гуляют минимум два раза в сутки. Перед началом опыта это делают более длительно. Собаки, которые не используются в опытах, как правило, находятся в хорошо вентилируемом помещении, почти на открытом воздухе. Некоторые из них выпускаются в небольшой огороженный загончик, где бегают без присмотра людей.

Живут собаки в особом помещении — виварии. Здесь стоят на высоких метровых ножках почти квадратные клетки с деревянным полом. На каждой из этих клеток обозначен владелец данной квартиры. Читаем аккуратные надписи мелом — Ночка, Бодрая, Золушка и т. д. Здесь тепло, светло и сухо.

В клетке лежит подстилка — пушистая, тонкая и длинная стружка, солома, иногда сено. Собаки спят на этих подстилках. Тут же стоят миски: одна — для пищи, другая — для воды.

Тот, кто незнаком с жизнью собак в виварии, несомненно пожалеет их: маленькой домашней собачке приходится жить в клетке, подобно дикому зверю. Такое впечатление может усилиться, если удастся подсмотреть, как любое животное, едва откроешь дверцу, стремительно убегает из клетки. Но с этим чувством жалости согласиться нельзя.

Дело в том, что собаки хорошо привыкают к своим клеткам и, возвращаясь с прогулки, прыгают в клетку так же охотно, как и покидают ее.

А бывает и так. Где Лепешка? Заведующий виварием в смятении повсюду ищет собаку, которая каким-то образом убежала из помещения. Ее настойчиво ищут и наконец, опечаленные пропажей, смиряются с исчезновением хорошей собаки. Однако на всякий случай оставляют помещение и дверцу клетки открытой. Наутро Лепешку находят спокойно спящей в своей клетке. Она сама вернулась домой после незаконных путешествий.

Кормят собак два раза в день.

В виварий входит служитель с ведром, берет с крыши каждой клетки предварительно вымытую миску и большим половником наливает в нее наваристый суп из хрящей и костей с пшеном или другой крупой. Животные при этом терпеливо ждут у открытой дверцы. Затем на большом деревянном подносе приносят хлеб, нарезанный аккуратными ломтиками. Также раздают мясо. В пищу собак входит некоторое количество овощей, им дают рыбий жир, молоко. Это обычный рацион собак. Животные — участники трудных опытов — находятся на особом режиме. Их кормят колбасой, бульоном, консервами, дают сладкое, витамины.

Иногда можно наблюдать такой эпизод. Гильда — золотистого цвета маленькая собачка — на руках у заведующего виварием. Он одной рукой держит шприц, а другой ловко сбивает головку апмуды. Шприц выталкивает вязкую белую жидкость в мышцу собаки. Это укол глюкозы. Гильда, находясь на опыте в камере, куда не могли в течение нескольких дней проникнуть люди, плохо ела. И вот результат — ей надо вливать глюкозу. За животными перед опытом и после его окончания налажен специальный уход и наблюдение врача-ветеринара.

Животных моют по распоряжению ветеринарного врача или научных сотрудников. Собак сажают в ванну с теплой водой, и двое служителей моют их детским мылом. Не удивляйтесь: именно детским. Кожи животных гораздо более чувствительны к солям, чем кожа человека, поэтому отнюдь небезразлично, каким мылом их мыть. После мытья животное сажают перед рефлектором, и электрическая печка быстро высушивает даже самую длинную шерсть.

Собирать материалы о поведении собак в виварии, на прогулке, во время еды, об их «отношениях» к окружающим людям важно для изучения различных форм реагирования животных. Накопленные в течение длительного времени, эти сведения помогают правильно понимать реакции собак во время и после экспериментов, изменения, возникающие в результате различных воздействий, определять тип высшей нервной деятельности экспериментальных животных.

Подобные материалы имеют и общий интерес. Великий русский ученый И. П. Павлов считал необходимым начинать изучение естественных форм поведения животных, систематизацию безусловных и условных рефлексов и выявление их причин именно с правдивых научных описаний поведения подопытных животных.

В поведении собак много как общих, так и индивидуальных моментов. Понять специфику разнообразных форм поведения даже в стандартных условиях вивария можно только после длительных всесторонних и планомерных наблюдений, при сопоставлении ряда фактов.

Итак, незаметно подсмотрим, как ведут себя экспериментальные животные в виварии.

Всем известную Белку, впервые вернувшуюся из космоса, застаем обходящей свои небольшие владения. Она двигается не спеша, поглядывает по сторонам, внюхивается в знакомые запахи вивария, останавливается, идет в угол. Шум около входной двери заставляет Белку насторожиться. Быстро поднимаются ее уши, и тут же животное оказывается в том месте клетки, откуда лучше всего виден вход в виварий. В следующее мгновение, когда становится ясной ложность «тревоги», белая с желтыми пятнышками собака продолжает «деловитый» обход клетки.

Так же, как Белка, ведут себя и многие другие собаки. Не смущаясь маленьким пространством клетки, они очень много двигаются. У других животных вместо разнообразных движений наблюдаются относительно стереотипные реакции, а иногда даже автоматичные движения: в них каждый раз одинаково построены и сами двигательные акты, и паузы между ними, и их соотношение.

Подвижный пушистый Малек — собака, прославленная в вертикальных пусках ракет, — ходит вдоль передней решетки своего домика, дойдя до ее конца, животное ставит левую лапу на выступ и затем заученным движением полупрыжка поворачивается в другую сторону. Это продолжается довольно долго.

Собака с поэтичной кличкой Мечта стереотипными движениями раз за разом обходит свою клетку. Собака Пушинка прыгает в левой части своего домика, приседая при этом на передние лапы. У белой гладенькой Ракеты двигательная активность выражается прежде всего в скребущих движениях.

Подобная специфичность движений у некоторых собак настолько велика, что отсутствие или изменение таких реакций заставляет предполагать какие-то нарушения в жизнедеятельности этих животных.

Все виды двигательной активности собак, находящихся в своих клетках, очевидно, являются приспособительными реакциями, позволяющими животным (и особенно подвижным) в условиях небольшого пространства производить необходимое для здоровой собаки количество движений.

Особенно активно ведут себя все собаки перед часами кормления. Они начинают возбужденно ходить по своему домику, часто принохиваются, оборачиваются к находящейся в клетке миске. У одних собак эти формы поведения выражены менее явно, у других — более.

В другое время можно видеть, как эти же животные спокойно сидят или лежат в своих клетках-домиках. Обычно при этом в дневное время они находятся не в пассивных, а в активных сидячих или лежащих позах: мускулатура напряжена, тело лежит на конечностях, голова приподнята, а если опущена, то на лапы. В ответ на различные раздражители собаки быстро поворачивают голову в сторону этих воздействий, вскакивают.

Наблюдая поведение собак, содержащихся в виварии, ученые сталкиваются с многими интересными и на первый взгляд противоречивыми фактами.

Стоит войти в помещение, где находятся собаки, как с непривычки сразу же приходится затыкать уши. Собаки встречают вас дружным лаем, яростным и безудержным. Кажется, страшно к ним и подойти: пасть раскрыта, все движения направлены на прищельца. Животные тут же

оказываются в том углу клетки, откуда к человеку ближе всего. От нетерпения многие царапают лапами пол и прутья клетки. Глядя на них в этот момент, можно подумать, что появление человека вызывает у собак явно агрессивные реакции. Кажется, животные активно обороняются от вошедшего, выказывая все признаки готовности к нападению.

Однако не спешите делать такое заключение. В следующую же минуту вы убедитесь, что этот вывод ошибочен. Стоит только человеку подойти к одному из таких дышащих яростью животных, как оно сразу преобразается. Собака уже не лает. Она доверчиво просовывает к вам мордочку, старается лизнуть руку, замирает при прикосновении к ней. Все движения теперь выражают желание близости к человеку: животное прижимается к сетке, просовывает сквозь нее лапы, виляет хвостом.

Это происходит под отчаянный, все более усиливающийся лай других собак. Но та, на которую человек обращает внимание, как бы ничего не слышит. Вот вы подходите к другой собаке, и с ней происходит та же непонятная метаморфоза. А оставленное вами животное лает теперь снова, पुще прежнего, с особенным иступлением.

Так ведет себя большинство собак. Есть, правда, животные, которые не лают, а скулят. Некоторые собаки «молча» пристально следят за человеком.

Описанные выше реакции являются одним из проявлений сильного возбуждения собак. Но об агрессивной природе таких реакций говорить нельзя. С самого начала они, по существу, выражают стремление животных к контакту с людьми: у собак отсутствует рычание и оскал зубов, характерные для агрессивных реакций. Животные не убегают в угол клетки при приближении людей.

Было замечено, что все необычные раздражители, действующие на собак в виварии, вызывают у животных напряжение, много двигательных реакций иногда самого бурного характера, часто — громкий безудержный лай. Впечатление такое, что животные «радуются» каждой возможности полаять и подвигаться в своих сетчатых домиках.

Если определить, сколько данная собака двигается в своей клетке и сколько находится в относительно спокойном состоянии (сидит, лежит), то получается, что для каждого животного имеется различное соотношение активных и пассивных форм поведения. Одни из них дви-

гаются много, другие — гораздо меньше. Отличаются животные также по характеру и интенсивности своих движений, которые иногда имеют форму бурных реакций, иногда — спокойных, но активных, иногда — вялых.

Изучение характера и степени выраженности реакций различных животных в виварии позволяет разделить всех собак на три группы: группу спокойных собак — умеренно двигающихся; группу животных, у которых двигательные реакции обычно принимают ярко выраженный характер, — беспокойных собак; группу «вялых» животных.

Благодаря такому разделению можно ориентироваться на определенные обоснованные признаки при выборе собак для использования в экспериментах разной направленности.

«Спокойные» собаки должны использоваться в длительных экспериментах. Именно по этому признаку впервые из числа многих собак выделили Лайку, Стрелку, Белку, Лисичку, Жемчужную, Чернушку, Звездочку и других. «Неспокойные» более подходят для коротких опытов в вертикальных пусках ракет. Хорошо взять подвижную, легко возбудимую собаку для выработки у нее двигательных условных рефлексов. Как правило, у таких собак нужные движения возникают быстрее.

Таким образом, наблюдения за поведением в виварии, как доказывает практика работы с животными, позволяет предварительно составить представление о типе высшей нервной деятельности каждой собаки. Такое предварительное определение имеет большое практическое значение, так как позволяет выбрать нужное животное для последующей трудоемкой работы, связанной с тренировкой к условиям научного эксперимента.

Выявление специфики поведения собак очень важно также и для определения состояния животных, тех его изменений, которые могут наступать под влиянием специфических воздействий.

Желтенькая собачка с веселым нравом, который определил ее кличку — Радость, — активное животное. Она очень подвижна, быстро реагирует на все раздражители. Но вот собаку берут на центрифугу, и там она испытывает на себе действие сильных перегрузок. Животное как будто подменили, оно возвращается в виварий вялым, не лает, неважно ест. Такое изменение поведения говорит о том, что собака плохо перенесла данное воздействие.

Так формы реагирования могут служить делу диагностики трудно выявляемых изменений в состоянии организма. Поведение — очень чуткий показатель. Изменения в поведении могут указать на отрицательное влияние воздействий, тогда как другие, «медицинские» показатели останутся неизменными.

У Лисички после опытов на центрифуге вначале сильно изменялось поведение, а затем по мере того, как она привыкала к воздействию ускорений, такие изменения в поведении были выражены меньше. То же отмечалось и у других собак. Это говорит о постепенном улучшении переносимости воздействия перегрузок, о возможности тренировки к этому фактору.

Наблюдения за поведением собак на прогулках также имеют большое значение. Прогулка жизненно необходима животным, здесь одновременно удовлетворяются многие их потребности. Собака стремительно выпрыгивает из клетки и по привычному пути устремляется на газон. Уже в том, как она это делает, проявляется возбуждающее, бодрящее действие прогулки на животных. Попробуйте в это время позвать собаку. Она плохо реагирует на зов, сразу же начинает бегать, сломя голову гоняться за другими собаками. Так проходит несколько минут. Стремительность движений постепенно снижается. Вот животное задерживается около какого-нибудь предмета: камня, пня, досок, тщательно обнюхивает их. Нагулявшись, собака начинает следить за человеком, ласкаться к нему.

Несмотря на то, что поведение всех собак на прогулках очень сходно, здесь наблюдаются и большие различия в поведении, позволяющие судить о двигательной активности и состоянии экспериментальных животных. Это существенно, так как, зная обычное поведение собаки, можно сравнить его с тем, что будет наблюдаться после полета на ракете.

Например, во время полета на ракете у Отважной — собаки, до этого несколько раз уже побывавшей в космосе, — не было обнаружено существенных функциональных изменений. В полете собака не получила никаких повреждений, аппетит у нее был хорошим. И все-таки ученые с полным основанием могли говорить о некотором воздействии этого полета на собаку.

Судите сами: всегда подвижная, быстрая в своих реакциях Отважная стала вести себя иначе, и это обнаружива-

лось в самых простых формах ее поведения. Вот лаборантка открывает дверцу домика для того, чтобы погулять с собакой. Животное, вместо того чтобы, как всегда, сразу прыгнуть, медленно поднимается, долго примеривается, прежде чем сделать прыжок. Проходит 12 минут, и только тогда собака оказывается на полу. На прогулке Отважная не бежит весело, как всегда, не лает, она ходит сравнительно медленно, не удаляясь от человека, часто сидит у его ног. Только постепенно ее поведение становится таким же, как до полетов.

Изменение поведения собаки после полета, а затем его постепенная нормализация свидетельствуют о существенном воздействии полета на организм животного.

Так материалы, касающиеся форм реагирования, становятся тонким показателем общего состояния подопытных животных после воздействия сильных раздражителей.

В ночное время все собаки спят. В это время также можно говорить о позах, специфичных для каждой собаки. Всем известная Лайка чаще всего спала, свернувшись клубком и спрятав голову внутрь. Знаменитые Отважная, Нева, Белянка чаще всего спят на боку, вытянув лапы. А вот что касается Белки и Стрелки, то эти прославленные космонавты во сне принимают различные позы.

Всех отобранных экспериментальных собак характеризует самое «доброжелательное отношение» ко многим людям. И это понятно. Одни экспериментаторы приучают собаку переносить перегрузки, другие — вибрацию, третьи — записывают у нее кровяное давление. К тем людям, которые относительно долго работают с собакой, она привыкает. Но вот животное берет другой экспериментатор, а первый, наоборот, перестает интересоваться им. И так каждая собака имеет дело сразу со многими людьми. И не один из них в то же время не является ее хозяином: ко всем животное ласкается, со всеми приветливо, за всеми следит глазами.

Вот к собаке, с которой ученые работают длительное время и которая находится в лаборатории в ожидании опыта, подошел совсем незнакомый человек. И тем не менее, если он посмотрел в ее сторону, сделал по направлению к ней движение, животное уже тянется к его рукам, а хвост методично выбивает дробь по твердой поверхности стола. Стоит только погладить такую собаку, и ее «симпатии» на вашей стороне.

Это очень интересный факт. Он свидетельствует о том, что когда с собакой имеет дело большое число разных людей, человек делается для нее как бы обобщенным раздражителем. Вот почему собака одинаково реагирует на разных людей.

Такое «отношение» к людям, характеризующее всех экспериментальных собак, очевидно, зависит от ряда объективных факторов. Во-первых, это маленький размер отобранных собачек (он делает несильных животных зависимыми от людей, крупные собаки ведут себя иначе). Далее, несомненно, значение имеет содержание экспериментальных собак в клетках. Человек, от которого зависит хотя бы кратковременная свобода животных, становится для них положительным раздражителем. Известную роль играет и то обстоятельство, что живущие в виварии собаки — животные, которые из поколения в поколение всегда были рядом с человеком, — относительно редко находятся вблизи человека (экспериментатора), не избалованы его вниманием.

Стремление подопытных собак к людям настолько велико, что его не тормозят даже те болевые и механические воздействия, которые собака испытывает во время опытов. Посмотрите, например, на поведение Снежинки, Отважной, Стрелки, когда к их домику подходит лаборантка, как они ласкаются к ней и «радостно» бегут за ней в лабораторию. Сейчас собак будут трясти на вибростенде, подвергать другим воздействиям, возьмут у них кровь, посадят в камеру. Все это животные испытали не раз. Но возбуждение, вызванное свободой и присутствием человека, настолько сильно, что оно мощной волной смывает из «памяти» животных следы всех этих неприятных воздействий. И потом, после работы, собака будет «мучительно» расставаться с экспериментатором, стремиться к нему, скулить, если он уходит. Когда смотришь на этих собак, то отчетливо понимаешь, насколько ярко выражено у них стремление к контакту с человеком.

Несмотря на то, что исследуемые собаки «приветливы» ко всем людям, в каждой из них живет стремление иметь одного хозяина. Очень распространенным является выбор самой собакой человека, к которому она тут же начинает относиться как к своему хозяину.

Многие собаки любят пожилую приветливую лаборантку, особенно хорошо относящуюся к животным. Вот

она идет по коридору, а рядом с ней семенит Линда — маленькая собачка с коричневыми пятнами, бежит Стрелка, тут же крутится Мушка.

Иногда бывает совершенно непонятно, какими признаками «руководствуется» собака в выборе хозяина. Знаменитая Белка еще до полета в космос выбрала себе в хозяйки высокую полную женщину и осталась «верна» ей после того, как благополучно вернулась в лабораторию. Когда Белка случайно встречает этого человека, она ласкается к нему особенно настойчиво, не реагируя на зов других людей, начинает ходить за ним по пятам и т. д., поэтому собаку приходится уносить на руках. То же делает Нева, так же вели себя Крошка, Солнышко.

После одного из опытов, когда произошло непредвиденное ухудшение условий, из камеры в тяжелом состоянии вынули собаку Ильву — маленькое неказистое животное с клочковатой шерстью и черными пятнами на висячих ушах. Лаборантка выходила Ильву, и с тех пор собака стала буквально преследовать ее. Стоит только животному оказаться вне клетки, как оно тут же начинает искать свою хозяйку. Если лаборантка находится за дверью, Ильва ждет ее около этой двери часами.

И еще один вопрос нельзя не затронуть, говоря о поведении отобранных собак. Это вопрос о терпеливости подопытных животных как ярко выраженном качестве их поведения. Вот вы привели собаку на опыт, одели ее, а готово еще не все. Вы посадили животное на стул. И можете забыть о нем. Оно спокойно просидит здесь час, два и больше, будет напряженно и живо следить за всем, что делается вокруг. Это сочетание в одном существе неподвижности и активности кажется почти неестественным и становится возможным только благодаря тому, что экспериментальная работа с собаками воспитывает у них стойкие тормозные процессы.

Собака — излюбленный объект научных исследований, работать с собакой легко и приятно. В Колтушах — центре павловских научных лабораторий — на высоком каменном постаменте стоит памятник собаке, заслуг которой не могла не увековечить русская физиология. Друг человека с древнейших времен, это животное остается другом человека и сейчас, в век завоевания космоса.

Советская космическая медицина в противоположность зарубежным исследователям космоса, производя-

щим свои эксперименты на обезьянах, 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 экспериментальной космической медицине неоценимые услуги.

ОДЕЖДА СОБАК

Как-то раз вошедший в лабораторию сотрудник громко сказал: «Товарищи, Чижик убежал из герметической кабины!».

В комнатах раздался дружный веселый смех: «Вот так герметическая кабина!». И действительно, кажется ничего не может быть нелепее, как бегство шестикилограммовой собаки из такой кабины, откуда не могут просочиться даже молекулы газов!

«И тем не менее собаки в кабине нет! — недоуменно и весело улыбаясь, говорит вошедший. — Не верите! Пойдите, посмотрите сами!»

Мы не ждем повторного приглашения и бежим по коридору в помещение, где находится герметическая кабина. Здесь у иллюминатора уже стоят некоторые сотрудники. Все напряженно вглядываются в его большое стекло, стараясь рассмотреть внутренность камеры.

А в камере действительно не две собаки — Ирма и Чижик, а одна Ирма. Другое отделение, где раньше сидел Чижик, пусто. Куда же исчезло животное?

Как собака могла уйти из этого отделения, будучи одетой в фиксирующую и в ассенизационную одежду?! Когда знаешь, как и для чего сшиты оба вида одежды, такой факт кажется просто невымыслимым.

Дело в том, что фиксирующая одежда специально служит для того, чтобы хорошо закрепить животное в кабине. Этому также способствует и ассенизационная одежда.

Что же это за костюмы? Как они устроены?

Представьте себе собачку в рубашке и штанишках. Рубашка — примерно до половины спины и притом без рукавов. Штанишки тоже максимально вырезаны. Обе части костюма соединяются лямками. К сказанному можно еще прибавить, что делается такая одежда из легкой

шелковой ткани. Собака в блестящем зеленом или белом костюмчике выглядит нарядно. Хорошо подогнанный и оригинальный, он делает ее похожей на цирковую артистку.

На особых матерчатых планках фиксирующей одежды в области лопаток и крестца нашиты маленькие железные кольца. К ним-то и присоединяются при помощи зажимов, или иначе карабинов, четыре легких прочных цепочки, которые другим своим концом прикрепляются к углам кабины. Таким образом собака оказывается связанной к стенам кабины с четырех сторон.

Если животное спокойно, то оно не испытывает неприятного давления или натяжения привязей. Очень важно, что теперь собака не может перевернуться, влезть лапами в кормушку, дотянуться до приборов и грызть их.

В фиксирующей одежде животные чувствуют себя так же хорошо, как и без нее. Долгие дни они могут находиться в ней, и она не стесняет свободы их движений.

Ассенизационная одежда сделана из мягкой губчатой резины, она надевается под фиксирующую одежду. Стоит ассенизационная одежда тоже из двух частей: из лифчика и своеобразных штанишек, плотно, как чулок, облегающих тело животного. От штанишек отходит хорошо сгибающаяся (и поэтому не мешающая животному принимать различные позы) трубка, которая другим своим концом связана с горловиной ассенизационного бака.

Изолировать и удалять из кабины выделения животного — в этом основное назначение ассенизационной одежды. Соединяясь с баком, такое устройство в то же время фиксирует собаку в кабине.

Возможность вырваться из цепких лап подобных креплений кажется совершенно невероятной. Вот почему случай с исчезновением Чижики заставил всех так недоумевать, острить и смеяться по поводу чудес.

Ассенизационную и фиксирующую одежду надевают на собак в том случае, если опыт будет продолжаться больше суток. Если же опыт недолгий (два, три, пять часов), то животное находится только в легкой фиксирующей одежде.

Все собаки, прошедшие разные длительные испытания, хорошо знакомы с обоими видами костюмов. В этой одежде в космосе летала Лайка. Такая же одежда была на Белке и Стрелке, Чернушке и Звездочке.

Придумать, склеить и сшить такую одежду, и особенно ассенизационную, было не просто. Природа не создала собак для ношения подобных костюмов, да и кожа этих животных более нежная, чем у человека. Всякое соприкосновение кожи с трущимися поверхностями приводит к потертостям: покраснениям, припухлостям и даже ранам. Надо было подобрать резину, сделать мягкими швы и края. Выделения животных не должны подтекать под резину и материю, мочить, пачкать кожу собаки. Ведь в этом случае возникает зуд, болезненные ощущения, гнойниковые образования. Одежда на теле собаки ни в коем случае не должна смещаться, иначе выделения не станут попадать в трубку.

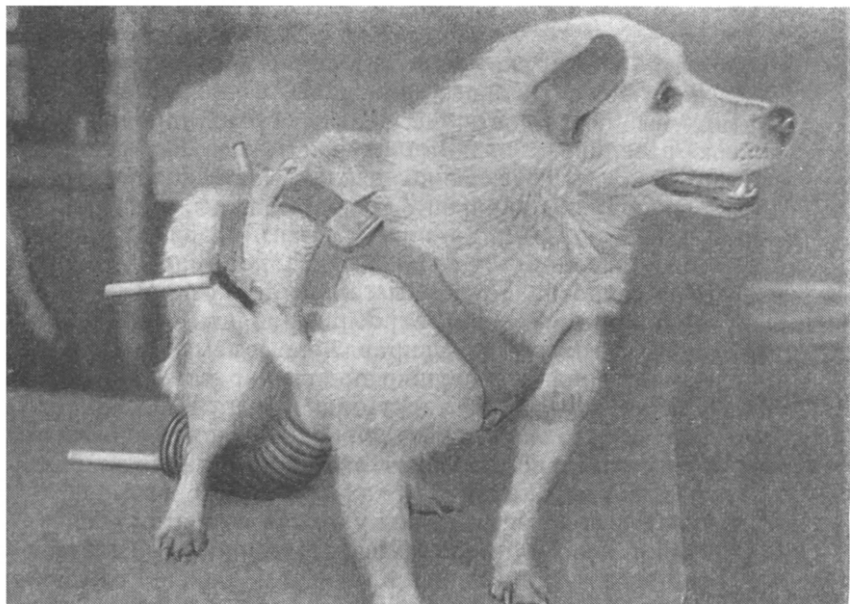
Эластичная трубка, которая применялась в первых вариантах ассенизационной одежды, была заменена мягким гофрированным шлангом, где сохраняется все полное отверстие, и поэтому выделения животных здесь не скапливаются.

Был придуман клапан, препятствующий обратному поступлению мочи к телу животного. Трущие края одежды стали смягчать специальной паралоновой губкой. Так постепенно в ходе опытов вводились новые усовершенствования.

Но вернемся к случаю с Чижиком. Так и не разгадав тайну его исчезновения, научные работники решили не прерывать опыт и вернулись к своим занятиям. А через час новая весть: Чижик нашелся. И действительно, если теперь посмотреть в иллюминатор, то можно увидеть за спиной Ирмы беспокойную острую морду Чижика. Вот оказывается где он! Выясняется, что, проделав дыру в задней части сетки, разделяющей кабину на две части, он перебрался к Ирме, укрывшись здесь за спиной своей напарницы. Но как ему удалось справиться с одеждой, опять неясно!

По окончании опыта экспериментаторы находят ассенизационный и фиксирующий костюм Чижика на полу. Все виды надежной привязи сохранены, и только край одежды у шеи чуть надорван. Становится ясно: собака просто вылезла из своего наряда, как это делает, например, рак, покидая свой панцирь.

Как же такое могло случиться? Оказывается одежда не была тщательно подогнана. Разные животные имеют свои особенности сложения, не говоря уже о размерах.



БЕЛКА В АССЕНИЗАЦИОННОЙ ОДЕЖДЕ

В соответствии с этим каждый раз одежду, выполненную даже очень хорошо, надо подшивать, стягивать и т. д. Словом, она должна быть не только сшитой хорошим мастером, но и «индивидуального пошива». Здесь это правило не было соблюдено с достаточной тщательностью. И вот результат.

И еще одно обстоятельство имеет первостепенное значение: животное надо постепенно приучать находиться в условиях опыта в ассенизационной и фиксирующей одежде. Неприученная собака беспокоится, рвется, натягивает цепочки. И это понятно: с непривычки плен переносится очень тяжело, да еще в условиях герметизации, когда человек долгое время не может подойти к собаке. В случае с Чижигом это тоже не было соблюдено.

Кроме ассенизационной и фиксирующей одежды, некоторые животные имеют еще и одежду, предохраняющую от повреждений те электроды, при помощи которых производится запись физиологических функций этой собаки. Об этой одежде мы поговорим далее.

Собаки привыкают постоянно «быть одетыми». Привыкают также к процедуре одевания и подгонки одежды.

Любопытно видеть, как они своими позами, движениями помогают производить все процедуры.

Вот вы покрываете, не жалея, густой прохладной смесью вазелина с пенициллиновой мазью внутреннюю часть ног и другие особенно нежные места кожи собаки (обильная смазка уменьшит трение одежды, а в случае образования потертостей приостановит развитие воспалительных явлений). И собака будто понимает это. Она совсем не сопротивляется. Вы только еще стараетесь накиннуть на морду Лисички воротник рубашки, а она уже сама двигает головой по направлению к нему. В следующий момент собака послушно поднимает лапу, которую продевают в «рукав». Очень забавно видеть, как животное послушно замирает без движений, сложив лапки и тем самым давая возможность аккуратно скрепить швом капроновые ленты на животе.

Но вот все кончено: теперь собака встает и, конечно, первым делом отряхивается. Затем хвост начинает «работать» самым энергичным образом, Лисичка пытается лизнуть руки человека, приласкаться к нему. И весь вид животного как будто говорит, что ему совсем не плохо в этом, казалось бы, столь противоестественном для собак одеянии.

ТРЕНИРОВКИ

Вот в кабине, размерами чуть большей самой собаки, Марсианка — маленькая гладкая, круглоголовая собачка. Частое дыхание колышет ее грудную клетку, стянутую одеждой. Количество дыхательных движений — 69 в минуту. И это при норме 26—30! Пасть собаки чуть открыта, она тянется из кабины, отказывается от еды. Лаборантка ставит животному градусник. Температура 40,2° — значительно выше обычной.

Такова одна из картинок приучения будущих маленьких космонавтов к кабине. Такая «учеба» не всем дается одинаково и не всем легко: для многих собак — это мучительная процедура.

Приучить собак к длительному пребыванию на одном месте почти без движений, причем так, чтобы они чувствовали себя нормально, — обязательное условие, без которого нельзя начинать длительных экспериментов.

Дело в том, что многочисленные ответственные наземные опыты, подготавливающие полеты в космос, а также сами эти полеты в преобладающем большинстве происходят в обстановке маленькой герметической кабины. Человек при этом длительное время не может подойти к животному, не может принять меры, улучшающие его состояние. Вот почему ученые могут иметь дело только с собаками, у которых длительное пребывание в условиях маленькой камеры не вызывает патологических изменений. Только в результате продолжительной тренировки достигается нормальная жизнедеятельность экспериментальных собак в обстановке опыта.

Все знают, как активны и подвижны собаки. Они чутко следят за всем, что совершается вокруг них, приносятся, бегают, лают — поведение их разнообразно и изменчиво. И вот таких животных надо заключать в камеру, лишая возможности перемещаться и делать другие интенсивные движения.

Кроме того, надо приучить собак, не сходящих с одного и того же места, совершить свои естественные отправления в резиновой одежде. Это тоже очень трудно. Ведь акты выделения мочи и кала в течение жизни миллионов поколений связались у этих животных со свободой перемещения и с особыми позами.

На первый взгляд достижение такой цели кажется непосильным. Как перестроить поведение животных настолько, чтобы они легко и просто осуществляли свои естественные отправления в одежде? Можно ли так сильно изменить инстинкты животных?

Ответ на этот вопрос был найден благодаря практике работы с собаками.

В противоположность установкам зарубежной науки, которая в первый период, как правило, использовала в качестве экспериментальных объектов наркотизированных обезьян (кроме того, они были жестко фиксированы), в советской космической медицине с самого начала ее возникновения была поставлена задача применить не наркотизированных, а бодрствующих собак, в их обычном, здоровом состоянии, в условиях нежесткой фиксации. Отсюда вопросы тренировки животных и высокого качества этого процесса приобретали особенно большое значение. Были разработаны и теоретически обоснованы принципы и программа приучения собак к тому, чтобы

спокойно находиться в малой кабине в течение примерно двадцати суток.

Опишем поэтапно все тренировочные мероприятия.

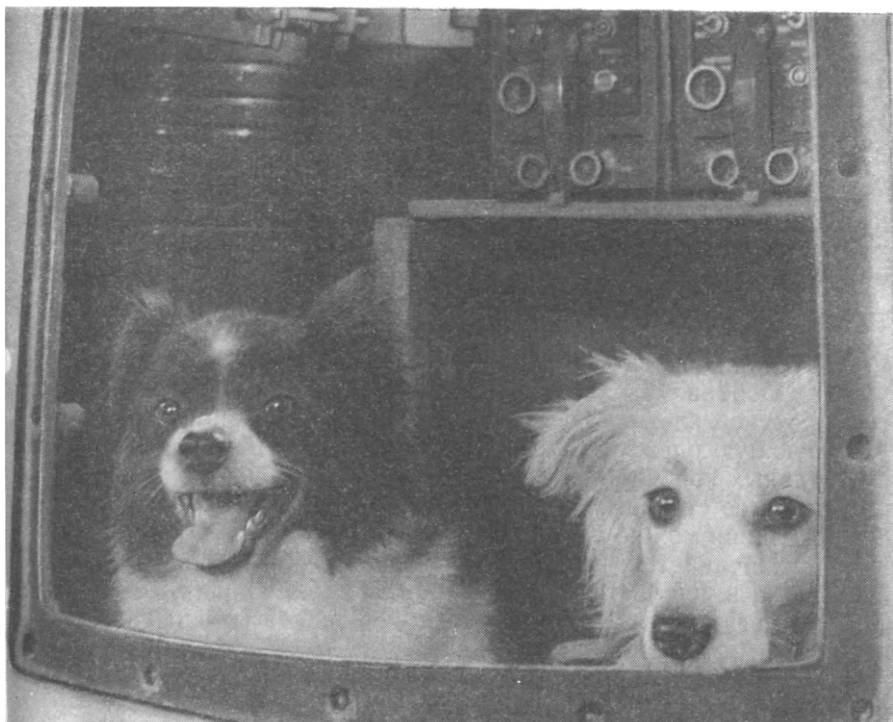
Прежде всего надо отобрать животных, которых легко приучить некоторое время находиться в спокойном состоянии без интенсивных движений. Такой отбор позволяет сразу же забраковать тех собак, которые не могут долго сидеть на одном месте. Но это не так-то просто: судить о пригодности животных к подобным опытам на основании наблюдения за обычным поведением можно не всегда. Бывали случаи, когда очень спокойные и ласковые собаки, попадая в кабину, вели себя бурно и непримиримо.

Находиться в кабине собак приучают в специальной комнате, которая получила название «тренировочной». Она представляет собой светлое помещение с цементным полом, широкими деревянными скамейками, небольшими, расположенными на специальных утепленных настилах ковриками. Здесь пахнет животными, несмотря на прибитые на стенках озонаторы и цветы на широких мраморных подоконниках. Стоит только открыть дверь, как вас «радостно» встречает лай собак.

Собак здесь много, но заметишь их не сразу, потому что тут они ведут необычный образ жизни и находятся внутри различных камер и лотков. Сначала в глаза бросаются специальные кабины на высоких металлических подставках. Расставленные у левой стены, они производят впечатление сказочных и длинноногих существ без туловища. Еще более странной кажется камера-циклоп, покрытая колпаком с одним «глазом» — иллюминатором. Она служит для того, чтобы приучить собак сидеть в условиях слабой освещенности. В каждой такой кабине помещается по одной или по две собаки.

На широкой лавке — тоже животные. Здесь они лежат в специальных лотках. Когдаходишь, собаки виляют хвостом, мордой тянутся к людям. Этих животных приучают долго находиться в лотках.

Справа раздается повизгивание и лай, но трудно понять, откуда доносятся эти звуки. Вдоль стены комнаты под большим портретом Лайки стоит несколько необычных, узких клеток на невысоких ножках. Эти так называемые «тесные клетки», предназначенные для первого этапа тренировки, сделаны из алюминиевых сплавов и име-



ТРЕНИРОВКА СОБАК В ОТСЕКЕ КАБИНЫ

ют много круглых, величиной с маленькую чашку отверстий. Присмотревшись, замечаем, в одном из таких окошечек черный нос собаки. Вот кто визжит так настойчиво!

Пребывание в тесной клетке — первое укрощение стремлений животного к интенсивным движениям. Собаки, посаженные сюда, не могут переходить с места на место, потому что «тесная» клетка гораздо меньше их обычных клеток, но могут поворачиваться в разные стороны. Таким образом, тесная клетка представляет собой как бы сужение привычного жизненного пространства, но не до таких малых размеров, как в настоящих кабинах, где животные будут лишены возможности делать даже повороты.

Впервые посаженные в тесную клетку собаки, как правило, активно «протестуют» против лишения свободы:

лают, визжат, царапают пол. Некоторые, нажимая на подвижные стенки — дверцы, умудряются открывать клетку и выскакивать из нее.

Вот клетка, стянутая обручами из проволоки. Здесь сидит собака Кнопка. Только эти обручи помешали «инициативному» животному, быстро овладевшему навыком открывать дверцу, выскочить из клетки в пятый раз. Сейчас Кнопка сидит смирно, будто понимая, что тратить энергию понапрасну нечего. В круглом отверстии — окошечке — торчит ее покорный нос и блестят черные, как бусинки, глаза.

Собаки, «выдержанные» в течение одного — трех дней в тесной клетке, отдыхают, а потом их одевают в фиксирующую одежду, сажают в кабину и при помощи специальных колечек на одежде, описанных выше, привязывают к ее стенкам. Кабина не герметична, и к собаке при желании можно подойти.

Начинается второй этап тренировки — период так называемой частичной фиксации. В кабине животные уже не могут поворачиваться, но могут двигаться вперед, назад и в стороны на 10—15 см.

Такой вынужденный плен, если он с самого начала будет продолжителен, переносится собаками очень тяжело. Поэтому первое время — 7—10-часовое пребывание животных в камере чередуется с прогулками во дворе, когда собаки имеют возможность размяться. И надо сказать, что, действительно, во время прогулок они бегают и резвятся больше обычного.

Как ведут себя животные, когда они сидят в кабине?

Собачка пшенично-рыжевато-го цвета, на коротких ножках — Лепешка, будучи привязанной, спокойно укладывается на утепленный пол. Она сидит и смотрит вокруг или дремлет с закрытыми глазами. Когда к камере подбегают другие собаки, предупреждающе рычит. При приближении экспериментатора или лаборанта — встает, «деловито» отряхивается, медленно помахивает хвостом, «заинтересованно», но спокойно, заглядывает в миску с теплой пахнущей мясом едой. Все реакции этой собаки удивительно нормальны. Кажется, что в кабине она давно и чувствует себя здесь хорошо. Такое поведение собаки вселяет уверенность, что она окажется для опытов отличным животным. И это предсказание оправдывается.

Динга — долговязая белая собака с грустными темными и покорными глазами — ведет себя иначе. Посаженная в клетку впервые, она явно не «хочет» ложиться — упорно стоит. Время от времени животное «тоскливо» скулит. Не надо никаких специальных приемов, чтобы сделать вывод: эта собака гораздо тяжелее переносит лишение свободы.

А Денёк, закрепленный в такой же камере, ведет себя как-то необычайно вяло. Здоровая собака всё время лежит. Когда к Денёку подходит экспериментатор, собака понуро поднимает голову, но тут же снова опускает ее на лапы. Лежит безучастно, даже тогда, когда начинают отстегивать карабины от цепочки.

Но вот в камере лохматая черная собака с желтым пятном на груди, пятнышками по надбровным дугам. На фоне светлой стены и кабины она издали кажется черной кляксой. Отсюда и ее имя — Клякса. Ласковое животное тянется к экспериментатору, следит за ним глазами, пытается лизнуть его. Все поведение Кляксы, кажется, не может предвещать ничего плохого. Приятно иметь дело с хорошей собакой, от которой, по-видимому, нельзя ждать неприятных неожиданностей!

Закрепив на собаке последний карабин цепочки, мы уходим из лаборатории, закрыв за собой дверь, но через специальное отверстие наблюдаем за животным. Теперь собака предоставлена самой себе. Клякса осматривается. Она встает, садится, до отказа натягивает цепочки. Цепочки не пускают животное, давят на него. Собака подается все корпусом назад и опять испытывает натяжение. Это подстегивает ее: она начинает рваться, упираться лапой в сетку. Соппротивление возбуждает. Вот движения животного учащаются, становятся остервенелыми.

Утром на следующий день мы застаем собаку в изуродованной кабине. Можно только поражаться, как такое маленькое животное за сравнительно небольшой промежуток времени сумело расправиться с толстой проводочной сеткой: сетка продавлена с одной стороны, с другой — порвана, край согнут! Этого нельзя достичь без колоссальных усилий!

А Клякса? Клякса по-прежнему встречает нас весьма радушно и ласкается, как ни в чем не бывало. Какие поистине удивительные переходы от бурной деятельности к полному спокойствию! Невольно приходишь к выводу,

что все разрушения, которые произвела Клякса, были совершены ею не в истерике, а, так сказать, в качестве спокойного активного протеста против лишения свободы.

Подопытные собаки обладают различными особенностями нервной системы. От этих особенностей и от воспитания зависит успех работы с животными.

Многочисленные эксперименты гениального русского физиолога И. П. Павлова и его сотрудников показали, что нервная деятельность определяется двумя процессами: возбуждением и торможением. Эти процессы, в свою очередь, характеризуются рядом свойств, главными из которых являются сила возбудительного и тормозного процесса, уравновешенность, подвижность. Эти качества могут проявляться у собак в разных сочетаниях.

Животные, чья нервная система обладает большей силой, уравновешенностью и подвижностью, быстро и хорошо приспособляются к изменениям условий опыта, стойко переносят лишения, меньше подвержены срывам высшей нервной деятельности.

Но беда, если приспособление активной собаки к новым условиям пойдет по нежелательному пути. В подобных случаях имеют место эксцессы вроде тех, что были у неутомимой Кляксы, покорить которую так и не удалось. Но такой тип поведения встречается относительно редко. Чаще животные, обладающие большой силой нервных процессов, стойко переносят изменение обстановки их жизни, срывов высшей нервной деятельности у них не происходит.

Однако и тут мы встречаемся с большим разнообразием в поведении животных. У одних собак возбудительный процесс имеет большую силу, у других возбуждение выражено слабее. Если, например, черненькая собачка с широкой спиной по имени Ветерок «разойдется» — начнет вертеться, двигаться, рваться или, еще хуже, что-нибудь грызть в кабине — ее уже ничем не унять. На нее не действуют ни угрозы, ни наказания.

У Ильвы, наоборот, сильно развито торможение. Долгое время она может находиться без движений и, кажется, не испытывать в них никакой потребности.

Достаточно было два раза погрозить пальцем и один раз замахнуться на Пуговицу, чтобы эта собака навсегда перестала скулить в камере. Эта реакция у нее затормозилась, и затормозилась быстро. Добиться этого же от

Динги стоило большого труда и времени, тормозные реакции у этой собаки развивались медленно, постепенно.

Процесс возбуждения, охвативший те или иные области коры головного мозга, может сменяться процессом торможения, и наоборот. Это свойство основных нервных процессов было названо И. П. Павловым «подвижностью», и под таким названием оно существует сейчас в научной литературе.

И еще одно качество нервных явлений было выделено И. П. Павловым как основное. Это — соотношение возбудительного и тормозного процессов. У некоторых животных эти процессы взаимно уравновешены, у других имеется преобладание тормозного, у третьих — возбудительного процесса. Вспомним, например, Лепешку — как «разумно» ведет себя это животное: оно не тратит понапрасну энергии, не суетится в кабине, но в то же время и не лишает себя возможности использовать все имеющиеся двигательные возможности (меняет позы, активно реагирует на окружающий).

Подобным же образом вели себя Жемчужная, Лисичка, Умница, Стрелка, Снежинка, Белка. Когда-то такой же была Лайка. Собаки, в нервной системе которых нет такого равновесия между возбудительным и тормозным процессами, дают либо взрыв возбудительных реакций, либо становятся очень вялыми, как, например, Денек, в нервной системе которого явно превалирует процесс торможения.

Все, что мы говорили, относится к животным с сильной нервной системой.

Собаки со слабой неустойчивой нервной системой могут не выдержать резкого изменения условий их жизни, в том числе ограничения свободы и даже подвижности. Их реакции, если возбуждение у них превалирует над торможением, приобретают безудержный характер.

Собака Жучка, например, тоже вела себя непростительным образом: на деревянных частях камеры видны следы ее зубов, порвана одежда, перекушены провода. Но как это животное отличается от Кляксы: оно продолжает рваться с привязи, причиняя себе боль. Движения Жучки носят «слепой» характер. Ее дыхание поверхностное и частое, пасть все время открыта. Собака реагирует только на очень сильные раздражители: безудержность тогда сменяется необычной неподвижностью.

«затаиванием». Животное отказывается от еды. Все говорит о болезненном состоянии нервной системы Жучки.

Ирма, белая пушистая с черными пятнами собачка, обнаруживает признаки поведения, отличающиеся от нормы несколько менее выраженно. Они не исчезают в течение тренировки, как у других собак, а, наоборот, становятся более отчетливыми. Долго научные работники «бились» с этой собакой, но в конце концов ее пришлось забраковать, как и Жучку.

