

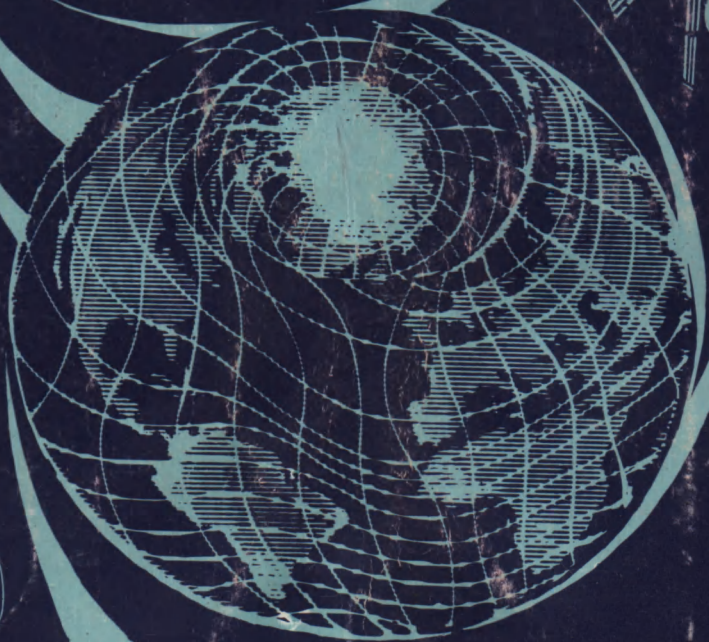
629.78

Г955

КОСМИЧЕСКИЕ ПУТЕШЕСТВИЯ

Н. Н. ГУРОВСКИЙ, Ф. П. КОСМОЛИНСКИЙ, Л. Н. МЕЛЬНИКОВ

НАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
естественнонаучный факультет



УВАЖАЕМЫЙ ТОВАРИЩ!

После просмотра источника информации (книги, журналы и т. д.) зачеркните очередную цифру.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16		
17	18	19	20	21	22	23		
24	25	26	27	28	29	30		

Заказ 11345

161718p -

ЗНАНИЕ

629.78
Г 955

НАРОДНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
естественнонаучный факультет
Издаётся с 196 г.

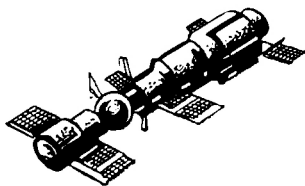
Н. Н. ГУРОВСКИЙ
Ф. П. КОСМОЛИНСКИЙ
А. Н. МЕЛЬНИКОВ

доктор медицинских наук

кандидат медицинских наук

кандидат искусствоведения

КОСМИЧЕСКИЕ ПУТЕШЕСТВИЯ



НТБ
НИИ Приборостроения

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ЗНАНИЕ“
Москва 1989

629.48

ББК 28.089

Г 95

ГУРОВСКИЙ Николай Николаевич — действительный член Международной академии астронавтики, доктор медицинских наук, лауреат Государственной премии СССР, помощник директора Института медико-биологических проблем МЗ СССР по научной работе. Автор более 150 научных, 80 научно-популярных работ, 6 монографий по проблемам авиационной и космической медицины, опубликованных в СССР и за рубежом.

КОСМОЛИНСКИЙ Федор Петрович — действительный член Общества психологов СССР, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник. Автор 350 научных, 200 научно-популярных работ, 9 монографий по проблемам психофизиологии труда, авиационной и космической медицины.

МЕЛЬНИКОВ Лев Николаевич — кандидат искусствоведения, член Союза художников СССР. Старший научный сотрудник ВНИИ технической эстетики. Автор более 100 научных и научно-популярных работ по проблемам технической эстетики, космического дизайна и эргономики.

Рецензенты: **К а с ь я н И. И.** — доктор медицинских наук;
Б и р ю к о в Б. В. — доктор философских наук.

Редактор: **ФЕОКТИСТОВА Н. И.**

Гуровский Н. Н., Космолинский Ф. П., Мельников Л. Н.

Г 95 Космические путешествия. — М.: Знание, 1989. — 192 с. — (Нар. ун-т. Естественнонаучный фак.). — ISBN 5-07-000100-0.

60 к.

65 000 экз.

Человек всегда мечтал о полете к звездам. Сегодня все мы являемся свидетелями огромных успехов космонавтики. Однако каждый полет на околоземную орбиту — всегда строгий экзамен для организма человека. В брошюре рассказывается об особенностях трудовой деятельности и жизни в условиях невесомости, способах повышения устойчивости организма к различным факторам космического полета. Большое внимание авторы уделяют физической тренировке космонавтов, вопросам инженерной психологии.

Книга адресована слушателям народных университетов естественных наук и широкой читательской аудитории.

Г 3500000000—103 37—89
073(02)—89

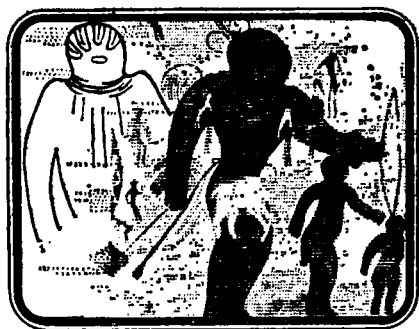
ББК 28.089

ISBN 5-07-000100-0

© Издательство «Знание», 1989 г.

ГЛАВА

1



ПОЛЕТЫ НА «НЕБО»: ОТ МЕЧТЫ К РЕАЛЬНОСТИ

Полет царя Этана. От Цицерона до Жюль Верна.
Бурный взлет космонавтики. Истоки космической
биомедицины

Легенды о полете на небеса принадлежат к числу древнейших. Сказки, мифы, предания, посвященные этой теме, встречаются практически у всех народов Земли.

Пожалуй, наиболее древнее и одновременно самое удивительное упоминание о небесном путешествии мы находим в клинописных табличках. Это ассиро-вавилонский миф. В нем рассказывается о царе Этане, жившем за 20 веков до н. э., который совершил полет на небо, причем Земля представилась ему маленькой, как «хлеб в корзине», а затем исчезла вовсе. Что это — необузданная фантазия древних, гениальное прозрение или воспоминание о чем-то, бывшем на самом деле?

Позже было создано предание о Дедале и Икаре (Древняя Греция), которое относится к X веку до н. э. Искусный изобретатель Дедал, для того чтобы улететь из неволи с острова Крит, сделал себе и своему сыну Икару по паре крыльев из птичьих перьев, скрепив их воском. На них Дедал с сыном улетел с острова. Однако Икар поднялся на этих крыльях слишком высоко, солнце растопило воск, и юноша упал в море. Дедал же успешно прилетел на Сицилию.

До нас дошла легенда о полете Александра Македонского (356—323 до н.э.) на небо с помощью дресси-

рованных птиц. Прилетев обратно, Александр якобы сказал, что на полеты в небо существует запрет.

Далее мы находим упоминания о полетах уже не в народных мифах и сказках, а в произведениях античной литературы: у философа Цицерона и сатирика Лукиана. Полеты, о которых повествуется в их сочинениях, совершаются с помощью дрессированных птиц или искусственных крыльев либо происходят на корабле, уносимом вверх бурей, во сне и пр. Несмотря на наивность этих описаний, примечательно то, что возможность полета за пределы Земли интересует писателей древности, а полеты в космос становятся постоянным литературным сюжетом.

Общезвестны также христианские легенды о многочисленных вознесениях на небо библейских персонажей — различных пророков и святых: от Моисея до Иисуса Христа. Из библейских легенд известно, что пророки Енох, Илья, Ездра и Иеремия живыми вознеслись на небо. Якобы возносился на небо и вернулся на Землю апостол Павел. Библейские легенды также относятся к древнейшим, хотя были записаны и оформлены в виде Библии в первых веках нашей эры.

Фантазии древних авторов, естественно, соответствовали своему времени, отсюда и технически незамысловатые способы попасть на небо. Но здесь важна не практическая реализация полета, к которой человечество будет идти еще очень долго, а сам факт возникновения идеи полета. Все это вполне согласуется с диалектикой процесса познания, когда впереди знания идет, по образному выражению К. Э. Циолковского, «мысль, фантазия, сказка».

Но мысль человеческая не остановилась только на идее, а продолжала упорно работать дальше. В значительно более позднее время, начиная с XVI века и далее, мы находим своего рода первые проекты полетов на Луну, Марс и другие планеты Солнечной системы, а также теоретические расчеты, касающиеся законов движения в космосе.

Список «проектов» открывает малоизвестный бельгийский писатель Ж. Бови, который в 1591 году дал описание и чертежи составных ступеней ракет. Какая смелая мысль для своего времени! Первый в мире проект на эту тему — и такая верная идея!

Далее список продолжает забияка и драчун, легко-

мысленный гуляка Сирано де Бержерак, который, кажется, теперь прочно прописался в истории космонавтики. Почему? Да потому, что Сирано в своей книге «Тот свет, или Государства и империи Луны» (закончена в 1650 году) предложил отправиться на Луну в машине, движение которой осуществляется с помощью шести рядов ракет по шести в каждом ряду. Из описания следует, что ракеты зажигались последовательно, т. е. это была своего рода многоступенчатая ракетная система. «Ракеты,— читаем мы в романе,— были укреплены крючками, сдерживающими каждую полдюжину, и пламя, поглотив один ряд ракет, перебрасывалось на следующий ряд, и затем еще на следующий, и т. д. ...»

Нужно отдать должное писателю — он предвосхитил идею полета с помощью реактивного двигателя, которая оказалась наиболее ценной для развития космонавтики. Поэтому ни одна книга по истории космонавтики не обходится без упоминания имени этого писателя.

Особняком в ряду «первых разведчиков космоса» стоит великий И. Ньютон. Его классические труды по механике (в том числе небесной) не требуют комментариев, а вот факт, относящийся к одной задаче из небесной механики, малоизвестен. В 1687 году в своей книге «Математические принципы натуральной философии» он дал решение задачи о пушечном ядре, которое при некотором данном ему ускорении стало бы обращаться вокруг Земли (по сути дела, это первый в мире проект искусственного спутника Земли), а при увеличении скорости даже улетело бы в мировое пространство. Точное количественное решение — подход в принципе новый в литературе того времени. Гений Ньютона и здесь проявился во всем своем блеске. Нет нужды говорить, что эти сведения для своего времени были слишком преждевременные и не нашли развития.

За Ньютоном можно упомянуть писателя Дж. Свифта, который в своем знаменитом романе «Путешествия Лемюэля Гулливера», вышедшем в 1726 году, описал летающий остров Лапуту, паривший над Землей, своего рода управляемый космический корабль, созданный фантазией писателя.

В XIX веке появляется целая плеяда ученых и романистов, пишущих о полетах в космос. Самый знаменитый из них — Жюль Верн, давший много технических пророчеств,— в отношении космонавтики оказал

ся не столь прозорлив. Несмотря на то, что, как мы помним, уже Сирано де Бержерак двумя веками раньше (а Ж. Бови даже за три века до этого) предлагал для полетов ракеты, Жюль Верн как будто бы не осмелился обратиться к этому способу передвижения и посылает своих героев на Луну из огромной пушки (романы «Из пушки на Луну» и «Вокруг Луны»), что для его времени было уже запоздалой и наивной идеей.

На ту же тему — посылки людей в космос — появляются романы польского писателя Ю. Жулавского («На серебряном шаре», «Искупитель»), француза де Графиньи. Последний предложил в романе «Путешествия русского ученого» использовать для космического полета давление света, идею уже известную к тому времени из физики.

Напряженные поиски человеческой мысли в форме романов или расчетов, чертежей или рисунков в конце концов приводят к необходимости эксперимента. Такая потребность чувствуется уже в конце XIX века. Общество созрело для практического дела.

Начало XX века знаменуется уже широким экспериментаторством. К этому времени стало ясно, что средством передвижения за пределами атмосферы Земли может быть только ракета. Об этом в 1903 году сообщил научному сообществу наш великий соотечественник К. Э. Циолковский.

С появлением работ К. Э. Циолковского космонавтика из эмпирии превратилась в подлинную науку. Циолковский создал целое учение о будущем земной цивилизации, о ее превращении в цивилизацию космическую. Он разработал теорию ракеты, писал по вопросам астрономии, техники, биологии, социологии, морали, этики, связанным с широким завоеванием человечеством космоса вплоть до заселения Млечного Пути. Ученый выдвинул такие идеи и дал такие технические прогнозы и проекты, которые могут служить программой на многие века развития человечества.

Эта книга о космонавтике вообще и более всего о такой важной ее части, как космическая биомедицина, объединяющая теперь громадное количество разделов, посвященных человеку, проникающему в космос. Как истоки теоретической космонавтики в целом, так и корни космической биомедицины мы можем проследить еще с начала научно-технического прогресса, начавшегося

в Европе и Америке в период мануфактурного производства, т. е. с XVI по XVIII век. Компас (навигация), порох (баллистика) и книгопечатание (информация) послужили быстрому сближению науки и техники и их быстрому развитию.

В XVIII веке уже возникает воздухоплавание. В России, например, попытка подъема на большом шаре, наполненном дымом, относится к 1731 году. Воздухоплавание послужило толчком к развитию высотной физиологии, в дальнейшем развившейся в важнейшую часть авиационной медицины. Появление подводных лодок породило проблему жизнеобеспечения экипажей в замкнутом ограниченном пространстве, ставшем в дальнейшем одним из основных направлений космической биомедицины.

Начало теоретической космонавтики и космической биомедицины положено классическим исследованием К. Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами». Да, Константин Эдуардович открыл первые страницы новой науки задолго до возникновения практической космонавтики!

К. Э. Циолковский начал свои исследования в этой области еще в 1883 году. Наряду с космическими проблемами (например, изучение принципов движения ракет в космическом вакууме) его интересовали и проблемы общей биологии, специальной физиологии и социологии. Так, в 1887 году в научно-фантастической повести «На Луне» Циолковский описал переживания землян во время путешествия по Луне. Теперь, когда люди действительно высаживались на естественный спутник Земли, эта фантастическая повесть поражает своим необычайно точным описанием психофизиологического состояния человека в тех условиях. А ведь до Циолковского уже многие писатели «побывали» вместе со своими героями на Луне или в окололунном пространстве. Вспомним хотя бы такие книги, как «Человек на Луне» (1638) Ф. Годвина, упоминавшийся уже трактат Сирано де Бержерака «Тот свет, или Государства и империи Луны» (1650), а также романы Жюль Верна («С Земли на Луну» и «Вокруг Луны»), и наконец, повесть Святоплука Чеха «Правдивое описание путешествия пана Броучека на Луну» (1886). Но ни одному из авторов этих книг не удалось так увидеть

и почувствовать Луну через переживания и ощущения человека, как это сделал Циолковский.

В другой научно-фантастической повести «Грезы о Земле и небе», опубликованной в 1895 году, наряду с рассмотрением возможности создания искусственного спутника Земли Циолковский подробно описывает состояние невесомости человека в космическом полете. В своих мыслях Константин Эдуардович уже совершил космический полет, почувствовал многие его особенности. Ни один фантаст, в том числе и великий Жюль Верн, не достигал такого ощущения реальности в воображаемой ситуации полета человека в космос.

Из сказанного ясно, что космический век начался задолго до вывода 4 октября 1957 года первого искусственного спутника Земли. Это был праздничный день космонавтики, а ее будни имеют длительную научную и технологическую предысторию. Первые космические автоматические летательные аппараты советского и американского производства, как и первые полеты космических кораблей, были подготовлены несколькими десятилетиями работы ученых и инженеров ряда передовых в экономическом отношении стран.

Приоритет во многих областях теоретической космонавтики принадлежит К. Э. Циолковскому (конец XIX — начало XX в.). Вслед за ним успешные работы проводят ученые Америки, Германии, Франции. В 1909 году американский ученый Р. Годдард приступил к исследованиям в области ракетодинамики. В 1912 году он провел испытание твердотопливной ракеты, а в 1926 году впервые в мире произвел запуск ракеты с жидкостным ракетным двигателем. Чтобы доказать, что ракета может функционировать в безвоздушном пространстве, она была помещена внутри вакуумированного стеклянного резервуара, чем практически было подтверждено положение Циолковского о том, что тяга (движение) ракеты создается истечением газа из сопла ракеты. Следовательно, окончательно отвергалось широко распространенное в то время мнение, что ракета якобы может работать только в атмосфере, где тяга создается в результате отталкивания истекающих газов от воздуха. Кстати, у Циолковского по этому поводу никогда не возникало сомнений. Заметим также, что применение ракет (например, пороховых, т. е.

с твердым топливом) имеет многовековую историю, но все они применялись для полета в воздухе. Даже предложения Н. Кибальчича (1881 г.) о применении ракетного летательного аппарата также не выходило за рамки полетов в воздухе. Лишь Циолковский впервые разработал теорию полета ракетных аппаратов в космическом пространстве, основанную на третьем законе Ньютона, согласно которому для каждого действия (истечение газа из ракеты) имеется равное и противоположное по направлению воздействие (отдача или тяга). Воздух же может только тормозить движение ракеты. Еще в 1903 году он предложил известную «формулу Циолковского», обосновывающую возможность отрыва космического аппарата (ракеты) от Земли.

К началу тридцатых годов группа исследователей в Германии (Г. Оберт, И. Винклер, Р. Небель, К. Ридель и др.), которая в 1927 году основала Общество межпланетных сообщений, вплотную подошла к испытаниям ракет на жидком топливе. 23 июля 1930 года они вместе с фон Брауном и Р. Энгелем запустили ракету на жидком топливе. Однако по ряду причин, в том числе и из-за неудач при запусках, к 1934 году эти исследования прекратились, а Общество межпланетных сообщений распалось. Основатель этого Общества И. Винклер занимался проблемами ракетной техники с 1925 года, он же был редактором журнала «Ракета», издававшегося Обществом. Созданная им и его помощниками крупная (для того времени) ракета длиной 1,9 м, однако, потерпела аварию при испытании 6 октября 1932 года, и разочарованный в этой работе Винклер прекратил дальнейшие исследования в этой области космонавтики.

В первые же годы становления Советской власти внимание научной общественности и Советского правительства было обращено на работы Циолковского: в 1918 году он избирается членом Социалистической академии, в 1919 году — почетным членом Общества любителей миропведения, в 1921 году ученому устанавливается персональная пожизненная пенсия. Не случайно, что именно в 1921 году была создана первая советская ракетная научно-исследовательская и опытно-конструкторская организация — газодинамическая лаборатория.

Под влиянием Циолковского огромную работу по популяризации идей межпланетных сообщений с 1924 года проводил ленинградский профессор Н. А. Рынин (1877—1942). В 1928 году он выпустил книгу «Космические корабли в фантазиях романистов», а в 1929 году — книгу «Теория ракетного движения». В эти же годы Н. А. Рынин издает первые тома космической энциклопедии «Межпланетные сообщения».

Другой последователь Циолковского инженер Ф. А. Цандер организует при Центральном совете Осоавиахима секцию реактивных двигателей.

А с 1931 года в Москве и с 1932 года в Ленинграде группы инженеров, настоящих энтузиастов космонавтики, начинают работать над созданием первых ракет. 17 августа 1933 года московской Группой изучения реактивного движения (ГИРД) была успешно запущена ракета ГИРД-09, работавшая на топливе жидкий кислород — отвержденный бензин. Ракета достигла высоты около 400 м. 25 ноября 1933 года был осуществлен пуск ракеты ГИРД-X, в которой использовано топливо жидкий кислород + этиловый спирт. В 1934 году была запущена ракета Р-6 инженера И. А. Меркулова. Она поднялась на высоту 80 м. С 1936 года под руководством С. П. Королева шла разработка крылатых ракет. В феврале 1938 года Королев совместно с Щетинковым выдвинул идею создания истребителя-перехватчика с жидкостно-реактивным двигателем (ЖРД). Королев готовился совершить первые полеты с работающим ЖРД на ракетоплане РП-318-1, однако в июле 1938 года после аварии на стенде крылатой ракеты отработка ракетоплана задержалась.

Н. И. Тихомиров, С. П. Королев, В. П. Глушко, М. К. Тихонравов и другие ученые и инженеры закрепили первые успехи ракетостроения и в конце тридцатых годов создали беспилотные ракеты, а затем и пилотируемые ракетопланы. 28 февраля 1940 года в СССР был произведен исторический полет ракетоплана, пилотируемого первыми советскими летчиками-реактивщиками Федоровым и Бахчиванджи. Далее шло все более ускоряющееся совершенствование ракетных аппаратов. Появилась реактивная авиация, начались испытания вертикальных геодезических ракет. В пятидесятых годах на больших высотах в специальных кабинах побывали мелкие лабораторные животные (крысы), а за-

тем и собаки, являющиеся классическими объектами физиологических исследований.

В пятидесятые же годы идет усиленная подготовка к запуску орбитальных космических кораблей. Началась эра практической космонавтики и освоения околоземного космического пространства (1957 г.). Через 3,5 года был произведен первый полет человека в космос. Незабываемый день 12 апреля 1961 года, ознаменованный первым полетом вокруг Земли советского космического корабля с космонавтом Ю. А. Гагариным, стал Международным днем авиации и космонавтики. Так высоко оценила мировая общественность подвиг советской науки и техники в овладении человечеством космическим пространством. Космос стал ближе и понятнее землянам.

Отцом космонавтики мы по праву называем К. Э. Циолковского, но не следует забывать и имена других ее пионеров, как зарубежных, так и советских, внесших много нового и оригинального в развитие космонавтики.

Многие советские ученые начали свои работы в этой области под влиянием трудов и личных встреч с К. Э. Циолковским. Многие, но не все. Так, совершенно неожиданно в 1929 году в Новосибирске была напечатана замечательная книга «Завоевание межпланетных пространств» никому до того не известного автора Ю. В. Кондратюка (1897 — 1941). В ней самобытный изобретатель (не имевший к тому же специального образования), строитель элеваторов, самостоятельно, без всякого влияния со стороны зарубежных или советских ученых, разработал стройную теорию космических полетов, описал устройство космического корабля и принципы космической навигации. Так, в частности, по описанной им схеме американские специалисты направляли на Луну свои космические корабли. Как в этой работе, так и в статье «Тем, кто будет читать, чтобы строить», написанной в 1917—1919 годах и опубликованной лишь в 1964 году, Кондратюк независимо от Циолковского оригинальным методом вывел основное уравнение движения ракеты, дал схему и описание четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе и всех ее элементов. Он рассмотрел первые этапы межпланетных полетов и освоения ближайших

к Земле планет с помощью солнечной энергии. Этот загадочный автор поразил многих своей глубокой эрудицией, точными расчетами. Некоторые специалисты вообще склонны были отвергнуть факт существования Ю. В. Кондратюка. Было высказано предположение, что известный советский ученый профессор В. П. Ветчинкин (ученик профессора Н. Е. Жуковского), написавший предисловие к книге Ю. В. Кондратюка, и есть настоящий автор книги «Завоевание межпланетных пространств».