Учение И. П. Павлова о высшей нервной деятельности животных позволяет связать поведение собак во время их тренировки с особенностями их высшей нервной деятельности и выявить тот тип, который для условий эксперимента является наилучшим. В настоящее время признано, что для полетов в космическое пространство необходимо отобрать собак с сильным подвижным и уравновешенным типом высшей нервной деятельности.

В начальный период тренировок, в период частичной фиксации, когда животным впервые приходится в течение многих часов быть неподвижными, наиболее остро обнаруживаются особенности их поведения, тип их высшей нервной деятельности. И не удивительно. Посаженные в кабину собаки оказываются в тяжелом положении, однако, не будучи еще приученными, они наиболее ярко проявляют свою неусмирную индивидуальность. В этом отношении этап частичной фиксации собак очень показателен. Ведь позднее в поведении животных возникает много наслоений, связанных с воспитанием, с выработкой у них различных навыков. Искажая и тонко маскируя первоначальное поведение животных, такие навыки делают очень сложным определение типа высшей нервной деятельности в ходе дальнейшей работы. Вот почему важно оценить качества нервной системы уже во время частичной фиксации животных.

Заранее можно было сказать, что спокойная, но отнюдь не заторможенная Лепешка будет отличным космонавтом. Такую же оценку получили уравновешенные Лисичка, Метель, Стрелка, Кнопка, Белка. Болезненно перенесшим частичную фиксацию Динге, Планете, Капельке, Вьюге можно поставить оценку не более «тройки». Некоторых собак, чтобы не тратить попусту время, стоит сразу же забраковать.

Описанными выше опытами с частичной фиксацией заканчивается второй этап тренировки. Животным дают отдохнуть. Какие испытания ждут собак теперь, на третьем этапе?

Вот их тщательно одевают в резиновую ассенизационную и фиксирующую одежду. После этого спускают на пол и «приглашают» на прогулку. Вначале в необычной одежде животное бежит не совсем уверенно, широко расставляя лапы, но через некоторое время оно уже осваивается. Теперь поведение животного уже ничем не отличается от обычного.

После прогулки его закрепляют в кабине на долгие дни. С этого момента и начинается новый, третий период тренировки.

Вот собаки сидят в кабине в ассенизационной одежде уже сутки. Подойдем к Волне. У нее поверхностное тяжелое дыхание. Пасть собаки приоткрыта. Иногда Волна жалобно скулит, часто переставляет лапы, тянется из кабины, суетливо реагирует на внешние раздражители (звуки, вид людей, других собак и т. д.). Собака ничего не ест.

В отделении рядом Ильва. Как хорошо сделанная плюшевая игрушка, она лежит неподвижно и только беспокойное движение глаз говорит о том, что все в этой собаке напряженно живет. Пасть Ильвы крепко сомкнута, но частота дыхания тоже превышает норму.

А вот в поведении Жемчужной никаких видимых изменений не произошло, температура тела нормальная, частота дыхания, электрокардиограмма обычные. По-прежнему собака весела, ласкова, заинтересованно посматривает вокруг. Чрезмерно не двигается, но в то же время часто меняет позы: то сидит, то встает. При появлении людей сразу же поворачивается, виляет хвостом.

Преобладающее большинство животных, впервые посаженных в кабину в ассенизационной одежде, по истечении десяти и более часов чувствует себя неважно. У одних возникают усиленные беспорядочные движения, у других — неподвижность. Многие животные при этом становятся шумливыми, визжат, скулят, воют. Все это разные проявления относительно тяжелого их состояния, которое возникает несмотря на то, что они уже приучены длительно находиться в кабине.

Затем наступает момент, когда состояние животных и их поведение резко улучшаются. Потом снова через 10—12 часов — та же картина, хотя теперь уже и в более ослабленной форме. Все повторяется. Постепенно состояние и поведение собак приходят в норму.

Как же можно объяснить все эти явления, странную закономерность их нарастания и спада?

Обратим внимание на такие, казалось, прозаические предметы, как ассенизационные баки в камерах, где сидят собаки. В экспериментальных целях они заменены стеклянными колбами, позволяющими точно регистрировать, когда и в каких количествах у собак происходит выделение мочи.

Через 5 часов после того, как Жемчужная была посажена в камеру, в ее стеклянной колбе появилось 60 г мочи. Затем через полтора часа — еще 35 г и т. д. В колбах, подвешенных к камерам, где сидят Волна и Ильва, жидкости нет. Значит, мочеиспускание у этих собак задержано, причем почти на целые сутки. Вот откуда такие ненормальные формы поведения. После того как у животных появляется моча и фекалии, их состояние сразу же улучшается.

Постепенно все собаки начинают, несмотря на непривычную одежду и позу, регулярно совершать акты дефекации и мочеиспускания.

Те собаки, которые, как Жемчужная, в необычных условиях быстро переходят к нормальному ритму выделений, переносят свое пребывание в кабине легко. Цель оказывается достигнутой. Натренированные животные в ассенизационной и фиксирующей одежде могут выдерживать длительное пребывание в кабине и при этом даже прибавлять в весе.

Собака Лисичка — всеобщая наша любимица. В ней каким-то образом сочетаются, казалось, самые несоединимые свойства: она и послушная, и «инициативная», и к тому же очень жизнерадостная. Во время эксперимента она ведет себя удивительно дельно и активно, в ее поведении нет ничего лишнего, она ни разу, например, не грызла датчиков и приборов. Когда впервые знакомишься со всеми замечательными свойствами этого животного, с его поведением во время опыта, то кажется, что природа создала Лисичку специально для научных экспериментов. Но Лисичка — только отчасти творение приро-

ды: большую роль в создании хороших подопытных животных играет терпеливое любовное и вдумчивое отношение исследователей к тренировке собак.

АВТОМАТ КОРМЛЕНИЯ

В полете собаки должны получать пищу без участия людей. Для такого кормления был создан специальный автомат. Таким образом, животных надо приучать не только к длительному пребыванию в кабине малого объема, к ношению одежды и т. д., но и к тому, чтобы они брали пищу из этого автомата.

Представьте себе одетую и надежно закрепленную в кабине собаку, лежащую в обычной позе с вытянутыми вперед лапами, перед ней — отверстие в полу, там виднеется одна из банок пищевого автомата.

Автомат, имеющий форму ящика, расположен под полом кабины. Это, по существу, конвейерная лента с гнездами, в которые вставлены специальные коробки, наполненные пищей. Лента движется не непрерывно, а периодически. Каждая из коробок, попадая в то место, где перед лапами собаки находится специальный люк, открывается. Включение автомата и открывание крышки сопровождается характерным шумом.

Для того чтобы собака начала есть и съедала полностью весь приготовленный для нее корм, надо приучить ее к виду автомата, к его шуму, к сильному щелчку, возникающему при откидывании крышки, она должна научиться брать корм в нижней, суженной части коробочки и затем — что еще труднее — со дна.

В связи с тем, что кормление будет происходить в условиях невесомости, возник вопрос: какова должна быть пища? Представьте себе такую картину. Космический корабль на орбите, все предметы потеряли свой вес. Настало время, когда животное должно получать пищу.

Допустим, что это — нарезанная кусочками колбаса. Открывается крышка кормушки, и тут мы наблюдаем интересную картину. Кусок колбасы под влиянием толчка остановившегося автомата, как в сказке, сам поднимается к морде животного: надо только раскрыть рот и схватить его на лету. Если она успеет это сделать, то колбаса будет съедена, но если нет? Представьте себе, что

она не поймала приготовленный корм или что он разломился на несколько частей. Тогда куски летят в разные стороны и пища оказывается недоступной животному.

Необычно «ведет себя» в условиях невесомости и вода. При попытке собаки лакать ее, вода не попадает в рот, а, разбившись на небольшие шарики, уносится в разные стороны. Никакие ухищрения не помогут животному напиться, пить воду из открытой банки в условиях невесомости практически невозможно.

Все это увеличивает трудности в питании и водообеспечении животных, трудности, которые возникают при полетах на искусственном спутнике. Что же делать?

Очевидно, надо предложить животным пищу такой консистенции и качества, благодаря которым она бы не уплывала из кормушки. Иначе говоря, корм должен иметь достаточное сцепление со стенками коробочек. В этом случае можно надеяться, что и в условиях невесомости пища останется в автомате кормления.

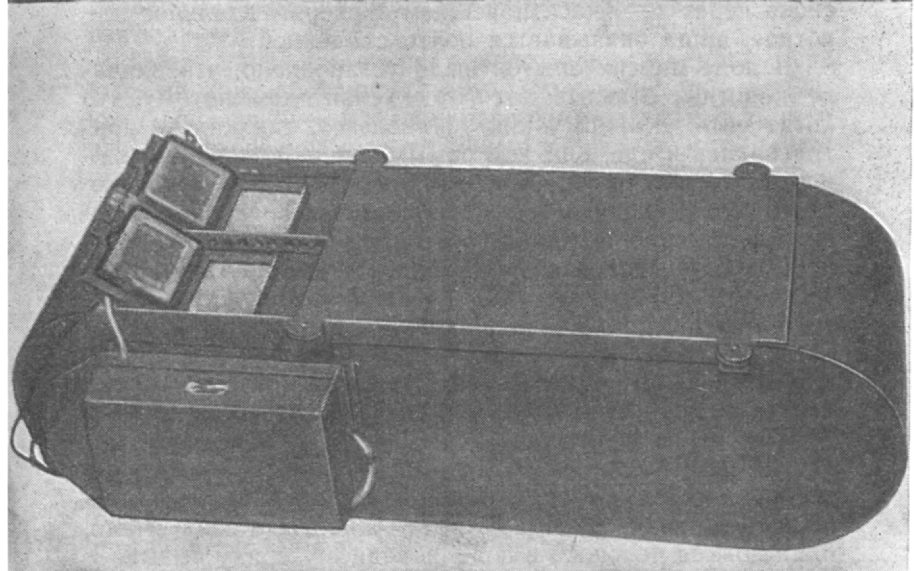
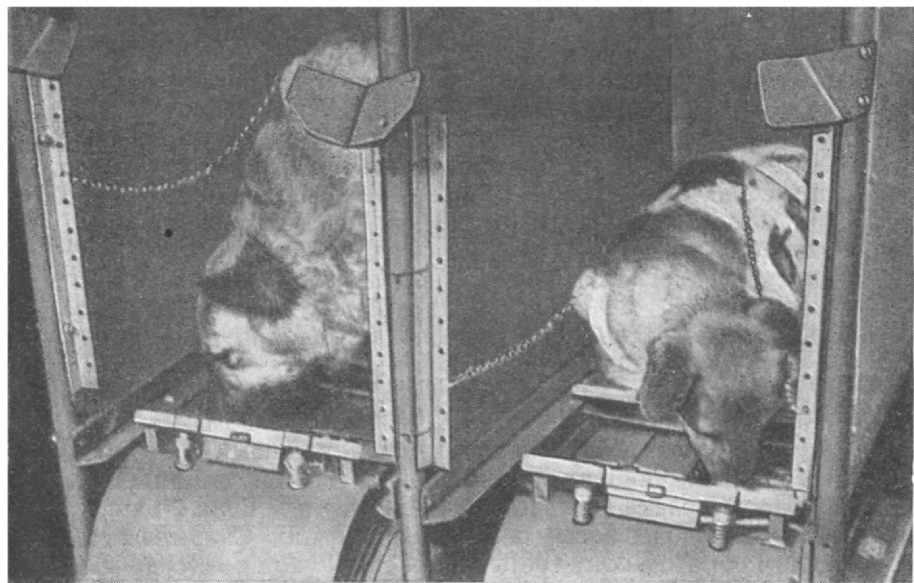
А как быть с водой? Лишить собаку воды невозможно. Однако выход был найден.

Составили специальную высококалорийную смесь, включающую, наряду с колбасой, мясом, жиром, крупой, также и большое количество воды. Эта смесь представляет собой вязкую желеобразную массу, куда вода входит как составная часть. Оказавшись структурно связанной с различными пищевыми продуктами, вода в условиях невесомости уже не может вылиться из открытой банки.

Подобный остроумный метод питания, устранивший многие сложные и на первый взгляд неразрешимые проблемы кормления собак в космическом полете, был с успехом применен советскими учеными при запуске второго спутника в 1957 г. с Лайкой на борту. Позже, в 1960 г., на втором космическом корабле-спутнике такой смесью питались Белка и Стрелка.

Как же приучают животных пользоваться автоматом кормления?

Можно сделать это просто: посадить собак в кабину перед автоматом и подождать, когда они, сильно проголодавшись, начнут брать пищу. Однако тут возникают осложнения, которые трудно предвидеть заранее. Животное, поборовшее «страх» перед необычной кормушкой,



АВТОМАТ КОРМЛЕНИЯ

в лучшем случае слизывает верхний слой пищи и потом отказывается есть вообще.

Вначале причина такого поведения была неясна. И действительно, по своим вкусовым качествам корм для собак очень хорош. Собаки, находящиеся вне кабины, моментально съедают его как лакомство. Чуть медленнее они делают это, если вне кабины питательная смесь предлагается в необычной для них коробке автомата.

Это говорит о том, что дело не в самой пище и не в том, как она подается. Так в чем же?

Подходим к кабине, где находится собака. Коробка автомата кормления открыта. Животное явно возбуждено. Оно стоит, нетерпеливо перебирает лапами. Обращаем его внимание на пищу. Собака тянется доверчиво к рукам человека, старается лизнуть их. Если теперь взять в ладонь корм, она слизывает его. Скармливаем таким образом одну треть всей пищи и уходим. Когда мы снова через 2—4 часа навещаем экспериментальное животное, пища оказывается почти съеденной.

В ходе многих опытов было установлено, что вначале животные отказываются от вкусной пищи потому, что хотят пить. Жажда у них усиливается, так как не притрагиваясь к еде, они тем самым лишают себя возможности потреблять воду, которая, как уже говорилось, входит в состав пищи. Рост потребности их организма в воде закономерно рождает негативное отношение собак к пище, получается как бы заколдованный круг. Если же заставить собаку есть студнеобразную пищу, она одновременно поглощает содержащуюся в ней воду и, удовлетворив хотя бы частично чувство жажды, начинает есть. Вот почему очень важно хорошо напоить животных перед тем, как сажать их в кабину с целью приучения брать корм из автомата.

Интересно наблюдать, как постепенно, по мере потребления собаками питательной смеси, меняется их отношение к воде. Вначале, когда животные едят мало, один подход человека в водопроводному крану вызывает у них самые бурные реакции. Собаки неотрывно смотрят на все действия человека, не перестают возбужденно двигаться, когда вода течет, многие из них облизываются, скулят. И, наоборот, животные, систематически съедающие свои порции пищи, равнодушны к воде. Все это го-

ворит о том, что комбинированная питательная смесь хорошо обеспечивает суточную потребность животного в воде.

Наилучшим образом можно характеризовать также и питательные качества смеси, поскольку, находясь на этом рационе кормления, собаки, как правило, прибавляют в весе.

Интересно наблюдать, как собаки постепенно привыкают пользоваться автоматом кормления. Вначале животных пугает нарастающий, с визжащими нотами шум этого прибора. Они начинают рваться, испуганно оглядываться. Замечая движение крышки, подтягивают под себя лапы. Проходят секунды, шум не утихает, не принося собакам никакого вреда. Животные немного успокаиваются. Как раз в это время раздается резкий, сухой шелчок и крышка открывается. Теперь перед ними, поблескивая гладкой поверхностью, лежит пища. Долго еще после этого собаки, испуганные шумом, не двигаются и не делают никаких попыток даже обнюхать, а тем более взять корм.

Постепенно, раз от разу животные все меньше пугаются звуков работающего автомата. Теперь они вызывают у собак скорее ориентировочную реакцию, а еще через некоторое время — типичную пищевую: чуть слышав знакомый шум, животные, поспешно убрав передние лапы, чтобы открывающаяся крышка не задела их, начинают следить за коробкой с пищей. Многие собаки при этом виляют хвостом, облизываются. Как только крышка открывается, собака начинает деловито есть.

Не менее интересно наблюдать, как животные учатся съедать всю пищу полностью. Легко доставать только ту часть пищи, которая находится в верхней трети коробки. При этом некоторые собаки слизывают мягкую студнеобразную массу как жидкость, другие, у которых такая узкая морда, что они в пределах маленькой коробки могут открыть пасть, хватают питательную смесь зубами. А вот дальше становится труднее, так как коробка суживается. Теперь уже пищу не схватишь зубами, не слижешь, как обычно: приходится сильно вытягивать язык, продвигать морду в глубь коробки.

Но вот проходит пять-шесть дней, и все собаки уже умеют быстро и хорошо пользоваться автоматом кормления.

РЕГИСТРАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Итак, животные приучены к некоторым особенностям их экспериментальной жизни. Однако в полете собаки будут подвергаться воздействию ряда новых специфических факторов, неизбежно возникающих при движении космических кораблей. С этими воздействиями надо заранее «познакомить» собак, посмотреть, как каждое данное животное их переносит. Только после этого можно будет окончательно решить вопрос о пригодности собаки к полету.

Прежде чем перейти к изложению этого материала, надо остановиться на некоторых вопросах, связанных с регистрацией отдельных физиологических показателей.

В самом деле, для того чтобы судить о состоянии организма животных во время действия различных факторов внешней среды, необходимо уловить и зарегистрировать на фото пленке (или специальной бумаге) работу сердца, величину кровяного давления, характер дыхания и т. д., — так называемые вегетативные функции.

Следует отметить, что очень существенными в научной практике являются понятия «до», «во время» и «после» эксперимента. Они обозначают период, в который получены данные, характеризующие ту или иную функцию организма.

Материалы, полученные «до» эксперимента, собираются перед воздействиями и характеризуют исходные уровни функционирования тех или иных систем данного животного. «Во время» — те процессы, которые возникают в момент применения воздействий. И, наконец, данные «после» говорят о влиянии тех или иных факторов на состояние животных. С целью более подробного изучения последствия различных факторов обследования могут происходить периодически. В результате при анализе удастся проследить как непосредственные, так и отдаленные результаты действия факторов полета.

Ряд исследований учитывает лишь данные «до» и «после». И это понятно: многие проявления трудно, а иногда и невозможно зафиксировать в период полета и других сильных воздействий. Например, вряд ли стоит пытаться вызвать у собаки сложную активную деятельность в моменты действия больших перегрузок. Зато важно проследить, как после этого восстанавливаются

активные привычные действия — условные рефлексы. Характер этого процесса может быть показателем силы и глубины потрясений, пережитых животными.

Разработка методов регистрации тех или иных физиологических функций у животных в условиях лабораторного эксперимента на земле и особенно в условиях космического полета потребовала много усилий и времени. Эти методы мы и рассмотрим ниже.

Дыхание. Издавна характер и частота дыхания были существенными показателями состояния организма.

У собак изменение дыхания происходит в ответ на различные воздействия. Изменения дыхания могут отражать различные неблагоприятные влияния, как длительные, так и кратковременные. Стоит, например, только вызвать у собак некоторое возбуждение, как их дыхание (нормой является 12—28 дыхательных движений в минуту) сразу же учащается. Стойкие изменения внешнего дыхания можно наблюдать при повышении температуры и влажности воздуха, при кислородном голодании организма и т. д. Учащение дыхания до 200—300 движений в минуту говорит о болезненном состоянии животного. Судить о плохом состоянии собак можно также и по значительному уменьшению частоты дыхательных движений (до 3—1). Своевременное определение частоты и характера дыхания позволяет вовремя принять необходимые меры для предотвращения неблагоприятных воздействий. Это заставило научных сотрудников изыскивать различные способы регистрации дыхания у собак.

Регистрировать дыхание легко. Для этого существует много способов. Большинство из них предполагает специальный прибор, устанавливаемый в потоке выдыхаемого воздуха. Такой прибор должен находиться где-то около рта. Опыты показали, что собаки быстро привыкают спокойно сидеть в маске. Кажется, все просто и хорошо!

Но тут возникает на первый взгляд малозначительное, а на самом деле непреодолимое препятствие. Маска мешает питанию собак и уже только по одной этой причине должна быть отвергнута в случае длительных экспериментов.

При ближайшем рассмотрении оказываются неподходящими и другие общепризнанные способы регистрации дыхания.

Где же выход? Как же все-таки регистрировать дыхание подопытных животных? Научные работники совместно с инженерами снова и снова возвращались к вопросу об объективном контроле дыхания собак. В результате появился так называемый датчик дыхания. Слово «датчик» существует в науке относительно недавно. Это — прибор, укрепленный на животном или в кабине и реагирующий на изменения каких-либо физиологических или физических явлений: температуры, электрического сопротивления, движения и т. д.

Так называемый контактный датчик дыхания был задуман как пояс, надевающийся на грудную клетку животного. С каждым вдохом, когда в легкие входит воздух, периметр грудной клетки собаки увеличивается примерно на 7—10 мм. Это изменяет степень натяжения надетого на грудь животного датчика, и тогда замыкаются контакты чувствительных элементов, смонтированных в него.

Были разработаны и другие принципы регистрации частоты дыхательных движений. Представьте себе угольный слой, нанесенный на поверхность резиновой ленты. Даже при очень небольшом растяжении ленты угольный слой меняет свое электрическое сопротивление. Во время регистрации дыхания через него пропускается слабый электрический ток. Эластичный пояс, растягиваясь, изменяет сопротивление угольного слоя, которое и регистрируется при помощи специальных устройств. Таков принцип действия так называемого угольного датчика дыхания.

Угольный датчик может иметь и другой вид: состоять, например, из двух наполненных угольным порошком резиновых трубок с бронзовыми наконечниками. При растяжении трубок во время вдоха уменьшается их поперечное сечение и, следовательно, толщина угольного порошка, сопротивление угольного порошка. Остается только зарегистрировать сопротивление датчика, и тогда можно будет судить о частоте дыхания.

Реостатный датчик дыхания построен по другому принципу. Главная его часть — маленький круговой реостат с подвижным ползунком. Когда животное делает вдох — и периметр его грудной клетки увеличивается — тросик, опоясывающий собаку, перемещает ползунок реостата, и тем самым также изменяется электрическое сопротивление.

Датчики дыхания постоянно совершенствовались, менялся их внешний вид. Вначале они были похожи на португую, затем на резиновый пояс с узкой ременной окантовкой, потом напоминали тонкий ватник. Сейчас датчики вмонтированы в защитную одежду, сделанную из матовой капроновой ткани, собранной в мелкие сборки. По бокам расположен специальный тросик, помещенный то в бусы, предохраняющие его от разрыва, то в прозрачную плексигласовую трубочку.

Животные быстро привыкают к таким своеобразным поясам и могут долго, как ни в чем не бывало, находиться в них. Почти любой эксперимент происходит с одновременной регистрацией дыхания животного. Датчик дыхания в многосуточных опытах надевается под ассенизационную одежду; в относительно коротких экспериментах — под фиксирующую.

Сидит собака в кабине. Кажется, совсем не движется ее грудная клетка. А чуткий писчик, соединенный с контактным датчиком, подскочив, вычерчивает на ленте прибора маленький аккуратный зубец. Число таких подскоков писчика в одну минуту примерно постоянно: 22—25. Значит, собака дышит, делая в минуту 23 вдоха.

Но вот частота дыхания несколько возрастает — 32 движения в минуту, еще через несколько времени — 41, потом — 56. И вот срочно начинаем проверять по приборам условия опыта: какова в кабине температура, каково снабжение собаки кислородом, какой у нее пульс и т. д. Нежелательный фактор устранен, и исследователь с удовлетворением регистрирует снижение частоты дыхательных движений подопытного животного.

Артериальное давление. Кровяное давление в медицине издавна является важным показателем изменений деятельности сердечно-сосудистой системы, оно позволяет также судить о состоянии нервной регуляции физиологических функций. Вот вы испугали собаку — она прижалась животом к полу, со страхом следит за вашими действиями. И сейчас же прибор показывает повышение кровяного давления. Собака начала двигаться, подпрыгивать, переставлять лапы — и опять кровяное давление изменяется. Оно изменяется в моменты, когда животное или человек испытывает боль, когда действуют другие неблагоприятные факторы (в том числе и механические — удары, толчки).

Что понимается под кровяным давлением? С каким из известных нам явлений его можно сравнить? Какова роль кровяного давления, от каких факторов оно зависит?

Всякая модель чрезвычайно упрощает ту картину, которая имеется в живом организме, и тем не менее иногда очень трудно не воспользоваться моделью для объяснения того или иного сложного явления. Подставим ладонь под слабую струю воды из водопроводного крана. Она мягко, лениво касается кожи руки. Это значит, что давление частиц воды в этом потоке относительно невелико. В другой раз вода с силой бьет в руку, и это позволяет говорить о большем давлении.

Мы знаем, что при соединении наполненного сосуда с другим вода быстро устремляется в тот, где ее уровень меньше и где, следовательно, меньше напор воды, ее давление. Давление жидкостей и обеспечивает их движение по данной системе. В свою очередь оно зависит от диаметра сосудов, от количества жидкости, от вязкости, от быстроты ее тока и т. д.

Вся эта сложная совокупность явлений имеет место в живом организме: кровь течет по сосудам под определенным давлением, и это давление изменяется по мере удаления сосудов от сердца.

В аорте — самом широком сосуде — оно значительно: у человека кровяное давление здесь равно 110—130 мм ртутного столба. На первый взгляд такое явление кажется парадоксальным: ведь аорта самый широкий сосуд, а чем шире сосуд, тем меньше должно быть в нем давление. Но оказывается о ширине аорты можно говорить только относительно. На самом деле, этот сосуд, наоборот, самое узкое место в кровеносной системе. Действительно, если сложить все просветы артерий и тем более капилляров, куда поступает кровь из аорты, то просвет аорты будет во много раз меньше, чем просвет таких суммированных сосудов.

Итак, в аорте давление более высокое, в узких капиллярах и артериях — низкое. В капиллярах оно равно всего 20—40 мм ртутного столба. Соответственно этому скорость движения крови в капиллярах значительно меньше. Все это имеет свой биологический смысл, ибо обмен газов между кровью и тканями (поступление кислорода в ткани и углекислого газа из тканей в кровь) про-

исходит именно в капиллярах, и, если бы скорость движения здесь была большой, этот процесс не успел бы совершиться.

Далее капилляры вновь соединяются сначала в мелкие, а потом в более крупные вены, по которым кровь притекает к сердцу. Давление крови в венах повышается по мере их приближения к сердцу, скорость кровотока снова нарастает.

Перемещение крови обеспечивается сокращением сердца, движением мышц и некоторыми другими факторами (присасывающее действие грудной клетки и т. д.).

Просвет сосудов, стенки которых имеют мышечные волокна, может быть большим или меньшим, это регулируется нервной системой, что также имеет прямое отношение к величине кровяного давления.

Картина чрезвычайно усложняется, если учесть, что на величину кровяного давления влияет также вязкость крови (она в пять раз больше, чем вязкость воды) и т. д.

Все это надо учитывать при объяснении характера изменения кровяного давления под влиянием различных факторов. Необходимо знать, как у собак изменяется кровяное давление по сравнению с его исходным уровнем, т. е. величинами, бывшими до опыта. Такие данные позволяют судить о сдвигах, происходящих в сердечно-сосудистой и нервной системах, о влиянии на организм различных исследуемых факторов.

Как измеряется кровяное давление у собак? Для этого разработано несколько способов.

Хорошо укрепленному на операционном столе животному под наркозом разрезают сонную или другую артерию (для того, чтобы измерить давление в венах, нужно вскрыть вену). В разрезанный сосуд вводят канюлю (стеклянную трубку, напоминающую по форме крошечную бутылочку без дна). От «горлышка» канюли отходит трубка. В нее налит раствор сернокислой магнезии, предохраняющий кровь от свертывания. Трубка соединена с ртутным манометром — прибором, который измеряет давление.

Кровь, как только вставлена канюля, быстро устремляется в трубку, давит на раствор сернокислой магнезии, а тот — на ртуть манометра. Ртуть поднимается соответственно уровню давления крови и постоянно слегка перемещается, следуя за его изменениями, показывая тем

самым, какое давление имеется в этой артерии. Это так называемый прямой способ определения кровяного давления. Он наиболее точен.

Такой способ не может быть использован при полете в космическом пространстве. Ведь в космос надо посылать здоровых, полноценных и бодрствующих животных.

Не могут быть использованы и другие подобные приемы. Нужны бескровные способы регистрации кровяного давления. Что же делать?

Перед нами собака, взор ее помутнел, и поведение необычно — она не реагирует на кличку и, сделав несколько шагов, укладывается на полу. За несколько минут до этого ей был введен морфий, он сделал собаку нечувствительной ко многим раздражителям и в том числе к боли.

Лаборантка укладывает животное на стол, на лапы петелькой надеваются бинты, которые другим своим концом привязываются к особым планкам стола. Ассистент закрывает морду собаки специальной маской. Теперь животное начинает дышать эфиром и засыпает. Начинается операция. Она преследует необычную цель, а именно: вывести из тела животного зажатый в мышцах шеи крупный сосуд — сонную артерию.

Хирург делает два параллельных надреза и рассекает кожу на запрокинутой шее собаки. Собака крепко спит и ничего не чувствует. Постепенно раздвигая ткани, хирург вычлняет сонную артерию, заворачивает ее в кожный лоскут, который по мере сшивания заключает в себя артерию, как в мягкую трубку.

Прошло 10 дней со дня операции. Собака уже давно бегает по двору. Это здоровое, веселое животное. Подзываем ее к себе, гладим. Собака замирает под ласковой рукой. В белой, уже успевшей немного подрасти, шерсти шеи находим петельку толщиной в карандаш. Легко нажмем на нее, прислушаемся к ощущениям в пальцах. Внутри кожного лоскута — плотный упругий эластичный сосуд. Он пульсирует, давая 80—100 ударов в минуту. Это и есть сонная артерия.

Теперь надо подобрать манжетку требуемого размера, приучить собаку спокойно носить ее долгие часы и, затем, дни. Животное с манжеткой на сонной артерии каждый день осматривают — необходимо предотвратить хотя бы малейшие признаки потертостей или ранения кожного лоскута.

Так подготавливают собаку для регистрации у нее кровяного давления бескровным способом.

На сонную артерию предварительно оперированной собаки надевается маленькая металлическая манжетка, внутри которой заключена резиновая «подушечка». Если в эту «подушечку» нагнетать воздух, она расширяется и сжимает сонную артерию, происходит принципиально то же, что и при изменении кровяного давления у человека.

Пульс. Изменения характера пульса (частоты, ритма, напряжения и т. д.) являются теми показателями, к которым прибегали для оценки работы сердца еще врачи глубокой древности.

Обычно думают, что пульс связан с движением крови. На самом деле это не так. С систолой (сокращением) и диастолой (расслаблением) сердца неразрывно связаны ритмические колебания давления в крупных сосудах, расположенных близко к сердцу. Эти колебания непосредственно связаны с деятельностью сердца.

Во время систолы в аорту поступает 50—80 мг крови. Она растягивает стенки аорты, вызывая волну упругого колебания, распространяющегося по артериям. Возникающие колебания и называют «пульсом». Скорость распространения пульсового колебания артериальной стенки гораздо выше (в 5—10 раз), чем линейная скорость кровотока в артериях, т. е. скорость, с которой движется по артериям каждая капля крови. Поэтому пульсовое колебание артериальной стенки возникает раньше, чем к соответствующему пункту успевает дойти порция крови, вытолкнутая сердцем при данной систоле. Таким образом, пульс почти ничего общего с током крови по артериям не имеет. Его можно сравнить с волной упругого колебания, которая образуется при ударе, например, по резиновой трубке.

В зависимости от нагрузки, которую испытывает сердце, в зависимости от качеств сердечной мышцы, клапанного аппарата, нервной системы и т. д. будет меняться и на характере пульса. Вот почему регистрация пульса — один из удобных физиологических показателей состояния животного в космическом полете.

Перед нами на белой длинной бумажной ленте специального прибора кривая, записанная чернилами. Это

запись пульса собаки Стрелки. Лаборант отмеряет несколько сантиметров ленты и подсчитывает, сколько раз подскакивал писчик. Зная время движения ленты, можно легко определить частоту пульса: оказывается, пульс Стрелки равен 90—120 ударов в минуту. Это нормальная частота пульса собак.

О частоте пульса можно судить по тому, как ведет себя перышко на ленте. Если перышко поднимается и опускается быстро, значит пульс быстрый. Если кривая получается растянутой, пульс у собаки замедленный. Линия, вычерчиваемая на ленте, может быть крутой, может быть, наоборот, пологой. Ее зубцы поднимаются на разную высоту, и это говорит о величине пульса.

Много таких лент с записями пульса собаки в разное время и при разных воздействиях позволяет говорить о характере сердечной деятельности данного животного в различных условиях, в том числе во время полетов.

Электрокардиограмма. В сердечной мышце, как и во всякой другой, при ее сокращении возникают электрические потенциалы — так называемые биопотенциалы, или токи действия. Они очень малы по силе — всего около одной десятиmillionной доли ампера, а их напряжение равно 1—2 милливольтам. Однако современная техника позволяет уловить даже эти ничтожные электрические величины. После усиления они смогут привести в движение рычажок писчика, и на ленте появятся линии, будет выведен рисунок.

Движения писчика будут точно соответствовать изменениям биопотенциалов, т. е. отражать те электрические процессы, которые протекают в работающей мышце. Таким образом, если приложить два электрода к мышце сердца, соединить их с усиливающей аппаратурой, а от усилителя отвести ток на регистрирующий прибор, то мы сможем записать токи действия сердечной мышцы — так называемую электрокардиограмму.

Но как добраться до сердца? Ведь оно скрыто глубоко в грудной клетке!

Оказывается, это делать не надо. Силовые линии электрического поля, возникающего при сердечной деятельности, распространяются во все стороны. Следовательно, можно уловить на поверхности тела разность потенциалов. Так и поступают при записи электрокардиограммы.

Каждый зубец и интервал электрокардиограммы имеет определенное значение, отражает последовательный ход волны возбуждения по сердцу. Вот начали свое сокращение предсердия, и сразу чуткий писчик подскочил слегка вверх, оставив на бумажной ленте зубец. Через некоторое время волна возбуждения захватывает желудочки, и писчик сразу записывает это — появляется целый комплекс зубцов.

Электрокардиограмма регистрировалась у животных, совершивших полеты на ракетах и спутниках. Но прежде чем получить хорошие четкие записи, исследователям пришлось много потрудиться. При условии, что животное совершенно изолировано от экспериментатора, надо было добиться, чтобы электрокардиограмму можно было снимать у собак в любое время в течение длительного опыта (десятки дней). Могут ли электроды в течение столь длительного срока обеспечивать надежный контакт, не сдвигаться, быть плотно фиксированными на коже, ведь без этого биотоки не будут передаваться на записывающую аппаратуру?

Сейчас, для обеспечения надежного контакта, электроды «вживляют» под кожу животного. Операция легкая, делается она под анестезией и поэтому безболезненна для собаки, но она должна быть выполнена умелыми руками: иначе электроды не «приживутся».

Бегает собака в нарядном зеленом или красном кафтане с застежкой-молнией по всей длине спины, а под кафтаном — аккуратно уложенные провода. В любое время их можно соединить с аппаратурой и записать электрокардиограмму.

С течением времени живая ткань образует около электрода, который является инородным телом, соединительнотканную капсулу. Она препятствует улавливанию биотоков. Поэтому перед полетом или длительным опытом необходимо своевременно вживлять электроды. Важно знать, какой период они могут действовать. Как их вживлять, чтобы срок проводимости биотоков был максимальным?

Пришлось поработать и над формой, толщиной и материалами электродов. Пробовали их делать в виде маленьких блюдец, небольших, толщиной в волосок блестящих, овалов, сплетали как тончайшие сеточки. Много разных вариантов, проб!

И вот, наконец, удалось добиться качественной записи биотоков в течение целого месяца. Это было большой победой. В отдельных случаях электрокардиограмму записывали в течение чуть ли не двух месяцев, а один раз даже 80 дней.

Впоследствии была поставлена цель создать метод не вживления, а наклеивания электродов на длительный срок. Первой собакой, у которой такие электроды длительно функционировали, была Ачка. Много пришлось потратить труда на составление клея, который бы не раздражал кожу животного, подобрать форму и величину электродов, найти не окисляющийся материал.

Многократные предварительные записи биотоков сердца собак-космонавтов позволяли изучать все особенности электрокардиограмм. Так накапливались материалы, помогающие судить об изменениях сердечной деятельности животного во время длительных опытов, а потом — и полетов.

Другие виды регистрации. Кроме электрокардиограммы, записываются: электроэнцефалограмма, т. е. кривая, отражающая биоэлектрические явления, происходящие в мозгу животных, электромиограмма, т. е. кривая, отражающая биотоки, возникающие в различных мышцах собаки и т. д.

Исследуются изменения, происходящие в крови животных, в их костном мозгу, в спинномозговой жидкости, в моче и т. д. Все эти подробные данные после тщательного анализа позволяют сделать заключение о функционировании различных систем организма при действии факторов полета.

О всех видах регистрации не расскажешь. Их много и число их растет. По мере постановки новых экспериментов выискиваются различные возможности определения состояния организма собак.

Большое внимание уделяется регистрации движений собак.

В экспериментальной кабине находится во всем снаряжении маленькая ласковая собака Козявка. На ее фиксирующую одежду нашиты металлические кружочки. От них отходят легкие, но прочные двухсантиметровые трубочки. Это — датчики движения. Стоит собаке сместиться в сторону от средней линии, как под влиянием натяжения тут же изменится длина тросика датчика: он вытя-

гивается на расстояние, равное этому смещению. Датчики расположены так, что в каждую данную минуту можно судить о положении собаки по показаниям специального прибора.

Кино и телерегистрация. Мы рассказали только о некоторых методах регистрации физиологических функций собак. Они дают много и могут дать еще больше, если различные физиологические параметры будут фиксироваться одновременно с регистрацией поведения собак. Это необходимо делать как при подготовке животных к полету, так и в самом полете.

Например, в опытах на центрифуге регистрируются изменения сердечно-сосудистой системы, дыхания под влиянием перегрузок. И в это же время поведение животного фиксируется на киноленте. Потом, просматривая записи и сопоставляя их с поведением животного, можно делать точные выводы о том, как действуют перегрузки, как на них реагирует собака. Так кино стало одним из обязательных приемов исследования.

На ракете поднимаются собаки. В полете они испытывают различные воздействия, а ученые на земле видят все их движения. Кино дает возможность убедиться в надежности применяемых средств защиты животных, оценить, как действуют перегрузки, невесомость и т. д.

Лежит собака в маленькой кабине, и кажется невозможным снять ее всю так, чтобы видны были и морда, и лапы, и спина. Но на потолке кабины на ее стенах устанавливаются несколько зеркал. Они как бы «передают» одно другому изображения, и киноаппарат снимает не самих животных, а их изображение в зеркале. Полученные таким путем снимки максимально отвечают всем нужным требованиям.

На втором космическом корабле-спутнике был применен впервые еще один метод регистрации — телевидение. Стремительно на колоссальной высоте (300 км) в космосе совершали свои удивительные облеты Земли Белка и Стрелка, а ученые видели их.

Вот на экране телевизора — Белка в анфас. Лапки ее как бы скользят по воздушному пространству над полом кабины, она поворачивает голову к сетке, за которой сидит Стрелка, пасть ее открывается — собака лает. Стрелка видна в профиль.

Применению телерегистрации на таких больших высотах предшествовала большая работа: надо было научиться получать хорошие четкие изображения при помощи легкой, малогабаритной аппаратуры, потребляющей минимум электроэнергии, найти оптимальную освещенность и т. д. Все эти трудности разрешены и метод телерегистрации выдвинулся тем самым в число основных способов получения научной информации в космическом полете.

Теперь, познакомившись с вопросами регистрации физиологических функций, мы можем перейти к описанию действия тех специфических факторов, с которыми животные встретятся в главном эксперименте — в полете. К этим воздействиям собак (насколько это возможно) нужно приучить на земле и, разумеется, сначала в облегченной обстановке, постепенно усложняя условия опытов.

ТРЕНИРОВКА ЖИВОТНЫХ К ПЕРЕГРУЗКАМ

В полете животные встретятся с необычным для них явлением — так называемыми ускорениями.

Всем хорошо известно, что когда трамвай или троллейбус трогается с места и набирает скорость, то нас прижимает к спинке сидения, толкает в противоположную сторону. Чем резче, быстрее начинается такое движение, тем с большей силой это происходит.

Иногда такое явление может быть выражено гораздо ярче. Вы садитесь за руль гоночной машины, которая трогается с места с необычной для автомобиля скоростью: за две секунды скорость машины достигает 120 км/час. В момент рывка невидимая рука властно отбрасывает вас назад, вдавливая в сидение. Тело наливается необычной тяжестью, трудно двигаться, дышать.

Некоторым людям приходится относительно часто испытывать на себе действие больших ускорений. Это выпадает, например, на долю летчиков в таких полетах, которые предполагают резкие эволюции самолета. Возникающие в результате этого силы увеличивают вес тела летчика, прижимают его к сидению, наклоняют его голову, втискивают ее в плечи, до неузнаваемости изменяют черты лица.

Поразительны заснятые на кинолентку изменения лица летчика в моменты, когда он выводил самолет из резкого пикирования. Кадр за кадром показывает, как перекашиваются черты лица, как ютвисает вниз челюсть, как изменяется положение зрачка. Необычная картина: лицо человека неожиданно приобретает незнакомый, поражающий своей формой вид!

Не менее удивительны в это время и ощущения человека. Ему кажется, что голова пылает огнем, трудно дышать, ощущается ноющая боль в области груди и спины. И что еще хуже: теряется зрение. Иногда даже может наступить потеря сознания. Все это происходит в ответственный момент полета, когда каждая секунда таит в себе массу опасностей. К счастью, если ускорения не долговременны и не чрезмерны, физиологические функции и самочувствие быстро приходят в норму.

Другой пример говорит о действии очень больших сил. Отважные космонавты, решившиеся лететь на Луну, находились внутри пушки в алюминиевом снаряде. Быстрел мощностью в 22 миллиарда лошадиных сил сообщает снаряду скорость около 40 000 км/час. Он движется с колоссальным ускорением. Через какие-то доли миллисекунды из жерла вылетает плотный кусок металла. Что же произошло с людьми? Возникшее ускорение отбросило их, ударило в заднюю стенку снаряда, расплющило.

Именно это должно было бы неизбежно случиться с героями романа Жюль Верна «Из пушки на Луну», не будь они, на их счастье, вымышленными. Никакие приспособления не спасли бы их от действия сил ускорения.

Описанные выше факты строго закономерны. Они неизменно возникают при резких переходах от одной скорости к другой или при изменении направления движения.

Какая сила вызывает все эти явления? Какова природа их возникновения? Отвечая на этот вопрос, нельзя не обратиться к интересному физическому явлению — увеличению силы тяжести.

Изменение скорости по величине или направлению в единицу времени называется ускорением. При ускорении все тела, в том числе и человек и животное, испытывают влияние механических сил, величина которых равна произведению массы тела на ускорение. Так как масса дан-

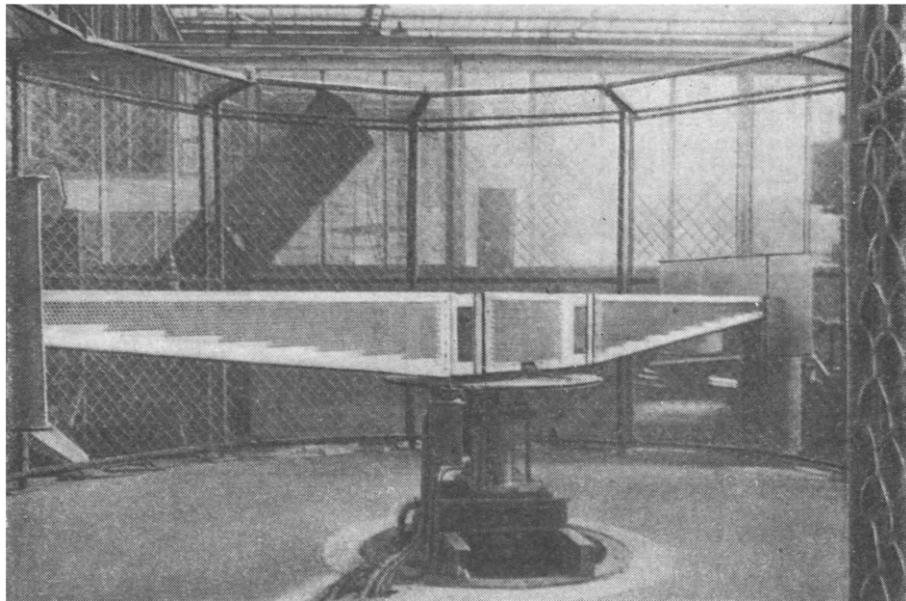
ного человека или животного — величина постоянная, то величина механических (инерционных) сил в данном случае будет прямо пропорциональна ускорению. Мерой ускорения может быть то ускорение, с которым движется свободно падающее тело. Еще Галилей, сбрасывая шары с башни, доказал, что любое тело при падении увеличивает свою скорость на 9,81 м в каждую секунду. Такое ускорение возникает под влиянием земного притяжения (обозначается оно буквой g , от латинского слова *gravitatio* — тяжесть).

Изучая изменения, происходящие в организме под влиянием ускорений, обычно измеряют те силы, которые прижимают человека к опоре, оценивают то, с какой силой человек давит на эту опору, на кресло, пол кабины и т. д. При взлете действует вес тела плюс добавочная сила, которая будет тем большей, чем большей будет величина ускорения. Если ускорение свободно падающего тела равно 9,8 м/сек², или одному g , то увеличение ускорения до двух, трех и т. д. g будет означать, что вес тела человека во время действия этих сил будет соответственно в два, три и т. д. раза больше, чем в нормальных условиях.

Представим себе, что космонавт весом 70 кг вертикально взлетает в космическом корабле, при этом в один из моментов взлета он испытывает перегрузки в 8 g . Это значит, что в это время его вес увеличивается до 560 кг ($70 \times 8 = 560$). Естественно, что чем меньше времени будет действовать такая перегрузка, тем легче ее перенесет человек или животное.

Как же узнать, что происходит с живыми организмами при больших ускорениях? Погибнут они или останутся живыми, отделившись глубокими изменениями в организме? При каких величинах ускорений это наступит? И т. д. Получить ответы на эти вопросы помогают особые экспериментальные стенды. Такие стенды имеются как у нас, так и за рубежом. Вот как может выглядеть один из них.

По узкому небольшому коридору проходим в помещение: оно круглой формы и наверху под самым потолком — широкий ряд окон. Здесь светло и чисто. В самом центре комнаты — странное сооружение. Это центрифуга — длинная стальная ферма, напоминающая пролет железнодорожного моста. Она может приводиться во вращение



ОДНА ИЗ МОДЕЛЕЙ ЦЕНТРИФУГИ

мощным электродвигателем. На ее конце закреплена кабина, в которой помещается кресло и необходимые приборы. В кресле можно удобно разместиться, положив руки на подлокотники, поставив ноги на специальные валики. При желании можно изменить угол между спинкой и сидением — получится некое подобие кровати. Кресло можно приспособить и для собак. Таким образом создаются экспериментальные условия для изучения действия больших ускорений на организм.

Еще К. Э. Циолковский для изучения переносимости ускорений использовал центрифугу. Все быстрее и быстрее вращается небольшая кабина, а К. Э. Циолковский все увеличивает ее скорость. Внутри, в специальной коробочке, насекомые: тараканы-пруссаки. Вот их вес увеличивается в 200, 226, а затем и в 250 раз. Но они — живы. Так ученому удалось установить, что тараканы-пруссаки легко выдерживают 300-кратное увеличение своего веса, цыплята — 10-кратное.

Центрифуга, с которой работал Циолковский, была несовершенна. Технические завоевания позволили в настоящее время использовать для науки мощные механизмы,

создающие большие величины ускорений. Появились также и такие устройства, которые дают возможность получить и испытать действие линейных ускорений.

Вот одно из таких устройств, описание которого приводится в зарубежной литературе.

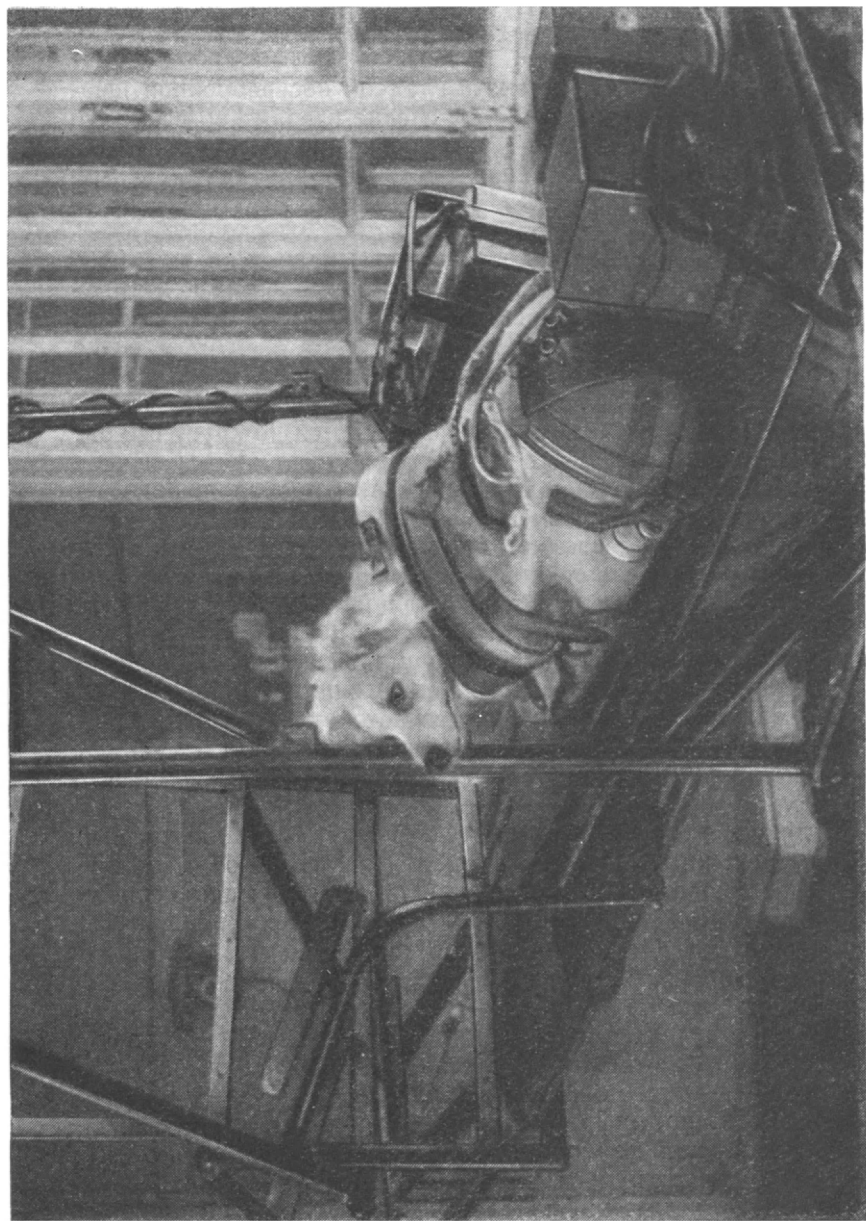
Представьте себе тележку, установленную на рельсах и приводимую в движение реактивными двигателями. У нее нет колес, она скользит на особых полозьях и резко останавливается при помощи специального гидротормоза. Стремительный рейс такой тележки сопровождается вьющимся за ней трехметровым огненным столбом. Башмаки тележки скользят по слою расплавленного металла. Сменный стальной вкладыш, толщиной около одного сантиметра, при скорости 2500 км/час почти полностью стирается за один рейс.

Рельсовый путь такого аппарата сделан с особой точностью: малейшая оплошность, вызывающая на железной дороге лишь покачивание вагона, при такой скорости может повести к катастрофе. В США на одной из реактивных тележек, скользящих по рельсовым путям в испытаниях без человека, была достигнута скорость в 3500 км/час и перегрузки в 100 раз.

В течение ряда лет вопросы влияния перегрузок на организм были в центре внимания многих советских ученых. Эти вопросы продолжают быть актуальными и сейчас.

В результате многих опытов было установлено, что насекомые переносят ускорение, увеличивающее их вес в 2000 раз, при времени действия 1—2 минут. Лягушки переносят увеличение их веса в пятьдесят раз. Кошки — в двадцать раз. Собаки выживают при таких ускорениях, когда их вес за пять минут увеличивается в 80 раз, при этом маленькая, например с лайку, собачка начинает весить 480 кг, т. е. почти полтонны. Но вернемся в помещение, где расположена центрифуга.

Вот научный сотрудник, работающий над вопросами действия перегрузок на организм животных, проверяет медицинскую аппаратуру, установленную в кабине. Он тщательно еще раз просматривает соединение электрических проводов, поочередно запускает различные приборы. Лаборантка быстро укрепляет животное в кресле, она продевает ремни, крепко опоясывая ими маленькое тело собаки, проверяет, не давят ли они, удобно ли животному.



ЛИСИЧКА НА ЦЕНТРИФУГЕ ПЕРЕД ТРЕНИРОВОЙ

Серенькая Марсианка с гладкой посеребренной шерстью, не двигаясь, тревожно следит глазами за всем, что делается вокруг нее. Животное привыкло к самым различным опытам и научилось с подобающим «самообладанием» вести себя. В кресле центрифуги — Марсианка впервые.

Идут последние приготовления. Входная дверь закрывается. Вход в помещение во время движения центрифуги категорически запрещается, это опасно. Вот раздается команда: «Пуск мотора!»

Кабина с собакой медленно трогается с места. В последний раз отчетливо видно тело животного, мордочка с приподнятыми ушами. Кресло движется по кругу все быстрее и быстрее. Соответственно оно отклоняется вверх и через несколько времени оказывается расположенным горизонтально на уровне рамы.

Инженер переводит стрелку и громко говорит: «два», «три», «три с половиной». Это значит, что вес кабины и всего, что находится в ней, увеличился в два, в три, в три с половиной раза.

Услышав новое число, ведущий эксперимент работник делает отметки на бесшумно скользящих, белых полосках бумажной ленты, где записываются электрокардиограмма, величина кровяного давления, дыхание и другие физиологические функции. Эти отметки в дальнейшем позволят ему проследить, как изменяются все эти характеристики с нарастанием перегрузок и затем, наоборот, с их уменьшением. Перо, записывающее кровяное давление, вычерчивает ровный ряд зубцов. Бежит бумажная лента и, когда величина перегрузок возрастает в 4 раза, зубцы становятся длинными, изменяется их форма. А скорость все нарастает. «Пять», — говорит инженер, — «шесть», «шесть с половиной»...

Перегрузка так велика, что если представить себе, что Марсианка вылеплена из свинца — металла очень тяжелого, то и этого окажется мало.

Когда расшифруют кривые, полученные на лентах записывающих приборов, можно будет отчетливо судить об изменении пульса животного, артериального давления, дыхания и других физиологических функций.

Большое внимание обращается на поведение собак во время действия перегрузок, в этом помогает специальный киноаппарат, закрепленный на кронштейне и на-

правленный на животное. Собаки, привязанные к креслу, ведут себя относительно спокойно. Когда ускорение еще не очень велико, они двигают головой, стремясь удержать ее приподнятой. Возрастающая тяжесть затрудняет движения животного, голова начинает беспорядочно раскачиваться, а затем прижимается к креслу.

Особенно трудно приходится собакам, которых не привязывают. В этом случае вначале они обычно сидят в кресле. Когда центрифуга начинает вращаться, их передние лапы скользят. Животное вначале активно борется с этим, но затем просто находит то лежащее положение, в котором ему удобнее всего переносить вращение. Вот Белка, не удержавшись, ударилась о стенку кабины. Передние ее лапы расползаются, собака не может их сдвинуть, она ложится, голова и относительно свободная передняя часть туловища со значительной силой прижимается к креслу. Линда, когда центрифуга начала вращаться и вес собаки примерно утроился, стала лаять. Ее лай раздавался вначале относительно редко, затем все чаще и чаще.

После Марсианки центрифугированию подвергается Жемчужная, потом Лисичка, Гильда. И так все другие отобранные собаки. По тому, как изменяются при таких сильных воздействиях их основные физиологические показатели, судят о пригодности этих животных для полета.

Не так давно все эти испытания прошли собаки Лайка, а затем Стрелка и Белка, позднее Звездочка и Чернушка — первые четвероногие космонавты были отлично подготовлены к действию перегрузок. Советские ученые с гордостью смогли убедиться в том, что эта подготовка была построена правильно. Расшифровка сигналов показала, что животные удовлетворительно переносили перегрузки, возникающие в период, предшествующий выходу спутника на орбиту. У них лишь несколько повысилось число сердечных сокращений, участилось дыхание, а это является обычным при таких перегрузках.

Существуют центрифуги с герметичной кабиной, из которой можно откачивать воздух, изменять его газовый состав, создавать внутри ее различную температуру. На такой центрифуге проводится изучение одновременного действия ускорения, разрежения воздуха («высоты» полета), температурных факторов и т. д.

Управление движением центрифуги осуществляется с пульта, расположенного в центре вращения или (на последних моделях) выше, в стороне от центрифуги. За несколько секунд такую машину можно разогнать до большой скорости. Это позволяет получать более значительные перегрузки. Наблюдения за животными во время их вращения ведутся при помощи телевизионных установок, кинокамер. Одновременно непрерывно регистрируется электрокардиограмма, биотоки мозга, кровяное давление, дыхание, насыщение крови кислородом, делаются рентгеновские снимки.

Животных исследуют на центрифуге не только с целью отбора их для подготовки к полету, но и для выяснения многих общетеоретических вопросов. Организуя подготовку человека к полету в космос, важно знать, как ускорения влияют на живой организм.

ВИБРАЦИИ И ШУМ

Вот перед нами небольшой, внешне малозффектный и похожий на широкую тумбу прибор. Он немного выше пояса человека. Заводится мотор, и верхняя металлическая гладкая площадка этого прибора начинает дрожать. Если положить на нее ладонь, рука испытывает мелкие, настойчивые толчки. Они равномерно сотрясают вначале поверхностные ткани, но вот уже кажется в движение включаются мышцы, а дальше колебания доходят до костей. Оказывается неказистый с виду прибор наделен большой силой. Для того чтобы установить его, пришлось разбирать пол и делать специальный фундамент: иначе толчки, передаваемые стенам помещения при работе аппарата, могли постепенно разрушить все здание.

Включенный прибор издает сильный шум. Он настойчиво лезет в уши, парализует все другие звуки, затрудняет переговоры присутствующих здесь людей.

Мы находимся в помещении, где установлен этот прибор — вибростенд, аппарат, создающий вибрации (колебание, дрожание, тряску).

Во время взлета ракеты или спутника конструкции, приборы, живые существа — все испытывают сильные вибрации. Они возникают в результате работы двигателей и могут быть как небольшой частоты и большой ам-

плитуды, которые ощущаются как тряска, так и высокочастотными колебаниями, приближающимися к звуковым.

На организм различные вибрации действуют по-разному. Вот почему так необходимо определить характер физиологических изменений, наступающих в живом организме под действием вибрации.

На этот вопрос частично отвечает та большая научная литература, которая посвящена действию вибраций. На основании этих материалов можно думать, что действие кратковременных общих вибраций не вызывает существенных нарушений в деятельности организма. Установлено также, что при повторном действии вибраций организм привыкает к ним (адаптируется). Это послужило основанием к проведению ряда опытов, направленных на приучение собак к вибрации.

Шум, сопровождающий работу вибростенда, также представляет собой фактор, который будет действовать на собак при взлете ракеты. Правда, при этом может оказаться иным его сила, характер составляющих тонов и т. д., однако несомненно, что и там это будут звуки, действующие чрезвычайно интенсивно.

Как известно, шум влияет на нервную систему животных и человека, в одних случаях повышая ее возбудимость, в других — при длительном действии — угнетая. Известно также, что адаптации к сильному звуку не наступает, поэтому приучить собак к шуму, ослабив таким образом его действие, нельзя. Нужно сделать другое, а именно: приучить животных «не пугаться» сильных звуковых раздражителей. И это очень важно, так как тогда сразу же снимается общий неблагоприятный фон для нервной деятельности организма.

Задержимся в лаборатории с вибростендом и посмотрим, как здесь идет работа.

На специальный обшитый мягкой материей лоток, прочно прикрепленный к вибростенду, укладывают беленькую собачку Мушку. Она одета во все свое экспериментальное снаряжение. Широкие ремни закрепляют ее на лотке. Животное спокойно, без «страха» следит за всем, что делается вокруг, изредка помахивает хвостом.

Научный сотрудник соединяет провода от датчиков, наклеенных на тело животного, с электрокардиографом

(во время вибраций будет записываться электрокардиограмма собаки). Датчик дыхания подключается к другому прибору. Для исследования кровяного давления на сонную артерию собаки надевается манжетка.

Все готово, вибростенд включается. Пока вибрации еще очень небольшие, стучащий шум только нарастает.

Но что делается с собакой? После очень кратковременной ориентировочной реакции она вся насторожилась, поднялись уши. Через секунду животное уже пытается встать, рвется. Теперь весь его вид изображает явный «страх»: всегда устойчивая опора колыхается и дрожит под ним, шум усиливается, заполняет все кругом.

Записанные кривые показывают увеличение кровяного давления, учащение сердечных сокращений. Дыхание собаки то почти исчезает, то начинает усиливаться.

Но не спешите делать вывод о том, что все это является результатом воздействия вибраций. Подобные изменения могут быть связаны с сильным «волнением» собаки, попавшей в необычные условия: сейчас животное явно охвачено возбуждением. О влиянии вибрации можно будет судить только после того, как собака успокоится, перестанет так бурно реагировать на обстановку опыта и шум вибростенда.

Экспериментатор ласково гладит Мушку. Животное заметно успокаивается, но по-прежнему в его глазах «страх», и по-прежнему регистрирующие приборы говорят о значительных изменениях физиологических показателей.

Примерно так же ведет себя собака на следующий день. Значит, она еще не привыкла. Значит, одного-двух воздействий вибрации недостаточно для того, чтобы определить, какие изменения наступают в организме под влиянием этих воздействий, и тем более недостаточно для того, чтобы приучить собаку к условиям опыта.

Эксперименты на вибростенде повторяются систематически с перерывами в один или два дня. Мушка, как и все другие собаки, отобранные для космических полетов, начинает все спокойнее переносить сильную тряску, непрерывный шум.

Вот теперь, когда реакции животного, вызванные «волнением», уже заторможены, можно говорить о том, как на собаку действуют вибрации. Приборы показывают, что дыхание учащается до 40—50 движений в минуту,

еще через две с половиной минуты оно становится более частым, поверхностным. По окончании вибрации дыхание приходит к норме медленно. Частота пульса также значительно возрастает (с 120 до 220) и возвращается к норме через 15 секунд после выключения вибростенда.

Подобные изменения вегетативных функций при действии вибрации (конечно, с некоторыми вариантами) можно считать нормой, так как они типичны для всех животных, хорошо переносящих вибрации.

По окончании опыта лаборант отвязывает собаку, и мы замечаем, что обычно подвижная Мушка теперь удивительно пассивна. Она слабо реагирует на человека и его ласку, прежде вызывавшую у этой собаки столько «радости». Очень скоро животное засыпает на руках лаборанта.

Сонливость — обычная реакция, которая наступает у большинства собак после опытов на вибростенде. Сон — общее целебное торможение головного мозга — быстро восстанавливает силы собаки, и вот уже животное ведет себя как обычно.

Лаборантка привязывает к лотку, укрепленному на вибростенде, другого кандидата в космонавты.

ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ

Немалую роль в подготовке животных к полету играет изучение их высшей нервной деятельности.

Сколько сложного, необъяснимого таит в себе высшая нервная деятельность! С чего начать, как разобраться во всей этой сложности, как выразить ее языком точных данных?

Эти вопросы давно стояли перед наукой, отпугивая своей сложностью многих исследователей. Особенно это касалось проблемы поведения, физиологической характеристики сложной рецепторной (воспринимающей) и ответной (двигательной) деятельности животных. Тут процветали ненаучные, субъективистские лжетеории или до предела выхолащенные схемы.

И вот в России начала этого века появляются исследования И. П. Павлова. Значение этих работ огромно. Павлову удалось найти метод анализа сложных нервных

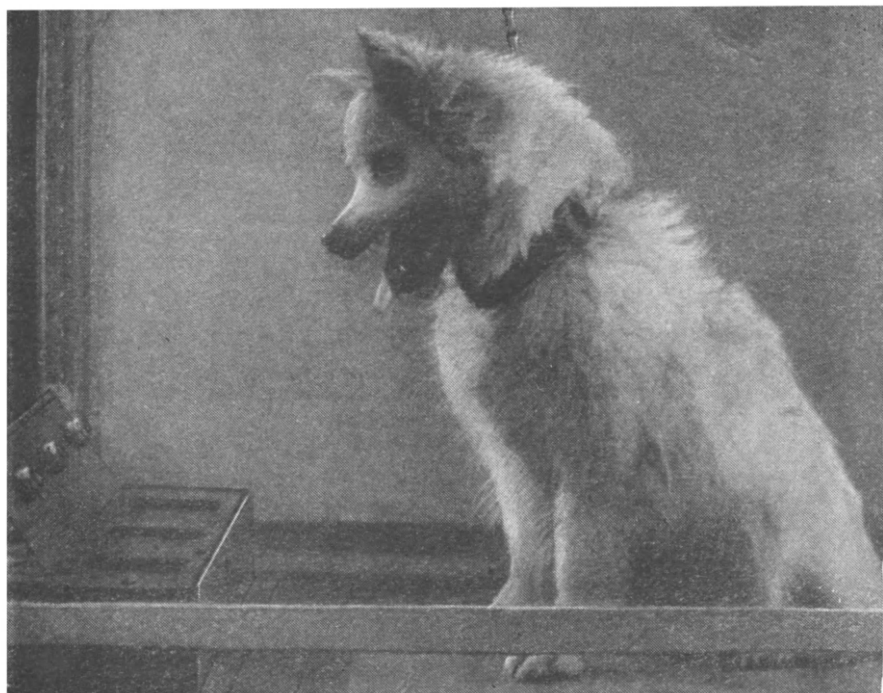
реакций, вычленив то простое явление, которое представляет собой элементарную клеточку сложных форм поведения. Это рефлекс, т. е. ответ нервной системы животного на тот или иной раздражитель. Рефлекс в работах павловской школы выступает показателем сложных физиологических процессов, протекающих в мозгу; поведение животных рассматривается в неразрывной связи с деятельностью коры их головного мозга. В результате многолетних исследований И. П. Павлов сформулировал основные закономерности высшей нервной деятельности животных, разработал методы ее изучения. Эти исследования внесли большой вклад в решение практических задач отечественной биологии и медицины.

Перед нами обычный, применяемый во всех лабораториях узкий станок для фиксации собак. Он расположен в специальном помещении, также имеющемся во всех физиологических научных лабораториях. Его стены не пропускают звуков, что дает возможность максимально изолировать животных от внешних раздражителей.

Открывается дверь, и живая, подвижная собака Пушинка быстро и без приглашения вскакивает в станок. У нашей собаки выработаны сложные двигательные рефлексy, являющиеся ответом на различные слуховые и зрительные раздражения. Световые сигналы (красный, желтый и зеленый) появляются на панели небольшого прибора, расположенного чуть под углом к стенду. Перед доской — три прямоугольные соприкасающиеся друг с другом планки — клавиши. Под этим своеобразным пианино — кормушка. Описанная лаборатория приспособлена для выработки у собак условных рефлексов.

При изучении так называемых вегетативных процессов (кровеняного давления, дыхания, пульса и т. д.) мы должны зарегистрировать изменения уже существующих в организме явлений. Когда же нужно получить материалы, характеризующие высшую нервную деятельность, то раньше требуется сформировать у животного определенное поведение, создать то, что должно подвергаться анализу. Это и есть очень длительный, зачастую полный трудностей процесс выработки условных рефлексов.

Собаку нужно научить производить определенные действия в ответ на те или иные раздражения. В результате этого у животного образуется строго определенная система поведенческих реакций. Характер и форма отдельных



ЗАЖГЛАСЬ НЕ ТА ЛАМПОЧКА. ВСТАВАТЬ НЕЧЕГО

ее элементов, их последовательность, взаимоотношение — все заранее известно нам. Таким образом достигается упрощение сложных видов поведения, и оно становится доступным анализу.

У Пушинки давно уже выработалась четкая система рефлексов. Смотришь на прибор, подающий раздражения и регистрирующий реакции, и удивляешься: животное, как бы «вмонтированное» в этот агрегат, действует всегда только в нужный момент и всегда только так, как требуется.

Вот экспериментатор занимает свое обычное место у стола в соседней с камерой комнате. Перед ним различная аппаратура. Включается электросекундомер. Щелкают переключатели, и на записывающем приборе начинает бесшумно ползти белая бумажная лента. Пять писчиков будут регистрировать все, что делается в камере (включение сигналов и ответную реакцию животного).

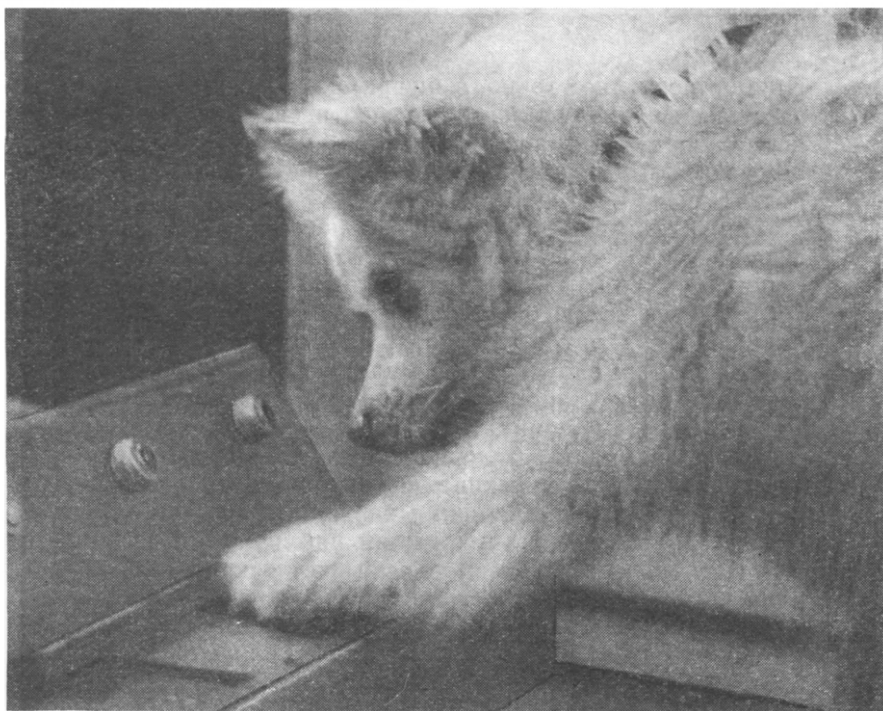
Секундомер, отсчитав 60 секунд, включает первый раздражитель. В камере раздается особый звук. Экспериментатору, который смотрит в специальную щель, видно, как «деловито» и «радостно» собака воспринимает его: она быстро приподнимается, подается всем телом вперед, пушистый хвост начинает спокойно и методично стучать по плексигласовой стенке станка. Животное поворачивает к сигнальной доске острую мордочку с настороженными ушами, и теперь весь его вид выражает внимание: какая зажжется лампочка?

Вспыхивает красный свет. Пушинка осторожно ставит лапу на конец пластинки, нажимает и смотрит, не открылась ли кормушка. (Нажим должен быть точным: по средней планке, в направлении от верхнего конца к нижнему, по силе не менее 50 г). Щелчок открывающейся крышки, и перед животным — излюбленное лакомство (кусочек колбасы).

Если на доске загорается зеленый свет, собака ведет себя спокойно, она будто «знает», что свет этой лампочки — вещь бесполезная и сколько бы она ни нажимала на пластинку, кормушка не откроется. Так было не всегда: долгое время Пушинка не «умела» различать (дифференцировать) вспыхивающие перед ней огоньки.

Впрочем, и сейчас она иногда ошибается, реагирует на зеленую лампочку так же, как на красную. Это явление — так называемый «срыв дифференцировок» — свидетельствует о преобладании в данный момент в коре мозга животного процесса возбуждения. Так ошибки в действиях Пушинки позволяют характеризовать состояние процессов, протекающих в коре головного мозга животного. Представим себе, что такое-то воздействие, например вибрации, шум и вся обстановка полета, вызвало нарушение деятельности мозга. Методика условных рефлексов поможет точно установить характер и особенности этих нарушений.

При этом большое значение имеет характер возникающих у собак двигательных реакций. Экспериментатор специально работает над тем, чтобы движения имели определенные признаки: во-первых, особую направленность (собака ведет лапой от суженного дальнего конца трапецевидной пластинки к широкому ее краю), во-вторых, движение должно возникать всегда и неизменно только по отношению к средней планке, и, наконец, в-тре-



НАЖИМ ДОЛЖЕН БЫТЬ ТОЧНЫМ

тых, оно должно производиться в данном случае с силой не менее 50 г.

Только при соблюдении этих условий Пушинка получит доступ к пище. Вот почему так стандартны движения животного. Понятно, что выработка таких сложных реакций требует много труда, терпения и любви к животным.

Изменения выработанных двигательных навыков животного во время полета позволят судить о влиянии факторов полета, и в первую очередь невесомости, на координацию движений. Важно будет проследить, как изменится форма, сила, направление движений, или, может быть, животное совсем перестанет производить привычные движения.

Выработанная система рефлексов позволит также ответить на ряд вопросов, имеющих отношение к процессу восприятия сигналов в условиях невесомости. В состоянии ли животное улавливать свет, непривычные звуки?

Прибор позволяет точно, в цифрах характеризовать двигательные реакции животного, что в свою очередь дает возможность тонко анализировать те процессы в коре головного мозга, которые лежат в основе данной деятельности.

Приведем пример влияния сильного внешнего воздействия на условнорефлекторную деятельность собаки. Пушинка, так же как все собаки, подготавливаемые к полету, подвергается воздействию ускорений. Через 9 минут вращение на центрифуге прекращается. Собака лежит, и кажется, что она мертва, но вот она поднимает голову, осматривается. Лаборант быстро отвязывает животное. Через 7 минут Пушинка уже в знакомом станке, в котором вырабатывались условные рефлексы. Щелчок. Собака, не дожидаясь вспыхивания лампочки, начинает беспокойно вертеться. Движения хаотичны, многочисленны. Тот же залп сумбурных реакций наблюдается на зеленый свет (который обычно не вызывает у собаки никаких движений), аналогичным образом собака ведет себя при «бесполезном» желтом свете.

После того как подается шестой раздражитель, собака вдруг совсем перестает реагировать, даже на красный свет, а если делает это, то очень вяло.

Утром на другой день Пушинка «работает», но не так хорошо как всегда, зато потом — прекрасно.

О чем же говорят все эти факты? Они позволяют точно определить, что отдельные области коры головного мозга Пушинки сразу после центрифугирования были охвачены возбуждением. Вот почему собака не могла различать сигналы, в которых до опыта разбиралась легко. Вот откуда сумбурность и поспешность движений. На 15—20-й минутах в центральной нервной системе развилось преобладание торможения, и собака перестала производить хорошо заученные движения. Об этом же свидетельствует и поведение животного (вялость, стремление лечь). Преобладание тормозных процессов через некоторое время после действия ускорений регистрируется почти у всех собак.

Сильное торможение условных двигательных рефлексов после полета на ракете было отмечено у Малька. Собака «не хотела» делать нужные движения, вздрагивала от звуков, которые означали пищу и до полета «радовали» животное.

Менее знаменитая, чем Малек, белая и пушистая Нева делила вместе с ним все превратности жизни экспериментальных животных. У нее, так же как и у Малька, была образована и затем упрочена система рефлексов. Выполняя роль контрольного животного, она ездила вместе с Мальком к месту старта ракеты, содержалась там в тех же условиях, кормилась той же пищей и т. д. Но в космос она не летала. И что же? Эта собака не производила впечатления ни напуганной, ни уставшей, а очутившись в станке после долгого перерыва, охотно и деловито выполнила все заученные действия.

Интересно, что во всех других отношениях (сердечная деятельность, дыхание) Малек после полета почти не обнаруживал изменений. Следовательно, условные рефлексы — наиболее чуткий индикатор воздействия необычных факторов внешней среды на организм животного. Они нарушаются раньше всего, когда других изменений уловить нельзя.

Наблюдения за изменениями высшей нервной деятельности животных после полета заставляют предполагать, что и на человека условия полета будут влиять, в первую очередь затрагивая деятельность коры головного мозга, вызывая здесь вначале усиление возбудительного процесса, а потом преобладание процесса торможения.

Следует сразу оговориться, что у человека с сильной волей изменения поведения может и не наступить, так как поведенческие реакции человека во многом определяются волевыми импульсами. Ясно, что нельзя автоматически переносить на человека результаты наблюдений над собаками в условиях космического эксперимента, особенно если это касается центральной нервной системы. Однако общие закономерности реакций, характерные для любого представителя животного мира, будут, по-видимому, свойственны и человеку.

ОСОБЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

На небольшой площадке, огороженной низеньким забором, расположено сооружение странной формы. Оно напоминает устремленную вверх и укрепленную на специальной станине часть железнодорожного пути: как будто взяли участок полотна (вместе с рельсами и

шпалами) и подняли его почти вертикально вверх. До середины этого сооружения можно подняться по лестницам и задержаться здесь на специальной площадке. Внизу располагается самолетное кресло, которое может скользить по рельсам вверх.

Позади спинки кресла смонтирован так называемый стреляющий механизм: два вставленных один в другой ствола. Внутренний связан с креслом, наружный — со станиной. Если во внутренний ствол вставить пиропатрон и разбить капсюль, то произойдет выстрел. Пороховые газы толкают поршень, а он — кресло, которое взлетает вверх, поднимаясь по рельсовому пути. В зависимости от величины строго дозированного заряда пиропатрона кресло получает больший или меньший импульс и поднимается на определенную высоту. Для того, чтобы оно не выскочило из рельс, наверху укреплен специальный стопор.

Имеются и горизонтальные рельсовые пути, длина их может быть значительно больше.

Все это так называемые катапультные устройства.

Когда самолет летит со скоростью более 600 км/час., его, в случае аварийной ситуации, невозможно покинуть обычным способом. Мышечной силы человека недостаточно, чтобы преодолеть силу давления встречного воздушного потока. В настоящее время основным методом вынужденного оставления скоростных самолетов является выбрасывание (катапультирование) летчика вместе с креслом. Начальный импульс движения кресла создается в результате взрыва пиропатрона, и кресло вместе с летчиком с большой скоростью, выбрасывается из самолета.

При взрыве возникают кратковременные ускорения, вызывающие очень большие перегрузки. Величина таких перегрузок зависит от силы взрыва пороховых газов. Благодаря своей кратковременности подобные перегрузки аналогичны удару. Поэтому их и называют «ударными».

В газете «Правда» 4 сентября 1960 г. были опубликованы основные данные об устройстве второго космического корабля и приведены этапы полета. В частности, там сказано, что на участке спуска, на высоте 7000—8000 м, по команде от барометрических реле была сброшена крышка катапультного люка и произведено ката-

пультирование из кабины корабля контейнера с животными (собаками Стрелкой и Белкой и другими живыми существами).

Четкое лаконичное сообщение, но какая колоссальная работа была проведена для того, чтобы эти простые строки могли появиться на страницах газеты — мы имеем в виду работу не только конструкторов, но и биологов и медиков, которые должны были в порядке подготовки этого биологического эксперимента решить ряд вопросов.

Первыми и главными из них были: какую максимальную ударную перегрузку переносят собаки? Каково должно быть направление действия этих перегрузок? Как нужно фиксировать животных? От ответа на эти вопросы зависел выбор необходимой величины заряда пиропатрона, скорость полета кабины, высота и т. д. Словом, необходимо было решить многие практически важные задачи.

Вот перед нами катапультная установка, которая приспособлена для опытов с животными. На ней уже находится собака, одетая в фиксирующую одежду, прикрепленная вместе с лотком к креслу.

Раздается выстрел, и тележка с колоссальной скоростью перемещается по рельсам установки. Момент, и она оказывается в конце рельсового пути.

Быстро отвязывают испуганное, только что перенесшее сильную ударную перегрузку животное. Но уже через какую-то минуту поведение и внешний вид собаки становятся обычными.

Врачи тщательно осматривают ее кожу, склеру глаз, уши — нет ли где кровоизлияний. Ощупывают мышцы, делают серию рентгеновских снимков: важно выяснить, не получило ли животное каких-либо костных повреждений. Осмотр показывает, что кровоизлияния есть, но они невелики. Собака спокойно стоит, когда ее ощупывают, значит, ей не больно. Утешительные данные выявляются и на рентгеновских снимках: костных повреждений нет. Так устанавливались максимальные величины перегрузок, которые переносят собаки без серьезных повреждений.

Подобные опыты с последующим медицинским обследованием животных были многократно повторены на разных собаках. Все собаки относительно хорошо перенесли ожидаемые в реальном полете ударные перегрузки.

Выявилось также, что при повторных катапультированиях физиологические показатели (частота дыхания и пульса, величина артериального давления) остаются такими же, как и при первом воздействии. Следовательно, адаптации собак к таким сильным воздействиям, вероятно, не наступает.

Спуск собак с восьмикилометровой высоты при их приземлении на парашюте также требует решения вопроса возможности дыхания в условиях сильно разреженной атмосферы. Как повлияет на собак пребывание на такой высоте, какие возникнут изменения в их организме? Как скоро, справившись с ними, организм придет в норму?

Для того чтобы выяснить все это, в нашем распоряжении есть так называемая барокамера. В ней при помощи специальных насосов можно быстро откачивать воздух, создавая разрежение, соответствующее заданной высоте.

Собаку приводят в барокамеру, привязывают ее так, чтобы она была хорошо видна через специальный большой иллюминатор. Закрывают дверь и плотно завинчивают запоры. Затем включают насосы и, регулируя скорость отсоса воздуха (скорость «подъема») создают в камере нужное разрежение воздуха — «высоту».

Собака стоит как ни в чем ни бывало — смотрит на дверь, на окно иллюминатора. Изредка она переступает лапами, помахивает хвостом. Словом, ее поведение не отличается от обычного.

Стрелка приборов показывает разрежение, соответствующее пяти километрам высоты, шести и т. д. У животных меняется пульс, артериальное давление, дыхание становится частым и поверхностным. Однако поведение говорит о том, что все это не является угрожающим.

Испытывать влияние на животных больших разрежений не надо: ведь этого в полете не будет, так как собак предполагается катапультировать с высоты всего в восемь километров. Убедившись, что все идет хорошо, опыты в барокамере заканчивают.

Так было выяснено, что здоровые собаки могут хорошо переносить восьмикилометровую высоту, при повторении «подъемов» их организм приспособляется к условиям существования в разреженной атмосфере.

Весьма актуальными для техники являются вопросы создания в кабинах космических кораблей требуемой температуры. Нужно создать защиту от возможных вы-

соких и низких температур как в полёте, так и при возвращении корабля на Землю, когда ракета сильно нагревается вследствие трения корпуса корабля о воздух.

Для решения этой задачи важно было определить устойчивость собак к действию высоких и низких температур.

Необходимо помнить также о неожиданностях, возможных в таком грандиозном деле, как космический полет, и максимально подготовиться к ним. Даже мельчайшее отклонение корабля от заданного направления при возвращении на Землю значительно изменит ожидаемое место посадки. В результате этого собаки могут оказаться в самых различных климатических зонах, где температура будет или очень высокая, или низкая. Если к этому добавить, что время поиска контейнера в таком случае может значительно увеличиться, то станет понятно, что вопрос о пределах, в каких животные переносят изменение температур, имеет первостепенное значение.

Известно, что собаки не обладают большой устойчивостью к резким изменениям температуры воздуха, особенно к ее повышению. В большей степени это относится к тем из них, которые находятся обычно в комнатных условиях, имеют короткую, негустую шерсть. Кроме того, мы знаем, как важно, если замерзаешь — интенсивно двигаться, если жарко — снять с себя лишнюю одежду, напиться воды. Экспериментальные собаки лишены этих возможностей: малая кабина ограничивает их подвижность, они не могут и не должны избавляться от своей одежды, у них нет воды, которая одновременно не была бы пищей.

Устойчивость собак к понижению температуры изучается в таком специальном эксперименте. Кабину с животными помещают в большую камеру с холодильной установкой. Через два часа собаки попадают в условия зимы: -17° , затем -20° . Мороз постепенно крепчает: -25° . Кажется, ничего особенного: сколько собак зимой живет в еле утепленных будках!

Однако подопытные животные — другое дело. Их дыхание становится более редким, но глубоким: так меньше теплоотдача. Хорошо бы сейчас вдоволь накормить Жучку и Ачку теплой пищей (корм, пополнив энергетические запасы организма собак, помог бы им легче перенести холод). Но, оказывается, они вообще не могут есть, так как пища в автомате замерзла.

Многочисленные опыты показали, что в кабине собаки удовлетворительно переносят сорокаградусный мороз, но дальше снижать температуру рискованно.

Если спросить у людей, что им кажется более страшным — сильный холод или жара, пожалуй, большинство ответит — холод, а вот собаки явно хуже переносят жару.

Дело в том, что при угрозе перегрева у человека вступают в действие компенсаторные механизмы, способствующие удалению избытка тепла из организма (расширение сосудов кожи, потоотделение, учащение дыхания и т. д.).

У собак этих приспособительных реакций меньше. Вспомните, как выглядит собака в жаркое летнее время. Она медленно двигается, много лежит, ее мускулатура расслаблена, язык высунут, дыхание частое и поверхностное. Все это при температуре 25—27°. Дело в том, что у всех представителей семейства псовых (*canis*) потовых желез в кожных покровах почти нет. Потоотделение происходит у них с языка и, в небольших количествах, с подушечек лап. Поэтому выведение избытка тепла при высокой температуре воздуха происходит только за счет учащения дыхания. Густая шерсть также не способствует охлаждению животного.

Идет опыт... Медленно нарастает температура в камере. Денёк и Пушок переносят ее увеличение вначале стойко. Иногда из кабины раздается приглушенный стенками лай Денька.

Постепенно дыхание собак становится все чаще: они начинают дышать 142, 154, 208 раз в минуту, частота пульса возрастает до 190 ударов в минуту. Животные чувствуют себя все хуже и хуже. Аппетит у них вначале сильно снижается, а затем пропадает совсем. Странно видеть, как прожорливый Пушок, лизнув один-два раза пищу из открывшейся перед ним коробочки, затем больше не притрагивается к ней.

Если повышение температуры воздуха продолжается, то терморегулирующие механизмы животного уже не могут справиться со своей задачей. И тогда, если не прервать опыт, собака может погибнуть.

Способность собак переносить различные температуры определялась в самых различных экспериментальных условиях. Проверялись реакции животных при медлен-

ном и быстром нарастании температуры, при разных степенях фиксации собак, при обильных количествах воды, при ее ограниченной подаче и т. п. Для этих экспериментов были изготовлены специальные виды кормов (для холодowych — кусочкообразные, незамерзающие питательные смеси; для тепловых — смеси, содержащие большое количество воды).

В результате этих экспериментов были установлены границы переносимости собаками изменений окружающей температуры при «обычных» позах животного в кабине, определено влияние различных питательных смесей на переносимость высоких и низких температур, изучено поведение собак в этих условиях.

Все это помогает разобраться в тех явлениях, которые имеют место в полете. Проведенные опыты дали также возможность ответить на ряд вопросов, интересующих конструкторов.

КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ

Итак, собаки прошли все виды испытаний. Они могут длительно находиться в кабине без движения, могут переносить большие перегрузки, вибрации. Животные не пугаются различных шумов, умеют сидеть во всем экспериментальном снаряжении, давая возможность записывать биотоки сердца, мышц, мозга, характер дыхания, артериального давления и т. д. Собак приучили к каждому из необходимых воздействий в отдельности.

И вот, после заслуженного отдыха, когда животные восстановят свои силы, им предстоит еще одно ответственное испытание — комплексный физиологический эксперимент. Животных будут подвергать одновременно многим воздействиям и систематически производить регистрацию различных функций их организма. Такой комплексный опыт проводится в обстановке, максимально приближенной к условиям космического полета, он является как бы генеральной репетицией большого эксперимента.