Пионеры космонавтики и ракетной техники К. Э. Циолковский, Ю. В. Кондратюк, Ф. А. Цандер, Н. И. Тихомиров, С. П. Королев, В. П. Глушко, Н. А. Рынин, Р. Годдард, Г. Оберт, К. Ридель и многие другие проложили путь человечеству в космос. Многое сделано в этом направлении. Тысячи космических летательных аппаратов направлены в космическое пространство для изучения Вселенной. Сотни аппаратов изучают Солнце, солнечную и галактическую радиацию, Луну и планеты Солнечной системы, да и саму Землю. Экипажи космических кораблей и орбитальных станций ведут исследования в самых различных направлениях. Уже 6 космических кораблей совершили посадку на Луне.

Международная ассоциация космонавтов насчитывает более 200 космонавтов, и ряды ее неуклонно пополняются. Большой вклад в исследования космического пространства делают ученые Советского Союза.

Советские ученые — пионеры космонавтики заложили прочную основу изучения реакций организма на космический полет. Мы уже упоминали выше, что К. Э. Циолковский с первых же шагов своих теоретических исследований обратился к проблеме профилактики повреждений организма человека в космосе, сохранению его здоровья и работоспособности. Константин Эдуардович не только положил теоретическое начало «звездоплаванию» (выражение Циолковского), но и в деталях продумал обеспечение жизни и деятельности космонавтов.

Он предусматривал наличие комфортных условий пребывания космонавтов как в корабле, так и в «эфирных» поселениях. Питание, воспроизводство пищи с помощью космической оранжереи, круговорот воды, физико-химические методы очистки воздуха кабин, био-

механика передвижений космонавтов в космосе, методы обеспечения их работы в невесомости, обеспечение безопасности полетов, применение скафандров для выхода в открытый космос и многое другое в арсенале рекомендаций для поддержания жизни и работоспособности находим мы на страницах многочисленных работ Циолковского, посвященных космонавтике (а будучи универсальным ученым, ученым-энциклопедистом, он охватывал в своем творчестве и множество других проблем). Можно сказать, что ни одна его работа, посвященная звездоплаванию, не лишена вопросов космической биомедицины. Забота о человеке, о его счастье была для него естественной целью. Сама космонавтика была подчинена интересам счастья человека и человечества в целом, носила как бы вторичный характер, являлась способом обеспечения жизни землян в условиях их космического бытия, неизбежного с точки зрения Циолковского на известном этапе развития человечества и нашей планеты.

Циолковский, например, предсказал такие сложные перестройки физиологического состояния организма космонавтов в невесомости, как перераспределение крови в сосудах (прилив крови к верхней части туловища и голове), чем характеризуется, например, период острой адаптации космонавтов к невесомости.

Ю. В. Кондратюк также удивительно четко для своего времени представлял себе, с какими негативными факторами придется встретиться человеку на трех основных этапах космического полета: взлет с Земли — сильные перегрузки; полет в космическом пространстве — длительная невесомость; возвращение на Землю — опять перегрузки и сильный разогрев космического корабля. И Кондратюк тщательно разбирается в вопросах: к чему приводят эти отрицательные факторы и как можно ослабить их действие на человека.

Такой же подход к проблеме защиты человека в полете мы находим и в трудах Н. А. Рынина и Ф. А. Цандера.

Вот почему советские медики и биологи, приступая к исследованиям в области космической биомедицины, были достаточно хорошо информированы о целях и задачах этой молодой науки. Не только теоретические

труды пионеров космонавтики, но и достижения отечественной физиологической школы (И. М. Сеченов, И. П. Павлов), советской авиационной медицины и морской медицины послужили основой для создания современной космической биомедицины. Этому в немалой степени способствовало то обстоятельство, что для разработки принципов космической биомедицины, отбора и подготовки космонавтов были привлечены крупнейшие советские ученые — биологи и медики академики Н. М. Сисакян, В. В. Парин, Н. В. Черниговский, А. В. Лебединский, их ученики и помощники. Все это позволило с самых первых шагов избежать ошибок в оценке функционального состояния космонавтов, вооружило медиков целым арсеналом способов повышения работоспособности и сохранения их здоровья в полетах.

Космонавтика быстро перешла к пробным полетам автоматических летательных аппаратов и орбитальных космических кораблей (КК), автоматических станций к Луне, другим планетам Солнечной системы. Космические аппараты были посажены на Луну, а американские астронавты шесть раз высаживались на наше ночное светило.

Полеты усложнялись и становились все более длительными. Наступил второй этап планового освоения околоземного пространства с помощью орбитальных исследовательских станций. Длительность полета человека за короткий срок (около четверти века) достигла 326 суток.

В обеспечении космических полетов с человеком на борту важное место принадлежит космической биомедицине. Общеизвестно, что человек является критическим звеном в дальнейшем «обживании» космического пространства. Если технически вполне осуществимы длительные полеты космических летательных аппаратов, то медицина еще не может ответить на вопрос о временных пределах полетов с участием космонавтов, так как многое еще не известно о реакциях организма на длительное действие невесомости и своеобразные условия космического полета.

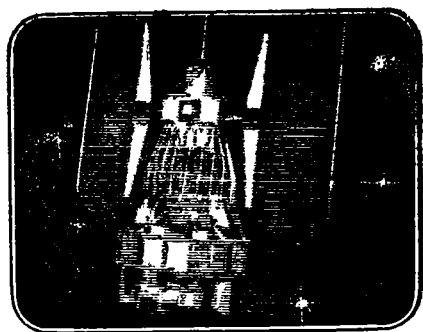
Космическая биомедицина впитала в себя достижения физиологии, гигиены, психологии, авиационной и морской медицины и ряда других разделов естествен-

ных наук, а также смежных инженерно-технических дисциплин, необходимых для создания разнообразных систем жизнеобеспечения. И на всех этапах развития этой науки важное значение придавалось вопросам инженерной психологии, эргономики, психофизиологии труда.

Особое значение они приобретают на современном этапе освоения космического пространства, связанного со все возрастающими сроками пребывания космонавтов в полете.

Однако космическая биомедицина в своем развитии не отрывалась от «земных» задач, она отдает накопленный опыт в практику здравоохранения, в свою очередь непрерывно обогащаясь передовыми достижениями физиологии, гигиены, клиники и смежных дисциплин мировой медицинской науки.

ГЛАВА 2



«ПЛЕНКА ЖИЗНИ» ПЛАНЕТЫ

Три взгляда на происхождение человека. Что мы знаем о пришельцах из космоса. Органические вещества в составе кометы Галлея? «Лестница живых существ» Ж. Бонне. Ноосфера, или Царство Разума. Космизация человечества по К. Э. Циолковскому и В. И. Вернадскому

В пещерах Швейцарских Альп, в окрестностях города Навои в Узбекистане, в африканских районах полупустынь (сахеля), в Австралии и других регионах Земли находят древние фрески, рисунки, геометрические (скульптурно-графические) изображения. Их возраст определяется в пределах 5000—20 000 лет (в среднем 12 000 лет). Первобытные люди рядом с изображением человеческих фигур на этих древних памятниках искусства помещали объекты космического пространства — Солнце, Луну, звезды. Астрономическая тематика явно не случайно занимала наших древних предков. «Откуда пошел род человеческий?» — такой вопрос издревле занимает людей.

Чаще всего среди ответов на него встречаются три варианта: человек — пришелец из других миров; человек — наиболее совершенное звено земной биологической эволюции; наконец, человек — это создание господ бога.

Мы хотим сразу же отбросить третий вариант, как далекий от науки и не отвечающий здравому смыслу. Остальные два варианта с точки зрения логического мышления заслуживают обсуждения. Вопрос о том, что

1617108-
человек — пришелец из других миров (может быть, с других далеких планет), неоднократно обсуждался в литературе. Он тесно связан с проблемой существования внеземных цивилизаций. Издавна из уст в уста и из книги в книгу переходила идея обитаемости Луны и ближайших к нам планет Солнечной системы — Меркурия и Марса. Исследования Луны проведены американскими астронавтами и советскими автоматическими станциями. Марс и Меркурий также обследованы советскими и американскими автоматическими станциями. Однако среди ученых есть много сторонников гипотезы зарождения жизни на планетах других солнечных систем как нашей Галактики (Млечного Пути), так и бесчисленного количества галактик Метагалактики (по выражению К. Э. Циолковского, «эфирного острова»), т. е. того мира, который открывается нам с помощью приборного изучения с Земли. Условия для устойчивой эволюции биогенного вещества в течение длительного времени, требующегося для возникновения человека мыслящего (*Homo sapiens*), могут существовать, очевидно, только на планетах.

В 1984 году известный советский астрофизик И. С. Шкловский, выступая на XXVII Международном геологическом конгрессе, заявил, что, несмотря на то что астрономы с помощью мощных инструментальных средств уже давно наблюдают гигантское количество звезд, находящихся на разных стадиях эволюций, они до сих пор нигде, кроме Солнечной системы, не обнаружили планет. Но уже в следующем году наблюдения на специализированном спутнике (США), оснащенном инфракрасными телескопами, позволили обнаружить вокруг Веги и некоторых других близких звезд пылевые диски или кольца, возможно, являющиеся ранней фазой образования планетных систем. В том же 1985 году астрономы открыли в космических делях первую планету. Ее обнаружили американские ученые из Аризонского университета Д. Мак-Карти и Ф. Лоу. Расстояние до нее — 21 световой год¹. Она в 80 раз крупнее Юпитера (самой крупной планеты Солнечной системы). Планета четко различима на электронных снимках. Планету называли ВБ-8Б по имени звезды, во-

¹ Световой год — расстояние, которое проходит свет со скоростью 300 000 км/с за год = 10^{13} км.

круг которой она вращается. Вслед за тем астрономы открыли еще одну планету. Таким образом, эта важнейшая проблема может теперь решаться на основе новейших открытий науки.

Как здесь не вспомнить высказывания К. Э. Циолковского о том, что во Вселенной должны быть миллиарды планет и на некоторых из них могут существовать условия для возникновения и развития жизни, вплоть до самой совершенной и разумной. Исходя из этого положения, не такой уж фантастической выглядит гипотеза о возможности существования в настоящее время внеземных цивилизаций (ВЦ).

В подтверждение последнего приводятся многочисленные археологические и историко-культурные свидетельства, носящие спекулятивный или сенсационный характер. Однако нельзя не признать, что в этих историко-археологических находках многое является пока необъяснимым и загадочным. Приведем лишь несколько примеров.

В 1964 году в монастыре Дечаны (Югославия) были обнаружены фрески, написание которых относят к середине XIV века. За шесть веков до начала космической эры на них изображены два летательных аппарата, отдаленно напоминающих небольшие космические корабли с сидящими в них людьми (по одному человеку в каждом аппарате). Впрочем, «реактивные» струи, подчеркивающие стремительность полета, свидетельствуют о том, что полет происходит в воздушной среде. «Корабли» летят над головами испуганных людей и ангелов. В центре этой иконописной картины помещен распятый Христос, а под этой фреской находится еще одна картина (полукруглая), на которой Христос изображен находящимся как бы в капсуле ракеты.

Югославский журнал «Свет» поместил в 1964 году на своих страницах фотографии этих фресок. Но, может быть, это современная мистификация, навеянная полетами первых искусственных спутников Земли и первых советских и американских космонавтов? За статьей журнала, к сожалению, не последовало научного комментария. Однако имеется еще одно похожее изображение Христа совсем в другом месте. В церковно-археологическом кабинете Московской духовной академии есть икона «Воскресение Иисуса Христа», относящаяся

к XVII веку, на которой Христос изображен в некой капсуле, отдаленно напоминающей кабину космического корабля. В нижней части капсулы виден дым, идущий в обе стороны.

Можно предположить, что оба историко-археологических памятника имеют своим основанием один и тот же апокрифический источник. Возможно, существовал письменный апокриф², который толковал «воскресение» и «вознесение» Христа необычным образом, отличающимся от канонической версии. Возможно, живописцы следовали именно такому апокрифу. Что же в таком случае хотели сказать этими картинами художники и авторы апокрифа? Может быть, они пытались этим засвидетельствовать факт (реальный или, скорее, мифологический) появления на Земле инопланетян? Естественно, что достоверно об этом судить невозможно.

Приведем еще одно свидетельство в пользу гипотезы о наличии ВЦ. Японские археологи во время раскопок, произведенных в различное время в префектурах Аомори и Ивате, обнаружили статуэтки догу, изображающие каких-то людей в странных костюмах типа скафандров и в шлемах, закрывающих всю голову. Научного объяснения этим находкам до сего времени не дано.

Можно привести из обширной литературы много других примеров подобного рода, якобы свидетельствующих о фактах посещения Земли инопланетянами. Однако все они остаются до сего времени загадками, на которые наука не дает ответа. Пока это только мифы и сказки. И все-таки, как говорил М. Горький: «...в жизни нет ничего сказочного. Все, что кажется чудесным, на самом деле имеет под собой совершенно определенную основу... Ничего нет такого, что человек выдумал бы и к чему нет основания в реальном мире».

В последние годы в газетах появились сообщения о реликтовом³ племени догонов, которые считают себя потомками людей, якобы прилетевших с Сириуса. Пле-

² Апокриф (от греч. *apokriphos* — тайный) — произведения религиозной литературы, содержание которых не совпадало с официальным вероучением, поэтому они не признавались церковью священными и были запрещены.

³ Реликт (от лат. *relictus* — оставленный) — явление или организм, сохранившиеся как пережиток от древних эпох.

мя находится на уровне развития первобытнообщинного строя, не обладает письменностью, однако имеет карты звездного неба с обозначением на них Сириуса (самой яркой звезды), который они считают тройной звездой (наука считает эту звезду двойной). Наличие такой карты у неграмотного племени является несомненно загадочным. Но исследование генов этих людей показывает их прямое родство с африканскими народами. В печати развенчаны выдумки о догонах.

Понятно, что в гипотезе о переселении человека из других миров на Землю много спорного. Например, можно говорить о том, что если и есть сознательная жизнь «в других мирах», то уж очень отдалена она от нас и вряд ли инопланетяне смогли бы прилететь к нам в одиночку и в кораблях малого размера. Сама отдаленность этих миров исчисляется многими единицами световых лет, но еще не является непреодолимым препятствием, ибо разум может преодолеть огромные пространства космоса с помощью пока неизвестной нам техники. В принципе возможны такие космические корабли, которые смогут передвигаться с огромной скоростью, приближающейся к скорости света. Кроме того, и продолжительность жизни у инопланетян может быть совершенно иной, чем у землян.

Повторяем, однако, что пока нет научно обоснованных данных о жизни вне Земли. Более того, член-корреспондент АН СССР И. С. Шкловский допускал, что наша цивилизация — единственная в Галактике и даже во всей наблюдаемой нами области Вселенной. Впрочем, совершенно противоположной точки зрения придерживаются многие ученые, разделяющие мнение К. Э. Циолковского о населенной Вселенной. Например, доктор физико-математических наук Н. С. Кардашев полагает, что цивилизаций очень много и во Вселенной, и в нашей Галактике.

Ну а что можно сказать по поводу появляющихся иногда газетных сообщений о «летающих тарелках» или неопознанных летающих объектах (НЛО)? Напрашивается ответ, что в свете сказанного вряд ли можно серьезно относиться к этим сообщениям с точки зрения оценки этих объектов в качестве космических летательных аппаратов. Напомним, что речь идет о светящихся летающих объектах, которые время от времени наблюдали отдельные люди в разных местах Земли.

Некоторые из них делали рисунки и даже фотографии «летающих тарелок».

Вот, например, одно из типичных наблюдений, о котором сообщило в 1967 году БТА: «Вечером 21 ноября во время захода солнца над центром Софии простым глазом можно было наблюдать огромный светящийся предмет. На первый взгляд этот предмет напоминал шар немногим больше Солнца, но впоследствии обрисовалась форма трапеции. Отблески тела были похожи на отблески при сварочных работах. Через пятнадцать минут при наблюдении с помощью подзорной трубы, увеличивающей в 40 раз, на фоне темнеющего неба можно было видеть этот предмет, ставший уже похожим на баллон или парашют. Его верхняя часть представляла собой сплошной сплюснутый темный диск, опоясанный светлой лентой».

Как показал анализ таких свидетельств, произведенный известным американским астрофизиком Д. Мензелом, около 80 процентов сообщений об НЛО связано с наблюдениями самолетов, воздушных шаров, воздушных змеев, ярких болидов (падающих «звезд»), лучей прожекторов, шаров-зондов и даже Луны, просвечивающей сквозь облака. Так, описанный случай наблюдения летающего объекта над Софией является типичным в этом отношении. В действительности это был крупный баллон-зонд, запущенный одним из разведывательных центров НАТО. Изменения окраски и видимых с Земли контуров были связаны с обычными оптическими эффектами, возникающими при заходе солнца. Немало шуток с людьми сыграла Венера. Если смотреть на эту яркую звезду из самолета или автомобиля, то будет казаться, что она движется с такой же скоростью. Часть наблюдений объясняется различными оптическими эффектами в атмосфере — миражами, полярными сияниями и т. д.

Ну, а что говорят космонавты об НЛО? Были ли у них встречи с неопознанными объектами, как писала падкая до сенсаций буржуазная пресса? Видный советский журналист В. Губарев пишет по этому поводу (1980): «Это было во время лунной экспедиции, — вспомнил Чарлз Конрад, который летал на «Джемини», «Аполлоне», «Скайлэбе». — Мы уже возвращались, оставалось четыре с половиной часа до посадки. Земля полностью затмила Солнце. В эти минуты она осве-

шалась Луной. А в центре Земли светилась яркая точка — это Луна отражалась на облаках. Потом меня убеждали, что я видел «летающую тарелку», хотя я знаю, что то была обыкновенная Луна...»

Никто из советских космонавтов не наблюдал кораблей из других миров.

«Однажды с Земли оператор весело сообщил нам, что вокруг нас шныряют «летающие тарелки», — рассказывает Георгий Гречко. — Мы посмотрели в иллюминатор, и действительно, летает неподалеку от станции нечто похожее. Выяснилось: это контейнеры с отходами, они следовали за «Салютом» до тех пор, пока мы не изменили орбиту».

Никаких принципиально новых фактов, свидетельствующих о «летающих тарелках», нет. Их не видят астрономы, постоянно наблюдающие за небом. Не наблюдает их и служба ПВО страны. Следовательно, нет оснований для возрождения слухов о каких-то тайных экскурсиях инопланетян на нашу планету... Член-корреспондент АН СССР В. В. Мигулин (1979) пишет: «Действительно, многие атмосферные явления, наблюдаемые людьми, пока еще трудно объяснить. Эти случаи необходимо систематизировать, изучать, объективно оценивать. И тогда наверняка появятся научно обоснованные гипотезы. При исследовании нужно пользоваться только достоверными фактами и информацией, полностью игнорировать плоды буйной фантазии любителей сенсаций». Не случайно поэтому в АН СССР есть группа, которая анализирует атмосферные аномалии. Аналогичные группы действуют в Тулузе (Франция) и в США. А в 1987 году комитет ВСНТО по проблемам охраны окружающей среды образовал общественную комиссию по аномальным явлениям (АЯ). Эта комиссия уточнила, что ее не интересуют хорошо изученные явления природы — миражи, гало⁴, полярные сияния и т. д. Ее занимают явления, которые еще не нашли своего объяснения и не похожие ни на какие известные небесные эффекты, которые комиссия по АЯ предлагает называть «неотождествленные летающие объекты», что означает более удачный перевод с анг-

⁴ Гало (от греч. halōs) — белые или радужные круги около Солнца или планеты, наблюдаемые вследствие преломления света во взвешенных в земной атмосфере ледяных кристалликах.

лийского термина НЛО. Эти объекты нельзя обязательно отождествлять с деятельностью ВЦ. Нужно накапливать данные, чтобы разобраться в их физической сущности, и в этом отношении любые новые наблюдения НЛО интересуют специалистов. Но чтобы зарегистрировать появление НЛО, необходимо участие широкого круга людей, владеющих умением отличать НЛО от эффектов атмосферной оптики, от метеоритов, шаровых молний и т. п. Всему этому, разумеется, надо учить так же, как учат любителей астрономии или радиолюбителей.

Итак, подводя итог сказанному, можно утверждать, что нет данных о внеземном происхождении человека.

Остается рассмотреть вопрос о возможности зарождения жизни на самой Земле и возникновении человека на основе биологической эволюции. Происхождение жизни — центральная проблема биологии. И. С. Шкловский, например, считал (1985), что вопрос о происхождении жизни на Земле совершенно не ясен и запутан. Действительно, до сих пор еще находятся биологи, которые пытаются возродить теорию панспермии⁵, корни которой восходят к учению церкви о «зародышах жизни». По этой гипотезе появление жизни на планетах происходит путем заноса с других планет «вечных и неизменных зародышей жизни». Гипотеза эта чисто умозрительная, не основанная на каких-либо научных данных. Немецкий геохимик Шидловский на основе изотопного исследования углерода доказал, что жизнь на Земле возникла примерно 3,8 млрд. лет назад, т. е. спустя 0,8 млрд. лет после образования Земли. 800 млн. лет происходили геохимические процессы (химическая эволюция), как бы подготавливающие условия для возникновения жизни (биологической эволюции) — высшей по сравнению с физической и химической формой существования материи.

В основе понимания феномена жизни лежит определение Ф. Энгельса: «Жизнь есть способ существования белковых тел, и этот способ существования состоит по своему существу в постоянном самообновлении химических составных частей этих тел»⁶.

Чарлз Дарвин (1809—1882) в последних строках своей

⁵ Панспермия (от греч. *pan* — все и *sperma* — семя).

⁶ Маркс К., Энгельс Ф. Соч.—2-е изд.—Т. 20.—С. 82.