Комплексный эксперимент долго и тщательно готовится научными работниками как серьезное лабораторное испытание. И это понятно, ведь здесь определяется ценность каждого отдельного участка работы и любая мелочь имеет большое значение. Хочется, чтобы то или иное достижение, проверенное до этого во многих

одиночных опытах, было согласовано с другими результатами, органически вплелось в большой эксперимент, стало необходимым для него. Неудача такого опыта, даже мелкие погрешности в его проведении могут поставить под угрозу возможность полета, полет не прощает даже мелочей.

Перенесемся в обстановку подготовки и проведения такого комплексного опыта. Большая, с высоким потолком, пронизанная солнцем комната — сейчас центр деловой суматохи. Здесь 5—6 инженеров и техников, медики в белых халатах, биологи, химики. Все это — люди, отвечающие за различные участки работы: за состояние животных, за исправную работу отдельных механизмов и приборов.

В центре комнаты стоит раскрытая камера, формой напоминающая колокол. Высотой она примерно в два человеческих роста. В ее основании расположены твердые коробки из металла, две стенки их напоминают радиатор автомобиля — это регенерационная установка с химическим веществом, способным поглощать углекислый газ и выделять кислород. Выше — автомат питания и затем — небольшая кабина для животных с сетчатыми стенками и пробковым полом. Всюду различные приборы. Заключенные в светло-серые корпуса, они подвешены сверху, с боков, уложены внизу. Масса проводов: ярких и разного цвета — желтого, синего, зеленого. Это позволяет легко проследить правильность соединения приборов. Рядом с камерой поблескивает ее серебристая конусообразная крышка.

Один техник устанавливает пульт, другой — возится с вентилятором, третий — напавляет провода. Слышится скрежет напильника, звуки дрели. Примеряют отдельные детали, прикручивают бачки, укрепляют термодатчики.

В помещении рядом готовят собак: в камеру посадят Стелку и Белку. Их моют в двух водах мылом, мягкой щеткой, ополаскивают, затем сушат перед рефлектором. Чистые, высушенные и расчесанные, они попадают в операционную. Здесь тщательно смазывают места выхода электродов, перебинтовывают животных, поверх надевают зеленую из тонкой материи «рубашку», предохраняющую бинт от загрязнения и раскручивания. Собаки, привыкшие к таким процедурам, переносят их спокойно: стоят смирно, изредка помахивают хвостом.

После этого на животных надевают датчик дыхания — «лифчик», плотно облегающий грудную клетку, потом ассенизационную и фиксирующую одежду. К фиксирующей одежде пришивают датчики движения. Из зеленой одежды торчат лапы, морда и хвост собаки, сзади свисает резиновый патрубок, со спины, с боков — многочисленные разноцветные провода.

Кругом идут последние приготовления. Прилаживается ассенизационный бак. Животных берут на руки, поднимают и помещают в камеру. Патрубок ассенизационной одежды надевается на горловину и крепко закрепляется. Собаки спокойно стоят, пока люди разбирают отходящие от их тела провода, натягивают нужным образом лямки, закрепляют цепочки. В самый последний момент на сонную артерию, которая, как рассказывалось выше, выведена в кожный лоскут, надевается манжетка, позволяющая регистрировать артериальное давление. Техник, забравшийся с паяльником на камеру, припаивает к специальной колодке провода для записи биотоков. Проверяется соединение этих проводов, измеряется сопротивление.

Но вот наступает момент, когда все кажется сделанным. Рабочие звуки замолкают. Теперь слово за ответственным по опыту. Он тщательно просматривает один участок работы за другим, дает последние указания, по каждому участку в блокноте появляется отметка «сделано». Затем качество работы быстро, опытным взглядом оценивает начальник лаборатории, и если у него нет никаких поправок, раздается спокойный голос: «Ну что же, я думаю, можно приступить к герметизации».

И снова около камеры возникает движение. Крышка камеры поднимается и затем медленно накрывает камеру. Последний раз видны в надвигающейся тьме «недоумевающие» собаки. Хотя спуск колпака ничем не грозит им, они рвутся с крепких привязей, лают. И вот уже посередине комнаты стоит закрытая камера. Она кажется шапкой великана, конусообразной, блестящей, с алмазом — иллюминатором. Странно видеть гладкую поверхность на том месте, где только что в одном агрегате было соединено столько разнородных форм в их сложнейших сплетениях, трубок, проводов. Комплексный опыт начат.

Камера будет действовать многие сутки: десять, пятнадцать, двадцать, сколько точно — это каждый раз зависит от задания.

Все в камере максимально автоматизировано, она превратилась теперь как бы в само себя обеспечивающее существо. Связь с внешним миром осуществляется посредством сигналов, которые рассказывают о процессах, происходящих внутри камеры. Вот зажигается красная лампочка. Это значит, что в камере повысилось давление. И сразу же за ней — зеленая, как бы докладывающая о том, что введено в действие химическое вещество, поглощающее углекислоту и водяные пары; оно восстановит нормальное давление. Проходит некоторое время, и «угрожающая» лампочка гаснет.

Исследователи накапливают данные, характеризующие изменения режима температуры в камере, степень влажности воздуха, вентилирование и т. д.

Во время этого опыта дежурные круглосуточно заполняют специальный журнал, сидя за столом перед большим пультом, на котором расположены сигнальные лампочки и приборы.

О состоянии собак в каждый данный момент можно судить по показаниям различных аппаратов. По определенной программе врачи и биологи включают для записи физиологических функций регистрирующие приборы.

Вот научный сотрудник поворотом выключателя, под которым написано «ЭКГ¹ Стрелка», водит в действие прибор. Поползла широкая бумажная лента, на которой тонкие писчики вычерчивают кривую биотоков сердца. Через каждые полчаса подсчитывается количество дыхательных движений, частота пульса. Стоит перевести ручку прибора, повернуть выключатель, и перед тобой, как по волшебству, возникают сложные кривые, посмотрев на которые опытный глаз может судить о многих физиологических функциях животного. Все это будет расшифровано и превратится в ряд цифр, которые расскажут исследователям о физиологических процессах, протекающих в живом организме.

Специальный небольшой приборчик щелканьем возвещает о движениях Стрелки. Смотрим через его стекло. Оказывается звуки возникают потому, что вверх сильно подскакивает специальное перышко. Двигаясь, оно очерчивает вертикальную линию. Вот перышко не спадает. Значит, собака сдвинулась со средней линии вперед и

¹ ЭКГ — электрокардиограмма.

улеглась в другом положении. Приборчик скажет нам, сколько времени она пролежала, когда изменила позу.

Площадь жилого помещения собак в камере — менее метра. Животные здесь не имеют возможности двигаться, как обычно. При этих условиях можно ожидать появления неблагоприятных симптомов, свидетельствующих о неблагополучии в организме животного.

Как же чувствуют себя экспериментальные собаки в этих условиях?

Оказывается — не плохо. Об этом говорят прежде всего вегетативные показатели. У животных хороший пульс, дыхание, нормальное кровяное давление, температура тела. Биотоки мышц, сердца, мозга мало отличаются от обычных, записанных до опыта.

Жесткий лимит жилого пространства существенно изменяет только поведение собак. Видели ли вы когда-нибудь здоровых собак, которые большую часть времени лежат? Наверное, нет, а тут вы можете их увидеть.

Животные, помещенные в камеру, чаще всего лежат на животе. У многих в дневное время выдвинуты вперед лапы, приподнята голова (такие активные лежащие позы характерны для собак, когда они не спят и в любую минуту готовы вскочить).

Иногда животные поднимаются, сладко потягиваются. Одни собаки после этого остаются некоторое время стоять, другие садятся или ложатся, принимая иную позу. Иногда вся камера мелко дрожит, потому что животные, не изменяя своим собачьим привычкам, отряхиваются как обычно.

Словом, собаки активно воспроизводят все движения, возможные в условиях жесткого лимита места. Очевидно, эпизодические движения и, главное, смена поз предотвращают возможные застои кровообращения, которые могли бы иметь место при сильном ограничении подвижности собак.

Особенно активно животные ведут себя в часы перед кормлением. От нетерпения они переступают лапами, заинтересованно заглядывают в пустую кормушку. Стрелка нюхает ее, Белка неуверенно трогает лапой. Пушок, приглядываясь к крышкам,двигающимся во время работы автомата, смешно ворочает головой с боку на бок и вдруг начинает лаять на кормушку, как на живое существо.

Все эти реакции усиливаются, когда в работу вступает автомат кормления. Медленно, сопровождаемая характерным шумом, начинает двигаться открытая пустая коробка, пища из которой уже съедена. Щелчок, и она закрывается, а на смену ей ползет другая, наполненная едой. Собаки убирают лапы и настораживаются: их жадные глаза неотрывно смотрят в расширяющуюся щель крышки, ноздри тянут вкусный запах, чуткие уши ловят звуки. Когда перед животными появляется коробка, они сразу же начинают хватать зубами желеобразную еду. Как видите, у собак в кабине, несмотря на условия длительного изолированного опыта, сохраняются яркие, интенсивные пищевые реакции.

Иногда удастся подсмотреть «неэтичные» формы поведения. Низко пригнув морду к коробке с едой, собаки защищают свою кормушку от «покушений» соседа, отгороженного сеткой. С остервенением лают друг на друга, рычат, скалят зубы. Но ученых это радует и вот почему. Если в маленькой, изолированной камере у животных появляются подобные эмоциональные реакции, значит собаки чувствуют себя хорошо.

Бежит день за днем и состояние животных не ухудшается. По-прежнему, приборы сообщают о нормальном течении основных физиологических процессов подопытных животных. По-прежнему, а может быть, даже лучше они ведут себя, сказывается привычка. Собаки не пытаются делать интенсивных движений, не грызут приборов, меняют позы, хорошо высыпаются, «разглядывают» через иллюминатор людей, но, имея перед собой такую солидную преграду, не тянутся к ним. Впечатление такое, как будто они «узнали», что можно, чего нельзя, и теперь ведут себя спокойно, в соответствии с этими практически усвоенными возможностями. Все это вполне объяснимо, ведь собаки уже прошли подготовительные тренировки.

Когда дается сигнал к окончанию опыта, комната снова наполняется людьми. Камера открывается, и теперь к животным опять можно подойти. Сколько взаимной радости! Собаки лают, тянутся к рукам экспериментаторов, приходят в невероятное возбуждение. Люди трогают, ласкают их, то и дело раздается: Стрелка, Белка! Лаборантка освобождает своих любимцев от проводов, техник стягивает патрубков, и вот уже собака на руках радостного экспериментатора.

Теперь ее будут осматривать, сделают рентгеновский снимок, исследуют кровь. Через полчаса, встретив лаборанта с собаками на руках и спросив его, как изменился вес животных, мы слышим, что одна собака прибавила 270 г, другая 300. «Как на курорте!» — весело смеется лаборант. Лишенные возможности тратить энергию в движениях, находясь в то же время в хорошем состоянии, собаки зачастую в условиях такого опыта интенсивно прибавляют в весе.

Так было не всегда. Вначале собак вынимали в плохом состоянии, бывали и такие случаи, когда для спасения жизни животных приходилось прекращать комплексный опыт. И если теперь начинаешь думать о той большой работе, которая предшествовала созданию в камере всех необходимых для нормальной жизнедеятельности условий, невольно проникаешься уважением к людям, сумевшим создать все это. Ведь такой опыт — это генеральная репетиция космического полета.

СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ СОБАК

В научных целях для изучения космического пространства наряду с кораблями-спутниками в нашей стране используются также геофизические ракеты.

Ракеты могут подниматься на высоту в несколько сот километров. При вертикальных пусках таких баллистических ракет на них возникает состояние невесомости, которое, правда, длится всего несколько минут.

Стремительность движения такой ракеты трудно себе представить. Начав свой путь с одного конца континента, она может достичь другого всего за 30 минут.

Многое роднит полет географических ракет и ракет — носителей спутника. В частности, одинаково происходит процесс подъема, поэтому однородны будут и воздействия на живые организмы тех факторов, которые возникают на активном участке траектории. Приземление животных и исследовательской аппаратуры в принципе одинаково.

Однако вертикальные пуски ракет нельзя признать космическим полетом в полном смысле этого слова, ибо все факторы полета (невесомость, космическая и ультрафиолетовая радиация и т. д.) действуют здесь в очень короткие интервалы времени. Но и за те несколько минут, когда поднятые на ракете животные находятся в условиях

невесомости, можно выявить некоторые особенности в их реакциях и поведении.

Таким образом, многие полученные на ракете данные могут иметь большое практическое значение для полетов космических кораблей. Вот почему успешному осуществлению длительного полета животных в космическом пространстве предшествовало большое количество медико-биологических исследований во время полетов на ракетах.

Запуски животных на баллистических ракетах, при их вертикальных пусках, стали проводиться в СССР с 1949 г. В последние годы высота полета ракет достигала более 450 км.

При таких полетах в качестве экспериментальных животных использовались собаки: Снежинка, Отважная, Малёк, Жемчужная, Козявка, Пестрая, Пушок, Нева и др.

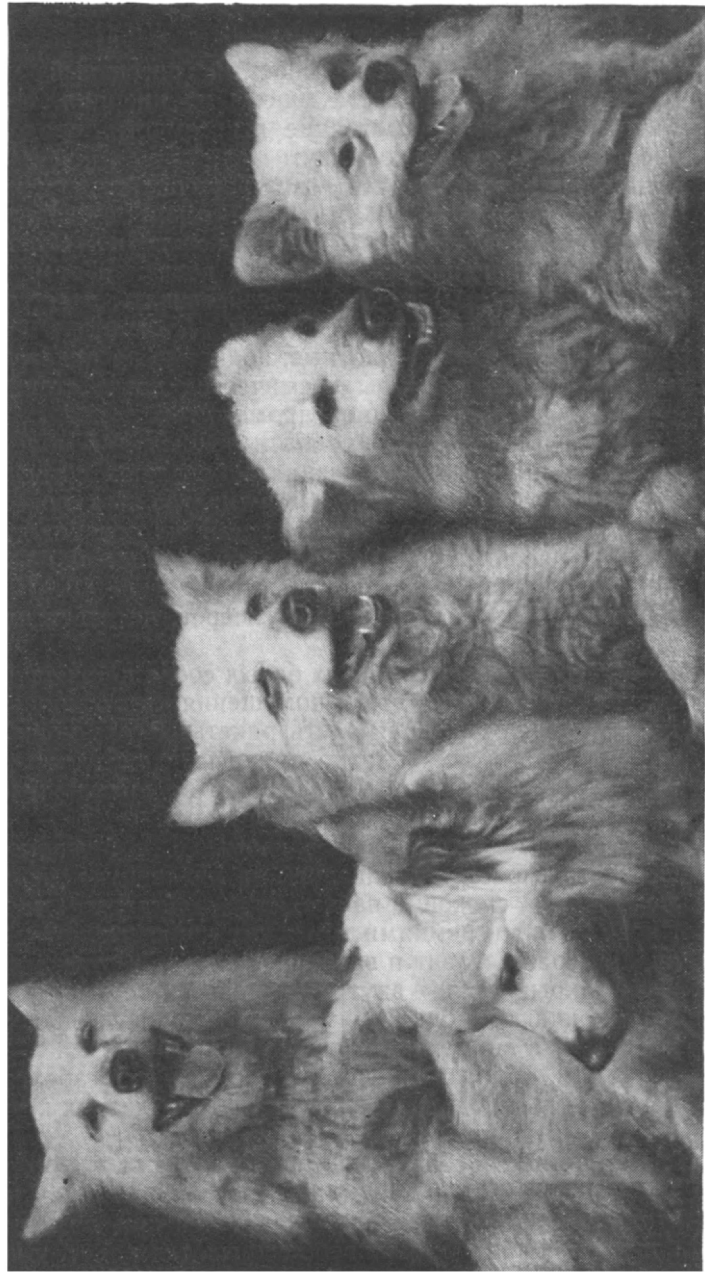
В небольшом светлом кабинете у письменного стола собралось несколько человек. Их внимание привлекает посаженная на стул собачка. Маленькая, белая, с матовым оттенком длинной, чуть желтоватой шерсти и черными пуговками глаз, она среди людей держится спокойно: приветливо помахивает хвостом, тянется мордочкой к ласковым рукам. Тщательно, в разных положениях измеряют ее длину, высоту, объем...

«Жемчужную можно было бы, судя по ее размерам и особенностям поведения, перевести из числа «ракетных» собак в группу для полета на спутнике», — говорит один из присутствующих.

Собаку уносят, а собравшиеся здесь люди обсуждают вопрос о переводе знаменитой в ракетных пусках Жемчужной в «спутниковые» собаки. Принесет ли пользу такое изменение ее профессии? Какая дополнительная работа предстоит с этой собакой и т. д.?

Этот небольшой эпизод наглядно говорит о том, что подготовка животных для полета на корабле-спутнике отличается от работы с собакой, предназначенной для запуска на ракете. Это понятно и вытекает из специфики полетов спутника и ракеты.

Как известно, полет ракеты схематически можно разбить на три этапа. Первый — так называемый активный участок, когда она разгоняется до нужной скорости. В это время живое существо, находящееся в кабине, будет испытывать перегрузки, вибрацию, шум, а также все другие факторы, возникающие и при подъеме спутника.



СОБАКИ, ПОБЫВАВШИЕ В КОСМОСЕ НА РАКЕТАХ (СПЕВА НАПРАВО): СНЕЖИНКА, МАЛЕК, НЕВА, БЕЛКА

Второй этап — так называемый пассивный участок траектории, когда ракета мчится по инерции. На этом участке возникает состояние невесомости, продолжающееся всего несколько минут.

Наконец, третий этап — возвращение ракеты на землю. Он наступает очень быстро — примерно через 8—12 минут после старта. Здесь опять на животное (благодаря все увеличивающемуся трению о воздух и замедлению движения ракеты) начинают действовать перегрузки и другие неблагоприятные факторы.

Таким образом, животные, поднятые на ракете, испытывают почти все виды космических воздействий, но в очень короткий временной промежуток.

Вот почему собак, предназначенных для полетов на ракетах, во многих отношениях обследуют и тренируют так же, как и животных — кандидатов для полетов на корабле-спутнике, но в то же время их освобождают от ряда вышеописанных трудоемких процессов длительной подготовки. Их не приучают в течение 10—15 суток находиться в камере малых размеров, питаться из автомата и т. д.

Лаборант приводит двух белых собак в большую комнату. В одном углу этого помещения стоит тяжелая конусообразная головная часть ракеты. В нее можно проникнуть через люк, плотно прикрывающий доступ в середину отсека. Собак укладывают на выстланные мягким войлоком лотки овальной формы.

Животные уже давно знакомы с этой процедурой. Стоит только слегка надавить на их спину, как они тут же ложатся, спокойно наблюдая за действиями человека. Специальными ремнями животные привязываются к лотку. Лаборант ставит и закрепляет лотки в отсеке ракеты. Люк закрывается — внутри становится темно. Через час опыт кончают, собак вынимают из кабины, гуляют с ними и отводят в виварий. И так изо дня в день.

Таким образом животных приучают безболезненно переносить неподвижность в условиях, близких к тем, какие будут на ракете.

«Ракетных» собак, конечно, приучают к ускорениям (на центрифуге), к вибрациям (на вибростенде), к регистрации физиологических показателей при помощи приборов, специально приспособленных для ракет, у них вырабатывают условные рефлексy и т. д. Иногда живот-

ных необходимо «познакомить» и с более простыми вещами. Вот собак сажают перед небольшим станком, в него вмонтирован киноаппарат. Если их заранее не приучить к шуму нового прибора, он вызовет у них сильную ориентировочную реакцию и даже испуг, в результате могут измениться физиологические показатели. Когда аппарат включают впервые, животные лихорадочно оглядываются; привязанные, они еще плотнее прижимаются к лотку. Пальма начинает рваться. Проходят секунды. Аппарат шумит, не причиняя животным никакого вреда, и постепенно собаки успокаиваются. В следующий раз при проявлении звуков, производимых этим аппаратом, животные лишь поднимают уши, поворачивают голову.

Подобное предварительное ознакомление животных с различными факторами, действующими в полете, значительно сокращает число неожиданностей, которые неизбежны в каждом малоизведанном деле.

ПОЛЕТЫ

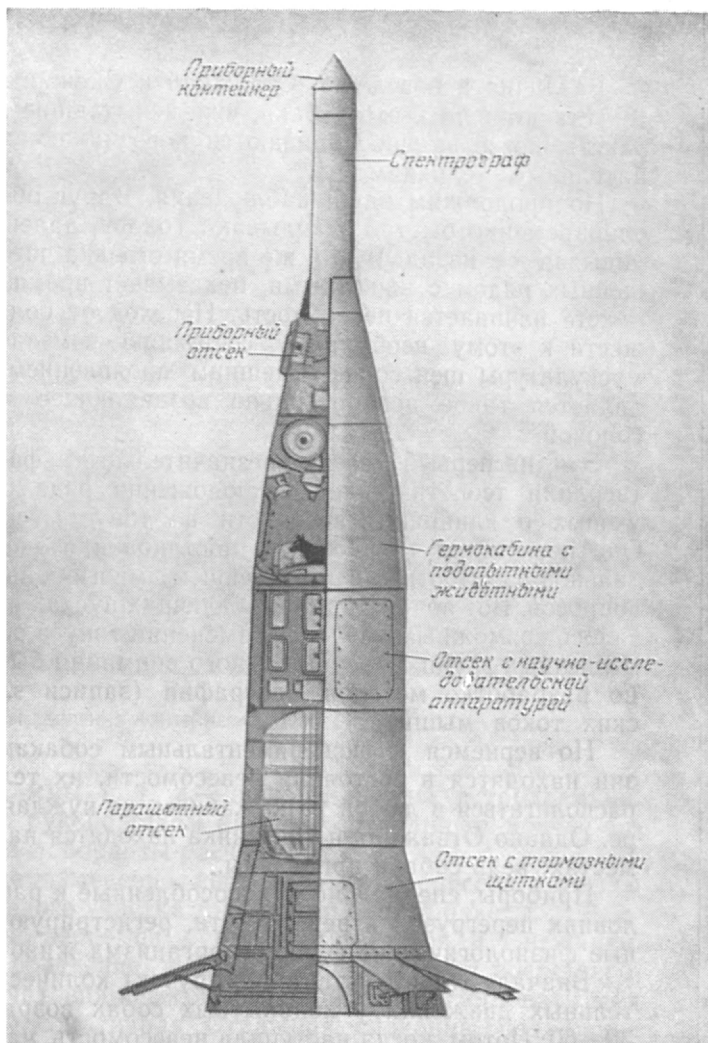
ПУТЕШЕСТВИЕ НА РАКЕТЕ

Ракета на площадке старт. Отважная и Снежинка сидят в специальном отсеке. На этот раз собаки особенно тщательно привязаны к знакомым нам лоткам. Они относительно спокойны. И в этом нет ничего особенного: животные успели привыкнуть к условиям старта, они находятся здесь уже несколько дней.

Но вот где-то внизу, под собаками, заработали двигатели, шум и вибрации от них поползли по стальному телу ракеты. Такая обстановка не могла быть точно воспроизведена в лабораторных условиях, и хотя экспериментальные собаки привыкли к разнообразным и часто неожиданным воздействиям, но если бы животные были не привязаны и не испытали бы до сих пор многие превратности своей изменчивой судьбы, они стали бы рваться. Сейчас же у них возникает только сильная пассивно-оборонительная и ярко выраженная ориентировочная реакция.

А ракета уже набирает скорость. В течение всего полета непрерывно производится киносъемка животных. После приземления киноплёнка будет проявлена, и ученые смогут, внимательно просматривая кадры, проанализировать поведение животных. Что же они увидят на этой уникальной киноленте?

Первый этап. Собаки чувствуют все возрастающую силу тяжести. Снежинка силится удержать голову. Вначале это ей удастся, несмотря на нарастающую перегрузку. Видно, как мелкими упрямыми толчками головы вверх, сильно напрягая при этом мышцы шеи, груди, спины, она в течение нескольких секунд преодолевает все увеличивающуюся тяжесть. Но вот у собаки уже не хватает сил, теперь голова начинает болтаться из стороны в сторону —



РАЗРЕЗ КОНТЕЙНЕРА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ

общая картина очень напоминает явления, возникающие при сильной тряске.

Отважная ведет себя по-другому, она сразу же пригибает голову к лотку — так легче. Это животное летит на ракете не впервые, поэтому быстрее находит наиболее удобную позу.

Различия в поведении Отважной и Снежинки свидетельствуют о том, что собаки, уже испытавшие полет на ракете, легче приспосабливаются к возникающим отрицательным условиям.

Но продолжим наши наблюдения. Вдруг обе собаки одновременно быстро вскидывают голову, далеко запрокидывая ее назад. В это же время стрелка часов, помещенных рядом с животными, показывает время, когда в ракете начинается невесомость. Переход от большой тяжести к этому необычному состоянию изменяет тонус мускулатуры шеи собак. Внешним проявлением этого и является такое произвольно возникающее движение головой.

Эти, на первый взгляд незначительные, факты подтвердили теоретические предположения ряда советских ученых о влиянии невесомости на тонус мускулатуры. Они послужили толчком для постановки и экспериментальной разработки в дальнейшем многих интересных вопросов. Вот почему при последующих пусках ракет оказалось возможным изучение изменений тонуса различных мышечных групп животных, много внимания было уделено разработке методов миографии (записи электрических токов мышц).

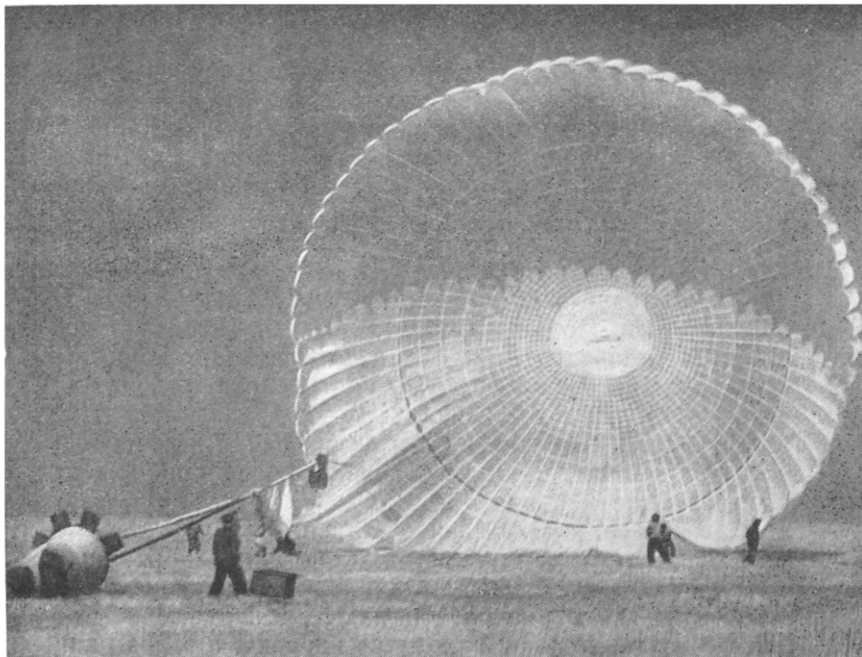
Но вернемся к экспериментальным собакам. Сейчас они находятся в состоянии невесомости, их тело может располагаться в любой точке кабины, не нуждаясь в опоре. Однако Отважная и Снежинка находятся на прежних местах: ведь собаки привязаны.

Приборы, специально приспособленные к работе в условиях перегрузок и невесомости, регистрируют различные физиологические функции организма животных.

Вначале (при действии перегрузок) количество дыхательных движений у подопытных собак возрастало до 30—60. Потом, когда наступила невесомость, частота дыхания, постепенно уменьшаясь, приблизилась к исходному уровню.

Частота пульса, по сравнению с исходной, во время перегрузок увеличивалась на 200—100 ударов. Кровяное давление повысилось на 45—100 мм ртутного столба.

Толстые рулоны пленки хранят подробные сведения о частоте дыхания животных на активном участке и в условиях невесомости. Расшифровка этих кривых, определение по ним характеристики дыхания, пульса, электро-



В МОМЕНТ ПРИЗЕМЛЕНИЯ КОНТЕЙНЕРА

кардиограммы и т. д.— процесс тонкий и трудоемкий. Этим под руководством научных сотрудников-врачей занимаются лаборанты-расчетчики.

Резкие изменения вегетативных процессов типичны для активного участка траектории полета ракеты.

Однако вернемся к полету Отважной и Снежинки. Судя по поведению животных, они, попадая после перегрузок в условия невесомости, начинают чувствовать себя лучше. Флегматичная Отважная спокойна, подвижная Снежинка вертит головой. Вот перед носом собаки проплывает гайка, которая отвинтилась, вероятно, в результате вибрации. Потеряв вес, она теперь наталкивается на разные предметы, легко перемещаясь по воздуху. Снежинка, как за мухой, следит за ней глазами, поворачивает вслед голову, тянется понюхать. В иллюминатор ракеты заглядывает луч солнца, он ложится на собак, приборы, упирается в часы. В свете становятся видными двигающиеся пылинки. Встрепенувшаяся Снежин-

ка вращает головой, следит за движением солнечного зайчика.

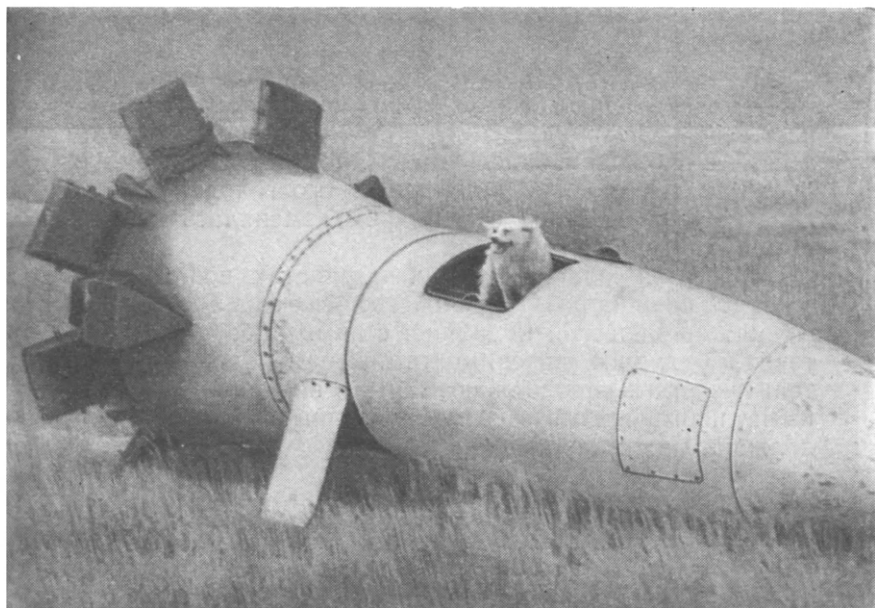
Поведение собак в условиях невесомости и характер их ответных реакций на внешние раздражения заставляют предположить, что при кратковременном состоянии невесомости у животных не наступает существенных изменений как в течении основных физиологических функций, так и в поведении.

Прошло еще некоторое время, собаки вдруг перестали двигаться. По-видимому, на них снова начала действовать сила тяготения. Но в этот момент животные пропадают из поля нашего зрения. Дело в том, что начался спуск. При вхождении головной части ракеты в плотные слои атмосферы перегрузки велики и переменны по направлению, в этих условиях многие приборы перестают давать показания.

При первых полетах движение ракеты в плотных слоях атмосферы было недостаточно стабилизированным. Собаки иногда оказывались лежащими на спине, перевернутыми вверх ногами, или как бы в подвешенном положении: задние лапы находятся наверху, а голова внизу. Через некоторое время головная часть ракеты начала двигаться под другим углом и опять направление перегрузок по отношению к телу животного менялось. Таким образом, в отличие от перегрузок при подъеме, действующих в одном направлении, при спуске животные попадают в более тяжелое положение: мало того, что на них действуют большие перегрузки, эти перегрузки становятся разнонаправленными — переменными. Как хорошо, что собаки крепко привязаны! Что с ними было бы, если бы они, став тяжелее во много раз, ударялись о стены кабины и о вмонтированные в них многочисленные приборы!

Когда животных извлекли из головной части ракеты, они уже вполне оправились от перенесенных воздействий. Тщательный их осмотр обнаружил только незначительные кровоизлияния в склеру глаз, в слизистую полость рта, в кожу ушных раковин, отеки в области глаз. Все это — повреждения, полученные, например, Отважной и Снежинкой в период движения головной части ракеты в плотных слоях атмосферы и во время спуска.

В одном из первых полетов получила повреждения и собака Пестрая. Она, правда, быстро оправилась и че-



УДАЧНОЕ ВОЗВРАЩЕНИЕ ОТВАЖНОЙ

рез три месяца выглядела уже здоровой, но еще долго можно было наблюдать у нее скрытые расстройства центральной нервной системы.

В начальной стадии работы иногда бывало, что животные получали довольно серьезные повреждения.

Подготовка животных к полету на кораблях-спутниках потребовала большого количества научных экспериментов при вертикальных полетах ракет.

Так же, как Отважная и Снежинка, в космосе побывали и благополучно вернулись на землю Белянка, Пестрая и др.

Для решения некоторых вопросов потребовались исследования в незагерметизированной кабине ракеты с использованием специального скафандра.

В негерметической кабине на высоту 110 км поднимались одетые в скафандры Козявка, Альбина, Малышка, Линда.

Скафандр — одежда, сделанная из многослойной прорезиненной ткани, представляющая собой герметический мешок с глухими «рукавицами» для лап животного и

прозрачным плексигласовым шлемом шарообразной формы — надежно обеспечивал нормальную жизнедеятельность собак, находящихся на огромной высоте. Под скафандром поддерживалось давление, достаточное для предотвращения явлений кислородного голодания; температура воздуха под скафандром изменялась в очень незначительных пределах.

Многие из собак, летавших на ракетах, поднимались в космос не один раз. Большинство этих собак до сих пор служат космической медицине: с ними работают, их готовят к будущим экспериментам. Другие, заслужив длительный отдых, продолжают жить в виварии. За животными, побывавшими в космосе, научные работники продолжают вести наблюдения.

ЕЩЕ РАКЕТНЫЕ ПАССАЖИРЫ

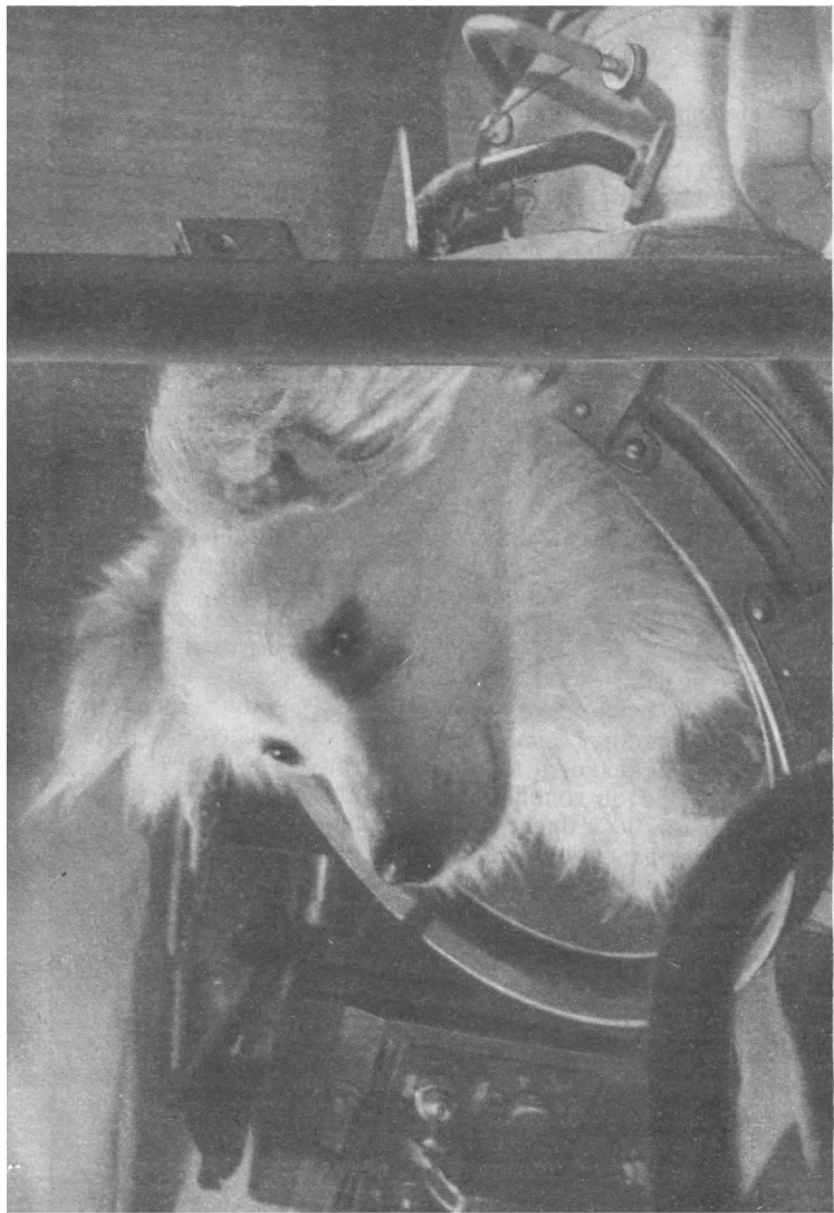
Вот перед вами знакомая фотография 1959 г.: собаки Отважная, Малек и посередине еще один пассажир ракеты — кролик.

При полете в ракете кролика впервые были получены документальные снимки, наглядно раскрывающие процессы, происходящие в глазной мышце кролика при исчезновении веса.

Это очень большая удача для исследования, когда ученый сумеет из комплекса сложных явлений выделить простое и в этом явлении отчетливо показать и зафиксировать те изменения, которые вызваны определенными воздействиями. Так и произошло с влиянием состояния невесомости на тонус мышц.

Возьмем обычного кролика, привяжем его к специальному лотку так, чтобы он не мог двигаться, главное внимание при этом надо обратить на надежную фиксацию головы. Привязанный кролик покорно лежит и смотрит спокойно.

Вот мы поворачиваем его вместе с лотком на бок и видим, как глазное яблоко кролика отклоняется, поворачивается вниз. Это — явление, общее для всех животных. Поворот кролика на правый бок изменяет нервную импульсацию, идущую из отолитового аппарата, расположенного во внутреннем ухе, вызывает рефлекторное изменение тонуса глазных мышц.



КОЗЯВКА В СКАФИДРЕ, БЕЗ ШЛЕМА

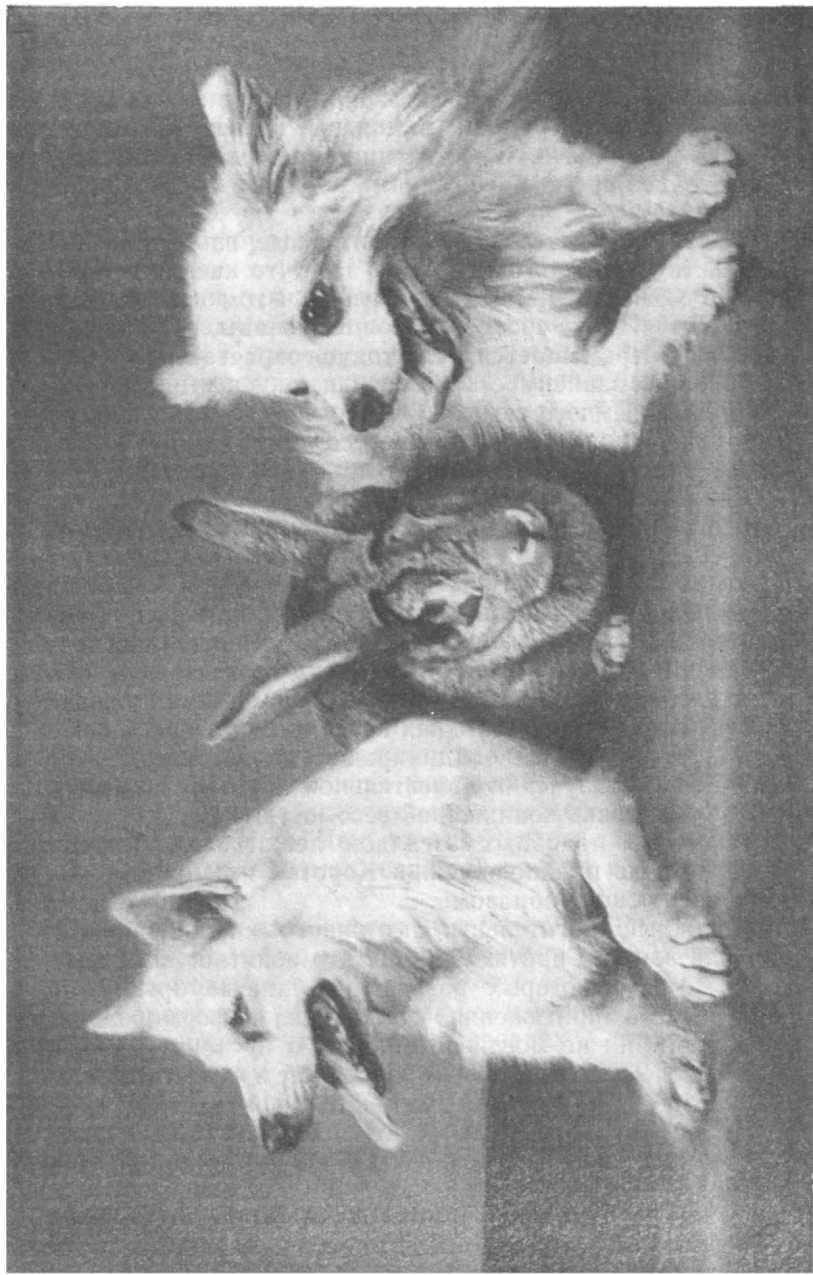
Тонус мышц легче всего представить себе как напряжение мышц без изменения их длины и диаметра сечения. Его роль заключается в поддержании того благоприятного фона, который нужен для работы мышцы. При изменении тонуса соответствующих мышц глаза глазное яблоко перемещается вверх, в другом случае оно, наоборот, двигается вниз.

Это явление биологически целесообразно. Глаза кролика при помощи такого механизма удерживаются в исходном положении независимо от изменения положения тела, что позволяет животному в обычных условиях существования сохранять стабильность прежнего поля зрения, т. е. способствует хорошей пространственной ориентировке. Действительно, представьте себе, что бы получилось, если бы при движении зверька (например, беге) его глаза все время перемещались: очевидно, кролик просто не смог бы бежать в нужном направлении.

Движения глаз были использованы для выяснения вопроса о влиянии изменений силы тяжести на состояние мышечного тонуса. Будет ли изменяться движение глаза кролика при полете ракеты, во время перегрузок и невесомости? И если будет, то как? Кролик в необычном ложе — гипсовой ванночке — укрепляется в кабине ракеты. Гипс не позволяет ему двигаться. Это сделано для того, чтобы исключить влияние на тонус глазной мускулатуры поворотов головы и шеи. Над глазом животного на расстоянии 6 см блесит линза кинообъектива. Ракета будет подниматься через несколько секунд, но киноаппарат уже шумит, работает: зрачок животного должен быть запечатлен на киноленте и в момент, когда кролик находится на земле и его вес обычен.

Вот перед нами длинная кинолента, отражающая движение глаз кролика. Измеряем промежутки между радужкой и роговицей глаза. Вначале они все одинаковы. Затем мы видим, что глазное яблоко постепенно начинает отклоняться книзу. Все больше и больше. Вот уже отклонение равно целым 2 мм (для масштабов маленькой мышцы это много!). По отметке на киноленте выясняем, что в эти моменты вес кролика, находившегося в ракете, возрос в шесть с половиной раз. Вот откуда такой удивительный, глубокий «запад» глаза.

И вдруг — глазное яблоко быстро перемещается вверх. Такой его «скачок» совпадает с началом невесомости.



МАЛЕК, ОТВАЖНАЯ И КРОЛЬЧИХА

Быстро оно доходит до первоначального положения, и скоро мы регистрируем отклонение глаза уже вверх и тоже на 2 мм. В таком положении он удерживается 5 минут, т. е. все время пребывания кролика в состоянии невесомости.

Все эти, казалось бы незначительные, изменения свидетельствуют о многом. Дело в том, что кверху глазное яблоко может перемещаться только в том случае, если понижается тонус соответствующей мышцы, и, наоборот, книзу оно перемещается, если тонус возрастает. Эти факты показали зависимость изменения тонуса мышц от действия силы земного тяготения. Тонус повышается при перегрузках и понижается при невесомости — вот основной вывод рассмотренных экспериментов.