замечательной книги «Происхождение видов»⁷ сформулировал основные законы, лежащие, по его мнению, в основе возникновения всех форм жизни: «Эти законы, в самом широком смысле — Рост и Воспроизведение, Наследственность, почти необходимо вытекающая из воспроизведения, Изменчивость, зависящая от прямого или косвенного действия жизненных условий и от упражнения или неупражнения, Прогрессия размножения, столь высокая, что она ведет к Борьбе за жизнь и ее последствию — Естественному Отбору...»

Теория происхождения жизни была наиболее полно разработана советским биохимиком академиком А. И. Опариным. По этому вопросу Опарин впервые выступил в печати в 1922 году, а в 1924 году опубликовал книгу «Происхождение жизни», в которой утверждает, что возникновение жизни есть результат эволюции углеродистых соединений (углерод входит в состав белков). А. И. Опарин и американский ученый Г. Юри предположил, что первичная атмосфера Земли в период возникновения состояла из углерода (метан, циан) и азота (аммиак). Затем в атмосфере все более возрастало количество кислорода. Появились сначала химические соединения органического характера — пробионты, а затем и простейшие клетки — протоклетки, возникновение которых положило начало эры биологической эволюции.

На XXVII Международном геологическом конгрессе в 1984 году член-корреспондент АН СССР Г. А. Заварзин говорил о простейших безъядерных бактериях — прокариотных бактериях, которые целый миллиард лет были единственными обитателями планеты. Именно они сразу же выступили в качестве главного действующего лица биогеохимических событий. Может быть, благодаря им (а утверждать или опровергнуть это никто не может) установился тот химический состав океана и атмосферы, который мы наблюдаем сегодня. Только бактерии-прокариоты были способны выжить в атмосфере первичной Земли, в смеси метана, аммиака и сероводорода. Они и сегодня прекрасно выживают в районах подводного вулканизма. Речь идет о синезе-

⁷ Полное название книги: «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствующих пород в борьбе за жизнь». Книга вышла в свет в 1859 году.

ленных водорослях (они относятся к бактериям), которые окисляют водород и сероводород, усваивают при этом углекислый газ и выделяют в атмосферу свободный кислород.

Итак, жизнь скорее всего зародилась на Земле, по крайней мере, такой точки зрения придерживаются большинство ученых. Есть, однако, среди ученых и другая точка зрения, заключающаяся в том, что первичный органический материал (но еще не сама жизнь!) мог быть принесен на Землю и космической пылью. В атмосфере угасающих звезд встречается много силикатных пылинок, они встречаются с атомами углерода, азота, кислорода и водорода космического пространства. Под действием космических излучений эти атомы осаждаются на пылинках и вступают с ними в разнообразные реакции. В результате могут образовываться органические соединения.

Такова гипотеза. Как она подтверждается? В эксперименте была показана возможность образования одной из простейших аминокислот — глицина — при электрическом разряде в газовой среде, которая состояла из смеси аммиака, метана, водорода и водяного пара, т. е. тех компонентов, которые присутствуют в космосе. А вот еще более поразительный факт. В 1969 году глицин был обнаружен в одном из метеоритов. Неудивительно, что эта находка стимулировала поиски жизни в космосе. Но и этого мало. В межзвездной пыли учеными обнаружены и более сложные молекулы, чем глицин: нитрилы, альдегиды, спирты, органические кислоты, аминокислоты. Среди них известны даже тринадцатиатомные молекулы, а всего открыто шестьдесят типов молекул космической органики. Почему не предположить, что эти молекулы могли быть занесены на древнюю Землю и принять участие в эволюции жизни на Земле? Такое, например, мнение высказывают астрономы Ч. Викрамасингхе (Шри-Ланка) и Ф. Хойл (Англия). Они изучают состав космических газов и пылевых облаков с 1962 года. По их мнению, ядро кометы Галлея (исследования 1986 года) тоже содержит органические вещества типа полимеров и воду. И наконец, совсем уже сенсационное открытие! Параметры спектрального поглощения органического кометного вещества совпали с параметрами обезвоженной бактерии, измеренными в лабораторных условиях. Эти исследования дали Викра-

масингхе основание считать (1986 г.), что кометы могли служить источником «сырья», поставщиком тех органических «кирпичиков», из которых складывалась жизнь на Земле.

Следует сказать, что еще в семидесятые годы профессор С. Н. Мацко — специалист по экзобиологии — высказал предположение о возможности существования организмов, в том числе и с относительно высокой степенью организации, в состоянии анабиоза⁸ на остывающих космических телах. Однако исследования лунного грунта, а также грунта на Марсе с помощью межпланетной станции «Викинг» (США) пока не дали доказательства существования там признаков жизни.

Итак, по всей видимости, Земля — истинный дом и колыбель человечества. Вероятно, на Земле возникла жизнь примерно 3 млрд. 800 млн. лет назад. Это был диалектический скачок от неживого (косного) вещества к живому. Появилась новая форма движения материи — биологическая. Раз появившись, она, по-видимому, никогда больше не исчезала! Жизнь, подчиняясь законам эволюции, преображала Землю и стала неотделимой частью планеты.

Что такое эволюция? Термин «эволюция» (от лат. «развертывание»), в широком смысле развитие, усложнение мы здесь понимаем как развертывание природы и жизни, не противопоставляя одно другому. В биологию этот термин ввел Ж. Бонне, шведский естествоиспытатель и философ (1720—1793). Он — один из авторов учения «о лестнице существ», согласно которому все неорганические тела и живые организмы располагаются в ряд, от простейших до самых сложных, включая человека (1762).

В основе биологической эволюции по современным представлениям лежат процессы самосборки макромолекул и их самовоспроизведение. Она сопровождается изменениями, формированием адаптивных свойств (приспособляемости), образованием и вымиранием видов и формированием сообществ (биогеоценозов). Биологическая эволюция протекает в условиях соответствия развивающихся живых систем их природному окружению.

⁸ Анабиоз — состояние животного или растительного организма, при котором значительно снижается обмен веществ и отсутствуют все видимые проявления жизни.

Единый процесс количественного и качественного роста жизни привел на определенном эволюционном этапе ее развития к появлению несколько миллионов лет назад на Земле человекоподобного существа. Из него в экваториальной области Земли (в Африке или Азии?) возник род людской, к которому мы все принадлежим. Эволюционирует ли человечество? Да! Мы говорим это вопреки утверждению некоторых ученых о том, что человек якобы уже на протяжении последних 50 000 лет не изменяется. Как они это подтверждают? Морфологически. Дело в том, что палеонтологи якобы не находят в строении человеческого тела на протяжении тысячелетий существенных изменений. Не вдаваясь в спорные подробности морфологического характера, достаточно сказать о несомненном эволюционном изменении психической характеристики человека.

Итак, эволюция жизни — это закон живой природы. Несмотря на то что отдельные виды живой материи исчезли под влиянием природных катаклизмов (во время глобальных наводнений и передвижек земной коры, под влиянием космической радиации и ультрафиолетовых лучей Солнца, перепадов электромагнитных и силовых полей и других явлений), никогда жизнь не исчезала на Земле полностью. Оставшиеся виды размножались и давали начало новым. Жизнь проникла во все наружные сферы Земли. Она распространялась в воде — реках, озерах, морях и океанах, проникла их дно, вышла в атмосферу (а теперь и за ее пределы), проникла в поверхностные (геологические) слои и образовала биосферу, т. е. сферу⁹ жизни. Биосфера, таким образом, существует более 3,5 млрд. лет, но ее осознание как огромного единого биогеогеококосмического котла произошло совсем недавно. Так, сам термин «биосфера» введен в 1875 году австрийским геологом Э. Зюссом.

Тесную связь живого с неживым и всей природы с космосом отметил еще ранее немецкий естествоиспытатель Александр Гумбольдт (1769 — 1859). В 1845 — 1862 годах вышли пять томов его монументального труда «Космос», в котором он пытался обобщить все научные знания о природе Земли и Вселенной. Его

⁹ Сфера (от греч. sphaira — шар) — здесь: среда, область.

труды оказали определенное влияние на многих ученых, от Ч. Дарвина до В. И. Вернадского и В. Л. Чижевского. Связь и единство земной природы с космическими факторами, подчеркнутые Гумбольдтом, были подробно изучены Вернадским.

Замечательный советский ученый академик Владимир Иванович Вернадский (1863—1945) создал общее учение о биосфере. Совокупность живых организмов в биосфере (т. е. в атмосфере, гидросфере и верхней части литосферы¹⁰) он назвал живым веществом. Согласно теории Вернадского живое вещество, используя солнечную энергию, вовлекает неорганическое вещество Земли в непрерывный круговорот. Таким образом осуществляется единство живого и неживого вещества. Благодаря деятельности живого вещества происходят (в историческом аспекте) планетарные геохимические процессы. Три потока природы — вещество, энергия и информация, — проходя через живое вещество и неорганическую материю, производят колоссальные изменения в геологической истории Земли. По Вернадскому, вещество биосферы состоит из нескольких геологически взаимосвязанных частей: живое вещество, биогенное вещество, косное вещество, радиоактивное вещество, рассеянные атомы, вещество космического происхождения. Следовательно, биосфера Земли тесно связана со всей Вселенной.

Никто до Вернадского не понимал так глубоко биогеохимическую сущность планетарных процессов в пределах биосферы. А эта сущность заключена в том, что в биосфере везде встречается либо живое вещество, либо результаты его биогеохимической деятельности. Газы атмосферы (кислород, азот, углекислота), природные воды; каустобиолиты¹¹: гумолиты (каменный уголь, торф), сапропелиты (горные сланцы, сапропелевые угли) и ископаемые нефтяного ряда (нефть, горючие газы, асфальт, озокерит); известняки, глины и их производные (мраморы, граниты и др.) — все это в своей основе создано живым веществом планеты. Их Вернадский относил к области «былых биосфер».

Огромная роль учения Вернадского о биосфере и

¹⁰ Лито (от греч. lithos — камень). Литосфера — внешняя часть твердой Земли.

¹¹ Каустобиолиты (от греч. kaustikos — жгучий, горючий и биолиты — камни биологического происхождения).

ее развитии в полной мере начала выявляться во второй половине XX века в связи с антропогенным (зависящим от человеческой деятельности) влиянием на окружающую природу, связанным с развитием научно-технической революции. По Вернадскому, биосфера под влиянием научных достижений и человеческого труда постепенно переходит в новое состояние — ноосферу, т. е. сферу разума.

Термин «ноосфера» был введен французскими философами Э. Леруа и Т. де Шарденом, которые понимали под ним некую совокупность «элементов мысли», облегающую нашу планету наподобие оболочки. По Вернадскому, ноосфера — это следующий этап, более высокая ступень развития биосферы, преобразуемой и преобразованной разумом и трудом человека, сулящая в будущем счастье человечеству.

Возможно же это лишь при разумном отношении человека к природе. К сожалению, переход биосферы в ноосферу тормозится возникновением новых, подчас неожиданных или неучтенных проблем отрицательного характера. К ним относится такая важная общечеловеческая проблема, как защита биосферы, в сущности, всей планеты от загрязнения, что вызвало к жизни новую науку — экологию¹².

Экология изучает взаимоотношение всего живого с окружающей средой. Если сначала выделяли такие разделы экологии, как экология животных и экология растений, то в настоящее время речь идет уже об экологии человека. Это означает, что на первый план выдвигается необходимость защиты человека от негативных последствий его технической и технологической деятельности. Таким образом, проблема экологии приобрела глобальное значение. Речь уже теперь идет о сохранении жизни в целом на всей планете. Скажем, угроза загрязнения биосферы так велика, что она ставится на уровень такой проблемы, как угроза мировой ядерной войны. Обе проблемы грозят катастрофой для всего человечества и биосферы планеты в целом. Следовательно, путь к ноосфере пролегает теперь и через уничтожение угрозы ядерной войны, и через

¹² Экология (от греч. *oikos* — дом, родина и *logos* — учение) — раздел биологии, изучающий взаимоотношения организма и окружающей среды.

решение собственно экологических проблем (например, проблемы загрязнения среды). Других путей у человечества не остается.

При решении проблемы «Биосфера и человечество» нельзя также забывать, что есть еще одна ее сторона. Она вытекает из такого свойства биосферы, как ее полная взаимосвязь со Вселенной, с космосом.

Проблема «Человек и космос» в аспекте перехода биосферы в ноосферу занимала умы замечательных ученых-энциклопедистов В. И. Вернадского, К. Э. Циолковского, А. Л. Чижевского. К. Э. Циолковский первый высказал идеи космизации наук и неизбежности выхода человечества в космос, его расселения в просторах Вселенной, что он связывал с дальнейшей эволюцией человеческого разума. У В. И. Вернадского ноосфера тоже связана с распространением биосферы в пределы космоса. Оба ученых были убеждены в наличии влияния факторов космической среды на все живое, в том числе и на человека. И оба они верили в силу человеческого разума. Проникновение человека в космическое пространство свидетельствует не только о высокой степени развития биологических, но и интеллектуальных возможностей человека.

Человечество своей целенаправленной деятельностью может достичь многого, в том числе и завоевания космического пространства. Завоевание космоса они представляли как активное преобразование его в интересах человечества. При этом и сам человек будет постепенно изменяться. Эта отдаленная эволюция человека, превращение его в космическое существо будет происходить, по мнению обоих мыслителей, через стадии глубокого изменения энергетических и обменных процессов. В. И. Вернадский и К. Э. Циолковский считали возможным превращение человека в существо автотрофное, т. е. способное, как и растение, питаться неорганическими веществами и даже получать энергию непосредственно от Солнца.

Это предвидел В. И. Вернадский, который в статье «Автотрофность человечества» (1925) писал: «Что начал бы... синтез пищи в жизни людей и в жизни биосферы? Его создание освободило бы человека от его зависимости от другого живого вещества. Из существа социально-гетеротрофного он сделался бы существом социально-автотрофным». Подобные мысли

высказывал К. Э. Циолковский в статье «Растение будущего. Животное космоса. Самозарождение» и в работе «Жизнь в межзвездной среде».

Можно найти и другие параллели в работах этих великих мыслителей: сходные мысли и идеи в области истории и прогнозирования естественных наук, техники и общественного устройства в огромном временном диапазоне от самозарождения жизни на Земле до организации разумной жизни в ноосфере. В основе этого сходства идей лежат и такие важнейшие факторы, как общность мировоззренческих подходов (диалектика природы) и общность используемого ими научного и культурного фонда человечества эпохи научно-технического прогресса.

Выше мы упоминали имя еще одного замечательного советского ученого А. Л. Чижевского (1897 — 1964), чья деятельность в значительной мере была посвящена проблеме «Человек и космос». Он по праву считается одним из основоположников биофизики и космической биологии. Не случайно на I Международном конгрессе по биологической физике и космической биологии (США, 1939), он был (заочно) избран одним из четырех почетных президентов.

Научная деятельность Чижевского началась в Калуге в 1915 году, когда он заинтересовался влиянием солнечной радиации на живые организмы Земли. К. Э. Циолковский принимал живейшее участие в формировании научных подходов к этой проблеме, о чем пишет Чижевский в своей книге «Вся жизнь» (1974).

Изучая влияние космических физических факторов на процессы в живой природе, Чижевский установил зависимость между циклами активности Солнца и многими явлениями в биосфере. Он показал, что физические поля Земли (в частности, электромагнитные, радиационные) должны учитываться в числе основных причин, влияющих на состояние биосферы.

Знакомство А. Л. Чижевского с К. Э. Циолковским состоялось в 1914 году в Калуге и повлияло на всю жизнь и творческую деятельность А. Л. Чижевского. К. Э. Циолковский поддержал идею о возможном влиянии Солнца и космоса на земную жизнь и принимал участие в постановке первых гелиобиологических экспериментов. Циолковский увлекся возможностью экспериментально проверить действие проникающего,

или, как тогда говорили, «пенетрантного» излучения на живые организмы и активно обсуждал все детали будущих опытов. Конечно, К. Э. Циолковскому и А. Л. Чижевскому были известны догадки и мысли многих ученых прошлого о взаимосвязях Земли с Солнцем и дальним космосом. Об этом писали упоминавшийся уже А. Гумбольдт, известный английский астроном У. Гершель (1738—1822) и другие. Известно было и такое характерное определение жизни: «Жизнь отдельного организма — лишь фрагмент жизни Вселенной», принадлежащее великому французскому физиологу Клоду Бернару (1813—1878). Но всем этим рассуждениям и умозаключениям не хватало прямых экспериментальных данных о влиянии на живое вещество галактической и солнечной радиации. Работами отечественных ученых А. Л. Чижевского, С. Т. Вельхова, П. Т. Нагорного удалось установить зависимость эпидемий от усиления солнечной активности. Так, появление на Солнце пятен, свидетельствующих об активизации энергетических процессов на поверхности Солнца, вызывает, по их мнению, эпидемические вспышки многих инфекционных заболеваний.

Влияние солнечной радиации может быть прямым и опосредованным гидрометеорологическими условиями. Оно осуществляется путем изменения общей и специфической реакции организма, биологических свойств возбудимости, интенсивности механизма передачи инфекции. Микробы и вирусы под влиянием магнитного поля Земли меняют свои свойства. Магнитные же поля изменяются под действием солнечной радиации. В разные периоды солнечной активности различна и сопротивляемость нашего организма к инфекциям. С циклами Солнца синхронно колеблются бактерицидные свойства крови, а также состояние иммунитета человека. Такая взаимозависимость и последовательность явлений позволяет, по мнению А. Л. Чижевского, связать характер солнечной активности с динамикой заболеваемости людей.

Таким образом, данные гелиобиологии (так называется один из разделов космической биологии), основоположником которой был А. Л. Чижевский, позволяют установить связь между человеком, биосферой и космосом.

Чрезвычайную роль Солнца во всех проявлениях

жизни на Земле четко определил также В. И. Вернадский в работе «Биосфера как область превращения космической энергии». «Биосфера,— писал Вернадский,— по существу может быть рассматриваема как область земной коры, занятая трансформаторами, переводящими космические излучения в действенную земную энергию — электрическую, механическую, тепловую и т. д. Космические излучения, идущие от всех небесных тел, проникают ее всю и все в ней. Мы улавливаем и сознаем только ничтожную часть этих излучений... Их учет и понимание — дело будущего. Но несомненно, не они, а лучи Солнца обуславливают главные черты механизма биосферы. Изучение отражения на земных процессах солнечных излучений уже достаточно для получения первого, но точного и глубокого представления о биосфере как о земном и космическом механизме. Солнцем в корне переработан и изменен лик Земли, пронизана и охвачена биосфера. В значительной мере биосфера является проявлением его излучений».

В настоящее время специалисты в области космической биомедицины занимаются исследованием влияния космических факторов на живое вещество планеты, в первую очередь на человека как его составную часть. Это необходимо не только для решения мировоззренческих, но и чисто практических задач для того, чтобы обеспечить жизнедеятельность космонавтов в длительных полетах, применить меры профилактики для сохранения здоровья и работоспособности людей, обживающих космос в интересах всего человечества.

ГЛАВА

3



ПЕРВЫЕ ПРОБЛЕМЫ. КОСМИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Осторожно — ускорения! Опасно ли давление атмосферы вдвое ниже нормы? Обезвоженная пища и вода «из ничего». Возможны ли на борту оранже-рей Циолковского?

В основе всех творческих поисков создания оптимальных условий жизни и работы в космосе (конечной цели космической биомедицины) лежат представления о влиянии различных, необычных для наших земных условий факторов космического полета на живой организм (будь то животное или человек).

Принято различать следующие три группы таких факторов. Первая группа характеризует космическое пространство как своеобразную среду (вакуум, ионизирующее излучение, метеориты). Вторая связана с динамикой космического полета (невесомость, вибрации, ускорения). Третья группа обусловлена длительным пребыванием человека в герметических кабинах малого объема (измененная газовая среда и микроклимат, гипокинезия, изоляция, измененный режим жизни, эмоциональное напряжение и др.).

Уже этот краткий перечень основных факторов космической среды и космического полета свидетельствует о сложности и ответственности формирования оптимальных условий обитания человека вне Земли.

Одной из первых проблем, которую следовало решить ученым при подготовке к космическим полетам, было действие ускорений на организм человека. Перегруз-

ки — вот с чем сразу же сталкивается космонавт в полете!

Ракета обеспечивает выведение космического корабля как за пределы атмосферы, так и за пределы земного притяжения. Для выхода ракетоплана в космическое пространство, т. е. для преодоления земного притяжения и сопротивления воздушной оболочки Земли, требуется скорость в пределах 8—11 км/с, что может вызвать значительные перегрузки, которые опасны как для космического аппарата, так и для экипажа корабля. Перегрузки действуют на все твердые и жидкие среды организма человека. При этом происходит резкое перераспределение крови в сосудах, особенно в мозгу и сердечной мышце.

Специалисты в области авиационной медицины, исследуя влияние ускорений на организм, нашли, что наибольшие изменения в организме, в частности в гемодинамике (кровообращении), происходят при действии ускорений в направлении от ног к голове. Минимальные сдвиги происходят при действии поперечных перегрузок в направлении спина — грудь или грудь — спина, когда кровь перемещается в значительно меньшей степени. Было показано также большое значение времени действия перегрузок. Все это предвидели пионеры космонавтики. Так, Ю. В. Кондратюк (который, как известно, не проводил экспериментов) дает такое практическое предложение по повышению устойчивости к ускорениям: «...человек совершенно голый ложится на спину, в форму, отлитую специально по его фигуре и поэтому везде плотно к нему прилегающую, форма эта достигает немного более половины толщины его тела...» Именно такие кресла (ложементы), отлитые по форме тела, применялись и применяются до сих пор в космических кораблях.

Следовательно, профилактика неблагоприятного действия ускорений при взлете и посадке космического корабля есть важное условие безопасности полета.

Не случайно поэтому молодой Циолковский, который жил в то время (с 1876 по 1878 г.) в г. Вятке, мечтая о космической миссии человечества и о практическом осуществлении полетов на ракете, обратил внимание на необходимость экспериментального изучения влияния ускорений на организм человека и жи-

вотных. С этой целью он поставил оригинальные опыты на животных. Для создания ускорений различной величины он применил центробежную машину. То были первые в мире эксперименты на центрифуге и опыты на живых организмах, проводимые в интересах (еще не существующей!) биомедицины.

В дальнейшем он неоднократно возвращался к этим экспериментам. Константину Эдуардовичу важно было выяснить, какую угрозу здоровью человека могут принести ускорения в космическом полете, поэтому он старался в своих экспериментах воспроизводить реальные параметры ускорений по их величине и продолжительности. Он считал, что каждый опыт по увеличению тяжести достаточно производить от 2 до 10 мин, т. е. столько времени, сколько продолжается работа двигателей ракеты. Как известно, именно эту продолжительность действия сил ускорения встретили космонавты при выведении космических кораблей на околоземную орбиту.

Как и многое другое, К. Э. Циолковский предусмотрел при этом наилучшее положение тела космонавта в момент действия ускорений. Он предложил принимать горизонтальное положение, чтобы перегрузки действовали в поперечном направлении (грудь — спина) и влияли с минимальной силой на перемещение крови по сосудам, облегчая при этом работу сердца и не перегружая кровью сосуды мозга.

Циолковский полагал, что человек сможет выдержать перегрузки, возникающие на активном участке полета ракеты при взлете с Земли и посадке на Землю. Тем не менее для облегчения переносимости человеком и животными действия ускорений он выдвинул идею «о предохранении слабых вещей и организмов от ударов, толчков и усиленной тяжести посредством погружения их в жидкость равной им плотности».

Для обоснования этого положения он привел следующий довод: «Природа давно пользуется этим приемом, погружая зародыши животных, их мозги и другие слабые части в жидкость. Так она предохраняет их от всяких повреждений».

Чтобы проверить эту идею, он провел такой опыт. В сосуд с водой помещал яйцо, затем в воду добавлял соль до тех пор, пока яйцо не отрывалось от дна со-

суда вследствие одинакового удельного веса раствора соли и яйца. Затем сбрасывал сосуд на пол или на стол, и яйцо оставалось целым. Применительно к людям этот метод был описан Циолковским в повести «Вне Земли».

В настоящее время эти рекомендации Циолковского пока не находят применения, так как перегрузки при взлете и посадке КК удалось снизить. Кроме того, по предложению физиологов были применены противоперегрузочные костюмы (ППК). ППК состоит из четырех широких резиновых манжет, надеваемых на голени и бедра человека, и одной большой резиновой камеры в области брюшного пресса. С помощью матерчатых чехлов и шнуровок костюм соответствующего размера точно подгоняют по фигуре человека. Все камеры ППК соединяют последовательно шлангом с бортовой системой пневматического поддува, снабженной автоматическим регулятором давления. В момент начала перегрузки воздух подается в камеры костюма, и давление в них повышается на 50—55 мм рт. ст. на каждую единицу перегрузки. ППК, оказывая внешнее давление на мягкие ткани, ограничивают механическое перемещение крови. В результате переносимость перегрузок повышается на 2—3 G¹³.

Как видим, медико-биологические требования к безопасности космических полетов, связанных с перегрузками, успешно выполняются с помощью инженерно-конструкторских работ. Большое значение имеет также предполетная физическая подготовка.

Одним из условий безопасности космического полета является защита человека от вакуума — предельно агрессивной внешней среды открытого космоса, что достигается созданием герметической кабины космического корабля.

Что для этого необходимо? Прежде всего чтобы воздух кабины содержал необходимое количество кислорода и был свободен от вредных газов и механических примесей, т. е. непрерывно восстанавливался и очищался. Это условие необходимо соблюдать с первых кратковременных космических полетов. Но известно оно было еще раньше — при полетах стратостатов. С использованием опыта герметизации внутренних отсе-

¹³ G — (от лат. *gravitas* — тяжесть)

ков подводных лодок еще в тридцатые годы в Советском Союзе были созданы герметические кабины для полетов в верхние слои атмосферы (стратосферу). Однако полет на стратостате — не космический полет. Тем более для космических полетов более продолжительных, чем первые орбитальные полеты, например, для многомесячной работы космонавтов на околоземных станциях, требуются более сложные устройства, чем регенерационные установки для очистки воздуха, которые стояли на первых космических кораблях.

Речь идет о создании замкнутой системы обеспечения жизни космонавтов. Система обеспечения жизни — это совокупность технических, физико-химических и медико-биологических средств, обеспечивающих нормальные условия жизни в герметической кабине космического корабля, замкнутом помещении планетной станции и др.

Основные задачи системы обеспечения жизни в широком смысле слова заключаются в следующем: 1) создание в замкнутом объеме нормальных атмосферных условий (температуры, давления, влажности, газового состава) и обеспечение человека пищей и водой; 2) защита человека от физических факторов космической среды (метеоров, вакуума, перепадов температуры, радиации) в кабине космического корабля, при выходе в космос и передвижении на планетах; 3) защита человека от факторов космического полета (перегрузок, вибрации, шума двигателей и др.); 4) создание благоприятных психофизиологических и гигиенических условий, обеспечивающих высокую работоспособность космонавтов в полете; 5) защита от неблагоприятных условий на других планетах, которые могут носить специфический характер; 6) обеспечение систематического медицинского контроля за состоянием здоровья космонавтов и оперативное оказание медицинской помощи; 7) защита человека в аварийных ситуациях.

В более узком понимании проблема систем обеспечения жизни в космосе сводится к оптимальному и приближенному к земным условиям созданию искусственного микроклимата и газового состава вдыхаемого воздуха, обеспечению космонавтов нормальным питанием, водой для питья и хозяйственно-гигиенических целей.

Комплекс систем обеспечения жизни (СОЖ) представляет собой совокупность большого количества технических и биологических средств. Состав комплекса СОЖ, его функции и основные характеристики определяются особенностями космического полета (тип корабля, состав и программа деятельности экипажа, длительность полета и др.), в связи с чем развитие СОЖ рассматривается как процесс, производный от развития пилотируемой техники.

Еще К. Э. Циолковский в своих работах останавливался на вопросах создания надежных систем жизнеобеспечения на космических кораблях. При этом он исходил из необходимости создания на корабле замкнутых экологических систем, повторяющих естественный круговорот веществ, существующих на Земле. Следовательно речь шла, по существу, о создании маленьких искусственных «террат»¹⁴ в космосе. В 1883 году в работе «Свободное пространство» Константин Эдуардович писал о необходимости создания в космическом корабле специального герметически замкнутого помещения с заключенной в нем искусственной атмосферой: «Вообразим железный или стальной шар, могущий выдержать давление заключенного в нем воздуха. Этот шар снабжен многими крупными отверстиями: справа, слева, спереди, сзади — со всех сторон. Отверстия эти, служащие окнами, герметически закрыты плотными прозрачными стеклами, прочность которых в состоянии выдержать воздушное давление, положим, в сто килограммов на квадратный дециметр».

Циолковский считал, что человек возьмет с собой в космос частицу земной биосферы, чтобы условия жизни в космическом корабле были сходны с земными. В 1885 году он писал: «Представим себе стеклянный шар, имеющий несколько сажен в диаметре и снабженный крепкой предохранительной сеткой из стальной проволоки... Поместите туда немного почвы, растений, кислорода, углекислого газа, азота, влаги — и все условия существования будут соблюдены... Но пищеварительные, дыхательные и проч. выделения... не теряются, а сполна перерабатываются при участии солнечного света в пищу и кислород, которые и поступают на питание существа, совершая вечный кругово-

¹⁴ От лат. *tërra* — земля.

рот и никогда не истощаясь. Здесь нет ничего невозможного!»

В связи с этим Циолковский предлагал биологический способ очистки воздуха в кабине космического корабля с помощью растений, которые одновременно будут производить пищевые продукты. Он полагал, что с собой нужно взять различные растения, которые «...будут очищать воздух и производить плоды», в то время как человек при дыхании будет выделять углекислый газ (и поедать плоды). Данный способ очистки воздуха, очевидно, наиболее перспективен для межпланетных полетов. Эта идея неоднократно высказывалась Циолковским в его работах, написанных в разные годы.

В настоящее время для регенерации атмосферы в обитаемых отсеках космического корабля применяется система, основанная на химико-физических принципах. Например, оказалось целесообразным применять кислородсодержащие вещества — надперекиси¹⁵ щелочных металлов (калия, натрия, лития). Взаимодействие кабинного воздуха с веществом осуществляется в несколько стадий. Вначале регенеративным (восстанавливающим) веществом поглощается влага и выделяется кислород. Образовавшаяся гидроокись (соединение окислов с водой) взаимодействует с углекислотой, образуя карбонат (соль угольной кислоты) и воду. Карбонат в свою очередь при наличии влаги и углекислоты образует конечный продукт — бикарбонат¹⁶. Таким образом, регенеративное вещество обладает полифункциональными свойствами: наряду с выделением кислорода оно поглощает углекислый газ.

Конструктивные особенности систем жизнеобеспечения должны обеспечивать максимум надежности в поддержании определенного газового состава атмосферы в кабине космического корабля. В соответствии с советской космической концепцией в атмосфере кабины не должно быть существенных отклонений от нормальных атмосферных условий на Земле.

Какой состав атмосферы имеют советские космические корабли? Известно, что они обеспечивались (и обеспе-

¹⁵ Надперекиси — неорганические соединения, содержащие анион O_2 , например надперекись калия KO_2 .

¹⁶ Бикарбонаты (гидрокарбонаты) — кислые соли угольной кислоты H_2CO_3 , например гидрокарбонат натрия $NaHCO_3$ (питьевая сода).

чиваются до сего времени) двухкомпонентной газовой средой, состоящей из азота и кислорода практически в тех же соотношениях, что и в земной атмосфере. Это не единственный принцип композиции газовой среды в гермообъемах, но в условиях орбитальных полетов он полностью себя оправдал.

«Земная» атмосфера на космическом корабле, несомненно, удобна: она привычна. Однако в условиях космического полета возникает еще одна проблема: возможность нарушения герметичности кабины. В ее решении поможет применение атмосферы чистого кислорода со сниженным давлением. Приемлема ли эта идея (используемая на американских космических кораблях)? Дело в том, что при воздействии на организм ускорений такая атмосфера способствует возникновению у человека ателектаза, т. е. спадению участков легких. В то же время атмосфера из чистого кислорода благоприятствует профилактике декомпрессионных расстройств. Таким образом, вопрос о формировании газовой среды гермокабин кораблей требует дальнейшего изучения.

В герметической кабине КК, помимо определенного газового состава воздушной среды, следует также кондиционировать ее температуру и влажность.

Нормальное состояние организма человека и его работоспособность при длительном нахождении в кабине малого объема зависят не только от обеспечения кислородом, удаления из воздуха углекислого газа и влаги, токсических веществ и дурно пахнущих примесей, но и от других факторов.

Как упоминалось выше, К. Э. Циолковский предлагал в длительных полетах применять как для регенерации воздуха, так и для восполнения пищевых запасов различные растения. В настоящее время, кроме того, поднимается вопрос об обогащении интерьера космической станции декоративными растениями.

Для создания биотехнических систем с применением растений проводятся обширные исследования по изысканию наиболее приемлемых растений и их сообществ. Сейчас ведутся работы в основном с высшими растениями, хотя не отрицается возможность использования и низших растений, например хлореллы.

В целом современные системы жизнеобеспечения подразделяются на следующие звенья: низшие автотрофные организмы (одноклеточные водоросли), высшие авто-

трофные растения, низшие гетеротрофные организмы (дрожжи, бактерии, зоопланктон и др.) и высшие гетеротрофные животные (мелкие животные и птицы), выделяется также звено физико-химической трансформации. Получаемые в таких СОЖ продукты питания нуждаются в последующей технологической переработке для разрушения клеточных оболочек, удаления пигмента и т. д.

Среди одноклеточных водорослей пищевая ценность биомассы наиболее полно изучена у представителей протококковых водорослей — хлореллы. При выращивании этих водорослей в обычных условиях их состав следующий: белков — 50%, углеводов — 32%, жиров — 13%. Биомасса протококковых водорослей содержит различные витамины: группу В (в том числе В₁, РР, К, С и др. Усвояемость одноклеточных водорослей, установленная в опытах на крысах, составляет 60—70%. Более полному усвоению пищевых продуктов препятствует наличие у одноклеточных водорослей оболочек, устойчивых к действию пищеварительных ферментов высших плотоядных животных и человека. Разрушение клеточных оболочек и удаление пигментов повышают усвоение биомассы. Однако включение ее в рацион человека в больших количествах (50, 100, 150 г сухой биомассы в сутки) нежелательно, так как вызывает ряд диспепсических явлений (отрыжка, метеоризм, тошнота и др.).

Для выращивания в космической оранжерее, кроме одноклеточных водорослей, наиболее перспективны и высшие растения: картофель, батат, сахарная свекла, морковь, редис, капуста (китайская и белокочанная), салат, шпинат, томаты, укроп, арахис.

Известно, что до сего времени не создано полностью работающей бортовой системы культивирования растений в кабине космического корабля. Однако специалисты усиленно работают над использованием растений в биотехнических СОЖ. Так, на космической станции «Салют-6» интенсивно изучались эти возможности. Проводились эксперименты с системами «Малахит», «Оазис», «Биогравистат», «Вазон» и др.

Витражная декоративная оранжерея «Малахит», к сожалению, не оправдала надежд. В композицию входили 8 сортов орхидей, но все цветы почти сразу же опали на станции, хотя сами растения продолжали вегетировать. Предполагают, что причинами этого могут быть

изменения магнитного поля (для изучения этого вопроса применяют электростимуляцию растений, которая в наземных условиях дала положительный эффект), невесомость и др.

Для решения вопроса о значимости фактора гравитации применялась система «Биогравистат». В этой системе проростки растений выращиваются в небольшой центрифуге. В эксперименте были получены первые обнадеживающие результаты.

Получены также положительные результаты в совместном советско-вьетнамском эксперименте. В приборе «Светоблок» (на станции «Салют-6») выращивали двухнедельные отростки арабидопсиса. Эти растения зацвели на станции... Работы биологов по исследованию растений в условиях космических полетов продолжаются. Изучается, в частности, режим солнечного облучения растений.

Для обеспечения экипажей водой в длительных полетах разработана система круговорота воды различными физическими и физико-химическими способами — перегонкой, очисткой ионообменными смолами и т. д. В зависимости от условий и продолжительности полета вода может как поступать из запаса, хранимого на борту корабля, так и восстанавливаться из влагосодержащих отходов. Одним из способов получения питьевой воды из влагосодержащих отходов является окислительно-каталитический метод регенерации воды. В результате окисления органические вещества переходят в углекислый газ, воду, азот, сульфаты и фосфаты, последние два соединения легко удаляются ионообменными смолами.

При непродолжительных космических полетах обеспечение запасами воды на борту корабля требует разработки методов, предотвращающих нарушение химических и органолептических свойств воды, развитие в ней микрофлоры и т. д. С этой целью производят консервирование воды, которое обеспечивает сохранность всех ее свойств.

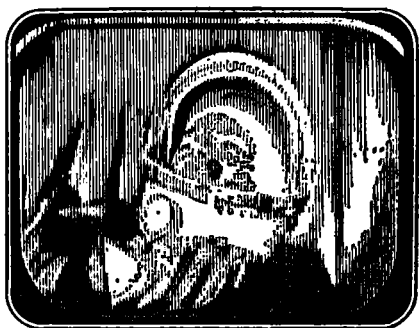
Для консервирования воды в условиях космического полета применимы следующие способы стерилизации: физические (ультрафиолетовое облучение, воздействие ультразвуком и холодом), биологические (введение антибиотиков) и химические (обработка химическими консервирующими средствами). Наиболее перспективными методами являются химические способы консервирова-

ния, в частности препаратами серебра, применяющимися в полетах советских космических кораблей.

Итак, проблема обеспечения жизни космонавтов в околоземных полетах всесторонне продумана. Космонавты находятся в кабинах КК в атмосфере, по своему составу приближающейся к привычной земной: общее давление — 750—780 мм рт. ст., содержание кислорода — около 21 %, содержание углекислого газа — около 0,03 %. Воздух кабины непрерывно очищается. Его влажность и температура также поддерживаются в пределах привычных параметров. Правда, температура воздуха несколько выше обычной (25—26°C), что сделано по просьбе космонавтов. Водообеспечение космонавтов в целом вполне отработано. Вода и пища поступают при многомесячных космических вахтах на орбитальные станции по мере необходимости с помощью транспортных кораблей. Отработана и система удаления отходов путем шлюзования их в открытый безбрежный космос. Решаются вопросы и гигиенического характера (умывание, душ, бритье, чистка зубов и т. д.), как правило, с применением определенных технических устройств (например, применение микропылесоса при бритье электрической бритвой).

Специальные вопросы обеспечения здоровья и работоспособности космонавтов будут рассмотрены в других главах книги.

ГЛАВА 4



КОВАРНЫЙ ВРАГ

Когда исчезает вес. «Спутниковая болезнь». Всех ли «укачивает» невесомость? С невесомостью шутить нельзя. Как преодолеть барьер невесомости? И снова
Земля

Медико-биологические и психологические наблюдения и эксперименты, выполненные во время полетов экипажей орбитальных станций «Салют» и «Мир» (продолжительностью до 326 суток), а также во время космических экспедиций на американской станции «Скайлэб» (до 84 суток), позволили получить обширную информацию о реакциях организма на длительное пребывание в условиях невесомости и показали возможность многомесячного пребывания и работы человека в космическом полете. Применявшиеся комплексы профилактических и реабилитационных средств обеспечивали хорошее состояние здоровья и работоспособность в полете, снижали неблагоприятные физиологические реакции и облегчали процессы восстановления (реадаптации) в послеполетный период. Проведенные медицинские исследования показали, что у космонавтов не отмечались необратимые изменения, которые можно было квалифицировать как серьезную патологию. Иначе говоря, не выявлено каких-либо отклонений от норм, препятствующих планомерному увеличению продолжительности космических полетов. Однако космическая медицина не располагает пока конкретными данными о времени полной адаптации к условиям космического полета, о полном равновесии организма и среды во время полета. Не выяснены до кон-

ца некоторые процессы, происходящие на субмолекулярном, молекулярном и клеточном уровнях.

К настоящему времени накоплена обширная информация о реакциях различных физиологических систем и организма космонавта в целом в разные фазы полета и в послеполетный период. Анализ этой информации позволяет выделить несколько симптомокомплексов.

Симптомокомплекс, внешне схожий с болезнью укачивания, проявляется в первые дни полета, т. е. в период острой адаптации организма к условиям невесомости. Он напоминает известную всем морскую болезнь. При этом выраженность симптомов индивидуально весьма различна — от незначительных явлений дискомфорта (неприятного состояния) до отчетливой картины болезни движения, сопровождающейся рвотой, значительным снижением работоспособности, общим тяжелым состоянием. Космонавты жалуются на прилив крови к голове, лицо становится одутловатым, отмечают покраснение глаз, заложенность носа и т. д. Многие из них сравнивают это состояние с предгриппозным. Важно, что эти явления в значительной степени подавляются усилием воли, поэтому работу в первые дни полета космонавты выполняют с известными трудностями, но, в общем, вполне успешно.

Болезнь движения впервые была описана как расстройство здоровья при воздействии на человека механических и оптико-кинематических воздействий (т. е. связанных с влиянием света на зрительный анализатор при движении). А на возможность возникновения болезни движения в невесомости впервые указал К. Э. Циолковский.

Первые симптомы космической формы болезни движения были отмечены в 1961 году у Г. С. Титова. У него, в частности, наблюдалась картина, характерная для вегетативного криза: головокружение, бледность кожных покровов, головная боль, увеличение потоотделения, общая слабость. Некоторые исследователи называли эти явления спутниковой болезнью.

Результаты полетов на КК и орбитальных станциях показали, что примерно каждый второй-третий космонавт испытал болезнь движения.

В причинах появления космической формы болезни движения ряд исследователей усматривают важную роль

врожденной отолитовой¹⁷ асимметрии. Различия в массе правой и левой отолитовых мембран компенсируются центральной нервной системой. В условиях невесомости эта компенсация теряет физиологическое значение, поскольку различия в массе отолитов отсутствуют.

При возвращении на Землю приобретенное в невесомости равновесие в деятельности отолитовых органов вновь нарушается. В результате возникает дисбаланс в импульсации правого и левого лабиринтов, что приводит к развитию вестибулярных нарушений. Очевидно, лица, имеющие более выраженную степень асимметрии в морфологии отолитов, должны быть и более подвержены возникновению космической формы болезни движения.

Другие исследователи связывают возникновение болезни движения с изменениями взаимодействия анализаторов, участвующих в определении пространства: вестибулярного, зрительного, двигательного и даже обонятельного (некоторые летчики и пассажиры гражданской авиации указывают, например, что воздушная болезнь у них усиливается от неприятных запахов, например бензина, керосина). Однако первое место в возникновении болезни движения отводится функциям вестибулярного аппарата. Главной причиной возникновения этого функционального состояния в условиях невесомости, по-видимому, является рассогласование функций анализаторных систем, в том числе и двигательного анализатора. Последний имеет наибольшее число гравирецепторов (т. е. нервных элементов, воспринимающих воздействие силы тяжести). Это рассогласование, собственно, и приводит к нарушению синергизма (совместного действия) многих функций организма, к нарушению их гармонии, что и приводит сначала к чувству дискомфорта, а затем и к вегетативному кризу.

Признаки болезни движения возникают при движении головой. Это дает основание считать одной из причин болезни отсутствие привычной реакции отолитового аппарата полукружных каналов вестибулярного анализатора (отолиты становятся невесомыми и не оказывают давления на нервные рецепторы перепончатого лабиринта внутреннего уха) при сохранившихся оптикокинетиче-

¹⁷ Отолиты (от греч. otos — ухо и lithos — камень) — твердые частицы в перепончатом аппарате внутреннего уха. Они сигнализируют о положении головы по отношению к направлению действия силы тяжести.

ческих реакциях (которые в условиях невесомости как бы обостряются). Явления осложняются тем, что перераспределение жидких сред организма (крови и лимфы) — усиление их притока к голове — приводит к повышению их давления на нервные образования. Это является дополнительным фактором в картине развития болезни движения.

Выраженность проявлений болезни движения в условиях космоса уменьшается по мере увеличения продолжительности полета, что связано с развитием адаптационных процессов в организме. В среднем после трех суток полета симптомы болезни ослабевают, а через шесть-семь суток они исчезают и не возобновляются до конца полета.

К болезни движения предрасполагает множество факторов: различные заболевания, особенно центральной нервной системы и органов пищеварения, эмоциональный стресс, переутомление и т. п. Большое значение имеют также индивидуальные, врожденные особенности человека, а также тренировка к этим раздражениям.