Советские и зарубежные авторы на основе относительно небольшого числа экспериментов и многих теоретических предположений говорят о возможном изменении обычной структуры движений в условиях невесомости. Одни из исследователей отмечают незначительные отклонения от нормы, которые на деятельность летчика не влияют — его движения достаточно точны и совершаются в обычном темпе. Другие говорят об отклонениях действующей руки в условиях невесомости вверх и вправо. Много фактов некоординированных движений было получено при изучении двигательной активности животных в обстановке пониженной весомости.

В основе подобных взглядов лежат определенные теоретические предположения. Коротко их можно изложить следующим образом.

В каждый двигательный акт животных как бы вплетена сила земного притяжения. И это понятно: миллионы лет, в течение которых развивались живые организмы, сила земного притяжения участвовала в формировании движений, они не могли возникнуть и протекать, минуя ее. Вот почему любой двигательный акт в качестве обязательного условия предполагает земное притяжение — вес и вот почему можно допустить какие-то изменения в работе мускулатуры в том случае, когда этого притяжения нет.

Какие же системы организма животных могут быть подвержены воздействию невесомости?

Процесс движения в земных условиях зависит прежде всего от самих мышц. Мышцы — это пучки живых воло-

кон особого устройства. Главное их свойство — способность сокращаться и расслабляться. Сила сокращения мышцы определяется качеством и количеством мышечных волокон, их тонусом и т. д., но мышечным волокнам не страшно ни изменение веса, ни его полное исчезновение: они будут работать в этих условиях, как обычно.

Координация (согласование) отдельных мышечных сокращений в законченное целесообразное действие осуществляется при участии нервной системы в целом и в особенности — коры головного мозга. Может быть, невесомость влияет на нервную систему, мозг и через него на мышцы?

Управление движениями, согласно учению И. П. Павлова, предполагает два процесса: во-первых, отражение в мозгу, в воспринимающих нервных клетках, каждого уже совершенного двигательного акта, во-вторых, формирование в коре головного мозга импульсов, которые затем (по системе нервных стволов) идут к определенным мышцам, вызывая новое движение. Эти два процесса взаимосвязаны. Каждое новое движение животного происходит с учетом предыдущего и на его основе.

Таким образом, следует предположить, что в условиях невесомости могут пострадать как механизмы, обеспечивающие отражение в коре мозга предыдущего движения, так и системы, обеспечивающие процесс возникновения нового движения. Чем же определяется функционирование этих механизмов, связаны ли они с действием силы тяжести?

Прежде всего, изменяются ли в условиях невесомости свойства так называемых проприорецепторов. Расположенные на поверхности и в глубоких слоях мышц, эти нервные окончания реагируют на все изменения, происходящие в мышцах, сухожилиях и связках. Стоит животному согнуть лапу, двинуть головой, как, возбуждаясь, проприорецепторы посылают импульсы в мозг, отражая картину возникшего движения. Вряд ли можно предполагать, что в состоянии невесомости причиной нарушения двигательных актов могут быть проприорецепторы. Их работа зависит в основном от внутримышечных отношений, которые складываются в каждый данный момент в организме и в условиях невесомости существенно изменяться не должны.

Большое значение в формировании и течении двигательных актов, координации движений имеет, кроме перечисленных моментов, так называемый отолитовый аппарат. Доказано, что именно он играет главную роль в тех отклонениях от обычного состояния, которые имеют место в двигательном аппарате в условиях невесомости.

Мы знаем, что функции отолитового аппарата в условиях Земли непосредственно связаны с работой мышц, он имеет прямое отношение к их тону. Расположенный в костной основе внутреннего уха отолитовый аппарат спрятан глубоко внутри черепа. В небольшой замкнутой полости дно выстлано чувствительными нервными клетками, которые имеют тончайшие нервные отростки, на них лежат отолиты — маленькие песчинки, кристаллы углекислой и фосфорнокислой извести, они своей тяжестью давят на нервные окончания. Когда животное меняет положение головы, песчинки перемещаются, изменяется и сила давления отолитов на нервные клетки. В результате происходит возбуждение нервных клеток, возникают нервные импульсы, сила которых прямо пропорциональна величине давления отолитов. Эти импульсы передаются в центральную нервную систему и сигнализируют об изменениях положения тела в пространстве.

Можно думать, что в состоянии невесомости, когда отолиты, потеряв силу тяжести, перестанут давить на нервные окончания, будет изменена сигнализация о положении тела в пространстве. Вот тут-то и появляются необычные для земных условий сокращения одних мышц и, наоборот, расслабление других. Итак, изменения, которые определяют нарушения движений животных (а также, по-видимому, и человека) в условиях невесомости захватывают отолитовый аппарат, мышечный тонус, мускулатуру.

О позах и реакциях животных в условиях невесомости мы и поговорим на примере еще одного вида ракетных пассажиров.

Экспериментальная крыса уже более полутора лет служит целям науки. Это маленькое белое животное с розовыми лапами и гладкой шерстью — хорошо и всесторонне изученный биологический объект. Это обстоятельство каждый раз облегчает его использование в по-

вых целях. А вот другое животное. Оно очень похоже на крысу, но меньших размеров. Это — белая подопытная мышь, тоже очень часто используемая в различных биологических исследованиях.

Сейчас группе отобранных крыс и мышей предстоит участвовать в экспериментах, направленных на изучение характера движений в состоянии повышенной гравитации и невесомости.

Двигательные акты животных в условиях невесомости при разных степенях свободы представляют не только теоретический, но и практический интерес. В ходе подготовки полета человека в космос важно было выяснить, как влияет состояние невесомости на координацию движений животных при относительно длительном времени полета.

Поведение собак в состоянии невесомости изучалось как в том случае, когда они были прочно привязаны к лоткам, так и тогда, когда они имели возможность незначительно перемещаться (движения вперед и в стороны примерно на 10—15 см). Проследить за двигательными реакциями в условиях свободного перемещения оказывалось особенно интересным. Это пока было возможно только в экспериментах с мелкими животными — крысами, мышами.

Перед нами два небольших контейнера, сделанные из плексигласа. В одном находятся крысы, в другом — мыши. Прозрачные стенки позволяют наблюдать за поведением животных и фиксировать его на киноплёнке.

Затем эта плёнка подвергается внимательному изучению. Отмечаются отдельные детали поведения животных, конфигурация, изменение формы двигательных актов, подсчитываются данные, характеризующие скорость движения крыс и т. д.

Уже первые кадры показывают явно необычное поведение крыс. Постепенно нарастает замедленность их движений, лапы широко расставлены, прогиб спины уменьшен. Животное все ниже опускает голову и, наконец, кладет ее на дно контейнера. Вы уже, по-видимому, догадались, что перед нами моменты, когда контейнер находится в условиях повышенной гравитации. Эти кадры характеризуют поведение крыс во время все нарастающих перегрузок.

Вес крысы настолько увеличивается, что вначале резко замедляется обычный для нее темп движений, а затем маленькое животное вообще перестает двигаться. Очевидно, для преодоления испытываемых перегрузок мышечная сила зверьков недостаточна.

Проходит несколько секунд. Вдруг крыса быстро отрывается от пола. На какие-то доли секунды она «повисает» где-то посередине контейнера. Непривычное отсутствие точек опоры вызывает резкие движения, а они, в свою очередь, порождают новые двигательные акты. И вот уже крыса беспорядочно перемещается в контейнере. Она то крутится вокруг своей оси, то летит куда-то в угол и там вращается наподобие веретена. Затем кувыркается через голову около пола контейнера. Хвост животного ведет себя как своеобразный рычаг, выпрямляется, сгибается под углом. Лапы растопырены. Все это — явления, происходящие с крысой во время невесомости. Примерно так же ведут себя и мыши.

Чем можно объяснить такое поведение крыс? Приведем только одно из наиболее вероятных теоретических предположений.

В привычных, земных, условиях у всех животных при изменениях положения тела в пространстве меняется напряжение самых различных мышечных групп. Нервные импульсы к мышцам идут от различных органов и систем (зрение, слух, орган равновесия и т. д.) и от них к мышцам. Это происходит автоматически, рефлекторно, обеспечивая нужное положение тела. Так возникают разные позы. Громадное значение в этих рефlekсах имеет ощущение «верха» и «низа», а это в свою очередь прямо связано с земным притяжением — весом. Указанные рефлекторные реакции, определяющие положение тела в пространстве, получили название постуральных рефлексов, или рефлексов позы.

Крысы испытывают воздействие перегрузок, а затем состояние невесомости, уже обладая подобными, наследственно закрепленными рефlekсами. При перегрузках, в связи с увеличивающимся весом тела, изменяется поток нервных импульсов, идущих в кору головного мозга, что приводит к изменениям указанных рефлексов позы.

Изменения афферентации происходят и при невесомости, когда перестают действовать обычные раздражители. Ослабляются или исчезают совсем кинестетические

и вестибулярные раздражения, т. е. раздражения, возникающие при движении мышц или идущие из отолитового аппарата (а он влияет на состояние мышечного тонуса), нарушаются чувствительные (афферентные) системы постуральных рефлексов.

В результате, потеряв вес, крыса теряет ощущение «низа», остается как бы без опорного вертикального стержня. Нет у нее сейчас и привычных точек опоры, изменены тактильные и другие ощущения в лапах и хвосте, изменена и импульсация, идущая из вестибулярного аппарата. Только зрение продолжает нормально служить животному. Однако оно, особенно в первое время, не в состоянии скорректировать хаос непривычных ощущений. Немудрено, что после этого у животных, потерявших точку опоры, наблюдается бурная двигательная активность, как бы стихийные поиски нужного положения.

Вначале эти попытки приводят к обратному результату. Каждое движение порождает следующее, также очень интенсивное по своей силе, амплитуде и темпу. Движения крысы становятся некоординированными. Кажется, очень печальная картина, и неизвестно, как животное выберется из создавшегося положения! Но не будем спешить.

Продолжим анализ кадров фильма, еще более внимательно вглядываясь в движения крыс.

Вот мы замечаем (примерно через 40—45 секунд после перехода в невесомость), что скорость движений животного больше не увеличивается. Уже хорошо! Еще через некоторое время движения явно становятся более медленными и плавными.

Наглядно об этом говорят цифры. До 20-й секунды крыса двигалась все быстрее и быстрее. Далее 17 секунд (начиная с 20-й и до 37-й) темп движений животного не возрастает: оно вращается со скоростью примерно в два с половиной оборота в секунду. После этого скорость вращения постепенно уменьшается до одного оборота в секунду. Та же закономерность проявляется при сопоставлении цифр, характеризующих темп двигательных реакций других крыс.

О чем же здесь можно говорить? Первое, что приходит в голову,— крысы утомились от энергичных кувырканий, отсюда и снижение темпа их движений.

Но вряд ли это так, ведь прошло немногим более минут, за это время такое животное, как крыса, не устанет. К тому же ей во время интенсивных движений не приходилось преодолевать вес, а следовательно, и затрата энергии была меньше, чем в обычных условиях.

Сопоставляя многие факты, экспериментаторы доказывают, что появление плавности в двигательных реакциях, уменьшение их числа, возникновение отдельных относительно координированных двигательных актов — все это говорит о приспособлении животных к условиям невесомости. По-видимому, у крыс стали складываться механизмы, обеспечивающие им некоторую нормализацию двигательных актов. Очевидно, ведущим в такой адаптации является орган зрения — мощный поток импульсов, идущих из зрительного анализатора, все больше подчиняет себе другие рефлексy. Жаль конечно, что состояние невесомости нельзя было продлить и посмотреть, как будут вести себя животные дальше. Но вспомним, что эти испытания проводились до запуска искусственных спутников и космических кораблей и, следовательно, изучение состояния невесомости, длящегося значительно дольше, было еще впереди.

Эксперименты и анализ полученных фактов позволили сделать вывод о различии между отдельными животными в их приспособлении к условиям невесомости. Оказалось, что у разных крыс плавность и замедленность движений появляются в разные сроки.

Таким образом, в результате описанных предварительных опытов можно было предполагать, что и человек довольно быстро приспособится к условиям невесомости, научится передвигаться в нужном направлении, совершать целенаправленные координированные двигательные акты. Это, вероятно, решающий фактор. Окончательный ответ на эти вопросы можно было дать лишь после первых космических полетов человека. В описываемый период имелось лишь небольшое число наблюдений за движениями человека, который находился в состоянии, близком к невесомости при полете реактивного самолета, а также наблюдения за кратковременным состоянием невесомости (около минуты) во время специальных тренировок человека. Однако все эти данные уже позволяют говорить о приспособляемости организма к условиям невесомости.

Но вот животные полностью подготовлены к полетам, лежит уже и телефонограмма, содержание которой можно выразить одним словом: «ждем». Это значит, что все готово для запуска в космос ракеты-спутника.

В сентябре 1957 г. обсуждались все достоинства и недостатки разных собак, окончательно отобранных для полетов в космос. Один за другим выступали научные работники, рассказывая об особенностях физиологических реакций животного при вращении на центрифуге, воздействии вибраций и т. д. Вспоминали, какие собаки получили отличные отметки во время приучения к длительному сидению в кабине, еще раз просматривали дневники с описанием поведения собак, зачитывали и данные ветеринарного осмотра.

Наиболее благоприятные оценки получает белая собака с черными симметричными пятнами на полувисячих ушах. Шерстка у нее гладкая, хвост коротенький, а лапы тонкие и стройные. Вы, очевидно, уже догадались, что ее имя — Лайка. Лайка, как и все подопытные собаки, — дворняжка. Назвали ее так потому, что она имела привычку особенно часто лаять требовательно и звонко.

Итак, именно этому животному суждено стать первым «космонавтом».

Утро 31 октября 1957 г. было бодрящее, по-осеннему свежее.

После прогулки, в 10.00, в лаборатории производят тщательный туалет Лайки. Кожа животного протирается слабым раствором спирта, шерсть вычесывается частым гребнем. Места выхода электродов смазываются иодом, припудриваются стрептоцидом. Лайка ведет себя как обычно: она спокойна, но в то же время активна. В 12.00 на собаку надевают снаряжение, а в 14.00 она укрепляется в кабине.

Раскрытая кабина напоминает полуовальной формы вытянутое гнездо с высокими стенками. Утепленный пробковый пол. В нем — отверстие ассенизационного бака. Впереди автомат кормления. Стенки кабины обиты мягким материалом, напоминающим байку. Снизу, с боков и наверху — всюду различные хитроумные приспособления, обеспечивающие жизнедеятельность животного. Тут

же расположена регистрирующая аппаратура. Теперь Лайке надо только ждать, а ждать придется долго.

Вот ее кабину покрывают колпаком. Проводят испытания всей аппаратуры, предназначенной для регистрации различных физиологических процессов. Необходимо еще раз убедиться в правильности показаний всех приборов, испытать их в комплексе с телеметрической системой, т. е. проверить, как показания приборов будут передаваться на расстоянии.

Кроме этого, надо еще раз убедиться в надежности всех средств, обеспечивающих нормальную жизнедеятельность животного, убедиться в герметичности кабины, в бесперебойной подаче в эту кабину кислорода, удалении из нее углекислоты, проверить работу автомата кормления. Все это занимает несколько часов.

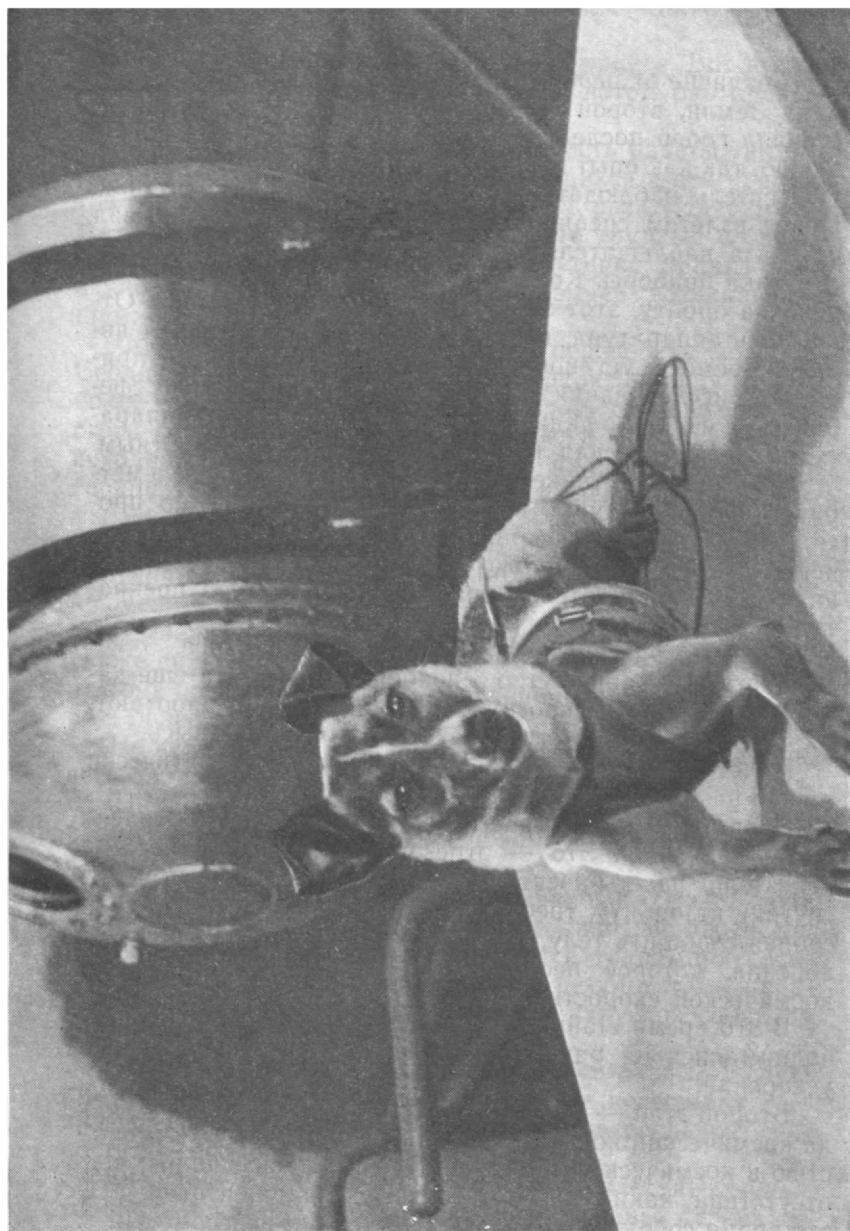
Наконец, все проверено, и контейнер с животным установлен в головной части ракеты.

Час ночи 1 ноября. Лайка спит в своей непроницаемой камере, как обычно свернувшись клубком, а коллектив медиков и инженеров начинает последний этап подготовки к полету — комплексные испытания аппаратуры. Снова один за другим и все вместе работают приборы. Но вот уже все сделано.

Сейчас, когда двигатели ракеты-носителя еще не начали действовать, можно посмотреть через иллюминатор — Лайка спокойно лежит. Вот она встала, деловито потягивается, потом начинает отряхиваться. Отряхнулась и села, привалившись телом к стене кабины. Животное за толщей иллюминатора замечает человеческие лица, и сразу же напряженно поднимается его голова. Глаза пристально всматриваются и двигаются; если людские лица за иллюминатором перемещаются. Собака спокойно, как всегда, дышит 16—37 раз в минуту, частота сердечных сокращений также нормальная — 68—120 в минуту.

Вскоре был введен в действие автомат кормления. Услышав привычный щелчок аппарата, Лайка тут же поднялась и стала сначала внимательно смотреть на крышку аппарата, а потом с аппетитом есть.

Что ждет подопытную собаку? Теперь Лайка как бы вмонтирована в сложный механизм, которому предстоит подняться в космос и долгое время высоко кружить над Землей.



ЛАЙКА В ЛАБОРАТОРИИ

В отличие от первого советского искусственного спутника Земли, второй спутник, весивший 508,3 кг, представлял собой последнюю ступень ракеты, и это очень важно, так как опыт первого спутника показал, что ракету-носитель наблюдать гораздо легче, чем сам спутник. Перед взлетом специальный защитный конус закрывал от глаза наблюдателя установленные в передней части спутника приборы. Когда же ракета-спутник была выведена на орбиту, этот защитный конус был сброшен. Открылась аппаратура, предназначенная для изучения явлений космоса: установленный на специальной раме прибор для исследования излучений Солнца, контейнер сферической формы с радиопередатчиками и другой аппаратурой, герметическая кабина с подопытным животным.

На втором спутнике была установлена радиотелеметрическая аппаратура. Искусственный спутник по программе научных исследований передавал сигналы в течение семи суток, и только после этого радиопередатчики, бортовая радиотелеметрическая аппаратура прекратили свою работу.

Все было рассчитано и предусмотрено заранее.

Наступило раннее утро 3 ноября. До рассвета еще далеко, но люди уже проснулись и напряженно работают. Скоро будет дан сигнал, и ракета поднимется ввысь.

Полет космического корабля с Лайкой схематически можно разбить на два этапа.

Первый — так называемый активный участок траектории движения. Это — отрезок пути, когда работают двигатели ракеты-носителя. Для того, чтобы вывести спутник на орбиту, требуется колоссальная энергия, способная сообщить телу, имеющему большой вес, такое ускорение, которое необходимо для достижения первой космической скорости.

В это время Лайка, подобно тем животным, которые поднимались на ракете, испытывала действие больших ускорений.

Второй этап — это движение спутника на орбите, когда космический корабль мчится с сообщенной ему скоростью в космическом пространстве, в полной тишине, при отсутствии каких-либо зрительных раздражителей. Все это время собака находилась в состоянии невесомости.

Сигнал к старту был дан рано утром 3 ноября. Люди из специальных блиндажей и укрытий наблюдали, как,

разрезая небосклон, поднялась вверх ракета. Вот в небе видна уходящая вверх полоса света, потом она превращается в светящуюся точку.

Прошло всего две минуты, а скорость ракеты так быстро нарастала, что вес всех находящихся в ней предметов увеличился в четыре с половиной раза. Идут минуты — перегрузки все возрастают... Это трудный с биологической точки зрения этап полета спутника. Велика была и вибрация корпуса ракеты, непривычен возникающий шум.

Собаке было не совсем обычно переносить все это. Сердце ее забилося учащенно, сокращаясь в одну минуту более чем 260 раз. Это значит, что сразу после старта частота сердечных сокращений возросла, по сравнению с исходной, примерно в три раза. В дальнейшем частота сердцебиения уменьшилась. Анализ электрокардиограммы не показал существенных нарушений деятельности сердечной мышцы собаки. Отмечалась только типичная картина синусовой тахикардии (учащение сердечных сокращений).

С увеличением перегрузок частота дыхания собаки также сильно возрастала. При самых больших перегрузках она превышала исходные величины примерно в четыре и более раза.

Но все это продолжалось не так-то уж много времени, весь активный участок траектории полета длился недолго. Никакого двигательного беспокойства, собака в это время не проявляла. Можно, пожалуй, говорить только о ее мышечном напряжении.

Все приведенные данные показывают, что полет спутника от старта до выхода на орбиту животное перенесло неплохо. Такой вывод подтверждается также при сопоставлении полученного материала с результатами предшествующих лабораторных опытов и запусков собак на баллистических ракетах.

Последний мощный толчок двигателей ракеты, и спутник начинает двигаться по инерции. Не испытывая трения, он перемещается по орбите с колоссальной скоростью — около 8 км в секунду.

Внезапно в кабине животного наступает необычная тишина. Исчезают вибрации. Ничто внешнее теперь не может беспокоить Лайку. Ее тело становится легким, постепенно вес собаки становится равным нулю.

Влияние длительного состояния невесомости на организм долгое время было загадкой. В теоретическом плане высказывались различные оптимистические предположения, но они не могли быть экспериментально проверены в условиях земли. Запуски же баллистических ракет давали возможность изучать только кратковременное воздействие невесомости.

Вот почему трудно переоценить все значение полета Лайки. Ведь он впервые прямо отвечал на вопрос: возможно ли пребывание живых существ в условиях космического полета. Без этого нельзя было говорить о подобных полетах человека.

Что же происходило в орбитальном полете с живым существом, впервые испытывшим невесомость в течение длительного времени?

Очутившись на большом расстоянии от Земли, радиостановка спутника непрерывно посылала свои сигналы в эфир. Эти сигналы улавливались. Ознакомимся с расшифрованной информацией о течении физиологических процессов животного, полученной с борта первой научной космической лаборатории.

Физиологические процессы космической путешественницы, значительно измененные на активном участке, когда действовали перегрузки, в условиях невесомости приходят к норме. Уменьшается частота сердечных сокращений. Собака начинает лучше дышать и т. д. Удалось также выяснить и то, что ограниченные движения связанной Лайки сохранили свою плавность.

Животное жило. Оно дышало, билось его сердце, функционировал мозг. Это было замечательно. Значит, в космосе удалось создать маленький островок земли, на котором успешно могут жить высокоорганизованные животные.

Пусть это были первые предварительные результаты, но они стали твердой почвой для больших шагов науки в деле завоевания человеком бесконечных просторов вселенной.

Полученные в этом полете данные имели для космической медицины и биологии фундаментальное значение.

Они впервые показали, что продолжительное действие невесомости не вызывает нарушений основных физиологических функций животного. Эти материалы показали

также, что основные технические и медико-биологические задачи, вставшие перед наукой ко времени запуска второго искусственного спутника Земли, были выбраны и решены правильно.

ОНИ ВЕРНУЛИСЬ

Прошло три года. Наступил август 1960 г.

И вот опять на столе заведующего телефонограмма. Опять отбирают лучших из лучших подготовленных собак. В их числе и Жемчужная, и Мушка, и общая любимица Лисичка, тут же серенькая Марсианка, Белка, быстрая Пчелка, флегматичная Ильва, игривая Стрелка... Все они здоровы, все прошли нужные испытания, получив отличные оценки.

Собак моют, расчесывают, хорошо кормят, часто с ними гуляют. Веселые, они ласкаются к людям, ведут себя активно, но дисциплинированно.

О каждом из этих животных собрано большое количество научных материалов, характеризующих их сердечную деятельность, дыхание, газообмен, кровь. Изучены многие нервные явления, описано поведение и его особенности, у некоторых — выработаны условные рефлексы, определен тип высшей нервной деятельности. Материалы обработаны: здесь и графики, и таблицы, и снимки. Все это данные, которые характеризуют нормальные реакции животного. Они позволяют судить о тех отклонениях, которые возможны во время и после полета в космос. Каждая собака имеет свой паспорт: небольшую книжечку, где, как в настоящем паспорте, на видном месте помещена фотография собаки — будущего космонавта.

Белка и Стрелка — животные, на которых пал выбор. Белка имеет несимметричные, чуть желтеющие пятна на ушах и боку, ее длина — меньше полметра, а высота — всего тридцать сантиметров. Весит она пять с половиной килограммов. Это бодрая, «деловитая» собачка.

Стрелка — чуть крупнее по размерам — длиннее и выше, а весом — такая же. У этой собаки удлинённая аккуратная мордочка и на ней красивый рисунок из темно-коричневых пятен. Пятна такого же цвета разбросаны по спине и бокам Стрелки.

Терпеливо Белка и Стрелка переносят все приготовления к полету. Долго и спокойно они сидят в кабине,

пока идет проверка различной аппаратуры. Теперь приборов гораздо больше, чем это было в 1957 г., но многие из них улучшены и стали малогабаритными. Особенно кабину, в которой полетят животные, является то, что она оборудована как кабина для человека: та же аппаратура обеспечивает жизнедеятельность, так же происходит терморегуляция и т. д. Только полетит в ней не человек, а собаки.

Контейнер, в котором они сидят, представляет собой катапультную тележку. Этим и определяется своеобразная форма кабины. Она обеспечивает такое положение центра тяжести, при котором катапультируемый контейнер с животными, приближаясь к Земле, будет лететь в правильном, устойчивом положении.

Обе собаки, одетые во все экспериментальное снаряжение — в красном и зеленом костюмчике, выглядывают из кабины. Люди сегодня особенно внимательны к ним. Сам заведующий лабораторией следит за их состоянием и самочувствием, за тем, как их кормят, поят.

Все последнее время Белка и Стрелка находились на привилегированном положении, и это оправдано. Важно до полета содержать животных в таких условиях, чтобы их организм был готов противостоять различным неблагоприятным факторам полета. Если своевременно не подготовить животное к этому, то функциональные резервы его организма будут снижены еще до начала полета, и собака будет хуже бороться с предстоящими трудностями.

Кабина, где сидят экспериментальные животные, сделана из светлого металла. Многое здесь уже знакомо: лотки для размещения собак, автомат кормления, ассенизационное устройство, система вентиляции и т. д. Кабина имеет съемную крышку. В нее вмонтированы зеркала, лампы системы подсвета — все это нужно для телевидения.

Старт ракеты назначен на середину летнего дня 19 августа. Стоит жара, и видно, как вверх поднимаются прозрачные струи теплого воздуха. Вокруг все накалилось.

Но надежная теплозащита кабины и ее искусственное охлаждение охраняют животных от жары. Температура воздуха в кабине около 20° С. Это очень важно, так как собаки (об этом говорилось выше) переносят жару хуже,

чем холод. Специально разработанное терморегулирующее устройство, установленное на втором корабле-спутнике, работает автоматически, поддерживая постоянную температуру в кабине. Пусть спутник во время полета купается в палящих лучах солнца, пусть нагревается его обшивка во время спуска, температура внутри кабины не повысится.

Не менее надежно устроена и система регулирования газового состава воздуха, его давления. Чувствительные элементы и специальные датчики доносят, как поглощается химическим веществом углекислый газ и водяные пары, в каких количествах поступает кислород.

И вот в космосе, на высоте более 300 км, Белка и Стрелка раз за разом облетают Землю. Просто не верится, что каждый такой виток вокруг нашей планеты они делают всего за полтора часа. Снова и снова их путь лежит над той стороной нашей планеты, где расположена наша Родина, и тогда все космические наблюдательные станции Советского Союза принимают сведения с борта космического корабля. Моментально эти данные передаются в специальные учреждения, и здесь идет обработка всех поступающих материалов.

Да, теперь ясно: собаки чувствуют себя во время орбитального полета хорошо. Телевизионное изображение, а также специальные датчики движения указывают на их нормальное поведение.

В состоянии невесомости лапы животных не всегда касаются опоры, но, кажется, это не «смущает» собак-космонавтов, ведь они приучены к привязям и малой кабине. Подвешенная на цепочках Белка смотрит через сетку на свою напарницу и, кажется, лает на нее. Во всяком случае телевидение позволяет регистрировать характерные при этом движения морды и раскрывающуюся пасть белой собаки.

Потом, на Земле, будут проанализированы данные, характеризующие пульс, электрокардиограмму, дыхание, кровяное давление и прочие физиологические функции этих двух четвероногих космонавтов. Каждая двигательная реакция собак (благодаря указанию на телевизионных кадрах точного времени) будет сопоставлена с изменениями физиологических процессов. Тщательная регистрация поведения собак позволит правильно оценить действие различных факторов полета.

Летит в бездонном космосе корабль-спутник — гордость советской науки. Бесперебойно работают самоконтролирующие механизмы, химические источники тока, солнечные батареи. Точные, безотказно работающие приборы правильно ориентируют движение спутника. Радиооборудование спутника быстро передает информацию по радио и телевидению. Оно сообщает, что внутри непрерывно двигающегося корабля жизнедеятельность собак-космонавтов осуществляется нормально.

Тревожно стало в лаборатории. Все были уверены в том, что Белка и Стрелка вернутся на Землю, однако волнений было много. Еще ни одно существо, побывав в течение нескольких часов в космосе, не возвращалось оттуда. Как-то не верилось, что это чудо осуществится, и в то же время всех охватило горячее желание, чтобы Белка и Стрелка, хорошо нам знакомые и дорогие, вернулись на советскую землю.

Шестнадцатый оборот, семнадцатый оборот корабля-спутника над Землей. На восемнадцатом витке была подана команда к спуску. Корабль послушно пошел на снижение.

Спуск — это особенно ответственный момент. Здесь не должно быть ни одной, даже самой незначительной ошибки, ибо она может привести к гибели спутника. За несколько секунд скорость корабля резко снижается. Значит, здесь все должно быть рассчитано с очень большой точностью.

Вот приборный отсек на траектории спуска отделился от кабины. Далее она тормозится еще больше, летит в плотных слоях атмосферы. Здесь скорость ее движения должна быть рассчитана очень точно, иначе она может сгореть, как сгорают метеориты, пролетая через атмосферу Земли.

Вот кабина уже на высоте 7 км от Земли. Тут от нее отделяется контейнер с животными, он быстро приближается к Земле. Толчок, и контейнер — на земле. Он лежит на обычном колхозном поле, непрерывно в эфир летят сигналы, которые позволяют быстро найти его. Сделать это нетрудно: ведь кабина и контейнер приземлились в заданном районе. К району приземления спешат машины. Всех волнует вопрос, в каком состоянии собаки? Что они живы, ни у кого сомнений нет. Это подтвердится через несколько минут.



ПОТОМСТВО БЕЛКИ

А в лаборатории, столпившись у репродуктора, затаив дыхание, слушает сообщение ТАСС весь коллектив, который трудился, подготавливая и тренируя животных. Но весть о том, что Белка и Стрелка живы, что они приземлились в намеченное время в точно рассчитанном месте, дошла к ученым раньше в виде поздравительной телефонограммы.

В лаборатории стало как-то необыкновенно радостно и легко. Ученые поздравляли друг друга. Благополучный спуск собак на Землю был триумфом мирного труда советского народа, как же можно было не радоваться этой победе отечественной техники и отечественной медицины!

Животные, извлеченные из контейнера, не имели никаких повреждений. Это говорит о том, что траектория спуска была выбрана и рассчитана безукоризненно. При вхождении корабля в плотные слои атмосферы возникающие перегрузки не превышали величин, допустимых для живых организмов, контейнер с собаками не перегревался, ударные силы были невелики, катапультирование проведено правильно... То же можно сказать обо всех элементах подъема, облета и спуска. Все в целом сработало так, как это было запланировано.



После возвращения на Землю второго корабля-спутника с живыми существами на борту (20 августа 1960 г.), создалась практическая возможность полета человека в космос. Однако необходимо было еще и еще раз проверить работу всех установленных на корабле систем, обеспечивающих нормальные условия жизнедеятельности человека. Важно было получить и дополнительные сведения о влиянии невесомости и перехода от нее к перегрузкам, а также о влиянии возможной космической радиации на живые существа.

За время от благополучного приземления Белки и Стрелки до беспримерного в истории полета Ю. А. Гагарина на корабле «Восток-1» были осуществлены запуски третьего космического корабля-спутника (подопытные собаки Пчелка и Мушка), четвертого корабля-спутника (Чернушка) и, наконец, пятого космического корабля-спутника (Звездочка).



ЗВЕЗДОЧКА

Запуск пятого корабля-спутника 25 марта 1961 г. был последним контрольным экспериментом перед полетом в космос человека. Корабль опустился на Землю точно в заданном районе. Звездочка великолепно перенесла полет. И разве не знаменательно, что на космодроме ее провожал Ю. А. Гагарин, которому вскоре предстояло отправиться по той же космической трассе. С теплым чувством, как дорогому существу, пожелал Юрий Алексеевич ей счастливого пути. Знаменателен также тот восторг, почти благоговение, перед мощью нашей техники, который охватил Ю. А. Гагарина в момент пуска пятого корабля-спутника, когда «ракета, словно живое разумное существо, в каком-то раздумье, чуть подрагивая, на секунду — другую повисает у земли и вдруг неуловимо, оставляя за собой бушующий вихрь огня, исчезает из поля зрения, словно росчерк, оставляя в небе яркий след».

ПОЛЕТЫ ЧЕЛОВЕКА

ВОПРОСЫ ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ

Человек издавна мечтал о полете в космос. Но это была всего лишь мечта — дерзновенная, фантастическая. Лишь на наших глазах эта мечта превратилась в трудную практическую задачу. Ныне же полет человека в космос стал реальной действительностью.

12 апреля 1961 г. В этот день Юрий Алексеевич Гагарин, простой советский человек, жизнерадостный и энергичный, умелый и знающий, занял место в кабине космического корабля, готового к беспримерному рейсу. Корабль-спутник «Восток-1» на сказочной высоте помчал его вокруг нашей голубой планеты. Это был триумф советской науки. Чудо совершилось, и его создателями были советские люди — ученые, рабочие, инженеры.

Космонавт благополучно приземлился в заданном районе нашей Родины. Делая первые после полета шаги по весеннему вспаханному колхозному полю, вдыхая знакомые запахи, он по-новому радовался Земле и знал, что несет огромную радость всем советским людям.

Итак, задание выполнено. Человек побывал в космосе и вернулся на Землю.

Естественно возникает вопрос, почему выбрали именно этого человека, по каким признакам, как готовили его и других космонавтов к полету?

Попробуем представить себе, как следовало бы организовать отбор и подготовку человека к космическим полетам, если бы мы начали это делать сейчас, опираясь на все достижения современной медицинской науки и на те данные, которые были получены в результате первых космических рейсов с животными.

Вообразите, что вам поручено отобрать лиц для первого космического полета.

Отбор людей для приобретения специфической профессии, требующей от человека определенных физических и психических качеств (профессии летчика, подводника и др.),— дело сложное даже в том случае, если известна специфика этой работы, те качества и знания, которые требуются для ее выполнения.

Что же касается отбора космонавтов, то здесь еще очень много неизвестного. С чего же начинать? Очевидно, при решении этого вопроса надо учитывать, во-первых, опыт отбора летчиков и, во-вторых, особенности космического полета: характер деятельности и условия пребывания космонавта в кабине космического корабля,— те реакции, которых можно ожидать от человека в результате воздействия на организм факторов полета.

Однако до настоящего времени, несмотря на важнейшие данные, полученные после полетов Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова, наука еще не располагает достаточно полными сведениями о влиянии на организм человека многих факторов космического полета в течение длительного времени. Характерно, что в большинстве случаев предположения о тех или иных изменениях физиологических процессов в условиях космического полета обосновываются теоретически и в меньшей мере базируются на данных эксперимента. Практического опыта длительных полетов человека нет, а моделирование условий их в наземном эксперименте далеко не всегда возможно.

Многие вопросы удалось разрешить после путешествий в космос животных. Особенно много дали первые космические полеты человека. Но сколько еще не выясненного неизвестного! Например, ученые практически мало знают о действии на организм человека длительного (более суток) состояния невесомости, перехода от невесомости к перегрузкам. Можно только предполагать, что ничего опасного для жизни при этом не произойдет. Мало еще изучено влияние космических лучей. Только ориентировочно можно говорить о психических реакциях космонавта во время длительного полета. Наконец, почти неизвестно одновременное действие на организм всего комплекса космических факторов.

Что же положить в основу отбора космонавтов: физическую силу и выносливость, или знание техники, быст-

рый ум, быстроту ответных реакций, или высокую теоретическую подготовку? А может быть, страстное желание лететь в космос, смелость, способность сохранять хорошее настроение, несмотря на длительное одиночество? Как выявить некоторые, скрытые на первый взгляд качества, как наилучшим образом подготовить таких людей? Все это делает отбор весьма трудным делом.

Однако в этой области есть уже немало известного. Например, опыт отбора летных экипажей. Ясно также, что космические полеты, и особенно первые, потребуют от космонавта мобилизации всех его физических и моральных сил. Кроме психического напряжения, связанного с риском, необычностью и сложностью обстановки, человек будет испытывать действие ускорений, шума, вибраций. Он будет находиться в кабине малого объема, где его подвижность окажется значительно ограниченной. Космонавт будет испытывать неудобства, связанные с длительным пребыванием в специальной одежде и т. д.

Вот, очевидно, те основные исходные медицинские требования, которые надо предъявить к состоянию здоровья будущих космонавтов. С учетом этого надо будет организовать их обследование, специальную подготовку, тренировки или испытания перед полетом в космос.

Следует сделать еще одну оговорку. Все рассуждения об отборе и подготовке человека будут проводиться применительно к первым космическим полетам. В последующих полетах человека в космос многое будет выяснено, многое уточнено, постепенно станет известно во всех подробностях, что ждет человека в подобных путешествиях, какие новые требования должны быть предъявлены. Несомненно, будут найдены и лучшие методы отбора и подготовки будущих космонавтов.



Вообразим себе широкие, светлые коридоры и палаты клиники. Здесь есть и дежурные сестры, и врачи в белых халатах, есть и различные кабинеты. Но вот странность: нет больных людей. Перед вами здоровые и не просто здоровые, а абсолютно здоровые, веселые, жизнерадостные люди. Вы уже догадались, здесь проходят обследование те, кто выразил готовность стать космонавтом.

Зайдем в уютную комнату с большим ковром на полу. Здесь в креслах в свободное время сидят эти люди.

Вот среднего роста, живой человек с увлечением рассказывает и показывает жестами двум своим товарищам, как ему удалось вывести из сложного положения самолет, попавший в тяжелую обстановку во время полета в облаках. Его слушатели своими вопросами обнаруживают тонкое понимание летного дела. В соседней комнате другая группа ведет серьезный разговор о преимуществах и недостатках нового типа самолета.

Если прислушаться к разговорам собравшихся здесь людей, то невольно обращаешь внимание на то, что тематика всех этих бесед сходна. По-видимому, здесь обследуют представителей летной профессии. Если обратиться за разъяснениями к заведующему этой необычной клиникой, он подтвердит наше предположение. Действительно, космонавтов отбирают из среды летчиков, причем хороших летчиков.

В нашу воображаемую клинику приглашены, разумеется, не все летчики, выразившие желание стать космонавтами. Предварительный отбор осуществлялся врачами, специально выезжавшими на аэродромы, и отсеив при этом оказался очень большой.

Почему же именно из летчиков нужно выбирать этих будущих космонавтов?

Дело в том, что первым космонавтом должен быть человек, который помимо хорошего здоровья, обладает сильной волей, быстрыми реакциями, способностью в напряженной обстановке полета принимать мгновенные решения, немедленно их реализовывать. Это должен быть человек, знакомый с воздушным океаном, с действием факторов, близких к тем, с которыми он встретится в космическом полете. Можно ожидать, что люди, обладающие всеми этими качествами, найдутся именно среди летчиков-истребителей, профессиональная деятельность которых, с одной стороны, требует безукоризненного здоровья, а с другой — формирует у человека волевые и физические качества, необходимые космонавту. Вот почему именно летчики находятся в описываемой нами клинике.

Ну, а впоследствии? Когда настанет черед лететь не по орбите вокруг Земли, а к ближайшим небесным телам, то экипаж космического корабля будет, по-видимому, состоять не из одного, а из нескольких человек, тогда полетят не только летчики, но и представители многих других профессий. Правда, и в этом случае требования к здо-

ровью людей, к особенностям их психики будут совершенно определенные, и опять-таки далеко не все смогут принять участие в таком полете.

Все это верно, но зачем же здоровых людей — летчиков — помещать в клинику? Неужели и так неясно, что среди них вряд ли встретишь больных? Действительно, больных в обычном понимании этого слова не встретишь. Но этого мало. Во-первых, надо быть совершенно уверенным в безупречном здоровье будущего космонавта, ведь даже усложненное клиническое обследование, которое проходят все летчики (так называемая врачебно-лётная комиссия) не всегда позволяет выявить небольшие скрытые недостатки в состоянии здоровья. Следовательно, требуется организовать особенно тщательное обследование, затем-то и собраны в клинику эти люди.

Во-вторых, мало убедиться, что кандидат в космонавты здоров. Важно также еще определить особенности тех реакций организма, которые проявляются в условиях различных видов деятельности, связанной со значительным физическим и психическим напряжением. Все это лучше всего можно сделать в условиях клиники.

Нет нужды описывать обычные врачебные медицинские исследования, которые, по-видимому, будут применяться и здесь. Остановимся только на тех специальных методах, которые используются при отборе и подготовке будущих космонавтов.

РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

Идем дальше по светлому коридору клиники. Направо и налево — застекленные двери, пол покрытый каким-то синтетическим материалом, заглушающим шаги.

Открываем одну из дверей и попадаем в относительно небольшую светлую комнату. Сразу бросается в глаза расположенный в центре длинный стол несколько необычной формы. Поверхность стола может поворачиваться, ее можно также закрепить под любым углом к горизонтальной плоскости. Вдоль стен стоят различные приборы: уже знакомый нам электрокардиограф и почти обязательный для каждой лаборатории электроэнцефалограф. Здесь и еще не известный оксигемограф — прибор, позволяющий регистрировать степень насыщения

крови кислородом, а также и другие приспособления для регистрации физиологических функций организма. Все эти красивые различных форм аппараты невольно внушают к себе уважение.