Кто из нас в праздничный день не смотрел на карусель и качели — вихрь красок и смеха. Кончился сеанс, мимо зрителей проходят радостные, оживленные люди. Но что это? Оказывается, не все веселы. У некоторых бледные лица с жалкой вымученной улыбкой на губах. А иных даже приходится поддерживать, на лбу и щеках у них капельки пота.

А вот еще пример. Балерина совершает бесчисленные вращения. Если бы вы попробовали сделать подряд хотя бы одну десятую долю таких вращений, вы не смогли бы после этого сохранить равновесие, а некоторые из вас почувствовали бы себя плохо. Балерина же продолжает танцевать. Совершенно ясно, что это не врожденное качество, а результат длительной тренировки. Впрочем, есть люди, которые благодаря своим врожденным индивидуальным особенностям не подвержены укачиванию. Приведем такие интересные наблюдения. При подготовке космонавтов использовался специальный стенд «Ротор», который давал возможность вращения одновременно в трех плоскостях. Некоторые режимы работы этого стенда не выдерживал ни один космонавт. Однажды сотрудница, которая работала в этой лаборатории, упростила испытать ее на этом стенде. И оказалось, что укачать ее было невозможно ни на каких режимах. Вот

пример врожденной устойчивости к болезни движения.

Сейчас уже установлено, что многие космонавты, летавшие в космос, испытывали в той или иной степени болезнь движения. Болезнь движения у космонавтов, совершающих второй, третий полет, или не возникает совсем, или выражена значительно слабее, чем в первом полете.

Почти все космонавты в самом начале пребывания в невесомости сразу после выхода космического корабля на орбиту испытывали различного рода иллюзорные ощущения. Это были иллюзии положения тела в пространстве: космонавту казалось, что тело наклонено вперед или назад или перевернуто и висит вниз головой. У некоторых были иллюзии вращения собственного тела или смещения окружающих предметов. Продолжительность и выраженность иллюзий оказались весьма различными. У одних они в течение нескольких минут исчезали, у других сохранялись несколько часов, у третьих они периодически то исчезали, то вновь появлялись. Космонавтами было замечено: повторное возникновение иллюзий связано с повышенной двигательной активностью или наблюдениями Земли через иллюминаторы. Фиксация тела в кресле, а также аутотренинг приводили к подавлению иллюзий.

Весьма важным является следующий факт. Если космонавт, у которого появились симптомы не резко выраженной болезни движения, постарается усилием воли подавить их, заняться делом, отвлечься, то и неприятные явления как бы отступают. Космонавт успешно выполняет важные операции. Но вот работа закончена, и снова начинает проявляться болезнь движения... Подобное же имеет место и в авиационной практике. Пассажир транспортного самолета начинает ощущать неприятные явления болезни движения. В этом случае ему рекомендуется отвлечься, взять книгу, не смотреть в иллюминатор, наконец, закрыть глаза и постараться заснуть, и ему станет легче.

Среди многочисленных факторов космического полета, влияющих на человека, невесомость занимает особое место. Как известно, с физической точки зрения состояние невесомости характеризуется отсутствием веса, а стало быть, и изменением механического напряжения структур тела человека. Исчезновение веса ставит физиологические системы в необычные условия функцио-

нирования. В этом состоянии организм человека находится на протяжении всего космического полета.

Невесомость наступает на космическом корабле сразу же вслед за выключением ракетных двигателей (после достижения космической скорости). Строго говоря, невесомость на космическом корабле в орбитальном полете не является полной, но остаточный вес так ничтожен, что можно с достаточным основанием считать, что на космических кораблях практически царит невесомость.

Состояние невесомости предъявляет особые требования к конструкции и оборудованию космического корабля. Так, каждый космонавт должен иметь возможность зафиксировать тело в нужном месте, чтобы не «всплыть» во время работы. Все предметы должны быть укреплены на отведенных им местах. Так как поведение жидкости при невесомости определяется силами поверхностного натяжения, то для воды и других жидкостей требуются эластичные сосуды и герметичные контейнеры, предотвращающие разбрызгивание жидкости. В связи с отсутствием при невесомости перемешивания воздуха в кабине его циркуляция должна обеспечиваться вентиляторами.

Выход в открытое космическое пространство выдвигает на передний план новую проблему невесомости — биомеханику управления положением тела и перемещением в беспорядочном пространстве. Впрочем, эта проблема актуальна и для кабины космического корабля. Отсутствие влияния силы тяготения в значительной степени осложняет работу человека на борту КК.

Изучение невесомости в лабораторных условиях затруднено тем, что невозможно длительно создавать это необычное состояние на Земле. Очень кратковременную невесомость можно испытать в свободном падении (при прыжке с парашютом, при спуске в скоростном лифте в высотных зданиях). Невесомости продолжительностью 30—40 с можно достичь во время полетов самолетов-лабораторий по специальной траектории.

Некоторое подобие невесомости можно получить, поместив человека в бассейн с жидкостью, плотность которой равна средней плотности человека. В этом случае гравитационные силы уравновешиваются давлением жидкости, создающим архимедову выталкивающую силу. Следует подчеркнуть, что гравитационные рецепторы внутренних органов при этом не выключаются и, таким

образом, полная имитация невесомости не достигается.

При изучении влияния таких условий, имитирующих невесомость, отмечается существенное снижение устойчивости сердечно-сосудистой системы испытуемых к изменению положения тела в пространстве, изменение мышечных функций, нарушение координации движений и способности испытуемых к ориентации в пространстве. Переносимость перегрузок после пребывания в жидкости ухудшается, возрастает общая потеря воды организмом, увеличивается выделение с мочой азота, кальция и других веществ. Обнаружено понижение мышечной силы и способности выполнять физическую работу. Работа на велоэргометре сопровождается более выраженным учащением пульса и дыхания. Ортостатическая проба (т. е. быстрое изменение позы человека от положения лежа к положению стоя) во время опыта и после него сопровождалась более выраженным учащением пульса, уменьшением пульсового артериального давления, изменениями электрокардиограммы.

Для оценки функционального состояния при имитированной невесомости было проведено исследование на профессионалах-ныряльщиках, которые на 18 ч полностью (с дыхательной маской) погружались в бак с водой при температуре 34,4 — 35°С. После пребывания в воде уменьшалась точность движений и ухудшался ряд показателей координации движений.

Многие исследователи избрали в качестве экспериментальной модели невесомости строгий постельный режим с пребыванием человека в горизонтальном положении в течение многих суток. Два фактора этих экспериментов — гипокинезия¹⁸ и снижение гидростатического давления столба крови — могут быть причиной расстройств, аналогичных тем, которые возникают в невесомости. Это — нарушения функций двигательного аппарата, системы кровообращения и дыхания, регуляторных нейроэндокринных изменений, а также общего психофизиологического состояния и работоспособности.

В настоящее время установлено, что длительное ограничение подвижности человека, находящегося в условиях кабины малого объема или постельного режима, вызывает снижение устойчивости его к физической работе и ортостатическим пробам. После многодневного

¹⁸ Гипокинезия — снижение двигательной активности.

пребывания на постельном режиме наблюдали значительные нарушения регуляции кровообращения. Из-за малой двигательной активности у испытуемых развиваются утомление, вялость, апатия, нервно-эмоциональное напряжение, беспокойство, иногда невротические состояния и различные отклонения в психических функциях. Возникают также и нарушения функций двигательного аппарата. Снижаются сила и тонус мышц, нарушается координация движений. Происходят большие изменения в обменных процессах, в первую очередь в опорно-двигательном аппарате — костях и мышцах.

Таким образом, при длительном ограничении подвижности у человека возникают функциональные расстройства локомоторного аппарата, системы кровообращения, эндокринного аппарата, вегетативной нервной системы и высшей нервной деятельности. Эти многочисленные расстройства объединены в симптомо-комплекс так называемой гипокинезической болезни.

В настоящее время космонавты за 2—3 недели перед полетом спят на кроватях, опущенных в изголовьи, что вызывает усиленный приток крови к голове, тренируются на поворотном столе с периодическими наклонами головы вниз и вверх. Так тренируют физиологические механизмы, регулирующие гемодинамику. По отзывам космонавтов, летавших неоднократно, такие тренировки помогают лучше адаптироваться к условиям невесомости в космическом полете.

В результате исследований влияния невесомости на организм космонавтов в реальных условиях космического полета установлены определенные физиологические закономерности адаптации человека к этому фактору. Выделены следующие периоды (фазы) адаптивных процессов.

Первая фаза — фаза острой адаптации — возникает сразу же при переходе к невесомости и характеризуется возникновением первичных реакций на невесомость в виде ориентировочной реакции, пространственных иллюзий, нарушений координации движений, ощущения прилива крови к голове, появления вестибуловегетативного дискомфорта. Все эти явления можно рассматривать как результат нарушения системности в функционировании анализаторов, как следствие перераспределения крови и вегетативного дисбаланса, возникающего в условиях невесомости. Следовательно, эта фаза совпадает с пе-

риодом возникновения космической формы болезни движения, описанной нами выше.

При кратковременных полетах (до 7 суток) дело ограничивается возникновением и развитием острой фазы адаптации к невесомости, т. е. возникновением болезни движения. Мы отмечали, что благодаря высокой мотивации, большому эмоциональному подъему, волевым усилиям, а также большой загруженности работой работоспособность космонавтов остается на достаточно высоком уровне, и они хорошо справляются с полетными и научно-исследовательскими задачами. Переносимость этой фазы индивидуальна. Определить устойчивость организма к укачиванию можно в некоторых наземных исследованиях (при вращении на кресле Барани, в полетах на самолетах по параболе Кеплера и т. д.).

При повторных полетах космонавты, как правило, чувствуют себя лучше. Это говорит не столько о пользе тренировки, сколько о снижении эмоционального напряжения.

В целях профилактики болезни движения необходимо усовершенствование отбора и предполетной подготовки космонавтов, в частности, с использованием длительно вращающихся установок. Могут оказаться полезными и некоторые фармакологические препараты, нормализующие вестибулярно-сосудистую неустойчивость. Следует признать, что люди, от природы устойчивые к болезни движения (укачиванию), оказываются более устойчивыми и к воздействию невесомости, чем люди, достигшие высокого уровня устойчивости посредством тренировки.

Особенно большое значение имеет изменение деятельности сердечно-сосудистой системы в полете. Дело в том, что в невесомости увеличивается кровенаполнение сосудов в верхней части тела и головного мозга, уменьшается общая масса циркулирующей крови, наблюдаются изменения минерального обмена.

В связи с этим понятно внимание, которое уделяют специалисты космической медицины проведению исследований, направленных на изучение функций сердечно-сосудистой системы. Предстоит также разработать методы надежного прогнозирования проявления и выраженности описанных явлений реакции космонавта на невесомость, а также продолжить изыскания средств профи-

лактики неблагоприятных явлений острого периода адаптации к невесомости.

К сожалению, космическая медицина не обладает еще возможностью точно прогнозировать степень выраженности реакций космонавтов в первые дни полета. Это является актуальной проблемой дальнейших исследований.

Вторая фаза — фаза неполной адаптации — характеризуется развитием компенсаторно-приспособительных реакций, препятствующих прогрессированию отдельных изменений, вызываемых невесомостью. Эта фаза продолжается примерно 4—5 недель. Продолжительность фазы зависит от многих причин, в том числе и от индивидуальных особенностей организма, степени тренированности и физической подготовленности космонавтов.

В третьей фазе — относительной стабилизации реакций адаптации — устанавливается новый уровень функционирования всех систем организма. К этому периоду завершается формирование нового гомеостаза организма (равновесия внутренней среды). Можно предположить, что при дальнейшем увеличении продолжительности полетов, при отсутствии чрезмерных воздействий гомеостазис будет сохраняться.

Следует подчеркнуть относительность, даже условность такого деления процесса адаптации на периоды (фазы). Дело в том, что субъективные ощущения и объективные показатели состояния организма при адаптации к условиям невесомости имеют очень большой индивидуальный разброс. Так, некоторые космонавты (В. Ф. Быковский, А. Г. Николаев, В. Н. Кубасов, В. А. Джанибеков, который уже совершил 5 космических полетов) практически не отмечали никаких неприятных явлений, связанных с первым периодом пребывания в невесомости. У других наблюдались явления болезни движения (П. И. Климук — в первом полете, В. Ремек). А. Н. Березовой и В. В. Лебедев относительно легко перенесли острый период адаптации во время 211-суточного полета. «Через трое-четверо суток пребывания на станции,— пишет А. Н. Березовой,— мы полностью приспособились, или, как говорят медики, адаптировались к невесомости. Организм уже не протестовал против странностей космической жизни. Сил прибавилось, работоспособность восстановилась. Спали почти так же хорошо, как и на Земле. Невесомость неприятна только

в первые дни, а потом она даже нравится, видимо, своей легкостью».

Следует отметить, что большинство космонавтов испытывали неприятные ощущения различной интенсивности, и в их основе у одних превалировал гемодинамический компонент (чувство заложенности носа, тяжесть в голове и др.), у других — вестибулярный компонент.

Условность приведенных выше периодов адаптации к невесомости подтверждает также тот факт, что, несмотря на длительные (до 326 суток) космические полеты, полной стабилизации всех функций организма еще не наблюдалось. Это касается выведения кальция из организма, гормональных процессов, а также некоторых реакций на уровне клеток и тканей.

Период реадаптации к земным условиям после полета характеризуется обратной перестройкой функций организма и его регуляторных механизмов. И так же, как процесс адаптации к невесомости, реадаптация включает в себя фазы первичных реакций, относительной реадаптации и ее завершения.

Исходя из сказанного, становится ясным, что одна из главных проблем космической медицины состоит в компромиссном решении двух задач. Первая — обеспечить человеку ту степень приспособляемости к условиям космического полета, при которой все системы его организма функционировали бы в оптимальном режиме и были бы достигнуты максимальные работоспособность и эффективность труда космонавта. Вторая — не допустить адаптации, которая сделала бы труднопереносимым возвращение космонавта на Землю и затрудняла бы приспособление к воздействию силы тяжести.

Выделение фаз адаптации и реадаптации поможет в разработке профилактических мероприятий против неблагоприятного действия невесомости в различные периоды полета.

Естественно, что теоретическое обоснование периодов и фаз адаптации хотя и базируется на исследованиях и личных наблюдениях космонавтов, тем не менее, как и любое обобщение, носит несколько гипотетический характер. В качестве примера приведем данные о самочувствии членов экипажей орбитальной станции «Салют-6» и первых двух экспедиций посещения этой станции.

Полет первой экспедиции на орбитальной станции

«Салют-6» в составе Ю. В. Романенко (командир корабля) и Г. М. Гречко (бортинженер) продолжался 96 суток. Важнейшими операциями, выполненными экипажем в ходе этого полета, были:

1) выход в открытый космос для обследования стыковочного узла (на десятые сутки полета);

2) совместная работа с двумя экспедициями посещения (первая экспедиция посещения в составе В. А. Джанибекова и О. Г. Макарова пребывала на станции с 11 по 16 января 1978 года, вторая — в составе А. А. Губарева и гражданина ЧССР Владимира Ремека — с 3 по 10 марта);

3) работа по разгрузке транспортного корабля «Прогресс-1».

Питание в полете осуществлялось консервированными сублимированными продуктами по шестидневному меню. В суточном рационе содержалось около 140 г белков, 100 г жиров и 385 г углеводов при общей калорийности 3100 ккал. Содержание минеральных компонентов было сбалансированным и в среднем составляло: кальция — 800 мг, калия — 3,0 г, фосфора — 1,7 г, натрия — 4,5 — 5,0 г, магния — 0,4 г, железа — 60 мг. Ежедневно космонавты принимали по два драже поливитаминов (ундевид).

Таким образом, рацион питания не только соответствовал предполагаемым уровням энерготрат и был сбалансирован по основным пищевым ингредиентам, но и содержал все основные компоненты, необходимые для обеспечения организма в стрессовых ситуациях, что характеризовало его профилактическую направленность.

В ходе полета экспедициями посещения и грузовым кораблем основному экипажу доставлялись свежие продукты в соответствии с пожеланиями космонавтов. На борту комплекса имелись запасы воды, консервированной с помощью ионов серебра, а также система регенерации воды, обеспечивающая экипаж горячей водой. В среднем космонавты потребляли 1,2 л воды в сутки, что является нормой для этих условий.

Бортовой суточный цикл работы и отдыха экипажа соответствовал земному, причем время для сна отводилось с 23 часов до 8 часов утра по московскому времени. На физическую тренировку выделялось 2,5 ч ежедневно, на профессиональную деятельность — около 8 ч, на че-

тырехразовый прием пищи — 2,5 ч. Дни отдыха предоставлялись через каждые 5—6 суток, т. е. выдерживалась земная трудовая неделя.

Профилактические мероприятия, направленные на повышение устойчивости к невесомости, выполнял лишь основной экипаж. Средства профилактики включали комплексный тренажер типа тредбана (бегущая дорожка) с системой фиксации и создания нагрузки по продольной оси тела (около 50 кгс), велоэргометр, нагрузочные костюмы длительного ношения, вакуумный комплект в виде брюк для создания отрицательного давления на нижнюю часть тела (ОДНТ), миоэлектростимулятор, послепоплетный профилактический костюм и водно-солевые добавки.

Физическая тренировка экипажа началась с двенадцатых суток полета. По различным причинам она была выполнена экипажем лишь на 30-40% от запланированного объема, причем во время пребывания экипажей посещения ее объем еще более сокращался. В конце полета (последние 2—3 недели) экипаж уделял большее внимание физическим упражнениям, продолжительность которых в этот период составляла около 1 ч. Электростимуляция мышц, как это и было запланировано, проводилась на втором месяце полета (всего 15 сеансов, по 1 сеансу через день). Основной экипаж ежедневно по 10—12 ч находился в нагрузочных костюмах, обеспечивающих постоянную статическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и скелетную мускулатуру.

Самочувствие всех шести космонавтов, участвовавших в первой основной экспедиции на «Салюте-6» и в двух первых экспедициях посещения этой станции, в основном соответствовало схеме адаптации.

Фаза острой адаптации у всех трех экипажей при переходе к невесомости характеризовалась появлением пространственных иллюзий (чувство опрокидывания), постепенно развивающимся ощущением прилива крови к голове и заложенности носа, одутловатостью тканей лица, снижением аппетита, а также ощущением дискомфорта, усиливающимся при резких движениях головой. Вегетативные нарушения практически исчезли к четвертому дню полета. Ощущения прилива крови к голове хотя и уменьшались в течение первых 7—10 дней полета, однако у членов основного экипажа в стертой форме отмечались на протяжении всего полета, усиливаясь в

начале физической работы, при утомлении, а также при потреблении большого количества жидкости.

В первые 10 дней, а также в последний месяц полета члены основного экипажа чувствовали к концу рабочего дня усталость, которая, однако, снималась ночным сном. В последнюю неделю полета чувство усталости после ночного отдыха проходило не полностью. На пятые сутки у бортинженера появилось чувство недомогания, как при простудном заболевании, которое было снято средствами бортовой аптечки. В начале третьего месяца полета у обоих космонавтов наблюдались головные боли. На семидесятые сутки полета у командира возникла зубная боль по типу пульпита, пришлось принимать анальгетики.

Работоспособность в полете, включая операторскую и исследовательскую деятельность, была у всех космонавтов хорошей. Однако присутствие на борту экипажа посещения нарушало установившийся режим и ритм работы.

Общее состояние основного экипажа в первые дни после приземления субъективно характеризовалось некоторой общей слабостью. Космонавтам казалось, что увеличилась масса их собственного тела и окружающих предметов. Ощущалась неустойчивость при нахождении в вертикальном положении. У обоих космонавтов аппетит и сон были хорошими, жажды они не испытывали.

При обследовании после полета специалисты выявили бледность кожных покровов и одутловатость лица, сухость кожи, ограничение локомоторной функции, снижение ортостатической устойчивости (появление бледности лица, головокружения, слабости и увеличения частоты пульса в вертикальном положении) и переносимости физических нагрузок. Частота пульса и артериальное давление на месте посадки у командира и бортинженера в положении лежа соответственно составляли 84—88 ударов в минуту и 140/85—140/90 мм рт. ст.; 76—96 ударов в минуту и 125/80—120/75 мм рт. ст. Отмечено также расширение и увеличение кровенаполнения вен сетчатки глазного дна. При неврологическом обследовании были выявлены гиперрефлексия и координационные нарушения. Отмечены гипотония и гипотрофия мышц нижних конечностей (уменьшение периметров бедра и голени составило соответственно у командира 2,0 и 2,9 см; у бортинженера — 2,1 и 3,1 см). Масса тела была снижена у командира на 3,6 кг и у бортинженера — на 4,4 кг.

Таким образом, в целом состояние космонавтов на месте посадки и на этапах эвакуации характеризовалось некоторым снижением функциональных характеристик организма и астенизацией.

В первый день после полета (после ночного сна) и в последующие дни самочувствие и общее состояние обоих космонавтов улучшилось. Через 3—4 дня практически исчезли явления утомления, гиперрефлексии, приглушенность сердечных тонов, однако отмечалась легкая утомляемость к концу дня. У командира на третий день после полета появились слабо выраженные боли в мышцах спины и голени, удерживавшиеся на протяжении последующих двух суток. На десятый день после полета космонавты уже хорошо переносили физические воздействия, возникшие в процессе ежедневной деятельности.

Исследование ортостатической устойчивости после полета показало, что ее полное восстановление до предполетного уровня завершилось примерно в течение трех недель. Проведение исследований с физической нагрузкой показало на пятые-шестые сутки ухудшение реакции сердечно-сосудистой системы по сравнению с предполетной. На двенадцатые сутки переносимость пробы у командира была удовлетворительной, а у бортинженера все еще сниженной. Масса тела к четвертым суткам восстановилась у командира на 50%, у бортинженера — на 70%.

Гематологические исследования после 96 суток полета выявили у обоих космонавтов уменьшение общей массы гемоглобина (на 23 и 26%), количества эритроцитов (на 18 и 22%), ретикулоцитов (на 33 и 37%) и тромбоцитов (на 56 и 33%). Изменения в составе эритроцитов исчезли в период между 12 и 30 сутками после приземления.

После 96-суточного полета в большей степени, чем после ряда других продолжительных полетов, наблюдались изменения в двигательной сфере, значительно снизилась устойчивость к ортостатической и физической нагрузке. Не исключено, что эти изменения после 96-суточного полета были обусловлены не только более длительным влиянием невесомости, но и неполным использованием экипажем профилактических мероприятий (по сравнению с запланированными). Однако проведенные

во время и после полета исследования не выявили в состоянии здоровья космонавтов изменений, которые препятствовали бы дальнейшему планомерному увеличению продолжительности космических полетов.

О важности соблюдения распорядка дня, особенно выполнения физических упражнений, а также всех рекомендаций ученых свидетельствует 140-суточный полет космонавтов В. В. Коваленка и А. С. Иванченкова. Космонавты строго относились к программе полета, и в результате их состояние здоровья после возвращения на Землю было лучше, чем у Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко, пробывших в космосе меньшее время. Период реадaptации у них также протекал более гладко.

Сравнительный анализ данных пред- и послеполетных исследований экипажей орбитальных станций «Салют», а также изучение материалов медицинского обследования членов экипажей экспедиций «Скайлэб» позволяет высказать суждение о том, что увеличение продолжительности полета существенно изменяет выраженность и продолжительность реадaptационных реакций космонавтов к условиям повседневной жизни при земной гравитации. Тем не менее вряд ли можно приписывать обнаруженные изменения в организме космонавтов только действию невесомости.

Существенное значение в формировании описанных выше изменений может иметь перво-эмоциональное напряжение, связанное не только с опасностью ситуации, необычностью обстановки и неудобствами в быту и при выполнении рабочих операций и т. д., но и с особым чувством ответственности за выполнение программы полета. Не меньшее значение могут иметь напряженная работа экипажа по проведению многочисленных экспериментов, отчасти недостаточный отдых и сон, некоторые нарушения режима питания и водопотребления.

Все эти факторы трудно исключить и еще труднее каким-либо образом нормировать, особенно с учетом индивидуальных особенностей космонавтов. Очевидным, однако, следует считать тот факт, что при осуществлении длительных космических полетов особое внимание нужно уделять поддержанию функциональной активности сердечно-сосудистой системы и нормализации водно-солевого обмена.

У космонавтов трех экипажей орбитальной станции «Скайлэб» после возвращения на Землю также наблюдалось снижение устойчивости к гравитационным и физическим нагрузкам. Однако, по мнению американских специалистов, третий экипаж находился в лучшем состоянии, чем второй, а второй — в лучшем, чем первый. Этот факт они объясняют тем, что второй и третий экипажи больше занимались физическими упражнениями в полете, больше уделяли внимания режиму труда и отдыха.

В настоящее время внимание исследователей приковано главным образом к изучению влияния на организм космонавтов невесомости и гипокинезии. Исследования в этой области широко проводятся как в лабораторных условиях, так и в реальных космических полетах. Для их решения используются также необходимые данные, имеющиеся в арсенале смежных наук и деятельности некоторых профессиональных групп, близких к космонавтам по ряду показателей.

Требуется дальнейшее изучение влияния невесомости в наземных условиях, что позволит улучшить отбор в отряд космонавтов, разработку профилактических мер борьбы с отрицательным влиянием невесомости. При этом нельзя относить все изменения организма в космическом полете только за счет одного фактора (невесомости) и пренебрегать влиянием других (гипокинезии, ограничения пространства, однообразия обстановки, значительных нагрузок на нервно-эмоциональную сферу и др.). Следовательно, отбор в космонавты должен быть поэтапным. При имитации космического полета необходимо добиваться суммарного действия ряда факторов, имеющих существенное значение для создания устойчивой адаптации космонавтов к условиям полетов. Наконец, большое значение имеет разработка средств, направленных на устранение отрицательного влияния невесомости на организм.

Профилактические средства (о которых мы говорили выше) против каких-либо неблагоприятных сдвигов будут эффективны в том случае, если они назначаются с учетом знания механизмов этих нарушений. Применительно к невесомости профилактические средства должны быть направлены в первую очередь на восполнение дефицита мышечной нагрузки, а также на воспроизве-

дение эффектов, которые в условиях Земли обуславливаются массой крови и тканевой жидкости.

Группа советских ученых, возглавляемая академиком О. Г. Газенко, обосновала и внедрила комплекс профилактических средств для использования во время полетов на орбитальных станциях «Салют». Этот комплекс включает:

- ежедневное выполнение физических упражнений на бегущей дорожке и велоэргометре, а также силовых упражнений с эспандерами;

- создание постоянной нагрузки на опорно-двигательный аппарат и скелетную мускулатуру (ежедневное пребывание в течение 10—16 ч в нагрузочных костюмах);

- тренировки с приложением отрицательного давления к нижней части тела, проводимые в конце полета;

- применение водно-солевых добавок в день окончания полета;

- применение послеполетного противоперегрузочного костюма.

Для проведения физических тренировок на борту орбитальных станций «Салют» установлен тренажер «бегущая дорожка» (тредбан), позволяющий воспроизводить в невесомости движения, характерные для ходьбы, прыжков, приседаний. С помощью специальных костюмов и системы резиновых амортизаторов при выполнении «космической зарядки» создавалась нагрузка в направлении продольной оси тела величиной 50 кг, а также статическая нагрузка на основные группы антигравитационных мышц.

Физические тренировки проводились также на велоэргометре — аппарате, аналогичном велосипеду, но стоящем на месте. На нем космонавты педалировали ногами или руками, создавая тем самым соответствующую нагрузку на организм.

Нагрузочные костюмы воспроизводили постоянную статическую нагрузку на опорно-двигательный аппарат и скелетную мускулатуру, что в определенной степени компенсирует отсутствие земной силы тяжести. Конструктивно костюмы выполнены как полуприлегающие комбинезоны, включающие эластичные элементы типа резиновых амортизаторов.

Для создания отрицательного давления на нижнюю часть тела применялся вакуумный комплект «Чибис»

в виде брюк, представляющих собой герметический мешок на каркасе, в котором можно создавать разрежение. При уменьшении давления создаются условия, которые способствуют оттоку крови к ногам и тем самым такому ее распределению, которое характерно для человека, находящегося в вертикальной позе в условиях Земли. С этой же целью был создан костюм «Пневматик». Он служит для предотвращения или смягчения последствий перемещения крови из нижней части тела в верхнюю в остром периоде адаптации к невесомости. Костюм «Пневматик» напоминает плавки, оснащенные надувными бедренными манжетами и прибором для создания давления в камерах. В результате повышения давления в камерах происходит пережатие венозных сосудов. Это затрудняет в невесомости отток крови из нижних конечностей, за счет чего несколько уменьшается объем крови в верхней половине туловища. В результате исчезает ощущение тяжести в голове, уменьшаются вестибулярные расстройства, повышается работоспособность.

Послеполетный профилактический костюм, надеваемый под скафандр перед спуском, был предназначен для создания избыточного давления на ноги, что препятствует скоплению крови при вертикальном положении тела в нижних конечностях и благоприятствует сохранению нормального кровообращения при переходе из горизонтального положения в вертикальное в период реадаптации, т. е. в первые дни после возвращения на Землю.

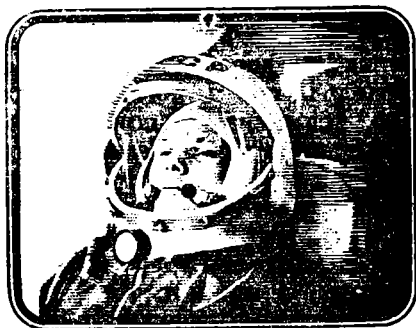
Хорошо зарекомендовал себя также профилактический шейный амортизатор — устройство в виде жабо. Он обеспечивает дозируемую силовую нагрузку на шейный отдел позвоночника и затылочно-шейную антигравитационную мускулатуру и одновременно ограничивает движения головы. У космонавтов при ношении амортизатора заметно подавлялись и даже исчезали иллюзорные ощущения измененного положения тела в пространстве и симптомы болезни движения.

Все эти мероприятия, направленные на сохранение здоровья и работоспособности космонавтов, на профилактику отрицательного влияния невесомости на организм, дали положительный результат. Этим и объясняется, что, несмотря на увеличение продолжительности космических полетов, самочувствие и здоровье космонавтов не ухудшается, их работоспособность оста-

ется на высоком уровне. В результате эффективность космических полетов заметно повышается.

Тем не менее, как мы уже отмечали, специалисты еще не имеют единой точки зрения по вопросу длительного влияния на организм невесомости. Организм и среда едины, изъятие или снижение уровня какого-то параметра среды неизбежно окажет свое действие на организм. Например, без кислорода человек живет всего несколько минут, без воды — около двух недель, без пищи (но с приемом воды) человек живет примерно 3 месяца. А сколько может выдержать человек без гравитации, пока неизвестно. По-видимому, он сможет полностью адаптироваться и жить в невесомости бесконечно долго, однако переход снова к повышенной тяжести (возвращение на Землю, выход на другие планеты и т. д.) потребует особых мер.

ГЛАВА 5



ПРОФЕССИЯ — КОСМОНАВТ

Каждый ли может стать космонавтом? Почему отбирали в космонавты летчиков-истребителей? Жесткие испытания. Медики у истоков отбора и подготовки космонавтов

Космонавт — новая профессия, появившаяся у нас в стране с образованием первого отряда космонавтов в конце пятидесятых годов, т. е. всего 30 лет назад. Эта профессия необычная, хотя сами космонавты говорят о ней иначе. Так, дважды Герой Советского Союза летчик-космонавт В.Н. Кубасов пишет: «...космонавт — это обычная профессия в необычных условиях, но экстремальные условия не редкость и на Земле. Цену им знают полярники и пожарные, диспетчеры воздушного движения, летчики и моряки...

Морякам-подводникам, как и нам, приходится подолгу жить и работать в ограниченном пространстве, в искусственной атмосфере, в сантиметрах от чуждой человеческой стихии, подолгу общаться лишь с весьма узким сообществом товарищей».

Впрочем, кому, как не космонавтам, известно, как много и долго они готовятся к полету. Гораздо дольше, чем длится сам полет! Поистине: «Тяжело в ученье — легко в бою», как говорил Суворов. Нужно очень много знать и уметь. Программа полета обширна и разнообразна. В полете проводится не только работа, исследования, но и испытания корабля, отдельных его узлов и агрегатов и самого космонавта. Его полностью трудно проверить на Земле, на стендах. Да-

же новый автомобиль испытывают не только на заводских стендах, но и в пробеге на автодроме, а затем и в испытаниях на дорогах страны в соответствующих климатических зонах и погодных условиях. Самолет обязательно испытывают, помимо продувания его в аэродинамической трубе, тряски на вибростенде, проверки на других наземных устройствах, также в реальных полетах, причем для испытания его надежности — в различных самых трудных режимах полета. Как автомобили, так и самолеты испытывают не просто шоферы или пилоты, а люди особой профессии — испытатели, от работы которых зависит оценка сложной техники, а следовательно, и конечный результат большого коллектива конструкторов, инженеров, рабочих.

В космонавтике каждый космонавт — испытатель. Кстати, подсчет степени риска космических полетов, сделанных специалистами, показал (на примере около 200 человеко-полетов), что этот риск примерно одинаков у летчиков-испытателей и космонавтов.

Пожалуй, наиболее ярким примером работы космонавта в качестве испытателя новой космической техники являются полеты летчиков-космонавтов СССР Ю. А. Гагарина и В. М. Комарова. Первый в мире полет человека в космос хотя и проходил после проверочных полетов космического корабля типа «Восток» с животными на борту, а затем с макетом космонавта, все же был настоящим испытательным полетом. Умение наблюдать и реагировать на динамическую картину полета, оценивать работу агрегатов корабля — задачи, прямо скажем, сверхсложные и необычные. Психика человека еще не привыкла к таким условиям работы, и решить их было под силу только опытному летчику-испытателю. Ю. А. Гагарин с честью выполнил не только эту, но и другую задачу: испытание технических возможностей КК «Восток» в реальном полете.

Необходимость проверки космической техники возникла второй раз. После гибели летчика-космонавта В. М. Комарова 24 апреля 1967 года при испытании принципиально нового КК «Союз-1» следовало особенно тщательно проверить надежность всех систем корабля (в частности, парашютной системы). Были произведены все необходимые технические проверки и усовершенствования и запущен в космос беспилотный корабль «Союз-2».

Испытания показали, что КК «Союз-2» вполне безопасен и надежен. Тем не менее нужно было его проверить в полете с человеком на борту. Для этого требовалось преодолеть определенный психологический барьер космонавту, совершающему полет, следующий за полетом, который закончился катастрофой. И этот полет был доверен летчику-космонавту, обладающему железными нервами и огромным опытом испытательной работы, Герою Советского Союза, заслуженному летчику-испытателю СССР Г. Т. Береговому. 26—30 октября 1968 года Г. Т. Береговой совершил полет на КК «Союз-3» длительностью 95 ч (64 оборота вокруг Земли). Во время полета было осуществлено многократное маневрирование корабля на орбите с применением различных методов его ориентации, проведено двукратное сближение с космическим кораблем «Союз-2». После такой тщательной проверки корабли типа «Союз» успешно летают и по настоящий день.

Впрочем, почти каждый полет КК по-своему является испытательным. Разве полет космонавта-2 Германа Степановича Титова не являлся испытательным? Его полет проходил менее чем через 4 месяца после полета Ю. А. Гагарина (6—7 августа 1961 года). По своим задачам полет Титова планировался как продолжение полета Гагарина. Ю. А. Гагарин совершил один виток вокруг Земли, пробыв в полете 1 ч 48 мин, и, естественно, за столь короткий срок не смог провести детальных наблюдений как медико-биологического характера, так и технических особенностей корабля. Г. С. Титов выполнил свой полет в КК «Восток-2» в течение 1 суток 1 ч 18 мин (17 оборотов вокруг Земли) и смог провести многие наблюдения и исследования впервые. Это касалось таких проблем, как, например, прием пищи, ночной сон, самонаблюдения за своим состоянием и др. Он наблюдал на себе развитие «спутниковой болезни» и дал точное и четкое описание этой болезни (или своеобразного функционального состояния) — это было сделано им впервые в истории космической биомедицины, что, кстати, внесло значительные коррективы в систему отбора и тренировки космонавтов.

Нужно сказать, что американские астронавты до полета Титова совершили лишь 2 параболических космических полета (оба после полета Ю. А. Гагарина) на КК «Меркурий» (астронавты Алан Шепард и Вирд-

жин Гриссом). Только 20 февраля 1962 года американский КК «Меркурий-6», пилотируемый Джоном Гленном, совершил орбитальный полет (3 витка за 4 ч 55 мин).

Выдающийся испытательный полет был совершен космонавтами П. И. Беляевым и А. А. Леоновым на КК «Восход-2», когда был произведен первый выход человека в открытое космическое пространство (18—19 марта 1965 года). Летчик-космонавт Алексей Архипович Леонов, облаченный в космический скафандр с автономной системой жизнеобеспечения бесстрашно шагнул из переходного шлюза корабля в безвоздушное пространство. Он пробыл в открытом космосе 20 мин, временами отдаляясь от корабля на 5 м и будучи соединенным с кораблем только телефонным и телеметрическим кабелями (проходящими в фале). Это было историческое испытание новой техники (скафандра) и психофизиологических возможностей человека.

Да, нелегкая профессия у космонавтов! В весьма трудных условиях им приходится работать несколько месяцев на орбитальных станциях. Длительный отрыв от семьи и дома может перенести безболезненно далеко не каждый. Опыт многомесячных плаваний на рыболовецких судах показал, что определенное число членов судовых экипажей не выдерживают такого режима, который можно определить как своеобразный психоэмоциональный стресс. Некоторые моряки заболевают различными формами неврозов, неврастений, вегетативных дистоний, у некоторых дело доходит и до психических отклонений, требующих специального лечения. В связи с этим на рыболовецком флоте принят ряд мер профилактического характера. Например, проводятся медицинский отбор, регулярная диспансеризация, ограничивается срок командировок, практикуется смена членов экипажей, у которых врачи обнаруживают отклонения в здоровье в процессе плавания.

В длительном космическом полете на психику космонавтов действуют однообразие внутрикабинной обстановки, ограничение пространства, весьма относительное понятие «свободное время», ограничение человеческого общения из-за малочисленности экипажа. Невозможно, например, советовать в полной мере здоровым людям образ жизни, при котором имеются ограничения подвижности, нет свежего ионизированного или насыщенного фитонцидами воздуха (лесного, речного,

морского и т. д.), нет возможности совершать прогулки, имеются ограничения в организации питания, редко некоторые продукты (зелень, свежие овощи и фрукты и др.).

Изложенное выше показывает, что не каждый человек может стать космонавтом. Нужно обладать отличным здоровьем, быть сильным, закаленным, устойчивым к стрессам, волевым, энергичным, обладающим обширными знаниями и высоким интеллектом.

Не случайно первыми космонавтами были по вполне понятным причинам военные летчики истребительной авиации. Академик С. П. Королев считал, что «...для этой цели более всего пригоден летчик, и прежде всего летчик-истребитель. Это и есть универсальный специалист. Он и пилот, и штурман, и связист, и бортинженер. А будучи кадровым военным, он обладает необходимыми морально-волевыми качествами; его отличают собранность, дисциплинированность и непреклонное стремление к достижению поставленной цели».

Но и к летчикам-истребителям были предъявлены повышенные медицинские требования. Поэтому советские специалисты в области космической медицины уже в конце пятидесятых годов разработали научную систему отбора лиц, годных по состоянию здоровья, морально-волевым качествам и психофизиологическим особенностям к полетам в космическое пространство.

Система медико-профессионального отбора космонавтов — это непрерывный процесс. Его сущность заключается в комплексной оценке их физических и психических качеств, а также образовательного и интеллектуального уровня с помощью системы мероприятий по социальным, образовательным, медицинским и психологическим тестам.

Цель социального отбора — изучение и оценка не только идейно-политических и морально-нравственных качеств личности, но и мотивов, интересов, потребностей, поведения и взаимоотношения в коллективе, способности адаптации к новой социальной среде и т. д.

Отбор предусматривает также необходимый уровень знаний, навыков и профессионального опыта для обучения профессии космонавта.

Основными критериями медицинского освидетельствования кандидатов в космонавты являются определение годности по состоянию здоровья и психологическим

качествам к специальным тренировкам по программе подготовки к космическим полетам, выявление особенностей личности и физиологических реакций организма для разработки индивидуальных планов подготовки.

А. А. Леонов образно назвал этапы отбора и тренировок лестницей в космос. Не каждый кандидат мог подняться по этой лестнице. Важная ступенька лестницы — отбор при подготовке к полету. В процессе отбора выявляются такие качества, как быстрота и устойчивость приспособительных (адаптационных) реакций к имитируемым на Земле факторам космической среды и условиям работы в космосе.

Сложность подхода к решению экспертных вопросов при медицинском отборе первых космонавтов состояла в ограниченности знаний о влиянии факторов космического полета на организм человека, недостаточны были также сведения об особенностях деятельности космонавта в полете и условиях работы в кабине космического корабля.

В 1949—1961 гг. в исследованиях советских ученых на животных (лабораторные белые крысы, морские свинки, кролики, собаки) во время полетов на ракетах при вертикальных пусках и на искусственных спутниках Земли были получены данные об отсутствии отрицательного действия полета на основные физиологические процессы (дыхание, кровообращение). Этим была обоснована принципиальная возможность полета человека в космос.

Однако исследования на животных не могли дать ответа на все вопросы об изучении состояния человека — его мышления, памяти, эмоционально-волевой сферы, координации движений и др. Необходимы были стендовые испытания в барокамерах, сурдокамерах, центрифугах и других устройствах.

Система медицинского отбора космонавтов предусматривает прогнозирование хорошей переносимости полета, сохранения достаточного уровня работоспособности, психологической надежности при работе в сложных условиях. Что же положить в основу отбора космонавтов: физическую силу и выносливость, или знание техники, быстроту ответных реакций, или высокую теоретическую подготовку? А может быть, страстное желание лететь в космос, смелость, способность сохранять хорошее настроение в различных ситуациях? Как вы-

явить некоторые скрытые на первый взгляд качества? С самого начала было ясно, что космические полеты потребуют от космонавта мобилизации всех его физических и моральных сил. Он будет испытывать психологическое напряжение, связанное с риском, необычностью обстановки, влиянием невесомости, будут и неудобства, вызванные ограниченной подвижностью, и др.

Отбор к космическому полету — это непрерывный процесс, который заканчивается допуском к полету. Он состоит из нескольких этапов: предварительный, или первичный, этап проводится врачами-экспертами в амбулаторных условиях; второй — в условиях стационара; третий — в процессе тренировок; четвертый — обследование с целью допуска космонавта к полету. Результаты всех этапов рассматриваются врачебно-экспертной комиссией.

Почему было решено проводить отбор в космонавты именно среди летчиков-истребителей? Дело в том, что космонавтом должен быть человек, который, помимо хорошего здоровья, обладает сильной волей, быстрыми реакциями, способностью в напряженной обстановке полета принимать быстрые решения и немедленно их осуществлять. Это должен быть человек, знакомый с воздушным океаном, с действием факторов, близких к тем, с которыми он может встретиться в космическом полете. Можно ожидать, что люди, обладающие этими качествами, найдутся именно среди летчиков-истребителей, профессиональная деятельность которых требует хорошего здоровья и формирует у человека волевые и физические качества, необходимые космонавту.

Основной задачей первого этапа отбора является исключение каких-либо заболеваний или функциональных нарушений, которые абсолютно противопоказаны для допуска к космическим полетам (например, низкая вестибулярная устойчивость, снижение остроты зрения, гипертоническая болезнь и др.).

В начале лета 1959 года большая группа специалистов авиационной медицины (научные сотрудники, авиационные врачи) отправилась в авиационные гарнизоны, чтобы там с помощью командования и местных врачей отобрать достойных кандидатов в космонавты.

Интересно, что Сергей Павлович Королев — главный конструктор космических кораблей предложил для этих кандидатов следующие ограничения, которые оп-

ределялись в основном космической техникой: рост — не выше 170—175 см, масса — не более 70—72 кг, возраст — не старше 30 лет.

В авиационных гарнизонах врачами было рассмотрено по личным делам, медицинским книжкам, служебным характеристикам большое количество кандидатур. Затем с несколькими сотнями были проведены углубленные личные беседы. На второй этап — в авиационный госпиталь были приглашены около 250 человек. Одним из основных правил при отборе на всех этапах было добровольное согласие летчиков идти на подготовку для получения профессии космонавта.