Для того чтобы понять задачи этой лаборатории, начнем издалека. Мы на стадионе. Юноша только что закончил очень напряженный бег. Сразу после финиша он, усталый, прилег на траву, но через 2—3 минуты поднялся. Однако что это? Здоровый цветущий молодой человек, выдержавший трудную дистанцию, побледнел и упал в обморок.

Объясняется это весьма просто: юноша действительно здоров и будет еще ставить рекорды в беге, просто он неосторожно поступил — резко прекратил работу и лег, а после этого встал.

Дело в том, что при интенсивной мышечной деятельности обмен веществ в мышцах резко возрастает. Для того чтобы обеспечить поступление нужного количества кислорода и удалить продукты окисления, кровеносные сосуды работающих мышц полностью раскрываются, а сердце с силой проталкивает через них возросшую массу крови. Когда спортсмен после прекращения бега ляжет, деятельность его сердца довольно быстро нормализуется (пульс урежается, интенсивность сокращения сердца уменьшается). Сосуды мышц возвращаются к норме медленнее, они все еще расширены, и если в это время встать, то кровь скапливается в этих сосудах, ее приток к мозгу нарушается, в результате происходит анемия (обескровливание) мозга и обморок. Вот почему спортсменам рекомендуется расслабляться постепенно, не останавливаться сразу, продолжать бег после окончания дистанции. При этом сердечно-сосудистая система постепенно возвращается к своему прежнему состоянию.

Или вот еще пример: шеренга спортсменов застыла по команде «смирно». Проходит некоторое время, а команда стоять «вольно» или идти почему-то не подается. Внезапно стройный ряд нарушается: один из спортсменов теряет сознание. Такие случаи не являются редкостью, они описаны в литературе, посвященной, в частности, учебно-боевой подготовке воинских частей.

И здесь причиной обморока был отлив крови от головного мозга. При положении тела по стойке «смирно» кровь, в силу тяжести, стекает в нижележащие участки

тела, а мышцы не двигаются и не помогают нормальной ее циркуляции. Но не все же падают в обморок. Это может наблюдаться только у людей, не обладающих достаточно совершенными механизмами нервной регуляции сердечно-сосудистой системы. Такая регуляция обеспечивает соответствующие изменения ритма сердца, тонуса сосудов и т. д.

В то же время наблюдается очень высокая приспособляемость сердечно-сосудистой системы человека к различным условиям деятельности, так как ее резервные возможности в обеспечении мышечной работы очень велики.

Так, например, у здорового, взрослого мужчины обычно сердце выталкивает в кровеносное русло около 4 литров крови в минуту (так называемый минутный объем сердца), а при крайних напряжениях мышечной системы минутный объем сердца у тренированного человека может достигать огромной величины — 35—37 литров, т. е. увеличивается в 9 раз. При этом частота пульса достигает 170—180 ударов в минуту.

Читатель может задать вопрос: все, что здесь говорится, интересно, но при чем же здесь полеты человека в космос?

Вспомним о реакциях животных при действии перегрузок. Во время повышения ускорений отчетливо видно, какую большую нагрузку испытывает сердечно-сосудистая система, а ведь кроме ускорений в космическом полете будут действовать и другие факторы, влияющие на эту систему.

Многими учеными высказываются теоретические предположения о том, что сразу после длительного пребывания человека в условиях невесомости физические усилия, а также ускорения будут переноситься гораздо хуже, чем до невесомости. Действительно, в условиях невесомости сердечной мышце придется выполнять значительно меньшую, чем обычно, работу для обеспечения тока крови по сосудам, ибо не надо будет преодолевать вес столба жидкости (крови). Возможно, изменится и тонус кровеносных сосудов (не зря предполагают, что люди с большим сердцем должны хорошо себя чувствовать в состоянии невесомости). Все это приведет к тому, что мышца сердца как бы «растренируется» и если человек после этого быстро перейдет в условия, когда вновь появится

вес, да еще не обычный, а больше нормального (действие ускорений), то сердечная мышца, которая раньше успешно справлялась с этими повышенными требованиями, может не выдержать, появится острое расширение сердца, декомпенсация сердечной деятельности.

Следует сразу оговориться, что все эти предположения, хоть и достаточно убедительные, требуют проверки в реальных условиях полета. Совершенно очевидно, что тренированный организм, у которого имеются большие резервные возможности сердечно-сосудистой системы, справится с этими трудностями лучше. Вот почему функциональное состояние и резервные возможности сердечно-сосудистой системы должны привлекать особенное внимание и строго оцениваться. Вот почему надо отбирать для полетов в космос лиц, обладающих наиболее полноценной сердечно-сосудистой системой.

Для обследования людей, изъявивших желание стать космонавтами, надо будет, очевидно, применять не только обычные, широко распространенные во врачебной практике испытания сердечно-сосудистой системы с дозированием физической нагрузки (приседания, бег на месте и т. д.), но и другие методы исследования, которые позволят более полно характеризовать ее состояние, выявить скрытые дефекты.

При обследовании летчиков как у нас, так и в США уже довольно широко применяется описанный выше врачающийся стол.

Вот один из кандидатов в космонавты плотно привязан специальными лямками к поверхности этого стола, но при этом не испытывает боли и каких-либо неприятных ощущений. Врач и лаборант следят за показаниями приборов, регистрирующих состояние сердечно-сосудистой системы испытуемого. Таким образом фиксируется исходный фон, т. е. данные, характеризующие сердечно-сосудистую систему этого человека при нормальных условиях ее деятельности. После этого стол поворачивают и фиксируют под большим или меньшим углом так, что у человека голова оказывается ниже ног. Проходит некоторое время. Врачи внимательно следят за показаниями приборов, наблюдают за состоянием обследуемого. Кровь начинает приливать к голове, лицо краснеет. Изменяется и характер сердечной деятельности, величина артериального давления и т. д.

Наблюдая за тем, как человек реагирует на такое необычное положение тела, насколько быстро и закономерно ли изменяется характер деятельности его сердца, можно получить данные о состоянии его сердечно-сосудистой системы, о полноценности компенсаторных механизмов.

Сопоставляя результаты этой пробы с данными, полученными в других лабораториях, можно будет сделать правильное заключение о годности обследуемого к выполнению космического полета.

Организм человека обладает большими резервными возможностями также и в других отношениях.

Действительно, кто, например, не знает, что люди могут переносить как сильный мороз, так и тропическую жару.

Температура 68° мороза, ледящий встречный ветер. А человек на низеньких нартах с собачьей упряжкой, кажетсЯ, и не чувствует этого. Время от времени он соскакивает с нарты и бежит рядом с ними. Большая устойчивость к холоду свойственна не только постоянным жителям Севера. Покорителями Северного полюса были люди, жившие до этого в местах с различным климатом, и они безболезненно переносили очень низкие температуры воздуха. Человек имеет постоянную температуру тела, ее падение ниже 25° или повышение выше 43° , как правило, смертельно. Пребывание в условиях низкой температуры сопровождается у человека включением ряда физиологических механизмов, обеспечивающих поддержание постоянной температуры тела и тем самым нормальное течение физиологических процессов. Например, отмечается сужение кровеносных сосудов кожи, вследствие чего кровь вытесняется в глубь тканей, подальше от холодного воздуха, это способствует сохранению тепла в организме. Потоотделение совершенно прекращается. Изменяется характер обменных процессов. Повышаются окислительные процессы в тканях, что приводит к увеличению теплообразования, а следовательно, способствует поддержанию нормальной температуры тела.

Усиленная мышечная деятельность также ведет к повышенному теплообразованию. Вот почему, когда холодно, так важно много и интенсивно двигаться, производить физическую работу.

Итак, организм человека сам имеет большие возможности, позволяющие ему успешно бороться с холодом. Если же еще сюда прибавить средства внешней защиты: теплую одежду, применение обезвоженных жировых мазей, специальных костюмов и т. д., то можно сказать, что на нашей планете в ее естественных условиях нет таких низких температур, к которым бы человек не мог приспособиться.

А к высоким температурам? Здесь тоже можно говорить о чрезвычайно высокой приспособляемости организма.

Палящие лучи солнца, раскаленный песок, отсутствие воды, растительности. Но и тут передвигается по пустыням, живет в выжженных степях человек. Наряду с местными жителями, здесь встречаются жители средней полосы и даже Севера. В такой нестерпимой жаре они строят оросительные каналы, работают у накаленных солнцем машин, не успевающих остыть за ночь.

При высоких температурах внешней среды затруднена отдача тепла, вырабатываемого организмом, а постоянно температуры тела должно быть сохранено. Естественно, в организме происходят процессы, примерно обратные тем, которые наблюдаются при низких температурах воздуха: все направлено на удаление избытка тепла.

Кровеносные сосуды кожи расширяются. Потовые железы начинают усиленно выделять пот. Кожа становится влажной. Испарение влаги с поверхности кожи уносит много тепла, этому также способствует учащение дыхания. В этих условиях обменные процессы протекают значительно менее активно, чем обычно, что приводит к понижению теплообразования.

Таким образом, люди живут и активно трудятся как на Крайнем Севере и в Антарктиде при температуре 60—70° мороза, так и на юге при температурах 40—50° тепла.

Такую удивительную приспособляемость к неблагоприятным факторам внешней среды, действующим в течение длительного времени, человек может обнаружить не только в том случае, если он постепенно привыкает к ним: кратковременные, внезапные отрицательные воздействия человек также переносит в довольно широком диапазоне их значений. Здесь уже надо говорить не о приспособляемости, а о переносимости этих факторов внешней среды.

Остановимся еще на некоторых физиологических реакциях (а их очень много), помогающих человеку компенсировать действие неблагоприятных факторов.

Человек попал в условия, когда в воздухе значительно снижено количество кислорода, ему грозит гибель от гипоксемии (уменьшения количества кислорода в крови), и в ответ на это сердце начинает сокращаться чаще, увеличивается так называемый минутный объем сердца, учащается дыхание. В результате через легкие перегоняется большее количество крови в единицу времени, улучшается обмен газов в легких (выделение из крови углекислого газа и насыщение кислородом), масса циркулирующей крови возрастает. Следовательно, к тканям в единицу времени притекает большее количество крови. Все это будет в какой-то мере компенсировать недостаток кислорода в окружающей атмосфере.

Таким образом, сопротивляемость организма по отношению к неблагоприятным факторам внешней среды у людей различна. При отборе и подготовке космонавтов необходимо выявить индивидуальные особенности в реакциях, определить резервные возможности организма.

ПЕРЕГРУЗКИ

Вот помещение круглой формы с рядами окон, расположенными в верхней части стены. Здесь находится уже известная нам центрифуга.

Научный сотрудник усаживает в кресло центрифуги человека, тщательно проверяет крепления специальных датчиков, которые воспринимают и передают на приборы, записывающие биопотенциалы коры головного мозга (электроэнцефалограмму), сердечной мышцы (электрокардиограмму), некоторых скелетных мышц (электромиограмму), проверяет правильность регистрации кровяного давления, дыхания и т. д., инженеры еще раз просматривают, все ли в порядке в сложной регистрирующей аппаратуре. Подается команда. Вращение начинается.

Что чувствует человек, находящийся в кресле? Какие изменения физиологических процессов регистрируют чувствительные приборы?

Уже при перегрузках в 2 g вес тела человека заметно возрастает. При увеличении перегрузок до 3—4 g это

ощущение заметно усиливается; неодолимая сила клонит голову вниз, вдавливая ее в плечи. Производить какие-либо движения удастся лишь с трудом. В дальнейшем при нарастании ускорений появляется особое тянущее ощущение в груди. Ступни и голени кажутся увеличенными в объеме, иногда появляются судороги икроножных мышц. Кровь отливает от головы, зрение ухудшается. Если ускорение продолжает нарастать, то наступает потеря сознания.

Что же видно на лентах регистрирующих приборов? Кривая записи дыхания показывает сначала его учащение, потом оно становится неправильным (продолжительный, медленный и затрудненный вдох, быстрый, форсированный выдох). Часто видны длительные задержки дыхательных движений на середине вдоха.

Кровяное давление в верхней части тела падает, а в сосудах, расположенных ниже уровня сердца, повышается. Амплитуда зубцов электрокардиограммы снижается. Падает насыщение крови кислородом. Соответствующие изменения видны и на электроэнцефалограмме.

Все указанные выше явления развиваются только в том случае, если действие перегрузок продолжается относительно большое время и если они направлены от головы к ногам.

То, как человек переносит ускорения, прямо зависит от их величины, длительности и направления по отношению к оси тела.

Большую роль также играют индивидуальные особенности организма.

Различают так называемые продольные перегрузки (действующие в направлении от головы к ногам и от ног к голове) и поперечные, действие которых направлено перпендикулярно к вертикальной оси тела (от груди к спине, слева направо и наоборот). Когда организм человека испытывает перегрузки в направлении голова — ноги, под влиянием механических сил смещаются органы, расположенные в полостях тела (печень, сердце и др.). В результате могут появиться временные нарушения функции этих органов. Если перегрузки действуют в обратном направлении (от ног к голове), то расположенные в брюшной полости органы в силу инерции прижимаются к диафрагме, что приводит к затруднению дыхания и сердечной деятельности.

Из жидких сред организма кровь более всего смещается под влиянием ускорений, так как, протекая по крупным сосудам, она представляет собой большой столб жидкости. Силы ускорения вызывают перераспределение крови, ее прилив к голове или отлив в зависимости от направления действия инерционных сил.

Последовательность явлений, развивающихся в кровеносной системе, когда действуют перегрузки, направленные от головы к ногам, будет примерно следующая (при этом кровь накапливается в нижней части тела, преимущественно в брюшной полости, ногах). Приток крови к сердцу снизу, по венам будет затруднен, а отток от головы облегчен. Уменьшится количество крови, выталкиваемой сердцем. Следствием всего этого явится значительное падение давления крови внутри черепа с последующей анемией (малокровием) мозга. Ухудшится кровоснабжение жизненно важных центров головного мозга, следовательно, они будут испытывать недостаток кислорода (гипоксию). Особенно чувствительна к гипоксии сетчатка глаза. Поэтому, когда падает давление крови в этих местах, зрение быстро нарушается, появляется так называемая «черная пелена» (темнеет в глазах). Если падение давления будет продолжаться, то может наступить потеря сознания.

Наиболее ранний внешний признак нарушения деятельности головного мозга — изменение биоэлектрической активности мозга (электроэнцефалограммы) и появление зрительных расстройств. Если при действии центробежных сил производится запись электроэнцефалограммы, а это всегда делают в опытах на центрифуге, то еще до появления нарушений зрения экспериментатор видит приближающуюся угрозу и может своевременно прекратить вращение.

Силы, действующие в противоположном направлении — от ног к голове — вызывают обратные изменения в кровоснабжении головного мозга. При этом кровь притекает к голове, давление в сосудах мозга повышается, возможны кровоизлияния в сетчатку глаза. Интересно, что при действии таких ускорений все предметы кажутся окрашенными в красный цвет. Это явление известно под названием «красная пелена». Длительность действия ускорения также играет первостепенную роль. Кратковременные перегрузки, продолжающиеся доли секунды,

переносятся значительно лучше, и это понятно, ибо за такой короткий промежуток времени значительного перемещения крови наступить не может, так как для преодоления ее инерции надо известное время. Если же перегрузки действуют значительное время, они вызывают отчетливые изменения даже при меньшей их величине. Большую перегрузку организм может вынести только в том случае, если она продолжается какие-то доли секунды. И наоборот: длительная перегрузка удовлетворительно переносится, если сравнительно невелика.

По мере возрастания величины перегрузки, направленной от ног к голове (или длительности ее действия), кровь все сильнее приливает к лицу, появляется пульсирующая головная боль («мозг как будто разрывается»). Ощущение такое, будто глаза выпирают из орбит, под веками чувствуется песок; при этом все предметы кажутся окрашенными в красный цвет. При значительной величине ускорения сознание затуманивается. Как выглядит человек, испытывающий действие подобной перегрузки? Красное, налитое кровью, одутловатое лицо с выступающими на носу и щеках кровеносными сосудами, набухшие веки, слезящиеся глаза. Анализ электрокардиограммы показал бы значительные ее изменения. Частота сердечных сокращений уменьшена (брадикардия), кровяное давление в сонной артерии повышено.

Перегрузки, действующие в направлении от груди к спине и наоборот, переносятся значительно легче, чем продольные. Это понятно, ибо их влияние на систему кровообращения невелико, так как у человека нет значительных кровеносных сосудов, направленных в поперечной плоскости, следовательно при действии ускорений не будет иметь место перераспределение крови. Правда, и в этом случае наступает ряд неприятных явлений, но при значительно больших величинах перегрузки.

При действии перегрузки в направлении грудь — спина наступает затруднение вдоха вследствие сжатия грудной и брюшной полости. Появляются боли в подложечной области и за грудиной. Пульс учащается, но умеренно; кровяное давление повышается. На активном участке полета космического корабля (взлет) и при торможении в плотных слоях атмосферы (спуск на Землю) на

космонавта действуют довольно значительные перегрузки.

Кресло пилота в кабине корабля должно быть расположено так, чтобы перегрузки действовали на космонавта преимущественно в направлении грудь — спина (спина — грудь) или слева направо (справа налево). В этом случае без вреда для организма переносятся значительно большие ускорения. Но и при этом направлении действия перегрузок наблюдаются довольно большие индивидуальные различия в переносимости ускорений. Поэтому перед полетом необходимо многократно испытать устойчивость космонавтов к тем ускорениям, которые ожидаются в полете. Таким образом, одним из видов подготовки космонавтов, очевидно, можно считать испытания на центрифуге при действии перегрузок, близких по длительности, величине и направлению к тем, которые ожидаются в реальном полете.

Можно ли защитить человека от действия увеличенной силы тяжести, повысить его устойчивость к перегрузкам?

Такие способы есть, и их несколько. Прежде всего это тренировка. Повторное воздействие перегрузок на центрифуге или в полете на самолете способствует повышению устойчивости к действию ускорений. Занятия физкультурой с применением специальных комплексов упражнений также приведут к цели.

Кроме того, существуют, если можно так выразиться, технические пути повышения переносимости перегрузок. Они основаны на разработке специальных средств, которые помогают организму бороться с описанными выше нарушениями, тем самым улучшая состояние человека при действии повышенной гравитации. К таким средствам относится так называемый противоперегрузочный костюм. В подкладку этого костюма вмонтированы резиновые надувные камеры. При действии ускорений в них автоматически подается сжатый воздух, создавая тем большее давление, чем больше перегрузка (сделать это позволяют специальные клапаны, пропускающие воздух). Обжимая тело, костюм препятствует смещению крови. В результате этого устойчивость к перегрузкам значительно повышается (на 1,5—2 g).

Пытаются использовать и другой принцип. По-видимому, наиболее эффективным окажется способ, предло-

женный еще К. Э. Циолковским. Сущность этого способа наглядно была продемонстрирована им в следующем опыте. Опустив яйцо в кружку с соленой водой (плотность воды была такова, что яйцо находилось во взвешенном состоянии), К. Э. Циолковский прикрыл кружку рукой, и с силой ударил ею о стол. Яйцо не разбилось. Значит, жидкость предохранила яйцо от действия ударной перегрузки.

Идея защиты от действия перегрузок при помощи жидкости соответствующей плотности экспериментально проверялась рядом ученых, как отечественных, так и зарубежных. Все они указывают на большую перспективность этого метода. Казалось, что проблема близка к решению. Однако имеется еще много неясных вопросов. Например, следует учитывать, что ткани тела человека имеют не одинаковую плотность, более тяжелые под влиянием ускорений все равно будут смещаться, больше даже, если все тело погружено в жидкость, поэтому абсолютной защиты такой способ не дает, хотя повышение переносимости перегрузок безусловно будет. Кроме того, погружение в жидкость связано с многими неудобствами.

Самым радикальным решением вопроса является снижение величины перегрузок. Они должны быть по величине вполне переносимыми организмом без какой-либо дополнительной защиты. Нужно думать, что и эту задачу наши замечательные инженеры решат, как решили многие другие не менее сложные проблемы.

ОСТРОВК ВО ВСЕЛЕННОЙ

Перенесемся теперь в научный центр, где обследуют и готовят будущих космонавтов. Перед нами лаборатория, состоящая из двух смежных комнат. Одна комната представляет собой обычное лабораторное помещение, в котором расположена уже знакомая читателю многочисленная аппаратура. А вот другая комната за толстой дверью и специальным маленьким коридорчиком — необычна. Заглянем в нее.

Здесь чисто, сухо и тепло. Мягкий ковер заглушает звуки шагов. Серебристо-голубоватые стены. Горят лампы дневного света, но его немного, и он не раздражает

глаз. Комнатка очень маленькая и к тому же вся заставлена разными предметами. Как тесно здесь! Можно подумать, что эту тесноту создавали специально. Стоя в центре такого своеобразного помещения без окон, можно дотянуться до любой полки, расположенной на стене.

Мягкое ворсистое кресло напоминает кресло пассажирских самолетов. Оно имеет спинку, которая может откидываться назад. Выставляющаяся при этом подножка делает из него своеобразную кровать. Изменить угол наклона спинки очень просто, для этого не надо даже подниматься: достаточно потянуть за рычаг.

Кресло окружено различными приборами и приспособлениями. Некоторые из них отливают зеркальным блеском, другие выкрашены в спокойные тона.

На полках стоят коробки со специально приготовленными продуктами, вода в эластичном плексиглазовом резервуаре. В углу — ассенизационное устройство.

Температура воздуха регулируется при помощи специальной установки: как только температура поднимается выше заданных величин, из холодильного фрионового агрегата начинает по трубкам поступать хладагент, и нужная температура восстанавливается. Много также и других приспособлений. Каждое из них обеспечивает поддержание нужных для человека условий. Ничто не забыто, имеются и химические патроны — дезодораторы, поглощающие неприятные запахи.

Здесь все приспособлено для жизни человека в течение многих суток, недель; здесь он может работать, спать, отдыхать.

В подобном изолированном помещении, где поддерживается нормальный состав воздуха, где регулируется освещенность, температура и т. д., можно исследовать различные стороны обеспечения нормальной жизни и деятельности космонавта в полете (питание, водоснабжение, режим дня и т. д.).

Существует такое выражение: «круговорот веществ в природе». Вспомните схему-картинку из многих учебников: воздух, земля, покрытая деревьями и травой, вода, животные. Все это соединено двойными, противоположно направленными стрелками. Такая схема служит для наглядного изображения основных процессов, обеспечивающих жизнь. Растения поглощают углекислый газ и выде-

ляют кислород. Животные, наоборот, дышат кислородом, выделяемым растениями, и отдают углекислый газ. Животные питаются растениями, для которых обязательны органические вещества, а в их создании, в свою очередь, большую роль играет микрофауна и удобрения, т. е. продукты жизнедеятельности животных. Так животные организмы обеспечивают возможность жизни растений и наоборот. Мы имеем как бы замкнутую систему, где есть все для жизни и ее постоянного обновления, для круговорота веществ.

Нельзя ли по такому же принципу создать все нужные условия на будущем космическом корабле? Ведь космический корабль, ушедший от Земли на долгие годы, не может взять запасы воды, пищи, кислорода и т. д. на все время путешествия, поэтому в полете должен осуществляться подобный круговорот веществ. Здесь, как на маленьком островке, должны воссоздаваться все необходимые условия жизни.

Еще в 1915 г. К. Э. Циолковский впервые задался вопросом, можно ли искусственно создать такой круговорот веществ, такую замкнутую систему. В 1916 г. его последователь инженер Ф. А. Цандер начал ставить эксперименты, направленные на разрешение этого вопроса.

Исследовательские камеры, подобные той, о которой только что шла речь, во многих отношениях являются такими экспериментальными островками. И пусть пока еще не в космосе, а на Земле, но в них можно попытаться создать свой особый круговорот веществ, обеспечивающий нормальные условия для жизни.

В камере есть все. В ней можно создать условия искусственной регенерации (обновления) воздуха. Можно исследовать различные варианты регенерационных устройств, основанных на химических веществах, которые при разложении выделяют кислород и поглощают углекислый газ. Можно изучать растения, обладающие ярко выраженными свойствами выделять кислород и поглощать углекислый газ. При этом важно выяснить, какова специфика роста и размножения таких растений, разработать питательную среду, обеспечивающую лучший рост этих растений, установить уровень освещенности, необходимый для их жизни, и многое другое. Вот в воде, в огромных плексиглазовых кюветах, прикрепленных к стенам, живут маленькие одноклеточные водоросли. Кюветы

пронизаны ярким светом специальных дневных ламп, необходимых для процесса фотосинтеза. В результате фотосинтеза и происходит выделение кислорода и поглощение углекислого газа. Густые, ярко-зеленые массы водорослей, радуя глаз, плавают в толщах все время перемешиваемой воды.

Пока мы не имеем права вообразить себе, как будущий космонавт срывает здесь спелые помидоры или большие румяные яблоки, но очень может быть, что и эта мечта Циолковского когда-нибудь сбудется.

Процесс обновления воздуха при помощи растений называется биологической регенерацией, и сейчас связанные с ней проблемы настойчиво стучатся в двери космической науки. Уже теперь «героиня» биологической регенерации — хлорелла (одноклеточная зеленая водоросль, внешне подобная водорослям, покрывающим осенью поверхность пруда) по-видимому, может применяться в космическом полете. Эта водоросль, занимая немного места, выделяет большие количества кислорода. Всего три килограмма таких растений достаточно, чтобы обеспечить одного человека необходимым для дыхания кислородом. В то же время хлорелла безупречна и в выполнении роли санитара, удаляющего из воздуха вредный для организма человека углекислый газ. Размножается хлорелла путем деления клетки, растет очень быстро: за сутки зеленая масса этих водорослей увеличивается в 5—10 раз.

Водоснабжение космического корабля остается острой проблемой; правда, многие вопросы этой проблемы уже нашли положительное решение. Доказана принципиальная возможность регенерации, восстановления всей влаги, выделяемой человеком. Можно считать практически решенным даже такой вопрос, как получение из мочи полноценной питьевой воды. Сначала мочу кипятят и улавливают образующийся пар (дистиллируют). Полученный конденсат должен быть очищен. Тут на помощь приходит свойство недавно открытых так называемых ионообменных смол. Вода, профильтрованная через такие смолы, отличается от обычной только несколько повышенным содержанием кислот. Мы не будем останавливаться на других способах регенерации воды.

Ученые изыскивают все новые возможности, позволяющие обеспечить питание в космическом полете. Надо,

чтобы необходимые для этого вещества были продуктами круговорота веществ, организованного в условиях замкнутого пространства, чтобы их отходы находили применение для выращивания животных или растений. Что же является наиболее перспективным в этом отношении?

Оказалось, та же хлорелла. Она питательна. Маленькие клетки этой чудесной водоросли содержат растительные белки, жиры, витамины. Хороший повар может приготовить из нее много различных вкусных блюд. Радует и то, что такая культура не требует больших забот: хлореллу не надо ни сеять, ни поливать, ни жать.

Однако в хлорелле содержится не все, что нужно организму человека. Кроме растительных белков и жиров, содержащихся в этих водорослях, необходимы также вещества, которые имеются только в продуктах животного происхождения.

Присмотримся к содержимому больших, изумрудных коробок с хлореллой. Здесь, наряду с зелеными точечками этих водорослей, мы замечаем представителей зоопланктона — маленьких водных животных, быстро развивающихся рядом с хлореллой в той же, что и она, среде. Это, по-видимому, также может войти в рацион будущего космонавта, так как содержит в себе животные белки. Остается только при помощи сачка собирать урожай хлореллы и зоопланктона.

А вот другая своеобразная «дичь» — моллюски. По своим питательным качествам эти животные не отличаются от мяса, поэтому им также отводится здесь место. Паста из хлореллы, зоопланктон, моллюски, может быть, грибы — вот, что будет украшать стол будущих космонавтов.

Ученые понимают, что для длительного функционирования этой замкнутой системы, для непрерывного обновления жизненных условий нужны разнообразные растения, многие виды животных. Может быть, условиям корабля вполне отвечают какие-нибудь наши привычные домашние животные. Как было бы чудесно, если будущий космонавт хоть изредка мог бы поджарить настоящего земного цыпленка! Впрочем, вполне возможно, что для космонавтов придумают новые виды пищи, которые будут вкуснее любых цыплят и потребуют гораздо меньше хлопот.

Для космонавта в полете не будет смены дней и ночей. Как организм человека перенесет это? Несмотря на то, что такое явление на первый взгляд не кажется угрожающим, оно вызовет перестройку ряда физиологических процессов, связанных с нарушением их естественного ритма, а это может привести к нежелательным явлениям. Как их избежать? Является ли путь организации строгого распорядка жизни человека единственным условием для их устранения? Как человек реагирует на изменение этого порядка? Как лучше всего с учетом разных особенностей организовать рабочий день и отдых космических путешественников? Вот еще большой круг вопросов, который может решаться при экспериментах в описанном выше необычном помещении.

Предположим, что сейчас здесь уже находится будущий отважный исследователь далеких планет. Тяжелая герметическая дверь закрыта, а перед нами — глухая непроницаемая стена. Все что вне камеры — для космонавта пустой, безмолвный космос.

Но такое сравнение тут же должно рассмешить нас. И действительно, смежная комната — «пустой безмолвный космос» — сейчас, как никогда, полна людьми. Здесь и врачи, и инженеры, и ботаники, и зоологи, и химики. Исследователи периодически проверяют, как работает сердце человека, как он дышит. В определенное время записывается электрокардиограмма, электроэнцефалограмма, ведется запись других сложных физиологических функций. Регистрируются многие действия и отдельные движения космонавта. Вот он готовит себе еду, ест, пьет. Инженеры следят за показаниями многих приборов, приспособлений, химики — за газовым составом воздуха. Под контролем находятся влажность, температура воздуха в камере и другие показатели.

Дежурный врач непрерывно следит за показаниями приборов и, не видя испытуемого, знает о его состоянии каждую минуту и секунду. Наступает ночь. Будущий космонавт, разложив кресло, спит. А за стенами его непроницаемой камеры идет деловая, напряженная жизнь, надежно охраняющая его организм от всяких неожиданностей.

Описанная экспериментальная камера — маленький космический остров — должна быть средоточием основных современных достижений космической медицины,

биологии, химии, техники. Эти достижения должны быть направлены на то, чтобы обеспечить человека в космическом полете всем необходимым для жизни, исследовать его реакции в таких необычных условиях, приучить его к жизни в камере, являющейся прообразом кабины космического корабля.

В СУРДОКАМЕРЕ

Как уже говорилось, при отборе и подготовке человека к космическим полетам необходимо попытаться смоделировать на Земле те факторы и условия, с которыми он встретится в предстоящем полете, испытать их действие на организм космонавта. Это несложно сделать применительно к таким факторам, как ускорения, вибрации, шумы и т. д.

Но вот как воссоздать все то, что влияет на психику космонавта, вызывает те сложные нервно-эмоциональные реакции, которые могут возникнуть в космическом полете? Как наиболее полно «испытать» психику человека?

Для ответа на эти вопросы попытаемся представить себе, в чем состоят особенности полета в космос с психологической точки зрения.

Несомненно, полеты будут разные. Они могут состоять как из одно-двукратного облета Земли, так и из многих таких облетов. Вероятно, скоро человек оторвется от ближнего космоса нашей планеты. И это уже потребует других временных масштабов. Ведь для того чтобы полететь, например, на Марс, рассмотреть вблизи эту замечательную планету и вернуться обратно, ответив тем самым на многие до сих пор загадочные вопросы, потребуется минимум три года.

В космическом полете космонавту придется в течение длительного времени находиться в изолированной кабине малого объема. Это, несомненно, будет связано с большими трудностями психологического порядка. Человек попадет в совсем необычные для него условия. Он будет лишен значительного числа привычных раздражителей, свойственных условиям Земли, и, наоборот, на него станут действовать многие факторы, не знакомые ему до этого.

Начнем, например, с того, что ему, возможно, придется жить в условиях отсутствия веса. Очень трудно пред-

ставить себе как воспринимается такое явление, если оно действует дни и недели. Сейчас, после полетов Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова, ясно, что действие невесомости, продолжительностью несколько более суток, не вызывает никаких неблагоприятных явлений, ну а если это состояние будет продолжаться значительно дольше? Не вызовет ли отрицательный эффект длительное отсутствие привычных нервных импульсов, обычно посылаемых в центральную нервную систему многочисленными рецепторами (нервными образованиями, воспринимающими раздражения).

Далее. Вестибулярный аппарат будущего космонавта — орган равновесия — в обстановке невесомости также перестает выполнять свои функции. «Где низ», «где верх» — человек сможет узнать, ориентируясь только при помощи зрения, а стоит ему закрыть глаза, как такая ориентировка исчезает.

На зрительный аппарат станут действовать непривычные раздражители. Вообразите себе, что вы видите только очень яркое и очень темное — резкие световые контрасты и никогда не видите никаких переходов.

Такое трудно себе представить! Ведь на Земле мы привыкли к мягким переходам цветов и оттенков. Наш глаз физиологически приспособлен для ощущения не резких яркостей. Только такие световые раздражения вызывают в воспринимающих нервных клетках сетчатки глаза нормальные микрохимические реакции, которые обуславливают зрительные восприятия.

Яркие солнечные лучи вызывают боль, заставляют жмуриться, отворачиваться, а если этого не сделать, будет ожог роговицы. Менее яркие, но все-таки достаточно интенсивные световые воздействия также отрицательно действуют на наше зрение, раздражают сетчатку глаза, утомляют зрение человека. Отрицательно влияют и резкие контрасты, то есть переходы от больших яркостей к темноте и наоборот. Они требуют такого быстрого приспособления (адаптации) механизмов зрения, которое может привести даже к значительным болевым ощущениям. В результате резкости этих контрастов притупится ощущение глубины пространства, и наш глаз станет воспринимать звезды как яркие пятна на черной поверхности.

Но это еще не все. Люди привыкли к частой смене зрительных впечатлений — различные предметы и явления, находящиеся перед их глазами, почти непрерывно меняются. В этом случае, если долго приходится быть в одной и той же обстановке, возникает томящее чувство скуки, раздражение. Все знают, как тогда важно хоть ненадолго покинуть приевшиеся условия, переменить обстановку.

Космонавт будет лишен такой возможности. Всегда перед ним в кабине одни и те же предметы, а если он взглянет в иллюминатор — черная тьма с яркими немигающими звездами. Ничто в окружающем космонавта пространстве не будет меняться: все станет казаться застывшим и будто нарисованным на полотне, завешивающем окно.

Как бы тихо не было на земле, мы живем постоянно в мире различных звуков. Стоит только прислушаться, и мы сразу уловим много незамечаемых до этого шелестов, шорохов и других мягких и резких шумов. А сколько еще таких, которые не могут быть осознаны нами из-за своих малых величин, но действуют на нас, падают на мозг, возбуждают группы нервных клеток! В этом смысле тишины в условиях Земли мы не знаем.

Сейчас наукой доказано, что для работы мозга человека этот определенный (пусть неосознаваемый) звуковой фон необходим. Действуя незаметно, он тем не менее участвует в создании очень важного для работы мозга явления, а именно поддерживает тонус мозговых процессов. Вот почему отсутствие звуков Земли также не может не ощущаться человеком.

В связи с космическим полетом, очевидно, следует ожидать исчезновения и многих других привычных раздражителей, действующих на человека в земных условиях. Известно, что люди отрицательно реагируют на отсутствие воздействий из внешнего мира. Это было выявлено многими исследователями.

Представьте себе, например, человека, одетого в специальный костюм, сидящим в кресле, помещенном в маленькую тесную камеру. Костюм уменьшает возможность воздействия на тело человека внешних раздражителей (увлажнения воздуха, смены температуры), не дает ему возможности двигаться, посторонние звуки и свет в камере не проникают. Человек полулежит сутки, двое суток и

дольше. Он почти все время спит. Ведь кора его мозга, получая очень ограниченное число сигналов извне, впадает в тормозное состояние.

Такие же данные были получены за рубежом, когда людей помещали в воду с тридцатипятиградусной температурой, где они не испытывали ни тепла, ни холода. Маска, надетая на них и покрытая черной краской, исключала зрительные раздражения, а тактильные оставались только те, что обуславливались давлением самой маски. Условия этих экспериментов были построены таким образом, что испытуемые не получали зрительных и слуховых раздражений. Такое почти полное лишение человека внешней информации тяжело сказывалось на его психике. Люди превращались в существа, находящиеся в тяжелом затыжном сне, который, однако, прерывался с их возвращением в нормальную обстановку.

Ряд авторов говорит о том, что человек плохо переносит отсутствие внешних раздражений. Помещенные в специально оборудованный бокс, в котором создавались условия максимальной изоляции от внешних раздражителей, люди начинали часто менять положение тела, усиленно двигаться и даже стучать в стенки бокса. У многих через 24 часа терялось представление о времени суток, появлялись галлюцинации; ученые вынуждены были прекращать опыт.

Таковы полученные факты. Правда, к космонавту они имеют, может быть, только косвенное отношение, так как в космическом полете не будет полного отсутствия сенсорных раздражителей. Однако надо иметь в виду, что общее число раздражителей в космическом полете будет сильно уменьшено. Вот почему все эти данные вызывают большой интерес. Многое в условиях длительной жизни на космическом корабле в нервно-эмоциональном отношении является весьма сложным и еще мало изученным. Это особенно отчетливо даст себя знать, если в длительный полет отправится один человек, но даже для того случая, когда экипаж космического корабля будет состоять из нескольких человек, возникает много неясных, нерешенных вопросов.

Допустим, что космонавт, отважившийся совершить путешествие в космос, надолго останется один. Вероятно, многим покажется, что это не так-то уж страшно. Можно вспомнить некоторых путешественников, оказавшихся в

обстоятельствах, сходных с положением Робинзона Крузо, вынужденно или по своей воле обреченных на одиночество и тем не менее сохранивших присутствие духа. Но имеется много и обратных примеров. Следовательно, не так все просто. Человек — существо социальное. В течение многих тысячелетий общение с людьми стало для него настоятельной необходимостью. Поэтому ему будет тяжело неделями не слышать живую речь, не иметь возможности ни с кем перемолвиться словом. Кругом только надоевшие стены и приборы, которые он видит изо дня в день, ежеминутно и ежечасно. Космонавт к тому же лишен возможности открыть дверь и хоть ненадолго выйти из помещения. Нет смены ярких впечатлений, нет интенсивной борьбы за свое существование. Ничто не заглушает ощущения оторванности от мира, тоску одиночества. Человек, лишенный возможности общаться с людьми и видеть их, переносит длительное одиночество тяжело: появляется раздражительность, некоторые люди начинают разговаривать сами с собой, становятся неестественно возбужденными или, наоборот, вялыми.

Будет давать себя знать и оторванность от Земли. Космонавт может находиться в тревожном, напряженном состоянии, что естественно в столь необычной обстановке, какая создается во время космического путешествия.

Вот как ориентировочно можно себе представить тот психологический фон, который во многом определяет способность человека выполнить многочисленные сложные задачи, стоящие перед экипажем космического корабля.

Если к этим нервно-эмоциональным особенностям космического полета прибавить чисто физические трудности, которые будет испытывать космонавт и о которых мы уже говорили, то получится довольно сложная обстановка, которая ждет космонавта в полете.

Выдержит ли человек длительный полет в космос? На этот вопрос следует ответить, безусловно, положительно и вот почему.

Многие из возможных неприятных ощущений человека будут устранены. На помощь в борьбе с рядом трудностей приходит, во-первых, техника. Во-вторых, организм человека может приспосабливаться ко многим необычным условиям, и возможности такого приспособления чрезвычайно широки.

Техника может устранить, если необходимо, явление невесомости, создать искусственную тяжесть. Светофильтрами можно уменьшить непривычную яркость солнечного освещения. Радио и телевидение наполнят кабину звуками человеческой речи и музыкой, как бы приблизят милую и такую прекрасную Землю, дадут чувствовать ее живое дыхание. Несомненно, будет создан и такой корабль, который возьмет в длительный космический полет не одного, а двух и больше космонавтов. Люди смогут общаться друг с другом.

В борьбе с опасностями и трудностями полета, как мы уже говорили, весьма существенной является способность человека приспосабливаться к самым различным условиям внешней среды. Здесь проявляет себя, в частности, удивительная приспособляемость нервной системы человека. Нервные клетки коры головного мозга, наряду со многими другими системами организма, располагают защитными свойствами, предохраняющими от тяжелых воздействий.

Если, например, на кору головного мозга действуют сильные раздражители, превосходящие физиологические пределы работоспособности нервных клеток (это могут быть физические факторы: шум, свет и т. д., или эмоциональные тяжелые переживания, страх), то нервные клетки впадают в состояние так называемого охранительного торможения, когда раздражители перестают вызывать их возбуждение. Возникшее торможение тем самым как бы предохраняет их от гибели.

А как широко приспособление человека к менее значительным раздражениям! Мы это знаем по себе на тысячах примеров, когда человек легко и просто адаптируется к новым, иногда даже очень нелегким условиям.

Нервная система в этом смысле обладает множеством резервных возможностей. Такие возможности надо выявить так же, как выявляли возможности сердечно-сосудистой и других систем. Надо отобрать для полета в космос людей, обладающих наиболее полноценной нервной системой.

Как можно тренировать людей к космическим полетам в условиях Земли?

С некоторыми факторами космического полета человека нельзя познакомить на Земле. Нельзя, например,

тренировать людей координировать движения, когда вес тела равен нулю, нельзя потому, что люди не умеют в условиях Земли создавать невесомость. Нельзя специально подготовить к новым раздражениям вестибулярный аппарат человека. Нельзя испытать способность будущего космонавта переносить эмоциональное напряжение, связанное с риском космического полета, и т. д.

Правда, и тут есть выход: состояние невесомости можно в течение 30—40 секунд испытать при полете на специальных самолетах. А потом, может быть, в качестве тренировки к длительным космическим полетам космонавты будут совершать кратковременные полеты по орбите вокруг Земли. Это, вероятно, не является делом далекого будущего.

Изучить действие других факторов полета, исследовать особенности нервно-эмоциональной сферы человека можно и в условиях Земли. Можно, например, попытаться узнать, как будет чувствовать себя будущий космонавт, изолированный от привычного ему мира, как он станет переносить искусственно созданную тесноту своей кабины, изменятся ли его психические функции, характер двигательных реакций; будет ли он способен принимать быстрые, обоснованные решения в различных аварийных ситуациях и т. д. Ведь многие западные ученые утверждают, что чувство полной изоляции долго не теряет своей остроты, что со временем оно нарастает и сильно влияет на психику человека. Так ли это?

Следовательно, перед нами необычная цель — исследовать особенности нервно-эмоциональной сферы человека при изолированном пребывании его в специальном помещении. Сурдокамера, которую следует осмотреть, похожа на экспериментальную камеру, описанную в предыдущем разделе. Но здесь расставлены другие приборы. И это понятно, ведь тут решаются вопросы, связанные с психическими реакциями человека.

Может быть, следует производить исследование вопросов обеспечения жизни человека и его психических реакций одновременно, в одном помещении. Тогда получим более полную картину, максимально отвечающую тем условиям, которые ждут космонавта в полете.

Итак, пусть читатель вообразит все то, о чем сейчас будет говориться, совершающимся в условиях, когда об-

новляется воздух, создается нужная температура, будущий космонавт питается специальной пищей и когда одновременно изучается психика человека.

Входим в эту лабораторию. Тяжелая герметичная дверь в камеру закрыта. Человек уже длительное время находится в условиях изоляции. Он полностью лишен внешней информации: ни один сигнал не доходит до него.

Правда, будущий космонавт передает сведения о себе, о температуре, влажности и других показателях воздуха камеры. При помощи зажигающихся лампочек он сигнализирует, что проснулся, что чувствует себя нормально, что приготовился к записи физиологических функций, что начинает есть и т. д. Но ответов он не получает и не знает даже, приняли ли его сигналы.

Для самого себя он — один, совсем один. В этом наш испытуемый убеждается изо дня в день: ничто вокруг него не говорит о той тесной связи, которая существует между ним и внешним миром.

А такая связь есть, каждый шаг этого человека доступен экспериментаторам, им слышно и видно все, что делается в камере, но испытуемый их не слышит и не видит, т. е. связь эта сугубо односторонняя.

Ответственный врач открывает шторы двух телевизоров. И вот перед вами космонавт. На одном телевизоре он — сбоку, на другом — в анфас. Серьезное лицо. Сдвинув рукав рубашки, он смотрит на наручные часы. Ждет, когда их стрелка остановится на цифре 6. Умело накладывает электроды для записи электрокардиограммы, проверяет правильность их включения.

Каждое действие этого человека заранее предопределено четкой, немногословной программой. Он изучил форму, последовательность всех своих операций еще тогда, когда находился вне камеры. Внутреннее чувство дисциплины, воспитанное профессией летчика, заставляет его быть очень точным во всех своих действиях. И это несмотря на то, что он ни в какой степени не ощущает систематического контроля за своим поведением!

Камера оснащена различными приборами и аппаратами. Расставленные на полках, подвешенные к стене, одни поблескивают мягкими красками корпусов, матовыми стеклами. Другие — укреплены на полу. Тонкие изогнутые ножки высоко, как цветок, поднимают кверху

и опускают над креслом круглые головки воспринимающей аппаратуры. При помощи таких приборов перед испытуемым ставятся различные психологические задачи, регистрируются получаемые результаты и ответы испытуемого.

Вот установка, включающая лампу. Она способна давать вспышки света различной частоты. Тут же генератор звука — приспособление, напоминающее наушники и производящее звуковые сигналы различной продолжительности и силы. Рядом приборы, регистрирующие ответные реакции человека. При помощи этой аппаратуры можно испытывать характер зрительной и слуховой реакции человека.

Электроды, прикрепленные на коже головы испытуемого, позволяют улавливать биотоки мозга космонавта в период действия этих раздражителей, а также до и после их действия.

Так в распоряжение экспериментаторов попадают разнообразные данные. В своем комплексе они позволяют судить об особенностях восприятия человека, о степени его утомления и т. д.

Вот космонавт, снова взглянув на часы, поворачивает голову и смотрит на колонки и группы вспыхнувших перед ним красных и черных цифр. По телевизору видно, что он начал говорить, и мы действительно слышим щелчок, включающий аппаратуру, отчетливые слова: «Перехожу к выполнению задачи номер 12».

Жизнь человека, его поведение, психика — чрезвычайно сложны и многообразны. Как определить особенности хотя бы отдельных сторон психической деятельности? Как, например, выявить качества внимания, степень собранности и сосредоточенности, умение работать в необычных условиях? На эти и другие вопросы поможет ответить использование специальных методических приемов, направленных на выявление особенностей нервно-эмоциональной сферы человека. Такие методические приемы, как правило, используются в комплексе с физиологическими исследованиями. Это создает дополнительные возможности для всестороннего изучения психо-физиологических особенностей человека.

Допустим, дается задача на чтение цифровых таблиц. Приборы точно регистрируют время выполнения отдельных этапов задания. На магнитофоне записываются голо-

совые реакции испытуемого, которые могут рассказать о его эмоциональном состоянии в процессе выполнения заданий. Одновременно снимается электроэнцефалограмма (биотоки мозга) человека. Потом все это сопоставляется, анализируется. Выявляются различия при выполнении заданий в первый, второй и последующие дни пребывания в камере.

Или еще пример: космонавт, отыскивая беспорядочно расположенные светящиеся цифры, поочередно называет их, причем красные — в порядке возрастания, а черные — убывания. На первый взгляд это легко. Но какие здесь (в пределах нормальных реакций) обнаруживаются индивидуальные различия! Одни люди делают это медленно, другие — спешат, торопятся; некоторые — совсем не ошибаются, но есть и такие, которые делают много ошибок.

По телевизору видим, как будущий космонавт, несмотря на условия изоляции, быстро и четко отыскивает одну за другой нужные цифры, и слышим его голос: «четыре — красное и двадцать одно — черное, пять — красное» и т. д. В середине обеих рядов цифры сближаются и задача усложняется. Трудно не ошибиться, когда основные характеристики похожи по своему значению, когда такие числа уже долго пестрят перед твоими глазами.

Но космонавт хорошо справляется с этими трудностями. Только чуть замедляется скорость ответов, да лицо становится сосредоточеннее (это хорошо видно по телевизору).

В другой раз, когда испытуемый доходит до наиболее трудной части задачи, ему специально начинают мешать: вклинивается длинная серия разнообразных звуков. Попробуй в такой обстановке не сбиться с правильного счета!

Еще хуже, когда из репродуктора исходят звуки, непосредственно относящиеся к выполняемому заданию. Например, вслух решается сходная задача, и в уши лезут числа, похожие на те, которыми оперирует сам испытуемый. Нужна внутренняя дисциплина, умение не отвлекаться, чтобы не сбиться.

Получив высокие оценки при исследовании по различным психологическим методикам, будущий космонавт почти не снижает качества выполнения заданий в тече-

ние всего времени пребывания в сурдокамере. Вводимые в процессе решения задачи помехи также не страшны ему.

Продолжаем смотреть на экран телевизора. Казалось, сейчас космонавту можно отдохнуть.

Но нет, послушный инструкции, точно в заданное время он начинает приспосабливать к себе другую аппаратуру. На этот раз включенной в большой комплекс приборов оказывается его правая рука. Теперь перед нами серия простых и сложных движений испытуемого.

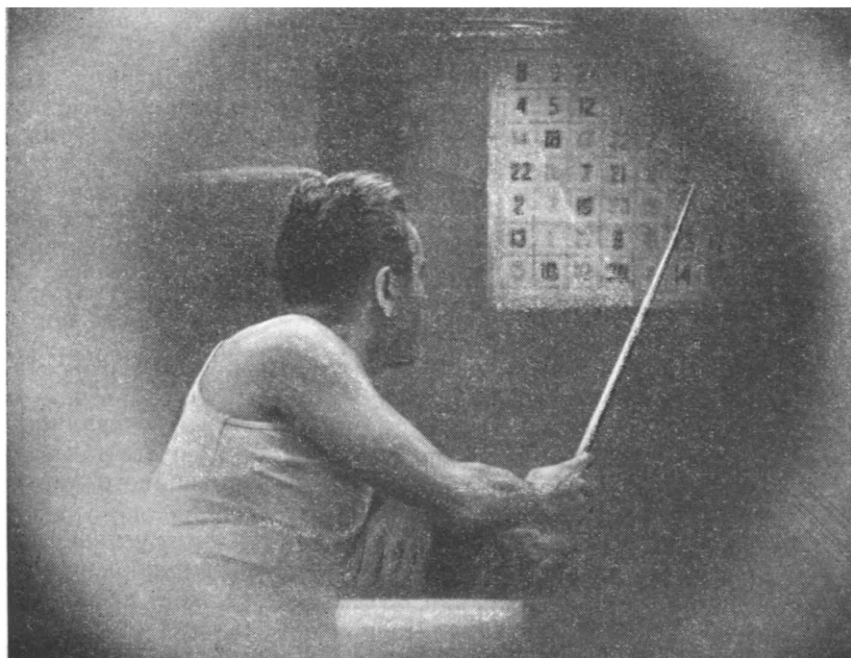
Отойдя от телевизора, мы долго следим за медленно движущейся лентой бумаги с записями различных характеристик движений будущего космонавта. Тут в причудливых линиях четко видны отдельные компоненты движений, амплитуда, направленность, сила, темп. Одновременно ведутся и записи различных физиологических функций (пульса, дыхания, давления в кровеносных сосудах и т. д.).

В один из дней будущему космонавту приходится решать задачу по устранению «аварийной ситуации». Он не знает, что такая ситуация выдумана для испытания его нервно-эмоциональной устойчивости, для него она выглядит как реально существующая.

Представьте себе: неожиданно перед человеком на табло загорается красный свет, сигнализирующий о возникновении большой, грозной «опасности», например, резкого падения давления воздуха в кабине. И в таких условиях нужно суметь разобраться в обстановке, установить возможную причину «аварии», мобилизовать все свои знания для того, чтобы ликвидировать «опасность». И все это должно быть совершенно быстро в обстановке, когда на счету каждая секунда. Как тут не растеряться! Здесь наиболее ярко проявляются особенности нервно-эмоциональной сферы человека.

Сосредоточенное лицо, пристальный взгляд, оббегающий приборную доску, ни малейшего намека на растерянность, точные движения. И только тогда, когда все «исправлено», — облегченный вздох человека, у которого только что прошли трудные минуты — вот единственное, в чем проявляется перенесенное напряжение. Таков будущий космонавт.

Разные психологические методики позволяют выяснить, как изменяется восприятие, внимание, память,



Г. С. ТИТОВ В СУРДОКАМЕРЕ

мышление, эмоциональная устойчивость, работоспособность будущих космонавтов, когда они длительно находятся в условиях полной изоляции. Специальные эксперименты советских ученых помогли установить, что люди, попавшие в такие условия, могут реагировать на них по-разному. Одни сохраняют работоспособность, выполняют все задания, соблюдают режим дня, не теряют ориентировку во времени. Словом, их поведение мало отличается от поведения в обычных условиях. У них почти не изменяется настроение, они одинаково бодры на протяжении всего опыта. Эти люди с устойчивой нервной системой.

А у других, наоборот, нарастают явления раздражения. Они начинают путаться в заданиях, появляется излишняя веселость, сменяющаяся апатией.

Поэтому так важно произвести отбор космонавтов в описанных условиях. Ведь только так ученые могут опре-

делить особенности нервно-эмоциональной сферы каждого кандидата, ее устойчивость в обстановке опыта.

Вот будущий космонавт выходит после окончания эксперимента из камеры. Перед нами небольшого роста, улыбающийся человек. Он весело шутит по поводу своего долгого затворничества и радостно поглядывает на тесно окруживших его людей. Что не говорите, а приятно снова оказаться в человеческом обществе!

ГИПОКСИЯ

Опишем еще одну лабораторию, с которой, очевидно, придется познакомиться людям, стремящимся стать космонавтами. Речь идет о лаборатории пониженного давления — так называемой баролаборатории.

Представьте себе металлическую четырехугольную (или цилиндрическую) камеру с герметически закрывающейся дверью. Внутренний объем ее невелик — несколько менее 10 кубических метров. Правда, бывают и значительно большие барокамеры. Принцип работы такой камеры очень прост. К ней подведены две трубы, одна из них идет к вакуумному насосу, другая связывает внутренний объем барокамеры с атмосферой комнаты или наружного воздуха.

Закроем атмосферную трубу. Включим насос, откачивающий воздух. Внутри камеры будет создаваться разрежение, давление воздуха станет падать. Теперь закроем вакуумную трубу и откроем атмосферную — воздух устремляется внутрь, давление уравнивается с наружным.

Если в барокамеру поместить человека, он может «побывать» на разных высотах, не сходя с места: барокамера позволяет создать основное условие, присущее высоте, т. е. то или иное разрежение воздуха.

Допустим вы хотите подняться на высоту 5500 м. Зайдите в барокамеру, садитесь на стул и ждите. Механик включит насос, который откачает воздух и в камере будет создано разрежение, соответствующее высоте в 5500 м. Одновременно может быть понижена и температура воздуха, для этого имеется специальная холодильная установка. Так можно «поднимать» и «спускать» людей на разные высоты.

Современные барокамеры, предназначенные для биологических целей — это сложные технические устройства, где можно создавать различные температуры (диапазон колебаний от -60° до $+70^{\circ}\text{C}$), разрежение, соответствующее высотам до 20—30 км. Барокамеры оснащаются сложной аппаратурой, регистрирующей физиологические функции, приборами, следящими за режимом «подъема» и «спуска», и т. д.

Исследования в барокамере уже давно применяются при медицинских освидетельствованиях летчиков. В связи с этим возникает естественный вопрос: для чего проводить такие исследования, когда современная авиация обеспечена самолетами, оборудованными герметическими кабинами, кислородно-дыхательной аппаратурой, и летчик, не испытывая в полете недостатка кислорода, находится в условиях достаточно высокого барометрического давления?

В кабинах космических кораблей, безусловно, также будет обеспечиваться нужный уровень барометрического давления и соответствующее содержание кислорода, однако космонавты, как и летчики, по-видимому, должны будут проходить обследование в барокамерах.

Дело в том, что исследование в условиях разреженной атмосферы, когда человек испытывает недостаток кислорода, является хорошей пробой, позволяющей выявить скрытые дефекты сердечно-сосудистой и нервной систем, определить особенности функционального состояния организма. Вот почему в настоящее время все большее значение придается так называемым гипоксическим пробам.

Взглянем в смотровое окно барокамеры, в которой находится летчик. Работает вакуумный насос, давление в камере все больше падает. Идет «подъем»...

«Высота 4000 м» — это значит, что барометрическое давление в барокамере упало до 462 мм рт. ст. (такова величина давления на высоте в 4000 м). Замечаем, что летчик затрачивает несколько больше, чем обычно, времени на решение довольно простой арифметической задачи. Почерк его изменился: он не такой ровный, четкий.

«Высота 5000 м» — лицо испытуемого покраснело, пульс у него 95 ударов в минуту, частота дыхания также возросла. Однако настроение у летчика прекрасное, он смеется, на вопросы отвечает шуткой, заявляя, что все

чудесно, только слегка кружится голова. «Подъем» прекращается на «высоте» в 5000 м. Через 20 минут у испытуемого веселость сменяется апатией, вялостью, движения становятся замедленными, скованными. Пульс еще больше учащается, увеличивается и одышка, губы все больше синеют. Необходимо начать «спуск», так как в дальнейшем может наступить потемнение в глазах и обморок.

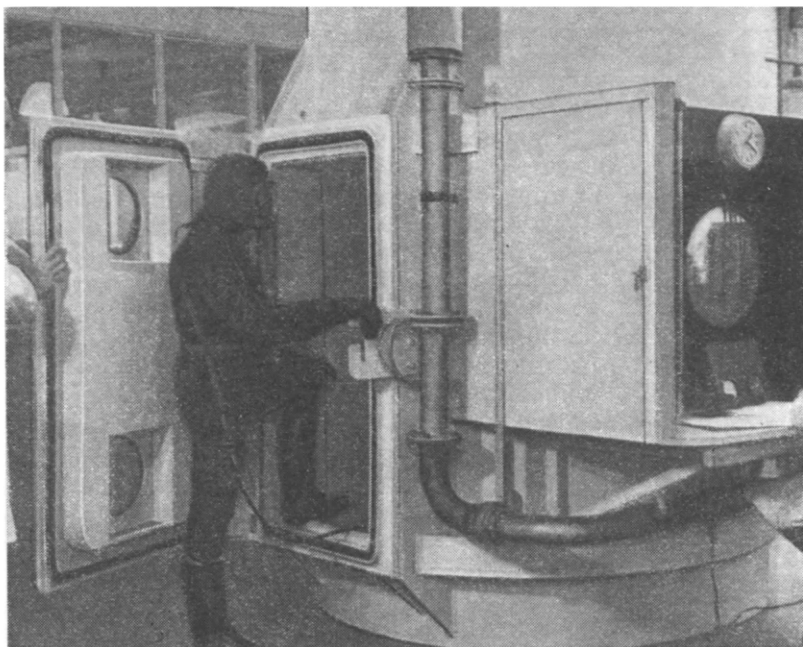
А вот еще один пример. Условия «подъема» на высоту те же, но летчик другой. Он переносит большое разрежение воздуха значительно лучше. У него не отмечается почти никаких нарушений ни на высоте 5000 м, ни на высоте 5500 м. Спокойно сидит он в барокамере. Проходит 30, 40 минут, 1 час, а его состояние почти не меняется. Он удовлетворительно выполняет все задания, частота сердечных сокращений и дыхания увеличивается, но не столь сильно, как в вышеописанном случае.

В чем дело? Оказывается, второй летчик уже неоднократно испытывал на себе условия кислородного голодания, да и в силу своих индивидуальных особенностей он лучше переносит пониженное барометрическое давление и недостаток кислорода.

У лиц, обладающих слабой устойчивостью к недостатку кислорода, уже в первые 10 минут пребывания на высоте 5000 м, когда парциальное давление кислорода в легких равно 45—50 мм рт. ст. (в обычных условиях оно равно около 100 мм), отмечается головокружение, слабость, расстройство координации движений, учащение пульса до 120 ударов в минуту и выше, посинение губ и т. д., т. е. состояние, требующее быстрого спуска на безопасные высоты.

В противоположность этому имеются факты чрезвычайно хорошей переносимости высоты. Так, 21 ноября 1935 г. В. К. Коккинаки поставил рекорд высотного полета, поднявшись на высоту 14 575 м. Приблизительные расчеты показывают, что давление кислорода в легких у него на этой высоте было равно 22 мм рт. ст.

Как изменяются основные физиологические функции человека при снижении барометрического давления и вызванном этим снижением недостатке кислорода во вдыхаемом воздухе? Почему исследование в барокамере является ценным приемом, позволяющим диагностировать недостатки сердечно-сосудистой системы, не выяв-



ВНЕШНИЙ ВИД БАРОКАМЕРЫ

ленные при помощи других приемов, определить функциональные особенности организма?

Постоянная, типичная реакция дыхания на недостаток кислорода — усиление легочной вентиляции: человек начинает дышать чаще и глубже. В результате через легкие в единицу времени проходит значительно большее количество воздуха и за счет этого поддерживается достаточное насыщение крови кислородом. Например, на земле через легкие проходит около 8 литров воздуха в минуту, а на высоте 5000 м — 11,5 литра. Таким образом, напрашивается вывод, что при недостатке кислорода в воздухе для человека лучше, если у него легочная вентиляция больше. Однако это не так.

Попробуйте делать с возможно большей частотой глубокие вдох и выдох. Через некоторое время вы почувствуете головокружение, потеряете равновесие и вынуждены будете задержать дыхание. В некоторых случаях может даже наступить обморок. Это — результат искусственного повышения вентиляции легких и вызванного

этим уменьшения количества углекислого газа (CO_2), находящегося в легких.

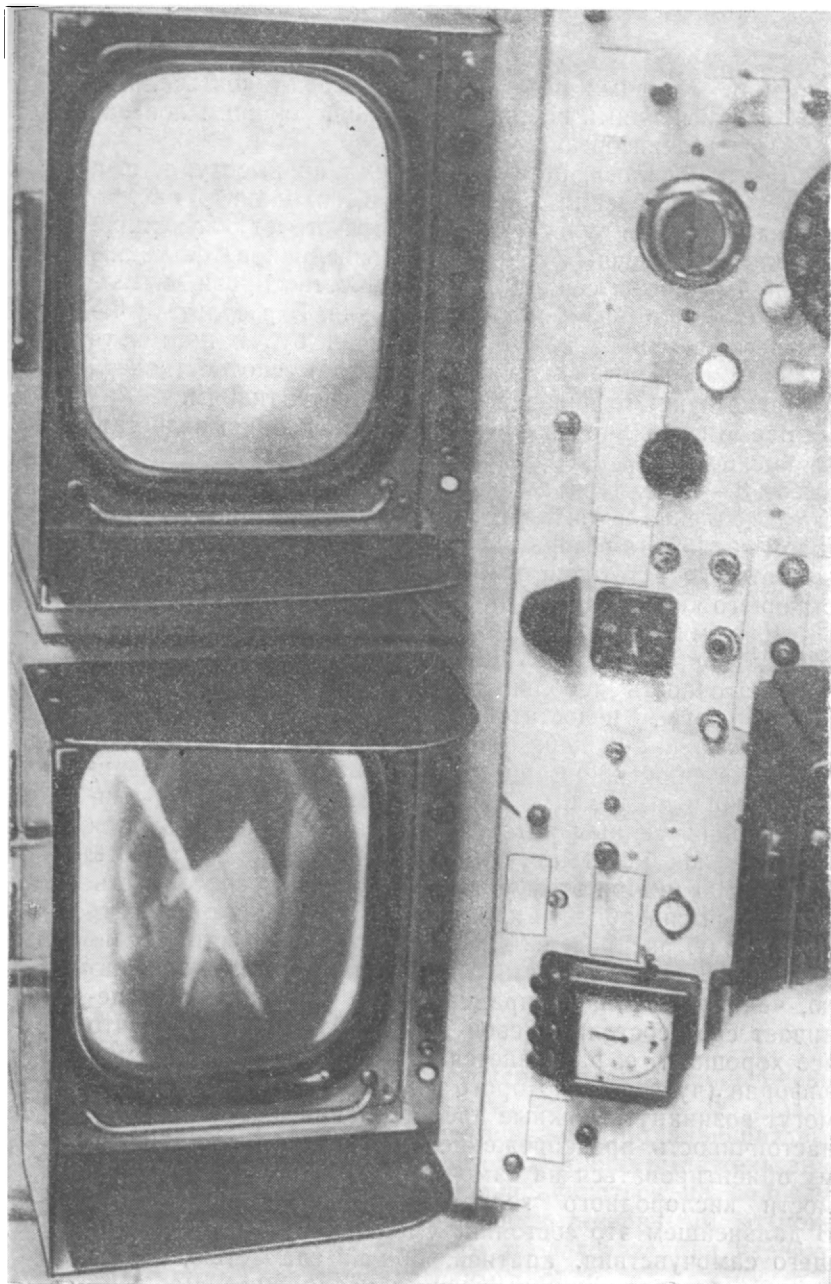
В обычных условиях в легких постоянно имеется определенное количество углекислого газа, который поступает из крови. Если резко увеличивается частота и глубина дыхания, то CO_2 в большем количестве удаляется, вымывается из легких, уменьшается и его концентрация в крови. Углекислый газ является возбудителем дыхательного центра головного мозга — того нервного центра, который посылает периодические импульсы к дыхательным мышцам, обеспечивая акт вдоха. Если в результате повышенной вентиляции концентрация CO_2 в крови снижается, то дыхательный центр не возбуждается и не посылает импульсы, не дает «сигнал» для вдоха. Усилием воли вы можете некоторое время форсировать дыхание, но при этом нормальная нервная импульсация из дыхательного центра резко нарушится и вы потеряете сознание. При этом, естественно, дыхание на какое-то время прекращается, что ведет к увеличению количества CO_2 в крови и нормальный цикл дыхания снова восстанавливается.

Теперь представьте себе, что в воздухе мало кислорода. В результате гипервентиляции уменьшилась и концентрация CO_2 в крови, что привело к длительной задержке дыхания, но ведь это в данных условиях плохо, так как приведет к еще меньшему насыщению крови кислородом.

Мы специально подробно характеризовали реакции дыхания при гипоксии (недостатке кислорода), однако все же привели далеко не полный физиологический анализ наблюдаемых явлений, в частности, не останавливались на сложных нервно-рефлекторных процессах, на роли кислорода в регуляции дыхания и т. д.

Таким образом, читатель может видеть, насколько сложны и тонки процессы регуляции физиологических функций в организме. Если поставить человека в условия гипоксии, то по наступающим изменениям физиологических процессов можно судить о резервных возможностях организма. Вот почему «подъемы» в барокамере и должны будут, очевидно, применяться при обследовании космонавтов.

Особое значение имеет реакция со стороны сердечно-сосудистой системы, так как она легко улавливается



В БАРОКАМЕРЕ ВСЕ БЛАГОПОЛУЧНО

простыми методами исследования и может явиться, наряду с изменениями внешнего дыхания, хорошим показателем состояния организма.

Как отмечалось, по мере подъема на высоту, т. е. с нарастанием явлений кислородного голодания, наблюдается учащение пульса, что свидетельствует об увеличении числа сердечных сокращений. Увеличивается также и ударный объем сердца, т. е. количество крови, выталкиваемое сердцем за одно сокращение. В результате через легкие и ткани в единицу времени будет протекать большее количество крови, а это будет способствовать доставке нужного количества кислорода к тканям.

Все эти реакции обеспечивают компенсацию недостатка кислорода во вдыхаемом (атмосферном) воздухе до высот 3—4 км. При дальнейшем падении барометрического давления и связанном с этим уменьшенным количеством кислорода резервных возможностей организма оказывается недостаточно, и мы наблюдаем симптомы нарастающего кислородного голодания.

Первыми реагируют на снижение кислорода нервные клетки коры головного мозга. При этом кислородная недостаточность небольшой степени действует на них возбуждающе, недостаточность значительной степени угнетает функции корковых клеток. Фаза возбуждения проявляется обычно на высоте около 3000 м и характеризуется жизнерадостным настроением, обострением внимания, повышенным интересом к окружающему. Вторая фаза — фаза угнетения — начинается обычно с высоты 4000—4500 м. При этом уменьшается работоспособность, снижается способность правильно, критически оценивать обстановку, распределять и переключать внимание, снижается наблюдательность, инициатива, и, что очень важно, человек обычно неправильно, не самокритично оценивает свое состояние, свои действия: ему кажется, что все хорошо, т. е. развивается состояние так называемой эйфории (чувство некоторого возбуждения). В это время могут возникнуть ложные представления, бессмысленная настойчивость, пренебрежение к опасности и т. д. Поэтому ориентироваться на самочувствие в оценке переносимости кислородного голодания никогда не следует. В дальнейшем это состояние сменяется ухудшением общего самочувствия, апатией, общей слабостью, сонливостью, безразличием к внешним раздражителям.



ИСПЫТАТЕЛИ НА «ВЫСОТЕ» 5000 м

Имеющие место при гипоксии явления подвержены значительным индивидуальным колебаниям. У людей, устойчивых к гипоксии, тренированных, обладающих высокими функциональными резервами, они выражены значительно меньше и начинают проявляться на бóльшей высоте, чем у людей с небольшими резервными возможностями организма. Поэтому исследователи и уделяют такое внимание гипоксическим пробам.

Интересно отметить, что при всех проявлениях кислородной недостаточности напряжением воли можно в значительной степени подавить неблагоприятные явления, во всяком случае сохранять обычное поведение и выполнять заданную работу. Поэтому испытание в барокамере может в некоторой степени выявить и волевые качества человека.

Быстро набирает высоту двухместный самолет. В передней кабине — летчик, управляющий машиной, в задней — врач. Он должен провести некоторые исследования в полете. Врач — в кислородной маске, летчик ею не пользуется.

Растет высота полета. Вот стрелка прибора показывает уже 5600 м над уровнем моря. Врач записывает свои наблюдения. Но вдруг он замечает, что самолет резко изменил свой полет. Земля с угрожающей быстротой приближается, самолет быстро снижается, почти падает. Посмотрев в переднюю кабину, врач с ужасом видит, что тело летчика безвольно повисло на привязных ремнях, голова опущена, ручка управления самолетом, очевидно, судорожно зажата. А показания высотомера катастрофически быстро меняются — 4000, 3500, 3000 м.

Но вот летчик поднял голову, осмотрелся, плавно вывел машину в горизонтальный полет и спокойно, с присущим ему мастерством повел машину на посадку. После посадки врач спросил летчика, что с ним было в полете, как он себя чувствует сейчас? Летчик с удивлением посмотрел на него и заявил, что все обстояло как нельзя лучше, в полете с ним ничего не происходило и самочувствие у него прекрасное. Даже после того, как летчику были показаны записанные на ленте кривые полета, где отчетливо был виден весь профиль полета, он долго сомневался и недоуменно разводил руками.

Этот факт относится к прошлому — к периоду освоения высотных полетов и введения в практику кислородных приборов. Однако и сейчас можно наблюдать случаи внезапного обморока при «подъемах» в барокамере.

При быстром подъеме на высоту, когда кислородное голодание развивается в небольшие отрезки времени, все компенсаторные механизмы не успевают вступить в действие и нарушается последовательность появления различных симптомов. В связи с этим обморочное состояние может подкрасться незаметно, без всяких предвестников.

Не так уж редки случаи, когда при испытании в барокамере на фоне полного благополучия и удовлетворительного самочувствия вдруг появляются судороги, и испытуемый теряет сознание. Это — самое коварное в действии кислородного голодания. Обычно все кончается благополучно, если быстро снова повысить барометрическое давление.

Характерно, что в памяти испытуемого не остается никаких следов о происшедшем событии, он с удивлением спрашивает, почему прекратили исследование, и убедить его в том, что была потеря сознания, бывает крайне трудно.

Здесь описаны далеко не все явления, которые наблюдаются при нарастающей гипоксии. В частности, значительно меняются функции зрения: удлиняется время различения объектов, снижается острота зрения. Уже на высоте в 3000 м начинает понижаться способность цветоощущения, а на высоте в 5000 м различение цветов становится трудным. Дольше всех не меняется восприятие красного цвета. Если на этой высоте человек наденет кислородную маску, то для него все цвета, до этого бледные и трудно различимые, снова загораются своими яркими красками.

Нет необходимости останавливаться на изменениях в других органах и системах организма человека под влиянием кислородного голодания. Наверное, достаточно ясно, что врач, изучая реакции организма здорового человека при гипоксии, может сделать важные выводы.

Возникает естественный вопрос: можно ли и каким образом защитить человека от кислородного голодания?

Самым простым было бы дышать чистым кислородом. Действительно так и поступают. Сконструированы специальные кислородные приборы, при помощи которых человеку можно добавлять к вдыхаемому воздуху нужное количество кислорода, а также полностью заменять воздух чистым кислородом.

Однако на высоте около 13 км человек погибает от недостатка кислорода даже в том случае, если он будет дышать чистым кислородом. Оказывается для того, чтобы кровь была в достаточной степени насыщена кислородом, он должен находиться в легких под определенным давлением, а на высоте 13 км барометрическое давление,

а следовательно, и давление кислорода в легких, настолько мало, что кровь им не насыщается в нужной мере.

Таким образом, для того чтобы обеспечить возможность дыхания, необходимо, чтобы и количество кислорода и барометрическое давление были достаточно высокими. Вот почему при полетах самолетов и тем более космических кораблей необходимо, чтобы кабина была герметичной и в ней поддерживалось соответствующее барометрическое давление. Если же герметичность кабины будет нарушена или, например, космонавту потребуются выйти из нее, то он должен надеть скафандр. Под шлемом скафандра воздух будет насыщаться кислородом, а между слоями специальной одежды можно поддерживать нужное давление воздуха. Таким образом, человек будет как бы облачен в герметическую кабину.

...Наше воображаемое путешествие по необычной клинике подошло к концу. Можно думать, что именно в таком медицинском учреждении производится обследование и отбор участников будущих космических полетов.

СПОРТИВНЫЕ ТРЕНИРОВКИ

Все знают, как велико значение спорта для здоровья человека, какое благотворное влияние оказывают занятия физкультурой на нервную систему, сердце, мышцы и т. д.

Специальные физические упражнения, применяемые лечебной физкультурой, помогают бороться с многими, даже весьма серьезными, заболеваниями, последствиями ожогов, ранений, травм. Производственная гимнастика помогает лучшему выполнению плана и т. д. Слово «спортсмен» вызывает у нас обычно представление о крепком, веселом, уверенном в своих силах человеке.

Но кроме общего оздоровительного значения, кроме помощи в быту и жизни, физические упражнения могут сыграть важную роль и при выполнении чисто профессиональной деятельности. Моряки должны быть хорошими пловцами, пехотинцы — стрелками и т. д.

Профессия космонавта — как раз такая, в которой занятия спортом обязательны и не только с общеоздоровительной точки зрения, но и как средство для приобретения и совершенствования необходимых профессиональ-

ных качеств. Космонавту необходима самая разносторонняя физическая подготовка.

Космонавт в полете встречается с действием перегрузок, а методами физкультуры можно повысить переносимость этого фактора. Космонавт должен обладать высокими волевыми качествами, а их также можно воспитывать средствами спорта. Космонавт должен уметь в совершенстве владеть своим телом в пространстве, хорошо координировать свои движения. Где еще, как не в спорте, можно воспитать такие качества?

Человек, не занимающийся спортом, вряд ли может быть пилотом космического корабля. При подготовке космонавтов забывать об этом нельзя.

Поэтому сейчас представим себе будущих путешественников космоса в большом светлом парке среди молодой зелени. Семь часов утра. Бодрящая свежесть. На специальной площадке люди в спортивных костюмах. Это — будущие космонавты, они занимаются утренней зарядкой. Проходит 20, 30, 40 минут, одно упражнение сменяет другое. И все знают, что это — не просто разминка перед предстоящим трудовым днем, а специально разработанный комплекс упражнений, рассчитанный на повышение общей физической подготовленности.

В ежедневные утренние физические упражнения и на последующих занятиях вводятся новые элементы. Вся система перестраивается. Вот одному из летчиков — быстрому энергичному человеку, большому любителю баскетбола, этой чрезвычайно подвижной эмоционально насыщенной игры, — вначале не удаются упражнения, требующие силы, и тогда для этого человека разрабатывается особая программа. Теперь он во время утренних физических упражнений с завидной настойчивостью занимается воспитанием недостающих ему качеств: выполняет упражнения с резиновыми лентами — специально для него подобран комплекс гимнастических упражнений.

Так начинается в специальном учреждении трудовой день каждого космонавта. После зарядки и завтрака — специальные тренировки, освоение необходимых вопросов теории, участие в опытах. Два-три раза в неделю проводятся занятия физкультурой на стадионе, в спортивном зале, плавательном бассейне и т. д.

Но вот определенный уровень физической подготовки достигнут. Теперь для каждого космонавта составлен

индивидуальный комплекс упражнений, способствующий выработке тех физических качеств, которые необходимы в предстоящем полете. Этот комплекс строится с учетом особенностей физического развития космонавтов.

Например, для того чтобы лучше противостоять действию перегрузок, возникающих при взлете космического корабля и при его возвращении на Землю, нужны крепкие мышцы брюшного пресса, грудной клетки. Это поможет сделать выдох, в то время когда на грудь будет давить тяжесть, в 6—8 раз превышающая вес тела. Для развития такой мускулатуры подобраны соответствующие упражнения.

В полете придется выполнять ряд сложных координированных движений в условиях невесомости. Следовательно, при подготовке к полету надо формировать у космонавтов навыки владения своим телом в пространстве, координацию движений. И здесь на помощь приходит физкультура: плавание, прыжки в воду, гимнастика.

Вот почему специальная физическая подготовка является профессионально необходимой для космонавта.

Во время занятий спортом нагрузка на организм будущих космонавтов велика. Если не следить за дозировкой, не регламентировать такие занятия, могут наступить явления перетренировки или утомления. Человек начнет терять в весе, пропадает желание заниматься, появится вялость, апатия; вместо пользы занятия принесут вред.

Чтобы этого не произошло, необходимо внимательное, квалифицированное наблюдение врача. По тому, как изменяется частота пульса и дыхания после выполнения специальных функциональных проб с дозированной физической нагрузкой, каково кровяное давление, электрокардиограмма, как меняются все эти показатели после выполнения физических упражнений, врач безошибочно определяет соответствие выполняемой физической работы возможностями данного человека.

Особое значение в подготовке космонавтов к полетам имеют прыжки с парашютом.

Перед нами расстилается степь. На переднем плане видны три небольшие вышки. Одна из них совсем невысокая, около нее толпится группа людей в спортивных костюмах.



Г. С. ТИТОВ НА ЛОПИНГЕ В СПОРТИВНОМ ГОРОДКЕ

Плотный небольшого роста человек прыгает с вышки. Вот он коснулся земли чуть согнутыми в коленях ногами и тут же, неожиданно обмякнув, валится на бок. Все смотрят на него. А он встает и говорит: «Главное — не сопротивляться, дать телу завалиться на левый или правый бок».

Один за другим люди в спортивных костюмах совершают такие прыжки. Инструктор внимательно следит за ними, тут же анализирует каждый прыжок, отдельные его элементы, целые комплексы различных движений.

Следующий раз можно наблюдать, как люди в синих костюмах прыгают с другой, более высокой вышки. Здесь уже комплекс движений сложнее, и это понятно: человек дольше находится в воздухе. Инструктор требует, чтобы все действия не были скованными, чтобы напряжение мышц чередовалось с их расслаблением, чтобы правильным было дыхание и т. д.

Умение человека перемещаться по земле, владеть всеми своими движениями predetermined тысячелетним развитием человечества. Учить этому не надо, это дается с рождения и воспитано первыми шагами младенца. Другое дело — перемещение в воздухе. Для того чтобы правильно спрыгнуть на землю с относительно высокой вышки, надо долго и упорно тренироваться. Только во время тренировок, когда одни двигательные элементы согласуются с другими, лишние реакции тормозятся и могут возникнуть нужные движения. Со временем прыжок становится хорошо согласованным двигательным актом. По мере того как это происходит, усвоенные и вначале требующие много внимания отдельные движения теперь совершаются сами собою: человек уже не думает, что и как ему нужно делать, но делает все правильно, как бы автоматически. Таких прочно закрепленных навыков и добивается инструктор от своих учеников. Присматриваясь к этим ученикам, мы сразу же замечаем среди них невысокого, хорошо сложенного человека со спокойно улыбающимся лицом. Он весело шутит, и мы сразу узнаем в нем Юрия Гагарина. Тут же — Герман Титов. Да, это — космонавты. Здесь они оказались для того, чтобы хорошо освоить парашютные прыжки.

Обучение парашютизму входит в программу подготовки космонавтов к полетам. Космонавтам нужно иметь навыки, которые помогут им научиться владеть своим

телом в пространстве. Ведь в будущем, особенно при длительных полетах, люди встанут перед необходимостью перемещаться в невесомости. А где, как не во время парашютных прыжков, человек учится в условиях отсутствия опоры двигаться в вертикальном направлении, менять характер движений, прекращать произвольно возникшее вращение.

Парашютные прыжки тренируют также волю людей, их смелость, а это очень важно для дела подготовки будущих космонавтов.

Наконец, умение совершить такой прыжок должно быть выработано еще и потому, что спуск с парашютом — один из вариантов приземления человека при возвращении из космоса.

Прыжки с тренировочных вышек — тумб — первый этап такого обучения. Как же дальше идет эта подготовка?

Мы застаем наших космонавтов на занятиях по усвоению так называемой подвесной системы парашюта. Они опоясаны специальными ремнями и лямками парашюта.

Внимательно слушают космонавты инструктора. Все хорошо. Теперь люди получают возможность в безопасных условиях проверить усвоенные ими правила парашютных прыжков. Это уже новый этап — прыжки с парашютом, прикрепленным к тросу, расположенному между двумя вышками. Здесь космонавты учатся правильному приземлению. Шатер над головой парашютиста послушен ему. Стоит потянуть за определенную лямку, и ветер, наполняя купол или скользя по его поверхности, помогает человеку направить, замедлить или убыстрить спуск парашюта. Можно также научиться поворачиваться в лямках парашюта, принимать нужное положение.

Каждый шаг такой учебы это не только работа ума, но и работа рук, всех мускулов тела.

И вот наступает время, когда начинаются первые прыжки с парашютом из самолета. Первые парашютные прыжки могут быть разрешены только при слабом ветре (потом по мере освоения навыков парашютирования требования к погоде будут снижаться).

Самолет с парашютистами поднимается в воздух.

К отверстию люка подходит один из космонавтов. Он принимает нужную позу. Напряжение. Толчок ногами, и вот уже по команде, без промедления человек оторвался от опоры и ринулся в воздушную бездну, подавив

в себе подспудный страх. Очутившись в воздухе, парашютист должен выполнять строго определенные движения телом, руками и одновременно вести отсчет времени, чтобы вовремя открыть парашют. Свистит ветер, нарастает скорость, быстро приближается земля, перед глазами мелькает то небо, то вертящаяся далекая земля. Напряжение всех физических и моральных сил — вот, что обеспечивает успешное приземление.

Будущие космонавты прыгали, постепенно увеличивая время свободного падения до раскрытия парашюта от 5 до 50 секунд. Промежуток около минуты кажется небольшим, но сколько непредвиденного может случиться с человеком, который со все увеличивающейся скоростью падает на землю. Вот почему было так важно научиться хорошо владеть своим телом при свободном падении. Сейчас, в напряженные, компактные секунды падения, эти навыки совершенно необходимы, они должны совершаться почти как инстинктивные движения.

Летающий в воздухе человек выполняет все нужные движения. Инструктор смотрит на него и про себя радостно отмечает: «Хорошо, хорошо!»

Вот тело космонавта начинает беспорядочно вращаться (входит «в штопор»). Это очень ответственный момент. Сейчас надо произвести ряд специальных движений, сжаться в клубок, затем особым образом раскинуть руки и ноги. Если этого не сделать, то воздух закрутит тело и будет крутить его до самой земли. Но парашютист быстро и ловко устраняет такую возможность, и инструктор опять радуется за него: учеба дает свои плодотворные результаты. Штопор опасен тем, что во время такого падения может не открыться купол парашюта.

Одновременно парашютист должен, не смотря ни на что, вести в воздухе отсчет времени. Наконец наступает та секунда, когда надо открывать парашют. Раскрытие купола связано с большим резким торможением, а следовательно, с возникновением больших перегрузок. Космонавт ощущает его как динамический удар большой силы. Если недостаточно тщательно закрепить снаряжение, могут слететь унты, шлем, очки.

Нот вот уже и это позади. Над головой парашютиста теперь — большой шатер, движение тела вниз сразу стало медленнее. Но и тут нельзя предаваться праздным размышлениям, а сразу — действовать. Летчик быстро



Ю. А. ГАГАРИН В САМОЛЕТЕ ПЕРЕД ПАРАШЮТНЫМ ПРЫЖКОМ

осматривает купол парашюта, разбирает его лямки, тут же определяет направление ветра. Приходится немедленно брать на себя управление куполом парашюта, а это, помимо всего прочего, и физическая работа руками: подтягиваются лямки парашюта, увеличивающие или снижающие снос по ветру. Быстро человек приближается к земле. Сейчас важно повернуть свое тело в лямках парашюта так, чтобы ветер дул в спину, а земля прямо убежала из под ног — опять работа руками и одновременно большое напряжение. Теперь на помощь нужно призвать все навыки, приобретенные в условиях приземления во время учебы. Сильный толчок смягчается при правильном приземлении. Еще секунды, и парашютист на земле. Он встает на ноги.

Сейчас начнется обследование: измеряется пульс, кровяное давление. При помощи динамометра определяется сила рук. Оказывается, они значительно ослабли от той большой физической работы, которая только что была проделана. Как это ни странно, на 250—300 г понизился и вес парашютиста, у некоторых наблюдается бледность кожных покровов, учащение пульса (90—96 ударов в минуту), у других же лицо сильно покраснело и появилась чрезмерная потливость ладоней.

Парашютисты обследуются всесторонне, особенно тщательно наблюдаются их психические реакции. У одних сразу после полета регистрируется обилие выразительных движений, у других — молчаливость, скованность. Ровное настроение сменяется возбуждением, разговорчивостью и даже повышенно радостным состоянием.

Все эти данные играют большую роль при выявлении особенностей реакций будущих космонавтов, в определении их физической и психической устойчивости. Это важно для отбора, а также для воспитания нужных качеств.

Прыжки с парашютом повторялись много раз и в различных вариантах. Отрабатывались отдельные их детали. Будущие космонавты научились выбирать место приземления, спускаться на воду. Они умеют теперь в любых сложных условиях совершать парашютные прыжки. И все это, наряду с другими разносторонними спортивными умениями, — багаж знаний, необходимых для их профессии.

ПУТЬ В КОСМОС ОТКРЫТ

До сих пор в нашей книге речь шла о том, как следовало бы организовать подготовку человека к космическим полетам и какие теоретические предпосылки явились основой для этого.

12 апреля 1961 г. весь мир узнал имя Юрия Алексеевича Гагарина, а 6 августа того же года — имя Германа Степановича Титова, благополучно совершивших полеты в космос. И сейчас читатель вправе поставить вопрос: как была организована подготовка этих людей к выполнению ими их необычного задания?

Результаты этих космических полетов красноречиво говорят о том, что первые космонавты были вполне под-

готовлены к восприятию факторов полета, они хорошо перенесли возникающие при взлете и спуске корабля перегрузки, другие воздействия, необычное состояние невесомости, проявили всестороннюю подготовленность к полету.

Все эти качества, а также поведение космонавтов в полете могло быть результатом только правильного отбора и продуманной систематической подготовки. Да, сейчас можно сказать, что весь этот процесс полностью оправдал себя. Однако следует оговориться, что внешняя обстановка и некоторые особенности проведения исследований при подготовке первых советских космонавтов к полету несколько отличались от того, что дано в книге.