Из числа летчиков, направленных в стационар, были признаны годными для подготовки 20 человек, из которых был сформирован первый отряд космонавтов. В процессе подготовки была выделена группа, намеченная к первым полетам. В нее входили Ю. А. Гагарин, Г. С. Титов, А. Г. Николаев, П. Р. Попович, А. Я. Карташев, Г. Г. Нелюбов. Таким образом, отбор был действительно жестким.

Интересно отметить, что советским медикам в то время не были известны подходы американских специалистов к отбору астронавтов, а американцы не были знакомы с советскими принципами отбора космонавтов, однако позже выяснилась однотипность принципов этого отбора. Так, например, первая группа американских астронавтов численностью 7 человек была набрана из 510 летчиков-испытателей в возрасте 35—40 лет, каждый налетал к этому времени 3—3,5 тыс. ч, из них более половины — на реактивных машинах. При этом американские специалисты прежде всего исходили из тех соображений, что каждый из них уже прошел суровый служебный отбор, приобрел высокий летный класс и ценный опыт испытаний новой техники, был постоянно внутренне готов к неожиданностям и способен быстро находить верные решения. Круг задач по подготовке к космическому полету во многом носил медицинский характер. Поэтому руководителем работ по отбору и подготовке первых астронавтов США был назначен видный американский авиационный врач Рандольф Лавлейс. В Советском Союзе первым начальником Центра подготовки космонавтов также был авиационный врач, полковник медицинской службы, кандидат медицинских наук Е. А. Карпов, а отбором космонавтов к первым по-

летам руководил кандидат медицинских наук Н. Н. Гуровский.

По мере осуществления космических полетов на кораблях «Восток», «Восход», «Союз», станциях «Салют» и «Мир» и накопления данных о влиянии на организм факторов космического полета совершенствовалась и система отбора. Учитывались также данные наблюдений за особенностями реакций организма в модельных наземных исследованиях, что обеспечивало выявление наиболее ранимых физиологических систем.

Усложнение задач, решаемых космонавтом в полете, использование и испытание новой сложной космической техники, проведение все более широкого круга научных исследований потребовали включения в состав экипажей космических кораблей, помимо командиров и бортинженеров, также космонавтов-исследователей.

Второй этап отбора, как уже было сказано, проводится в условиях стационара. Его основной целью является исключение скрытой патологии, начальных форм заболевания, а также комплексное исследование отдельных физиологических систем и всего организма с целью определения функциональных резервов организма.

В клинике обследование кандидатов в космонавты проводят терапевты, невропатологи, отоларингологи, стоматологи, офтальмологи, психиатры и психологи с применением современных инструментальных методов исследования, принятых в клинической практике. Используются специально разработанные функциональные пробы нагрузочного характера, направленные на определение функциональных резервов физиологических систем и выявление скрытой патологии. Определяется также иммунологическая реактивность организма, проводится бактериологическое исследование. Важным является психологическое обследование, которое позволяет построить прогноз поведенческих реакций будущих космонавтов в условиях эмоционального стресса. С помощью исследований, основанных на сочетании индивидуальных и групповых методов, осуществляется оценка взаимодействия людей и их психологическая совместимость в процессе групповой совместной деятельности.

Детально исследуются анализаторы — слуховой, вестибулярный, зрительный, проводится рентгенография

костей черепа, исследуются сердечно-сосудистая система с широким использованием нагрузочных проб, обмен веществ, функции дыхания.

Остановимся более подробно на некоторых методах обследования и, в частности, на достаточно специфичном для космоса изучении резервных возможностей организма.

Перед нами относительно небольшая светлая комната. Сразу бросается в глаза расположенный в центре длинный, несколько необычный стол, поверхность которого может поворачиваться и закрепляться под любым углом к горизонтальной плоскости. Вокруг стола различные приборы, предназначенные для регистрации физиологических функций (электрокардиограф, оксигемограф, известный всем аппарат для измерения кровяного давления и др.).

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

Объясняется это просто: юноша действительно здоров, но он неправильно поступил — резко прекратил работу и лег, а после этого резко встал, чем вызвал ортостатический¹⁹ криз. Дело в том, что при интенсивной мышечной работе обмен веществ в мышцах резко возрастает. Для того чтобы обеспечить поступление нужного количества кислорода и удалить продукты окисления, кровеносные сосуды мышц полностью раскрываются. Когда спортсмен сразу после прекращения бега ложится, деятельность сердца довольно быстро нормализуется. Кровеносные же сосуды скелетных мышц возвращаются к норме медленнее, они все еще расширены, и если в это время встать, то кровь скапливается в этих сосудах, в результате уменьшается ее приток к мозгу, наступают его анемия (обескровливание) и обморок. Вот почему спортсменам рекомендуется расслабляться постепенно, не останавливаться сразу, продолжать бег после окончания дистанции.

¹⁹ От греч. orthos — прямой. Ортостатика — степень кровенаполнения тела при прямостоянии. Ортостатическая проба — исследование кровенаполнения тела при быстром изменении положения тела.

Еще пример: шеренга солдат застыла по команде «смирно». Проходит некоторое время, а команда «вольно» почему-то запаздывает. Внезапно стройный ряд нарушается. Один из солдат теряет сознание и падает. И здесь причина обморока — отлив крови от головного мозга. При положении тела по стойке «смирно» кровь в силу тяжести стекает в нижележащие участки тела, а мышцы не работают, не помогают нормальной ее циркуляции. Но только единицы могут упасть в обморок. Это люди, не обладающие достаточно совершенными механизмами нервной регуляции сердечно-сосудистой системы.

В то же время наблюдается высокая приспособляемость сердечно-сосудистой системы человека к различным условиям деятельности, ее резервные возможности в обеспечении мышечной работы очень высоки и индивидуально различны. Так, например, у здорового взрослого мужчины обычно сердце выталкивает в кровеносное русло около 4 л крови в минуту (так называемый минутный объем сердца) при частоте пульса примерно 60 ударов в минуту, а при больших напряжениях мышечной системы минутный объем сердца у тренированного человека может достигать огромной величины — 35—37 л, т. е. увеличится в 9 раз. При этом частота пульса может достигать 200—240 ударов в минуту.

Читатель может задать вопрос: все это интересно, но при чем тут полеты человека в космос?

Внимательный человек при наблюдении по телевизору за космонавтами в первые дни полета не мог не обратить внимание на то, что у них несколько отечное лицо, слегка припухшие веки, хриловатый голос. А сами космонавты отмечали покраснение глаз, чувство заложенности носа. Словом, налицо картина, напоминающая начальную форму простудных заболеваний. Исследования показали, что в условиях невесомости происходит перемещение крови в верхние участки тела (голова, шея, грудь). Снижается кровяное давление в области нижних конечностей и возрастает в сосудах и капиллярах, расположенных выше уровня сердца. Это отмечается, как правило, в первые дни полета и постепенно сглаживается, но ощущение тяжести в голове может быть и в течение нескольких месяцев. При повторных полетах эти явления значительно меньше выражены.

После длительных полетов у всех космонавтов отме-

чались явления ортостатической и физической детренированности, особенно если недостаточно использовались профилактические мероприятия. Постоянный дефицит мышечной деятельности, характерный для условий невесомости, уменьшает роль мышц в продвижении крови к сердцу. В условиях Земли кровь снова обретает свой вес и устремляется к нижним конечностям, а между тем тонус кровеносных сосудов мышц снижен и в них может скапливаться больше крови, чем обычно. Возникает целая цепь защитных рефлекторных реакций, направленных на поддержание достаточного кровоснабжения мозга (учащение пульса, сужение сосудов нижних конечностей и др.). Уменьшаются артериальное давление, кровоснабжение мозга и насыщение его кислородом. В выраженных случаях может наступить обморок. Теперь понятно, почему обследуется кандидат в космонавты на поворотном столе, почему так важно оценить резервные возможности его организма.

Продолжим описание различных нагрузочных проб, направленных на оценку состояния сердечно-сосудистой системы (в барокамере, на центрифуге и др.). Эта система реагирует на воздействие всех факторов космического полета, а также на разнообразные болезни. Она является универсальным индикатором состояния организма человека. Вот почему только на основании изменений в электрокардиограмме был досрочно возвращен на Землю после почти 6-месячного полета летчик-космонавт А. И. Лавейкин, совершивший полет на орбитальной станции «Мир» вместе с Ю. В. Романенко (А. И. Лавейкин вернулся вместе с членами советско-сирийского экипажа А. С. Викторенко и М. Фарисом). Медикам было необходимо провести тщательное обследование А. Лавейкина в стационарных условиях.

Следует сказать, что в полете и после полета изменения сердечно-сосудистой системы носят функциональный, приспособительный характер. Это не патология, не болезнь, а обратимая реакция организма на необычные условия (невесомость). Тем не менее риск недопустим.

Важным элементом подготовки космонавтов являются исследования на центрифуге. Известно, например, когда трамвай или троллейбус трогается с места, то вы невольно прижимаетесь к спинке сиденья. Такое явление может быть выражено гораздо сильнее. Скажем, шофера гоночной машины, которая за 2 с набирает ско-

рость около 100 км/ч, инерционные силы властно отбрасывают назад. Еще более значительное действие инерционных сил испытывает летчик при резких эволюциях самолета. Ему становится трудно дышать, возникает ноющая боль в области груди и спины, ухудшается зрение, в некоторых случаях может наступить потеря сознания. Испытания на центрифуге преследуют своей целью выявить степень устойчивости организма к перегрузкам (ускорениям) и его резервные возможности.

Остановимся еще на одной лаборатории, с которой обязательно имеют дело летчики и космонавты. Речь идет о баролаборатории. Основой ее является барокамера — камера пониженного давления, в которой можно создавать различные «высоты», а в ее варианте — термобарокамере — и различные температуры воздуха.

Современная термобарокамера — это сложное техническое устройство, где можно создавать разрежения воздуха, соответствующие высотам 20—30 км, и температуру от -60 до $+70^{\circ}\text{C}$. Они оснащены сложной аппаратурой, регистрирующей различные физиологические показатели, приборами, следящими за режимом «подъема» и «спуска», и т. д.

Как известно, космонавт в полете находится в герметической кабине космического корабля, в которой созданы оптимальные давление воздуха, температура, влажность и др. В связи с этим возникает естественный вопрос: для чего проводить исследования космонавтов в барокамере?

Дело в том, что исследования в условиях разреженной атмосферы, когда человек испытывает недостаток кислорода, является хорошей пробой, позволяющей выявить скрытую патологию, определить особенности функционального состояния и резервные возможности организма.

Взглянем в смотровое окно барокамеры, в которой находится летчик. Давление в камере падает. Идет «подъем»... «Высота 4000 м». Замечаем, что летчик затрачивает больше времени, чем обычно, на решение довольно простой арифметической задачи. Почерк его изменился, он не такой ровный и четкий.

«Высота 5000 м»: лицо летчика покраснело, пульс 95 ударов в минуту, частота дыхания также возросла. Однако настроение у него прекрасное, он смеется, шутит, заявляя, что «все чудесно». Такое состояние врачи на-

зывают эйфорией, т. е. чувством неосознанного блаженства. Оно опасно тем, что человек в этом состоянии неверно оценивает окружающую обстановку. На 5000 м делается остановка — «площадка». Через 20 мин веселость сменяется апатией, вялостью, движения становятся замедленными, скованными. Пульс еще больше учащается, усиливается одышка. Необходимо начать «спуск», в противном случае может быть обморок. Следовательно, в данном случае устойчивость летчика к кислородному голоданию недостаточна.

А вот еще пример. Условия «подъема» на высоту те же, но летчик другой. Он спокоен, у него нет никаких нарушений ни на высоте 5000 м, ни на высоте 5500 м. Проходит 30, 40 мин, час, а его состояние почти не меняется.

В чем дело? Оказывается, второй летчик уже неоднократно испытывал кислородное голодание и в силу своих индивидуальных особенностей неплохо переносит пониженное барометрическое давление и недостаток кислорода.

Первыми на снижение кислорода реагируют нервные клетки коры головного мозга. При этом незначительная кислородная недостаточность действует на них возбуждающе, значительный недостаток кислорода угнетает функции корковых клеток. Фаза возбуждения проявляется обычно уже на высоте около 3000 м и характеризуется жизнерадостным настроением, обострением внимания, повышенным интересом к окружающему. Вторая фаза — угнетения — начинается с высоты 4000—4500 м. При этом уменьшается работоспособность, снижается способность правильно оценивать обстановку, распределять и переключать внимание. Человек при этом обычно неправильно, несамокритично оценивает свое состояние, действия: ему кажется, что все хорошо, — это и есть эйфория. В это время могут возникнуть ложные представления, бессмысленная настойчивость, пренебрежение к опасности и т. д.

Возникает естественный вопрос: можно ли и каким образом защитить человека от кислородного голодания?

Самое простое — дать ему возможность дышать чистым кислородом. Действительно, так и поступают. Сконструированы специальные кислородные приборы, при помощи которых можно добавлять к воздуху нужное количество кислорода, а также полностью заменять

воздух чистым кислородом. Однако на высоте около 13 км человек погибнет, даже если будет дышать чистым кислородом. Оказывается, для того чтобы кровь была насыщена кислородом в достаточной степени, он должен находиться в легких под определенным давлением, а на высоте 13 км барометрическое давление воздуха (или кислородное) настолько мало, что кровь не может насытиться кислородом в нужной мере. Что же делать? Поможет скафандр, под оболочками которого можно поддерживать нужное давление, а под шлем подавать кислород. Таким образом, человек облачен как бы в индивидуальную герметическую кабину, где создается необходимое давление. Подобными скафандрами (высотными костюмами), например, обеспечены летчики высотной авиации.

Таким образом, если поставить человека в условия гипоксии (т. е. пониженного содержания кислорода во вдыхаемом воздухе), то по наступающим изменениям физиологических процессов можно судить о резервных возможностях организма. Вот почему «подъемы» в барокамере должны применяться при обследовании космонавтов.

Ну а с какой целью испытывают космонавтов в термокамере?

Как известно, системы терморегулирования обеспечивают в кабине космического корабля стабильную заданную температуру и влажность воздуха. Однако возможны аварийные возрастания температуры в кабине; работы в скафандре при выходе в открытый космос также предъявляют повышенные требования к системам терморегулирования организма, и наконец, для первых полетов рассматривался вариант, когда при отказе тормозного двигателя космический корабль будет снижаться благодаря трению воздуха (хотя и разреженного) в верхних слоях атмосферы, и по мере спуска это трение будет возрастать. В этом случае спуск с орбиты будет продолжительным и сопровождаться повышением температуры воздуха в кабине.

При проведении предварительных, а затем тренировочных испытаний в термокамере ставилась цель повышения устойчивости организма к действию высоких температур при повторном их действии и ознакомление космонавта с тепловыми воздействиями. И действительно, в проведенных исследованиях был показан тренирую-

ший эффект повторного действия высокой температуры и отмечено, что тепловое воздействие позволяет выявить у человека скрытую патологию сердечно-сосудистой системы. Эти испытания помогали также в определении индивидуальных особенностей физиологических реакций организма.

При подготовке первых советских космонавтов исследования в термокамере проводились в три этапа.

1. Двукратно определялось максимальное время пребывания космонавта в термокамере при температуре воздуха $+70^{\circ}\text{C}$, влажности 80% и скорости движения 1,5 м/с. Критерием для окончания воздействия было заявление космонавта об ухудшении самочувствия, учащение пульса до 120—130 ударов в минуту и повышение температуры тела (измерялась под языком) на $2,5 - 3,5^{\circ}$.

2. Повторное воздействие тех же условий, но при возрастающей продолжительности (30—40—50—60—70 мин). Перерыв между воздействиями составлял 2—3 дня.

3. Заключительное испытание с определением максимального времени пребывания в термокамере (проводилось дважды) при тех же условиях, что и при первом воздействии. Это позволяло сравнить заключительное воздействие с контрольным и выявить эффект тренировки.

В ходе испытаний оценивались самочувствие и теплосенсорика космонавтов, учитывались изменения общего состояния, величина потоотделения, регистрировалась электрокардиограмма, температура тела (каждые 20 мин), температура воздуха под шлемофоном и в поддежном пространстве и другие показатели.

В дальнейшем при подготовке космонавтов столь сложная и длительная программа исследований в термокамере была заменена ознакомительным воздействием высокой температуры воздуха, состоящим из двукратных тепловых нагрузок.

Итак, пройдя по ступенькам лестницы отбора, выдержав все нагрузочные пробы, изучив технические особенности КК, освоив научно-исследовательские методики и сдав многочисленные экзамены (в основном только на «отлично»! Нужны только глубокие знания по всем дисциплинам), кандидат в космонавты допускается к поле-

ту. Некоторые космонавты вынуждены преодолеть и еще один этап — этап подготовки к полету в составе экипажа. В целом путь в космос у многих космонавтов растягивается на несколько лет. Чтобы пройти столь тернистый путь, нужно обладать огромной выдержкой, высокой нервно-эмоциональной устойчивостью. Но благодаря такой строгой многоступенчатой системе отбора неизмеримо повышается надежность человеческого фактора в системе «человек — машина» (или, точнее, «космонавт — космический корабль»).

Наконец, следует сказать, что при отборе и подготовке космонавтов широко используются наземные тренажеры и имитаторы. Они используются, в частности, для тренировки некоторых важных психологических функций, таких, например, как внимание и оперативная память.

В настоящее время успешно применяются тренажеры для обучения действиям в аварийных ситуациях, особенно людей водительских профессий (летчиков, шоферов, судоводителей), а также операторов сложных стационарных систем. Разработаны различные методики изучения психоэмоциональной сферы операторов, в том числе и космонавтов, с помощью тренажеров.

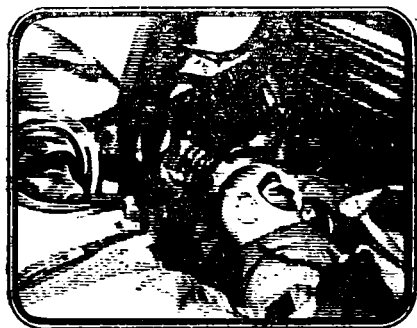
О важности этого направления в области инженерной и космической психологии говорил летчик-космонавт СССР, кандидат психологических наук Г. Т. Береговой: «Главная задача — это отобрать человека с ориентацией на длительный и тяжелый путь, на его психическую и физическую выносливость, на потенциальные возможности, развивать и усиливать качества, необходимые космонавту. В процессе тренировки космонавта осуществляется оценка правильности избранных методов отбора. Именно в процессе специальной тренировки наиболее ярко проявляются те качества личности и состояния организма, которые необходимы для этой профессии. В настоящее время мы нуждаемся в создании таких моделей деятельности, которые могли бы способствовать построению прогноза. По-видимому, с точки зрения психологического обеспечения надежности нам необходимо создать модель, которая позволяет формировать на фоне измененной реактивности организма устойчивость психических процессов и функций, особенно эмоционально-волевых, познавательных и оперативного мышления».

Такая методика для определения психофизиологических резервов летчиков была разработана группой психологов во главе с Е. А. Деревянко. По этой методике количество и точность избыточно перерабатываемой информации (за счет введения дополнительного количества приборов на пульте управления) характеризуют психофизиологические резервы летчика и являются важными показателями его подготовленности к полету.

Конечно, никакой лабораторный эксперимент не может заменить естественный, каким является любой космический полет. Важно изучить многообразную деятельность космонавтов по управлению кораблем и его системами, выполнению исследовательской программы полетов. Она протекает в условиях невесомости и гипокинезии, в отрыве от Земли, в состоянии значительного эмоционального напряжения. Все эти проблемы решают специалисты космической биологии, медицины и психологии. Полученные данные учитываются при проектировании космической техники, при составлении программ эксплуатации систем корабля и подготовки космонавтов.

ГЛАВА

6



ЖИЗНЬ НА ОРБИТЕ

Чем занят космонавт? Здоровый образ жизни в космическом полете. В движении — жизнь. Нельзя есть много! Массаж — ключ к здоровью. Уметь владеть собой

Обеспечение длительного пребывания и работы космонавтов в космических полетах на орбитальных станциях — задача не только медицины, но и техники. Космическая биомедицина приобрела значительный опыт в решении медико-технических задач в медицинском обеспечении все более усложняющихся полетов космических кораблей и станций. В своем историческом развитии она прошла путь от моделирования факторов космического полета в лабораторных условиях, от полетов животных на ракетах и спутниках до выхода человека в открытый космос, высадки на Луну, длительных полетов орбитальных станций.

Многочисленные медико-биологические и психологические эксперименты, выполненные космонавтами во время полетов советских орбитальных станций, показали возможность многомесячного пребывания и работы человека в космическом полете. Применявшиеся комплексы профилактических и реабилитационных средств обеспечивали поддержание хорошего состояния здоровья и работоспособности в полете, способствовали сглаживанию неблагоприятных физиологических реакций и облегчали протекание процессов восстановления (реадаптации) в послеполетный период. Проведенные медицинские исследования показали, что у космонавтов не

выявлено каких-либо отклонений от нормы, препятствующих планомерному увеличению продолжительности космических полетов.

Вместе с тем необходимы дальнейшие углубленные исследования психофизиологических реакций человека на условия космического полета, его поведения, работоспособности и надежности в системе «космонавт — космический корабль».

В самом общем виде работа космонавта в длительном полете может быть оценена как работа активного оператора, наделенного разнообразными исследовательскими функциями. В системе контроля и управления техническими системами КК космонавт-оператор включен в работу технического звена, таким образом достигается наибольшая надежность работы всей системы «космонавт — КК». Его задача: контроль, наблюдение, иногда измерение. При отклонении параметров работы системы от заданных оператор принимает решение и производит необходимые действия — корректировку работы системы или переключение ее на другой режим работы.

Профессиограмма космонавта в общих чертах совпадает с профессиограммой общей операторской деятельности, включающей получение информации (прямой или закодированной в индикаторных приборах) о состоянии управляемого или контролируемого объекта, переработку этой информации, принятие решения и его реализацию в определенном действии. Однако операторская деятельность различных профессиональных групп тесно связана со спецификой производственного процесса, поэтому профессиограмма оператора автоматизированных систем не может быть стандартной для всех случаев. Она должна учитывать общие для всех операторов действия и конкретные требования, связанные с особенностями данной профессии.