О принципах отбора и подготовки первых космонавтов много сообщалось в печати, на пресс-конференциях и в научных докладах. Большой материал по этому вопросу содержится в книгах Ю. А. Гагарина и Г. С. Титова, написанных после полетов. Несомненно, что первые космонавты проходили ряд специальных тренировок и испытаний, в которых имитировались многие факторы предстоящего космического полета. Это были исследования на центрифуге, когда создавались соответствующие перегрузки, испытания на вибростенде, в сурдокамере при изоляции от внешних раздражителей. Тренировались Юрий Алексеевич и Герман Степанович и на специальных стендах, где отрабатывали варианты полетного задания. Много и целенаправленно занимались они спортом и т. д. Обоснование необходимости такой подготовки было раскрыто нами выше.

Верным оказалось и предположение, что первых космонавтов следует выбирать из летчиков. Майор Гагарин и майор Титов — военные летчики одного из самых сложных видов авиации — истребительной. Пусть они молоды, относительно недавно окончили училища, но они уже, как говорят профессионалы, «налетали много часов», а это значит — много времени провели в стремительно несущемся вибрирующем самолете, когда все действия должны совершаться в определенной последовательности, в условиях строгого лимита времени. Много раз Гагарин и Титов сажали реактивные самолеты на аэродром, а ведь при посадке такого самолета каждая, даже малейшая, ошибка может стоить жизни!

Надо знать специфику летного дела, чтобы оценить все качества, которые были воспитаны в Гагарине и Титове их профессией — профессией верного расчета компактных секунд! Краткое газетное сообщение о том, что в космическом полете была выполнена вся программа, означает, что в новых, своеобразных условиях оба космонавта, одетые в скафандр (а это значит — в обстановке относительно малой подвижности), сумели точно выполнить задания, ни о чем не забыть, предельно ценить время. Да, целесообразнее всего готовить космонавтов из летчиков-истребителей (по крайней мере, для первых полетов и на ближайшее время).

* * *

Для всего мира историческое событие 12 апреля 1961 г. началось с девяти часов утра, когда было сделано первое сообщение по радио о запуске космического корабля с человеком на борту. Люди скапливались у репродукторов, поздравляли друг друга. На улицах возникли стихийные демонстрации, радость сменялась напряженным вниманием и опять, после очередного сообщения, новой вспышкой радости. Для людей, непосредственно готовивших полет, рабочий день 12 апреля начался с рассветом. Через несколько часов ракета помчит в космос Гагарина.

Космонавт проснулся. Процедура его снаряжения перед полетом — довольно сложное и трудоемкое дело.

Вот к телу космонавта врач приклеивает маленькие серебряные электроды. Не причиняя неприятных ощущений, не стесняя движений, они становятся своеобразными воротами, через которые поступает информация о сердечной деятельности человека.

Мы уже говорили о том, что во всех мышцах при сокращении возникают электрические потенциалы. Они очень малы, всего около десятимиллионной доли ампера при напряжении в один-два милливольты. Однако после усиления такие биопотенциалы могут привести в движение рычажок, и он вычертит кривую, отражающую последовательный ход волны возбуждения мышцы. Для сердца это будет электрокардиограмма, для других мышц — электромиограмма.

Хотя Гагарин будет находиться далеко от врачей, совершая полет на космическом корабле, электрические



Ю. А. ГАГАРИН ПЕРЕД СТАРТОМ

сигналы, переданные по телеметрическим трактам на Землю, будут характеризовать работу сердца, мышц, помогут врачам оценить состояние космонавта в полете. Кроме электрокардиограммы, у Ю. А. Гагарина регистрировались и другие показатели, в частности частота и глубина дыхания.

Но вот все датчики укреплены. Теперь космонавт натягивает на себя тонкое шерстяное белье. В нем сделаны специальные прорезы, через которые выводятся провода от датчиков.

После этого можно приступить к одеванию скафандра, который представляет собой герметический костюм, состоящий из мягкой оболочки, включающей в себя систему вентиляции, а также теплозащитного слоя, обеспечивающего сохранение тепла. Пребывание в ледяной воде, даже в течение 12 часов, не вызовет неприятных ощущений, связанных с переохлаждением, у человека, одетого в такой скафандр.

Скафандр позволяет создать вокруг тела определенное давление воздуха: тогда космонавт оказывается как бы в индивидуальной герметической кабине.

Однако сейчас в скафандре, который должен надеть Гагарин, давление не создано, и поэтому скафандр имеет вид хотя и громоздкой, но обычной одежды, за исключением шлема, который своеобразен по форме — круглый металлический шар — и имеет спереди прозрачное сферическое забрало-иллюминатор. Специальные шарниры позволяют сдвигать забрало вверх, открывая лицо. Закрывается забрало автоматически или, по желанию космонавта, вручную. Для этого достаточно потянуть за специальный шнурок.

Представим себе, что в кабине резко упало давление и жизнь космонавта в опасности. Сейчас же с характерным стуком захлопывается забрало, одновременно срабатывает специальный клапан и в скафандр поступает воздух, создавая нужное давление. Это спасает жизнь космонавта.

Много творческих усилий потребовало создание такого необычного костюма и всей его сложной автоматики: необходимо было обеспечить вентиляцию скафандра, требуемый режим давления, последовательность работы автоматических устройств. Скафандр не должен затруднять свободу движений, забрало должно создавать воз-

возможность хорошего зрительного обзора. Много сделано, однако потребуются еще значительные усилия конструкторов для того, чтобы сделать скафандр более удобным и полностью удовлетворяющим всем требованиям.

Но вернемся к одеванию Ю. А. Гагарина. Хорошо обученные помощники помогают космонавту облачиться в громоздкое одеяние. Это, оказывается, нелегко, несмотря на то, что скафандр «индивидуального пошива» и Гагарин уже не раз примерял его. Последняя манипуляция — надевание специальных ботинок. Но это проще всего. Большие, они надежно пристегиваются к скафандру. Это очень важно, так как в противном случае в момент открытия купола парашюта (если космонавту придется пользоваться этим видом приземления), когда возникают большие перегрузки, ботинки могут соскочить. Перчатки — последняя деталь снаряжения — будут надеты уже в кабине.

Много неизведанного ждет первого человека в космосе. Советские ученые сделали все возможное для того, чтобы человек вернулся из космоса целым и невредимым, полностью сохранил во время полета свое здоровье, был в течение всего полета работоспособным и успешно выполнил исследовательскую программу. Ученые стремились сократить число тех неожиданностей, с которыми может столкнуться космонавт в полете. И Гагарин знает это. Вот он в последний раз жмет руки окружающим, они пылливо заглядывают ему в глаза. Сейчас Юрий Алексеевич уйдет от них и окажется один в герметической кабине.

О чем он думает в этот момент? Конечно о том, что он должен и хочет вернуться. Уверенность в этом вселялась в него, начиная с первых дней тренировок. Она не могла не утверждаться в общении с людьми, отвечающими за подготовку полета, не расти при знакомстве с чудесной техникой, обеспечивающей взлет ракеты и выход корабля на орбиту, а также благополучное приземление. Такая уверенность росла у него изо дня в день во время планомерной и всесторонней подготовки к предстоящему полету. Эта уверенность Ю. А. Гагарина так же крепка, как настоящая дружба между всеми людьми, готовившими первый полет в космос, как вера в могущество советской науки, в гуманизм нашего строя, для которого человек дороже всего на свете.

Но значит ли это, что у Гагарина не возникало и других мыслей? Вряд ли: человек остается человеком. Что бы каждый из нас чувствовал на месте Гагарина? Наверное, все-таки подумалось бы: «Увижу ли я еще когда-нибудь этих людей». Наверное, вспыхнуло бы щемящее чувство, примешалось ко всем другим впечатлениям, увеличилось торжественность момента и желание навсегда удержать в памяти эти минуты.

История знает, что новые пути никогда не давались людям легко, путешественники в неизведанные края терпели многие лишения, гибли. Недаром весь советский народ с надеждой и беспокойством за судьбу Гагарина следил за этим полетом. Недаром в Гагарине народ всегда будет чтить первооткрывателя межпланетных просторов.

Гагарин стоит на площадке перед входом в кабину, делает жест рукой. Он совершенно спокоен, даже улыбается. Он не лишится способности шутить и через несколько минут, когда задрожит корпус ракеты, а ухо летчика реактивной авиации начнет чутко улавливать новые для него звуки сверхмощных ракетных двигателей. Но и тогда Гагарин, подчиняясь чувству юмора, на команду: «Подъем!» ответил: «Поехали!»

Это будет чуть позже, а сейчас первый космонавт устранивается в кресле кабины. Подключаются автоматы вентиляции и связи, защелкивается замок привязной системы. Последние напутствия, и люк кабины космического корабля закрыт.

Теперь космонавт — один. Однако это, конечно, не та изоляция от внешнего мира, которую испытывают будущие космонавты во время одного из этапов подготовки и которая может возникнуть, когда корабль отправится в очень далекое путешествие и общение с Землей станет трудным делом.

У Гагарина нет и не может быть чувства оторванности от людей. Все время слышит он знакомые голоса. Находящиеся снаружи уже принимают его передачи. Все они одинаково радуют, потому что радиоволны несут чуть приглушенное большим расстоянием неизменное сообщение: «Чувствую себя хорошо, полет проходит нормально».

Здесь, в кабине, Ю. А. Гагарин ощущает заботу большого коллектива людей, готовивших его полет на космо-

дроме, заботу Родины. И это радостное чувство не покидает его в течение всего полета.

При взлете Гагарин слушал все нарастающий гул большой, сложной машины, в которой он находился. Ведь он привык «слушать» те летательные аппараты, которыми управлял раньше, еще будучи летчиком-истребителем. Гул ракеты имеет много новых оттенков, но вначале он напоминает тот шум, который ощущает человек, находясь в реактивном самолете. Мощный, он как бы заполняет всю кабину, привычно лезет в уши.

Трудно сравнивать Гагарину его полеты на реактивном самолете с полетом на космическом корабле. Там был полет на крылатой машине, совершающийся со скоростью 700 км/час. А ракета двигалась со скоростью 28 000 км/час. У самолета высота подъема — полторы тысячи метров, у ракеты — триста тысяч метров.

Благополучно был перенесен восходящий участок траектории движения ракеты, когда действовали перегрузки, вибрации, когда до крайности были напряжены нервы. Несмотря на трудности, Гагарин в это время четко выполнял все задания.

Его уверенный голос слышали по радио руководители, которые следили за полетом. На экране телевизора видно было спокойное лицо летчика.

Изменения пульса и дыхания соответствовали испытываемым нагрузкам. За 30 минут до старта частота пульса Гагарина была 66 ударов в минуту. Когда истекали последние минуты перед началом полета, частота пульса повысилась до 109 ударов. Сказывалось предстартовое волнение. Когда ракета начала двигаться, частота пульса подскочила до 140—180 ударов в минуту. К концу активного участка, перед выходом на орбиту, наблюдалась некоторая нормализация пульса — 109 ударов, а через 10 минут после начала невесомости пульс был 97 ударов. Все это обычно для тех перегрузок, которые испытывал Гагарин.

В условиях невесомости первый космонавт с интересом наблюдал новые для себя ощущения.

Ощущение силы тяжести собственного тела настолько привычное чувство, что о нем, пожалуй, как об ощущении нельзя даже и говорить. Мы скорее знаем, что весим 50—70 кг, чем чувствуем их. А вот исчезновение веса сразу дает знать о себе. «Все вдруг стало делать легче, вообще

появилось ощущение необычной легкости. И руки, и ноги, и все тело стали будто совсем не моими», — рассказывал потом Гагарин. С удивлением он наблюдал это состояние, несколько странное для жителя Земли: кажется, будто «не сидишь, не лежишь, а как бы висишь в кабине».

Стоит поднять глаза, как в иллюминатор можно увидеть космос: темное, темное небо, Землю. Внизу проплывают моря, горы. Гагарина радовала сочная палитра красок нашей планеты, окутанной ореолом прозрачной голубой атмосферы. Он наблюдал, как эта нежно-голубая полоса постепенно темнеет и наконец переходит в угольно-черный цвет неба.

Умение замечать и фиксировать в своей памяти все события внешнего мира, умение наблюдать и оценивать собственные ощущения, свое состояние — очень важное и нужное качество космонавта. Для этого мало просто чувствовать, надо уметь понять, что чувствуешь, выделить главное, оценить свое восприятие, описать его, ничего не забыв. Это основывается на богатстве восприятия, требует большой внутренней культуры.

У Ю. А. Гагарина все эти качества выражены как нельзя лучше, и это очень важно. Ведь Гагарин должен помочь ученым сделать ряд выводов о влиянии факторов полета на состояние и психику человека, рассказать о характере своих двигательных реакций во время полета, о других ощущениях, специфических для состояния невесомости, о качестве работы оборудования и аппаратуры корабля. Многие из этих вопросов освещены в книге Ю. А. Гагарина «Дорога в космос».

Бегут минуты необычного полета в невесомости. Вот их уже намного больше, чем при полетах на самолетах, когда возникала кратковременная невесомость. Как чувствует себя Гагарин? Как влияет невесомость на мозг, нервную систему человека, чутко отражающих все изменения, происходящие в организме? Ведь мозг человека, его нервная система — самый сложный орган, обеспечивающий все многообразие и целесообразность взаимоотношений человека с окружающим миром.

Различные нервные окончания (рецепторы), возбуждаясь, «схватывают» отдельные свойства окружающих нас вещей, несут их в виде возбуждения — по нервам — сначала в спинной мозг, а потом в кору головного мозга. В мозгу возникают процессы возбуждения и торможения,

оживают старые следы, образуются новые связи, в результате получаемые импульсы становятся осознанными, возникают знания, мысли. От коры головного мозга сигналы по соответствующим нервам поступают к различным органам, тканям, которые являются «исполнителями поступающих распоряжений».

Вся эта колоссальная работа микроскопических механизмов, представляющих собой сложнейшие конструкции тканей, клеток, проводящих путей, синапсов,— все это приспособлено для функционирования в условиях Земли, когда действует сила тяжести, когда одна за другой сменяются многообразные красочные картины, ощущаемые и неощущаемые звуки, происходят смены дня и ночи и т. д. Многие из этих условий отсутствуют в космосе. Будет ли здесь, в новой обстановке, мозг человека работать так же полноценно, как на Земле?

В течение всего полета космического корабля «Восток-1» с его борта на Землю по определенной программе передавалась обширная медико-биологическая информация, фиксировался характер реакций человека. Люди разговаривали с космонавтом, смотрели на его изображение на телевизионном экране, следили за его движениями. В любую минуту они были готовы прийти ему на помощь, если нужно — немедленно передать необходимую команду автоматическим системам, управляющим всеми сложными механизмами космического корабля. Но этого не потребовалось.

Полет показал, что в условиях невесомости все вегетативные процессы осуществлялись нормально, мозг космонавта функционировал совершенно так же, как на Земле. Описывая свои ощущения, Юрий Алексеевич не отмечал каких-либо неприятных тягостных явлений. Ориентировка оказалась ненарушенной. Космонавт выполнял различные специальные движения. Такие движения были включены в полетное задание, чтобы выявить характер изменения двигательных реакций во время невесомости. Можно сделать вывод, что координация движений не нарушалась. Гагарин, находясь в состоянии невесомости, вел записи, переключал необходимые тумблеры, пил и ел.

Следовательно, предположение о том, что в условиях невесомости можно ожидать значительного нарушения ориентировки в пространстве, координации движений

и т. д., не подтвердились в этом полете. Однако следует учитывать, что полет продолжался всего 108 минут, а сам Гагарин — человек, обладающий высокой устойчивостью к действию факторов полета. Об этом убедительно говорят материалы, полученные при его подготовке к полету.

Вот Юрий Алексеевич смотрит на часы. Скоро корабль «Восток-1» должен начать спуск. И опять, в который уже раз, его охватывает чувство большого удовлетворения. Ведь полетное задание полностью выполнено. Самочувствие и настроение продолжают оставаться хорошими, в корабле-спутнике можно находиться и дольше. И Гагарину становится ясно, что он вместе со своим приземлением принесет людям чудесную весть: принципиальных преград в деле завоевания космоса нет.

Прошли первые месяцы после этого знаменательного события. Юрий Алексеевич чувствует себя прекрасно. Физиологи изучают его электрокардиограмму в покое и после дозированной физической нагрузки. Шаг за шагом они исследуют состояние внутренних органов, состояние нервной системы, делают различные клинические и биохимические анализы.

Первый космонавт побывал в неизведанном, испытал на себе необычные воздействия. Вот почему и через три-четыре месяца перед учеными опять один и тот же вопрос: может быть, сейчас в организме космонавта зреет какой-либо скрытый недуг?

Опять клиника, та, в которой Юрий Алексеевич обследовался перед полетом. Опять самые внимательные, придирчивые исследования. И снова, как и раньше, короткое и ясное заключение: «здоров».

Совершился первый полет человека в космическое пространство. Он навсегда войдет в историю. О нем будут писать, вспоминать люди всех эпох во всех странах мира. С чувством гордости мы можем сказать, что этот полет явился триумфом советской науки, а первым космонавтом был советский летчик, простой русский человек.

Какие же основные вопросы должны были найти свое разрешение в этом первом знаменательном космическом полете? Не касаясь ряда чисто технических проблем, задачи полета корабля, пилотируемого Гагариным, можно сформулировать применительно к человеку следующим образом:

— определить, как при одном обороте корабля-спутника вокруг Земли человек переносит факторы космического полета в течение около полутора часов;

— проверить надежность работы систем, обеспечивающих необходимые для человека условия в кабине космического корабля, проверить все средства обеспечивающие безопасность полета;

— изучить и оценить системы регистрации и контроля за состоянием здоровья космонавта;

— проверить эффективность принятой системы отбора и тренировки космонавтов.

Все эти задачи были решены.

В результате анализа медико-биологической информации, принятой с борта космического корабля, на основании рассказа Ю. А. Гагарина, на основании данных его обследования после полета можно сделать следующие выводы:

— человек вполне удовлетворительно переносит условия невесомости продолжительностью около часа, переносит перегрузки, шум, вибрацию на участках выведения и спуска. В условиях невесомости, продолжающейся около часа, полностью сохраняется работоспособность человека, координация движений и ясность его мышления;

— общее состояние космонавта Ю. А. Гагарина в течение всего полета было вполне удовлетворительным. Изменения физиологических показателей на активном участке соответствовали тем нагрузкам, которые имели место. После полета никаких изменений в состоянии здоровья Ю. А. Гагарина не выявлено;

— система жизненного обеспечения и медицинского контроля в полете функционировали нормально;

— советские ученые, инженеры и техники обеспечили возможность безопасного возвращения космонавта и посадки корабля в заданном районе.

Итак, первый полет доказал самое главное — принципиальную возможность путешествий человека в космосе, подтвердил правильность научного пути, по которому идет советская космонавтика. Но он положил только начало, открыл окно, через которое видны далекие перспективы будущих полетов в бескрайние дали вселенной.



Г. С. ТИТОВ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К ПОЛЕТУ

ДВАДЦАТИПЯТИЧАСОВОЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ

Еще недавно не было известно, как действует на организм состояние невесомости.

Замечательный полет Ю. А. Гагарина по орбите вокруг Земли впервые показал миру, что чувствует человек в условиях невесомости. Но Гагарин пробыл в космосе более полутора часов.

Как будет чувствовать себя человек в условиях длительной невесомости, осталось загадкой и после полета Гагарина.

Хорошее состояние Гагарина было своеобразной «путевкой», разрешающей более длительный полет.

И этот полет состоялся.

Двадцатипятичасовой космический полет Германа Степановича Титова превзошел самые смелые научные ожидания.

Как же он протекал? Что чувствовал Титов, пробывший целые сутки в условиях невесомости? В чем научный смысл проведенного эксперимента?

Сейчас уже можно сделать некоторые общие выводы о влиянии невесомости на организм человека.

...Затих шум работающих на участке взлета двигателей, наступает необычная тишина. Исчезают вибрации. Космонавт попадает в условия невесомости. Г. С. Титов в этот момент неожиданно чувствует, будто он перевернулся и летит вверх ногами. Но вот он быстро вспоминает, где в кабине «низ» и где «верх», и сразу же необычное ощущение исчезает.

На мгновение произошло то, о чем мы писали выше. Перестав ощущать собственный вес, человек «потерял» ориентацию в пространстве. Системы, обеспечивающие координацию движений, в условиях невесомости оказались дезориентированы. С нарушением привычного потока импульсов от вестибулярного аппарата, рецепторов кожи и других органов летчик, стоило ему ослабить зрительный контроль, потерял на мгновение способность оценивать свое положение в пространстве, но зрительные впечатления тут же «выручили» его.

Теперь представим себе космонавта в кабине космического корабля перед взлетом. Его тело имеет устойчивое положение. Необычно выглядит увеличенная ска-

фандром фигура, особенно большие, кажущиеся мало-подвижными ноги и руки. Голову покрывает гермошлем. Около губ, с обеих сторон, видны небольшие круглые аппараты, передающие речь космонавта. На руках — специальные перчатки. В таком виде Герман Титов напоминает путешественника из фантастических романов.

Кабина корабля «Восток-2», в которой он сейчас находится, по своим размерам рассчитана всего на одного человека. Мягкий свет внутренней окраски не утомляет глаза.

Кресло расположено в центре. Перед ним и над ним иллюминаторы — окна через которые можно смотреть в космос.

Но сначала опишем кресло. Оно необычно по форме, устройству и даже назначению. С виду кресло напоминает продолговатое ложе. Его опорная поверхность повторяет прилегающие части человеческого тела и выложена мягкими пластмассовыми подушками. Лежать в таком кресле удобно. Космонавт в нем сидит, лежит, спит. Но не только для этого служит кресло. На самом деле это сложный агрегат, приспособленный для многих целей. В кресле находятся аварийные запасы пищи, радио-устройства, запас кислорода, имеется вентиляция, при помощи которой воздух проталкивается через скафандр, унося с собой тепло, выделяемое организмом. В случае необходимости кресло вынесет космонавта из кабины и (наряду со скафандром) защитит его от бешеного напора встречного потока воздуха.

В кабине много сложнейшей аппаратуры: системы регулирования давления, влажности, газового состава. Они поддерживают оптимальные условия для жизни. Конструкция размещенного оборудования всесторонне обоснована в соответствии с физиолого-гигиеническими и техническими требованиями. Здесь учтено все и даже то, что человеческий организм поглощает разные количества кислорода в зависимости от характера и интенсивности выполняемой работы, в разных количествах выделяет тепло, влагу. Чисто нервное напряжение и то влияет на эти показатели.

Приборы автоматически следуют за такими изменениями, настраиваясь на новый режим работы. Они увеличивают или уменьшают температуру воздуха, его влажность. Благодаря четкой работе автоматики темпе-



НА ТРЕНИРОВКЕ

ратура воздуха в кабине космического корабля «Восток-2» при всех изменениях условий за его бортом в полете колебалась незначительно ($15-22^{\circ}\text{C}$). Относительная влажность поддерживалась в пределах $30-40\%$. Количество кислорода не опускалось ниже нормы.

Множество впечатлений ожидает космонавта в поле-

те — и обычных для него, и новых: не земное, а космическое Солнце, яркие немигающие звезды, узкий серп быстро проплывающей мимо иллюминатора Луны — все уже без того атмосферного покрывала, которое всегда смягчало яркость цветов. Новые ощущения будет вызывать и собственное тело — невесомое, необычное. А рядом — приборная доска, рычаги, тумблеры и кнопки управления кораблем, целый ряд срочных обязанностей, включенных в строгий распорядок дня. Задания направлены на выяснение научных вопросов. Все это требует большого напряжения внимания, самодисциплины, умения отвлекаться от всего лишнего, быть собранным.

Такие особенности психики, уже характерные для летчиков, получают у космонавта дальнейшее развитие.

Как только космический корабль вышел на орбиту и наступила невесомость, Титовым овладело радостное настроение. Такое психическое состояние, естественно, создает самый благоприятный фон для нормальной физиологической деятельности организма.

Бывают, правда, случаи, когда подобное «чудесное настроение» объективно не соответствует состоянию организма. Вот, например, летчик, находящийся в барокамере, где разрежение воздуха такое же, как на высоте 5000 м. Он говорит, что все прекрасно, весело смеется, шутит, но в то же время можно заметить, что губы у него заметно посинели, черты лица заострились, пульс учащается до 90—100 ударов в минуту, растет одышка. Тут налицо расхождение между истинным состоянием и настроением человека. Повышенное настроение здесь — результат действия кислородного голодания на центральную нервную систему. Это объясняется тем, что в связи с нарушениями процесса торможения в коре головного мозга начинает преобладать процесс возбуждения, снижаются аналитико-синтетические возможности мозга: нарушается самоконтроль, человек перестает сознавать опасность, все пугающее уходит на задний план, наблюдается состояние повышенного благополучия, или так называемой эйфории.

Однако состояние и настроение, испытанное Титовым при возникновении невесомости, не мешало ему четко выполнять различные требования программы, полностью сохранять работоспособность и т. д. Следовательно, Титов на протяжении всего полета испытывал эмоции

типа обычного возбуждения. Вспомним, что и Гагарин отмечал хорошее самочувствие и бодрое состояние.

Но в условиях невесомости человек должен работать. Исследование работоспособности в космическом полете было поэтому одной из важнейших задач. Сможет ли Титов выполнять сложные движения по управлению системой ориентации корабля-спутника, не нарушится ли координация движений? Сумеет ли космонавт оценивать обстановку, правильно реагировать на нее и т. д.? На эти вопросы должен был дать ответ полет Титова. Постановка их имела исключительное значение для дальнейшего освоения космоса. Но как оценить работоспособность космонавта в полете? Нужно ли предлагать специальные методы, разрабатывать особые приемы?

Ответ весьма прост. «Изучалась,— сказал профессор В. И. Яздовский на пресс-конференции, посвященной полету Г. С. Титова,— работоспособность космонавта по управлению космическим кораблем и системами, поддерживающими условия его жизнедеятельности... О состоянии работоспособности также судили по качеству радиообмена с Землей, точности выполнения полетного задания».

Работоспособность в полете изучалась в самом широком смысле этого слова. Титову были даны задания, которые позволяли широко и разносторонне выявить возможности деятельности человека в условиях невесомости. Ему приходилось вести переговоры с Землей, выполнять простые двигательные операции, осуществлять управление системой ориентации корабля, требующее сложных координированных движений, вести записи. О характере некоторых операций, выполнявшихся космонавтом, на Земле узнавали сейчас же по трактам телеметрии, о других — информацию копили специальные приборы на борту корабля, о некоторых — можно было судить, анализируя наблюдаемые с Земли действия космонавта.

Вот Титов передает сообщение на Землю. Через минуту он приступает к выполнению очередного задания. Вот оно выполнено. Беглый привычный взгляд на стрелку часов, теперь летчик берет журнал, и на бумаге появляется нужная запись. Проходит некоторое время, и космонавт принимается за новое задание. И так строго по графику в привычном (много раз повторявшемся еще во время тренировок) деловом ритме.

Титов в полете непосредственно осуществлял такую ответственную деятельность, требующую большого внимания, как контроль за работой аппаратуры, которая обеспечивает нормальную жизнедеятельность.

Умные автоматы сами поддерживают в кабине нужные условия. Если случится что-либо неожиданное, зажигается специальная лампочка сигнального табло.

Если отклонения от нормы носят угрожающий характер, то кроме лампочки включится звуковой сигнал, сразу привлекающий внимание космонавта. Это позволяет выиграть время, предупредить аварийное состояние. Приборы показывают величину влажности, температуру, газовый состав воздуха в кабине и т. д. В определенном порядке космонавт смотрит, как изменяются показания приборов.

Ручное управление кораблем Титов проверял дважды: в начале полета, спустя примерно час после пребывания в условиях невесомости, и затем — на седьмом витке.

Вот космонавт отключает автоматическое управление системой ориентации и включает ручное. Не думайте, что с этого момента вся жизнь корабля зависит от летчика. Это не так. Спутник продолжает двигаться, как и прежде: с той же скоростью и по той же орбите. Зато человек может теперь наклонить спутник вправо, влево, положить набок, перевернуть, иначе говоря — по-разному ориентировать корабль по отношению к Земле.

А это очень важно. От того, как ориентирован корабль в момент, когда подана команда на спуск, зависит судьба спутника и космонавта: несколько неправильных движений руки, и корабль, вместо того чтобы начать снижаться, может навсегда улететь в межзвездное пространство...

Правую руку космонавт кладет на удобную ручку, делает небольшое движение. И корабль наклоняется, еще одно минимальное усилие в том же направлении — крен увеличивается.

Неотрывно смотрит Титов на голубой глаз специального прибора. Правильно ли отреагировал корабль на серию его небольших и разнообразных движений? Принял ли он нужное положение? Да, принял. Летчик, продолжающий действовать рычагом, испытывает большое удовлетворение.

Характеризуя деятельность Титова в условиях невесомости на основе полученных данных, профессор В. И. Яздовский на той же конференции подчеркнул: «Несмотря на большую сложность полета и полетного задания, на всем протяжении его, работоспособность Германа Степановича Титова сохранялась на достаточно высоком уровне».

Однако следует отметить, что хорошая работоспособность может сохраниться иногда и при общем плохом состоянии. При особом напряжении и чувстве ответственности больной или усталый человек способен тем не менее проявить образцы высокого качества труда. Воля, сознание долга подчиняет себе действия человека, находящегося даже в состоянии смертельной опасности!

Однако в данном случае было бы неправильно утверждать, что в полете, за которым следил весь мир, деятельность Титова определялась такой именно мобилизацией всех физических и моральных сил. Сопоставление и точный анализ всех данных позволяют определенно и безоговорочно заявить: чрезмерного напряжения или болезненного состояния у космонавта не было. Изменения его физиологических функций прямо зависели от переносимых нагрузок, его состояние находилось в полном соответствии с обстановкой и условиями полета.

Отсутствие чрезмерного, болезненного напряжения подтверждается не только тем, что Титов в различные моменты полета неуклонно действовал в соответствии с программой, но также послеполетным состоянием и поведением летчика. Сам космонавт сообщал, что чувствовал себя во все время полета вполне удовлетворительно и управлять кораблем ему было нетрудно. «Все можно делать в полете,— говорил Титов,— и писать, и читать, и, наверное, можно было бы и рисовать».

Таков общий обнадеживающий смысл научных материалов, полученных в полете Г. С. Титова.

Правда, описывая движения в условиях невесомости, мы говорили о реакциях космонавта, имевшего устойчивое исходное положение. Человеку же, свободно плавающему в кабине, будет труднее, очевидно, ему придется учиться перемещаться и удерживаться в устойчивом положении. Однако, в принципе, это преодолимо.

Самое отрицательное, с чем встретился Титов в полете,— это возникновение у него неприятных ощущений,

связанных с вестибулярными расстройствами. По-видимому, они результат необычной импульсации, поступающей в центральную нервную систему из вестибулярного аппарата. Как уже отмечалось, в условиях Земли именно отсюда поступают сигналы о положении тела в пространстве. В невесомости нормальная функция вестибулярного аппарата нарушается, что, по-видимому, и вызывает различные нервнорефлекторные реакции и неприятные ощущения.

Если принять исходную собранную позу и перестать делать резкие движения, такие ощущения исчезают. У космонавта их не было и во время сна, когда мозг человека находится в заторможенном состоянии.

Эти неприятные ощущения, вызванные изменениями со стороны вестибулярного аппарата космонавта, заставили ученых поставить ряд новых задач для дальнейшего исследования состояния человека в условиях невесомости. Обеспечение вполне благополучного состояния человека в полете — к этому прежде всего стремятся советские ученые. Как ни совершенна автоматика, она не заменит человека: только люди смогут покорить космос. Поэтому наука должна продолжать изучение и создание всех необходимых условий, при которых стало бы возможным последовательное увеличение длительности полетов человека в космическое пространство.

Как известно, в течение полета Г. С. Титова впервые была осуществлена возможность изучения особенностей суточного цикла жизни человека в условиях космического корабля.

По программе обедать полагалось на третьем витке, но есть космонавту в это время не хотелось. По-видимому, сказывалось возбуждение, когда не замечаешь желания есть. Возможно, что в отсутствии аппетита были повинны неприятные ощущения, связанные с вестибулярным аппаратом. Однако программа есть программа. Титов открывает контейнер с пищей. Здесь укреплены специальные тубы. По внешнему виду они похожи на трубочки с зубной пастой или кремом, но больше их в 4—5 раз. Космонавт вынимает один из таких тубиков. Он красиво оформлен, приятен на ощупь, но «ничего не весит».

До полетов в космос собак и специальных исследований на самолетах вызывало опасения, не будет ли расстраиваться в условиях невесомости акт глотания. Ведь

глотание обеспечивается сокращением сразу многих мышц (языка, мягкого неба, щек, глотки). Все они должны действовать в определенной последовательности и вместе с тем строго координированно. Известно, что при некоторых заболеваниях акт глотания страдает: мышцы, обеспечивающие его, теряют нужный ритм, пища попадает в нос, в дыхательные пути. Оказалось, что акт глотания в состоянии невесомости возможен, все мышцы, обеспечивающие его, работают нормально. Это же подтвердилось и при полете Ю. А. Гагарина, который также в установленное программой время ел и пил в полете. Только после такого подтверждения оказалось возможным послать человека в космос на целые сутки.

Вот Титов, мягко нажимая на конец тубы, выдавливает на язык полужидкую массу высококалорийного супа-пюре. Делает глоток — никаких затруднений. Более вязкая смесь — не совсем обычный печеночный паштет — также свободно проглатывается. Наконец, третье блюдо — приятная кисло-сладкая жидкость — завершает первый космический обед. Был здесь и специально приготовленный хлеб, небольшие куски которого, завернутые в целофановые мешочки, почти не черствеют. Если космонавт захочет пить — к его услугам вода. Необходимо только взять в рот мундштук и затем надавить на рычажок. Вода в резервуаре находится под небольшим давлением и, несмотря на невесомость, льется сама. Когда напьешься, нужно вовремя перекрыть ее, чтобы вылившаяся и собравшаяся в шарики жидкость не попала в кабину, что недопустимо.

В намеченное программой время Г. С. Титов уснул. Чтобы не мешать космонавту, специальные радиостанции прекратили передачи. В кабине стало тихо и полутемно, на экране телевизора было видно неподвижное лицо космонавта с закрытыми глазами.

В это время ученые особенно тщательно следили за состоянием организма космонавта. Сидя перед аппаратурой, передающей различные данные на телеметрические тракты, они видели радиолуч, доносящий сигналы до Земли, напряженно всматривались в записи пульса, дыхания, электрокардиограмму.

Когда космонавт проснулся, он совершил туалет, передав на Землю первое после отдыха сообщение, приступил к физзарядке. После отдыха и зарядки Титов почув-

ствовал себя более бодрым, готовым к предстоящим испытаниям — ведь впереди было еще пять витков вокруг Земли.

Но вот подана команда на спуск. Корабль правильно сориентирован. Заработал ракетный двигатель, постепенно все нарастая возникло замедление скорости. Спутник пошел на снижение. Во время входа корабля в плотные слои атмосферы Титов старался подробнее проследить за тем, что делалось снаружи. Он видел в иллюминатор, как нежно-розовый свет, окружавший корабль, все более сгущался, стал алым, пурпурным и наконец превратился в багровый. Температура в кабине в это время была нормальной, а кругом бушевал огонь. Корабль летел как бы в клубке высоких температур. Даже жаропрочные стекла иллюминаторов начали желтеть. Было «красиво и жутковато», пишет Г. С. Титов, ведь всего несколько сантиметров специального стекла отделяло человека от губительного действия сил трения, порождающих бушующий вокруг огонь.

Сколько нужно самообладания, чтобы, зная все опасности спуска корабля, не проявить ни малейшей растерянности, не дать страху овладеть собой.

На человека при спуске действуют сильные и разнонаправленные перегрузки. Корабль спускается все ниже и ниже. Вот он уже летит над территорией советской страны, мелькают очертания знакомых рек, большие колхозные поля.

Окончание полета, когда космический корабль двигался в плотных слоях атмосферы и на космонавта снова действовали перегрузки, и процесс приземления, потребовавший значительного напряжения воли и физических сил, — все было перенесено Титовым хорошо.

Двадцатипятичасовой космический полет был успешно завершен — корабль приземлился точно в заданном районе.

* * *

Космические полеты Гагарина и Титова — свидетельство могущества нашего строя, создавшего самую передовую в мире науку, яркое доказательство плодотворности труда людей, строящих коммунизм.

Советское правительство ничего не жалело для создания техники, которая гарантировала бы безопасность космических полетов, для наилучшей подготовки

космонавтов. Страна дружно снаряжала первых космонавтов в необычный путь, все понимали его необходимость и огромное значение. Слава ждала первых космонавтов.

Гагарин и Титов — герои новой эпохи, которая отмечает на пути великих завоеваний многие тяжелые и ненужные помехи прошлого.

Конечно, Гагарину и Титову было легче, чем отважному русскому крестьянину Крякутному, поднявшемуся в небо на примитивном воздушном шаре, чем одному из первых наших теоретиков в области реактивных двигателей Кибальчичу, чем Циолковскому, боровшимся в условиях дореволюционной России за идею завоевания космоса. Безызвестность, травлю, лишения во имя дела испытывали эти энтузиасты идеи завоевания космоса.

...Вот Юрий Алексеевич Гагарин стоит в лифте, готовом поднять его на борт космического корабля. В мудром устройстве корабля предусмотрено возвращение человека на Землю даже в том случае, если он потеряет сознание.

Однако Гагарин готов был встретить любые трудности, несмотря на то, что еще ни один человек не летал до него в космос и никто не знал, как весь комплекс факторов космического полета влияет на организм человека.

То же самое пережил и Титов. Задание, которое предстояло ему выполнить, с одной стороны, было облегчено примером Гагарина, а с другой, являлось более тяжелым испытанием из-за большой продолжительности полета, которая делала полет Титова качественно новой ступенью в деле завоевания космоса.

Сколько раз на любом этапе отбора, подготовки, наконец, перед самым полетом и Гагарин и Титов могли отказаться от полета. Но они этого не сделали. С большим упорством советские летчики проходили один за другим разные виды утомительной и зачастую тяжелой подготовки. И глядя на них, можно было прежде всего вынести впечатление, что эти люди безраздельно готовы отдать себя идее освоения космоса, одержимы страстным желанием стать космонавтами.

После запуска советских искусственных спутников Земли в разные учреждения начали приходить многочисленные письма от людей различных профессий, выражавших страстное желание полететь в космос. Напомним, что тогда еще было совершенно неизвестно, что

ждет человека на космических высотах. Эти люди самоотверженно предлагали свою жизнь науке, стремясь быть сопричастными большому новому делу.

Вот одно из таких писем:

«Читаю всю литературу, касающуюся космических полетов, по возможности познакомился с технической стороной таких полетов, слежу в этом плане за всеми достижениями науки. Мое страстное желание — действительно участвовать в завоевании космоса. Я согласен на все, мне не надо ни славы, ни признания, я пойду на любой, самый рискованный эксперимент». И таких писем — страстных, убедительных — многие тысячи. Они свидетельствуют о массовости героических стремлений в нашем народе, и это не удивляет, а кажется обычным делом.

Гагарина и Титова многие считают счастливыми и смотрят на них с хорошей завистью, думая: «И я бы, может быть, мог так же, как они очутиться в космосе». Этим людям надо сказать, что Юрий Алексеевич Гагарин и Герман Степанович Титов не только счастливы, на которых пал выбор, но и люди, много потрудившиеся для того, чтобы их мечта стало явью.

Романтика — заманчивая, красивая даль! Но вот она начинает становиться реальностью, и сразу возникают трудные будни. Ранний подъем, учеба, точное выполнение всех инструкций, направленных на воспитание и тренировку многих качеств, испытания выносливости организма ко многим сильным и необычным воздействиям. Участие в ответственных экспериментах, физическая подготовка, много серьезной и напряженной работы по теоретическим вопросам, безупречная дисциплина во всем — таковы были будни Гагарина, Титова и других космонавтов. И каждый час, каждая минута — это не столько приятное дело, не столько риск и романтика, сколько организованность в мелочах и, главное, упорный труд.

Таковы первые представители новой профессии космонавтов.

Нельзя не сказать о том жизнелюбии и оптимизме, о том полном духовном здоровье — следствии правильного воспитания, — которые проявлены нашими героями-космонавтами и характерны для всего молодого поколения советских людей. Все это качества человека, выросшего в стране социализма.

Смотришь на Гагарина и Титова и отчетливо понимаешь, что слава не может испортить таких людей. Они такие же, как тысячи и тысячи простых советских людей. И мы любим в них эту простоту, скромность, товарищескую чуткость. Мы знаем, что как бы ни совершенствовалось их умение держаться на людях, они всегда будут чувствовать смущение от мысли, что о них столько говорят и думают.

И всегда наши герои-космонавты будут помнить: их подвиг стал возможен только благодаря советской науке, современной технике, создавших умную, послушную воле человека ракету-чудо, что их слава неразрывно связана с триумфом и славой советской науки.

Хорошо об этом сказал Гагарин: «Мне хотелось сесть и написать, что дело вовсе не во мне одном, что десятки тысяч ученых, специалистов и рабочих готовили этот полет, который мог осуществить каждый из моих товарищей космонавтов».

Наша книга подошла к концу. Остается сказать немного. Всем энтузиастам космонавтики хочется напомнить, что с полетов Гагарина и Титова дело завоевания космоса еще только начинается.

Очевидно, что дальше, по мере усовершенствования техники, с появлением многоместных космических кораблей, усложнением научных заданий участниками «звездных» рейсов, кроме летчиков, будут и люди иных профессий, высококвалифицированные представители различных областей знаний, имеющие склонность к научной работе и опыт в проведении исследований. Благодаря успехам техники, по-видимому, будут снижены действия неблагоприятных факторов полета, действие их на организм станет меньшим. Возрастут наши знания о специфике космических полетов. Все это даст возможность многим энтузиастам реализовать свои мечты о личном участии в завоевании космоса. В этом большом деле будут участвовать еще многие достойные сыновья и дочери нашей Родины. Славное племя Гагариных и Титовых увеличится.

СОДЕРЖАНИЕ

ОТ РЕДАКТОРА	3
ВВЕДЕНИЕ	5
ПОДГОТОВКА	13
ОТБОР СОБАК	13
СОДЕРЖАНИЕ ПОДОПЫТНЫХ СОБАК	15
ПОВЕДЕНИЕ СОБАК	18
ОДЕЖДА СОБАК	26
ТРЕНИРОВКИ	30
АВТОМАТ КОРМЛЕНИЯ	41
РЕГИСТРАЦИЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ	46
ТРЕНИРОВКА ЖИВОТНЫХ К ПЕРЕГРУЗКАМ	58
ВИБРАЦИИ И ШУМ	66
ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОДОПЫТНЫХ ЖИВОТНЫХ	69
ОСОБЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ	75
КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ	81
СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ СОБАК	87
ПОЛЕТЫ	92
ПУТЕШЕСТВИЕ НА РАКЕТЕ	92
ЕЩЕ РАКЕТНЫЕ ПАССАЖИРЫ	98
ПЕРВЫЙ «КОСМОНАВТ»	109
ОНИ ВЕРНУЛИСЬ	115
ПОЛЕТЫ ЧЕЛОВЕКА	123
ВОПРОСЫ ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ	123
РЕЗЕРВНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	127
ПЕРЕГРУЗКИ	133
ОСТРОВOK ВО ВСЕЛЕННОЙ	138
В СУРДОКАМЕРЕ	144
ГИПОКСИЯ	156
СПОРТИВНЫЕ ТРЕНИРОВКИ	166
ПУТЬ В КОСМОС ОТКРЫТ	174
ДВАДЦАТИПЯТИЧАСОВОЙ КОСМИЧЕСКИЙ ПОЛЕТ	185

*Мария Александровна Герд
Николай Николаевич Гуровский*

**Первые космонавты
и первые разведчики космоса**

*Утверждено к печати
Редколлегией научно-популярной литературы
Академии наук СССР*

Редактор издательства *Н. В. Яшкова*
Технический редактор *А. П. Гусева*
Художник *Н. А. Савенко*

РИСО АН СССР № 1-127В. Сдано в набор 25/XII 1961 г.

Подписано к печати 11/IV 1962 г. Формат 84×108^{1/32}

6,25 печ. л. + 1 вкладка=10,66 усл. печ. л. 10,6 (10,3 + 0,3 вкл.) уч. издат.

Гираж 50000 экз. Т-04456. Изд. № 415. Тип. зак. № 2716

Цена 34 к.

Издательство Академии наук СССР,
Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21

2-я типография Издательства АН СССР.
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10

34 коп.

Издательство Академии наук СССР