Особенность операторской деятельности космонавта характеризуется снижением общей физической активности, огромной ответственностью его действий по управлению космическим кораблем и при работе с исследовательской аппаратурой. Все это приводит к возникновению постоянного и длительно действующего состояния нервно-эмоционального напряжения. Выполнение большого количества научно-исследовательских работ, программы различных наблюдений, первичный анализ

полученных данных, огромный массив информации в целом делают весь трудовой процесс космонавта высокоинтеллектуальным, творческим. Деятельность космонавта предъявляет повышенные требования к устойчивости внимания, памяти, логическому мышлению, чувству времени, решительности в действиях при внезапно изменяющейся обстановке.

Работа по управлению космическим кораблем является весьма сложным видом деятельности оператора, так как при всей надежности совершенных космических устройств неожиданные и опасные ситуации в полете не могут быть исключены. В подтверждение достаточно привести хотя бы такой пример. В апреле 1970 года на «Аполлоне-13», уже приближавшемся к Луне, загорелся бак с кислородом, и пожар вывел из строя отсек обслуживания. Только самообладание и мгновенная сообразительность экипажа корабля — Дж. Лоуэлла, Дж. Суиджерта, Ф. Хейса и четкость работы сотрудников Центра управления в Хьюстоне предотвратили неминуемую, казалось бы, катастрофу.

Деятельность космонавтов в длительном полете можно разделить на следующие виды: работа по управлению космическим кораблем, обслуживание систем жизнеобеспечения и контроль за работающей аппаратурой (дежурство у пульта управления), самообслуживание, выполнение научных исследований.

В обслуживание систем жизнеобеспечения входят наблюдение за работой приборов и регулировка аппаратуры, поддерживающей необходимый состав воздуха, его влажность, температуру, а также обеспечивающей освещение, водообеспечение и т. д.

Много времени отведено на самообслуживание (приготовление пищи, выполнение гигиенических процедур, санитарная обработка помещения и т. д.) и физическую тренировку.

Деятельность космонавта, связанная с выполнением научных наблюдений в полете, разнообразна, но она, как правило, не требует значительной двигательной активности, за исключением выхода в открытое космическое пространство.

В условиях космического полета чередование работы, периодов сна, видов отдыха в значительной мере подчинено особенностям технических устройств и специальной программе (связи с Землей, с другими космонавтами,

автоматическое и ручное управление, регулирование условий среды и пр.), не имеющим близкой аналогии с наземной трудовой активностью. Кроме того, космонавты круглосуточно подвержены воздействиям специфических факторов внешней среды, из которых особое значение имеет невесомость.

При работе космонавта у пульта управления на отдельных этапах полета элемент управления имеет меньшее значение, чем элемент контроля за работой бортовых систем. Операторская работа по управлению различными системами космического корабля, в том числе и исследовательским комплексом, является основным содержанием профессиональной деятельности космонавта. При этом автоматизация управления освобождает космонавта от значительных энергетических затрат. Работу всех технических систем космических аппаратов контролируют вычислительные устройства корабля, а также системы командно-измерительного комплекса. В состав последнего входят наземные пункты и станции слежения, в том числе научно-исследовательские суда, информационно-вычислительные комплексы. Они оснащены быстродействующими ЭВМ и множеством автоматизированных каналов связи.

Но автоматизация управления космическим кораблем отличается от автоматизации любых процессов на Земле. Если на Земле при отказе технических систем можно приостановить работу для проведения ремонта, то в условиях космического полета этого сделать нельзя. Например, в случае отказа автоматических систем, включающих тормозную двигательную установку, предусматривается посадка с использованием ручного управления. Впервые ручное управление космическим кораблем осуществил космонавт П. И. Беляев при посадке космического корабля «Восход-2». Случилось так, что не прошла одна из команд включения автоматической ориентации. Командиру корабля П. И. Беляеву было разрешено выполнить спуск по ручному циклу. Проанализировав обстановку, он сориентировал корабль и точно в расчетное время включил тормозную двигательную установку. Выполняя этот ответственный маневр, П. И. Беляев действовал спокойно и уверенно.

В космическом полете возможны всякие непредвиденные ситуации. Например, после выхода на орбиту кораблей «Союз» и «Аполлон» в их совместном полете

(16 июля 1975 г.) на «Союзе» потребовалось провести ремонт телевизионной системы, а на «Аполлоне» необходимо было снять штырь, который «заело», чтобы освободить переходный люк. Советские и американские космонавты быстро обнаружили и устранили неисправности. Поэтому роль космонавта не сводится только к наблюдению и контролю за работой аппаратуры, а предусматривает его активную деятельность в случае отказов техники. Это предъявляет большие требования к оперативной бдительности космонавта, его памяти, эмоциональной устойчивости, способности спокойно действовать в сложной обстановке.

Операторская и исследовательская работа космонавтов связана с большой информационной нагрузкой на анализаторные системы, в первую очередь на зрительную и слуховую, а также в целом на центральную нервную систему.

Наряду с явлениями информационной перегрузки у космонавтов возможны периоды относительного затишья, и тогда на первый план выдвигается фактор монотонности работы. На Земле подобное явление характерно для диспетчеров, которые, как правило, работают в закрытых помещениях без окон, с искусственным освещением, в относительной изоляции от других работников. Монотонность работы может привести к снижению оперативной бдительности, возникновению аварийной ситуации. Постоянное напряжение в свою очередь приводит к переутомлению и различным невротическим состояниям. Непрерывное слежение, скажем, за радиолокатором вызывает утомление зрительного анализатора. Звуковые сигналы, подчас излишне громкие, приводят к утомлению слухового анализатора.

Смена периодов максимальной и минимальной нагрузки анализаторов характерна для работы космонавтов в длительных полетах. Это же относится и к операторам наземных пультов в Центре управления полетами (ЦУП).

Длительная монотонная работа на пультах управления и наблюдения во время дежурств могут привести и к так называемому неврозу ожидания. Ожидание какого-либо события само по себе может вызвать нервно-эмоциональное напряжение. Так, например, ожидание старта на спортивных соревнованиях вызывает всем известное предстартовое состояние — особое волнение,

справиться с которым может лишь опытный спортсмен. Это волнение подчас бывает более сильным, чем во время самого соревнования.

Деятельность космонавтов как операторов автоматизированных систем во время их дежурств у пультов управления осложняется и высокой ответственностью за безопасность полета. «Цена ошибки» космонавта здесь непомерно высока — неправильные действия могут привести к катастрофе космического корабля и гибели экипажа.

У космонавтов в полете бывают определенные затруднения, связанные либо с некоторым общим утомлением, либо с утомлением функций некоторых анализаторов (зрительного, мышечного и др.). Советские и американские космонавты рассказывали о своих затруднениях и своеобразных ощущениях в космических полетах, связанных с изменениями функций анализаторов и межанализаторных связей. Так, например, американский космонавт К. Макдивитт ошибся при оценке расстояния до ракеты-носителя, с которой он должен был стыковать свой космический корабль «Джемини-4». Из-за этого он нерационально израсходовал запас горючего и не смог произвести стыковку. У А. Г. Николаева и В. И. Севастьянова в орбитальном полете ухудшилась точность выполнения отработанных движений, причем чаще реальные мышечные усилия превышали заданные. Однако коррекция движений с помощью зрения и повышенного внимания позволила им действовать точно и уверенно при работе с аппаратурой.

Следовательно, создание и усовершенствование космических летательных аппаратов должны проводиться с учетом психологических факторов и требований инженерной психологии. Проектируется вся система «космонавт — летательный аппарат» в целом. В ней учитываются оптимальные размеры рабочих помещений, техническое и эстетическое оборудование их интерьеров, средства отображения информации, органы управления различными системами, удобство работы, комфорт обитания экипажа.

При оборудовании рабочего объема кабины космического корабля предусматриваются возможности фиксации тела или конечностей в условиях невесомости, учитывается, что в невесомости ориентация положения тела в пространстве возможна в основном при помощи

зрительного анализатора, а вестибулярный и двигательный анализаторы не дают нужной информации. Для улучшения ориентации положения тела по отношению к окружающим предметам применяется специальная организация интерьера и всего внутрикабинного пространства космического корабля с выделением специальных зон: рабочей, активного отдыха, мест для приема пищи, сна и др. Должна быть четкая маркировка «пола», «потолка», особая окраска помещений (об этом будет более подробно сказано в главе 10).

Для лучшей ориентировки как внутри кабины, так и в окружающем пространстве учитывается своеобразие функций анализаторов в условиях невесомости. Имеется в виду, что в период адаптации к невесомости могут изменяться функции зрительного анализатора (глазомер, глубинное зрение и др.). Это вызывает более быстрое утомление зрения (точнее, мышечного глазодвигательного аппарата).

Изменения функций двигательного анализатора приводят к нарушению координации движений, точности и скорости движений, точности и скорости двигательных реакций, вызывают чувство физического дискомфорта. Нарушения кинестетических (мышечных) ощущений могут приводить к неправильной оценке заданных мышечных усилий даже в том случае, если эти движения были в совершенстве отработаны на наземных тренажерах. Изменения координации движений меньше затрагивают тонкие движения кистей рук и пальцев, а это очень важно, так как космонавт может выполнять функции по управлению достаточно уверенно и точно. Более размашистые движения, с участием крупных мышечных групп, вначале выполняются менее четко, но затем происходит приспособление и к этим движениям. Проиллюстрируем это примером. В. И. Севастьянов рассказывает, что при перемещении в кабине станции «Салют» вначале ему с трудом удавалось достичь намеченного пункта, при этом приходилось делать много ненужных движений руками и ногами. Затем он научился точно достигать цели с минимальной затратой усилий. Достаточно было оттолкнуться от стены большим пальцем ноги, и он мог, плавно перемещаясь в кабине, точно попасть в люк между станцией «Салют» и пристыкованным к ней кораблем «Союз». Подобные примеры приводили и другие космонавты.

Эффективность, безопасность и комфортность труда космонавта в системе «человек — космический корабль» зависят от многих показателей: 1) выбора технических характеристик устройств, соответствующих психофизиологическим возможностям космонавта; 2) правильного распределения функций между человеком и техническими системами космического корабля; 3) отбора, обучения, тренировок космонавтов; 4) выбора параметров среды обитания космического корабля.

Жизнедеятельность космонавтов протекает в своеобразных, отличных от земных условиях. Все факторы космического полета, влияющие на организм космонавта, условно можно разделить на три группы.

1. Факторы, характеризующие космическое пространство как своеобразную среду: вакуум, отсутствие молекулярного кислорода, ионизирующее излучение, ультрафиолетовое излучение Солнца и т. д. Против этих факторов космонавт надежно защищен кабиной космического летательного аппарата, а при выходе в открытый космос — скафандром. Наиболее специфическим фактором этой группы является космическая радиация, которая в ряде случаев может потребовать специальных средств защиты.

2. Факторы, обусловленные динамикой полета космического аппарата: ускорения, вибрации, невесомость. Ускорения действуют при выходе космического корабля на орбиту и возвращении его на Землю, т. е. достаточно кратковременно. Ускорения с успехом моделируются на Земле, их влияние на организм хорошо изучено, и кроме того, в процессе совершенствования техники они имеют явную тенденцию к уменьшению интенсивности, а следовательно, и к снижению влияния на организм. Правда, здесь следует иметь в виду и снижение устойчивости организма к перегрузкам при посадке корабля, зависящей от длительного действия невесомости. Вибрации в полете являются в достаточной степени контролируемыми и не вызывают особых опасений. Наиболее специфическим динамическим фактором, менее всего изученным, является невесомость.

3. Факторы, связанные с условиями пребывания космонавтов в замкнутом пространстве герметической кабины космического корабля (их можно также назвать обстановочными). Это, как правило, длительно действующие экологические факторы (такие, как искус-

ственная атмосфера), особенности интерьера, своеобразие режима труда, отдыха и питания, изоляция и монотонность обстановки, особенности деятельности космонавтов в полете, связанные с ограничением подвижности (гипокинезией), эмоциональным напряжением, отсутствием привычных комфортных условий жизни.

Однообразие и монотонность обстановки (в том числе повышенный уровень монотонных шумов) космического полета резко снижает нормальный поток информации, идущий в центральную нервную систему космонавта из внешней среды. Нагрузка на зрительный и слуховой анализаторы снижается. Малый объем кабины приводит к ограничению подвижности, что вместе с невесомостью резко уменьшает поток нервных импульсов, идущих в кору головного мозга из внутренней среды организма — со стороны мышц, связочно-суставного аппарата и внутренних органов. Уменьшение потока афферентных, или сенсорных (чувствительных), нервных импульсов (что обозначают термином «сенсорная депривация»²⁰, или «сенсорный голод») может вызвать изменения психической сферы космонавтов. Длительный космический полет порождает своеобразное чувство отрыва от Земли. Ограничения санитарно-бытового характера приводят к чувству дискомфорта. Постоянный шумовой фон от работы многочисленных приборов и вентиляторов в кабине корабля усиливает это чувство.

Изучение вопросов взаимосвязи человека или небольшого коллектива со средой обитания, представляющей замкнутое пространство ограниченного объема, является предметом специальных разделов психофизиологии, изучающей влияние на космонавта окружающей его обстановки и условий в кабине космического корабля. Сюда входят ограничения объема кабины (теснота и малоподвижность), однообразие и монотонность раздражителей, изоляция, сенсорная депривация и другие факторы. Длительное действие этих факторов может приводить к изменению функционального состояния центральной нервной системы, может снизить жизненный тонус, общую и психическую работоспособность космонавтов, вызывать апатию, утрату интересов, снижение мотивации и пр.

²⁰ От английских слов *sensory deprivation* (буквально недогрузка чувств, т. е. недогрузка нервной системы стимулами со стороны различных внешних раздражителей).

Одним из главных факторов, снижающих работоспособность, является гипокинезия, т. е. снижение двигательной активности космонавтов. Два момента действуют в полете, вызывая гипокинезию: во-первых, физическая недогрузка в связи с действием невесомости; во-вторых, ограниченный объем кабины КК вызывает функциональную малоподвижность.

Если состояние невесомости является специфическим для космического полета, то ограничение подвижности из-за малого объема (или площади) встречается и в других условиях жизни и работы. Например, на рыболовецких сейнерах экипаж почти лишен возможности передвигаться. Так, капитаны сейнеров за сутки делают всего 240—500 шагов, тогда как для поддержания нормального жизненного тонуса взрослый человек должен пройти примерно 10 км (около 16 000 шагов).

Гипокинезия вызывает ослабление многих функций организма и приводит к гиподинамии. Слабеют мышцы (у космонавтов, как мы уже отмечали, объем бедер и голеней уменьшается на несколько сантиметров после длительных полетов), ухудшаются функциональные способности сердца и сосудов, страдает опорно-двигательный аппарат. Из организма выводится в повышенном количестве кальций, так как костная ткань становится менее плотной (костная ткань у космонавтов теряет до 10% кальция).

Поэтому существенным звеном в патогенезе действия невесомости многие специалисты считают снижение функциональной нагрузки на организм космонавта в связи с отсутствием веса и связанного с этим механического напряжения структур тела. Отчетливо выражено снижение нагрузки на опорно-двигательный аппарат. Следовательно, наибольшее внимание должно быть уделено активизации двигательных функций, способам повышения общей физической нагрузки и специальным видам тренировки в полете, направленным на улучшение функций сердечно-сосудистой системы и опорно-двигательного аппарата. Эти мероприятия играют существенную роль в деле обеспечения успешной деятельности космонавтов, ибо основная работа их протекает в режиме операторской деятельности, связанной с весьма малыми физическими нагрузками.

Современный человек живет и трудится в условиях недостаточной физической активности и избыточной

нервно-эмоциональной деятельности. Эти два важнейших неблагоприятных фактора — гипокинезия и эмоциональное напряжение — в первую очередь должны учитываться при разработке мероприятий, направленных на восстановление (реабилитацию) работоспособности и творческих сил.

Рассмотрим эти мероприятия, в принципе применимые в самых различных условиях жизни и работы, в том числе и в условиях космического полета. Все их можно отнести к системе здорового образа жизни.

1. Важнейшим способом трудовой реабилитации, несомненно, является двигательная активность. Разнообразные ее виды способствуют накоплению структурно-энергетических потенциалов организма и улучшают усвоение кислорода всеми органами и тканями. Повышая свободную энергию в скелетных мышцах и тем самым организма в целом, двигательная активность увеличивает не только рабочие возможности организма, но и его общую неспецифическую устойчивость к действию производственных и природных условий.

Арсенал двигательной активности человека огромен, и нужно уметь выбрать для себя оптимальный вариант двигательной нагрузки с учетом особенностей здоровья, труда и быта, климата, времени года, возраста, пола, резерва времени и пр.

Двигательная активность способствует усиленному синтезу нуклеиновых кислот и белков в протоплазме клеток, что улучшает функции всех систем организма. Обеспечивается это достаточным, подчас весьма высоким, уровнем двигательной активности. Так, например, для получения тренировочного эффекта академик Н. М. Амосов рекомендует здоровому человеку доводить частоту пульса во время ежедневных физических упражнений до 120—140 уд/мин (в течение не менее 10—30 мин). Достигается это, например, бегом на месте или сотнями подскоков.

Занятия физической культурой в космическом полете имеют особое значение. Они необходимы для борьбы с гипокинезией и ослабляющим (детренирующим) влиянием невесомости. Физические нагрузки требуются также и в целях более быстрого и эффективного приспособления к земным условиям, особенно после длительного полета (т. е. в фазе реадaptации). Об этом весьма образно пишет летчик-космонавт А. Н. Березовой: «В космо-

се получается все наоборот. На Земле нас учили приспособляться к невесомости, а теперь, когда мы перешли с ней на «ты», оказывается, никак нельзя забывать о силе тяжести. Единственный пока способ одолеть невесомость — физкультура. Какую радость приносит на Земле утренняя разминка! А здесь семь потов сойдет... И выходит, что занятия на велоэргометре или беговой дорожке не приятный вид отдыха в спортзале, а изнурительный труд, на который уходит масса рабочего времени».

Физические упражнения влияют непосредственно на расход энергетических запасов организма (фаза катаболизма обмена веществ), поэтому естественно рассматривать и вопросы, связанные с противоположной фазой обмена веществ — процессом анаболизма (т. е. ассимиляции, усвоения организмом пищевых веществ).

2. Важнейшим фактором поддержания сил является правильный режим труда и отдыха. Чем более статичны условия работы, чем меньше требуется затрат физической энергии, тем больше следует уделять внимания активным методам отдыха.

Режим труда и отдыха — это правильное чередование периодов работы и перерывов, во время которых происходит восстановление сил работающего человека. На необходимость правильного распределения труда и чередования периодов работы и отдыха, как на важнейшее условие высокопроизводительной работы, указывал еще И. М. Сеченов. Он писал, что для работы без усталости необходимо совершенно определенное соотношение между факторами работы (частотой и силой движений, а также величиной преодолеваемых препятствий) и продолжительностью периодов покоя и отдыха. Конечно, не следует забывать о необходимости соблюдения достаточно продолжительного пассивного отдыха: ночной сон должен занимать примерно 8 ч (у космонавтов — 9 ч), продолжительность непрерывного сна не должна быть меньше 4 ч (при многосменной работе, при несении четырехчасовых вахт). В случае расстройства сна необходимо применять метод аутогенной тренировки, т. е. психотерапевтический метод (а не снотворные фармакологические средства). Важным является чередование труда и отдыха в течение рабочего дня, например выделение через каждые 1—2 ч работы оператора периодов кратковременного отдыха и физкультпауз.

В длительном космическом полете проблема сохранения высокой работоспособности космонавтов является одной из самых важных. Учет закономерностей динамики работоспособности, профилактики утомления, создание оптимального светового и цветового режима, рациональное построение геометрических форм кабины — предметно-пространственного окружения, удобство рабочей позы и, наконец, правильный режим труда и отдыха — все это способствует сохранению работоспособности космонавтов и повышению надежности длительных полетов.

Мероприятия, направленные на улучшение режима труда и отдыха космонавтов, должны способствовать ускорению восстановления работоспособности, длительному ее поддержанию и предупреждению утомления. Так, при появлении начальных признаков утомления рекомендуются кратковременные перерывы для отдыха, которые могут быть пассивными или активными (т. е. заполненными специально подобранными физическими упражнениями), либо переключение на другую деятельность (чтение, музыка, просмотр видеозаписей и т. д.). Наибольшее значение для восстановления работоспособности имеют первые 3—5 мин отдыха. Преимущество коротких перерывов заключается в том, что за время непродолжительного отдыха сохраняется рабочая установка: сосредоточение внимания на работе, высокий уровень возбуждения центров работающих мышечных групп и анализаторов и т. д. Нарушение стереотипа труда при длительных перерывах приводит к снижению величины и качества выполняемой работы.

Космонавты весьма внимательны к соблюдению режима дня в полете, придают этому фактору большое значение. Например, космонавт В. Лебедев писал в дневнике 16 мая 1982 года (во время 211-суточного полета, совершенного им совместно с А. Березовым): «Мы уже поняли: главное наладить режим дня. Это основа жизни на борту».

3. Режим питания. Вопросы питания рассматриваются с точки зрения баланса прихода и расхода структурно-энергетических ресурсов организма. Научно сбалансированное питание предусматривает правильное соотношение основных пищевых средств — белков, жиров и углеводов, а также витаминов и микроэлементов. Калорийность питания должна быть достаточной, но не пре-

вышать физиологические нормы — в среднем около 3000 ккал в сутки (столько же получают космонавты). Важно контролировать при этом массу тела. Ее избыток (ожирение) является фактором риска, способствующим развитию атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, инфаркт миокарда, инсульт). Особенно опасно сочетание малоподвижного образа жизни (гипокинезии) и ожирения. Считается, что после окончания периода роста организма (т. е. после 18—21-летнего возраста) масса тела не должна существенно изменяться.

Пища должна быть разнообразной, содержать достаточное количество овощей, фруктов, зелени (лучше, если все будет в сыром виде), молока и молочных продуктов, растительного масла, рыбы, рыбных продуктов и продуктов моря (морская капуста, креветки и др.). Питаться следует понемногу, но часто (до 5—6 раз в день), особенно лицам, имеющим избыточный вес.

В периоды больших физических и умственных нагрузок рекомендуется принимать витаминные комплексы и повышенные дозы (до нескольких граммов в день) витамина С (аскорбиновой кислоты).

Рациональное питание предусматривает соблюдение правильного режима питания, т. е. распределение приемов пищи по времени в течение дня.

Имеются научные данные о необходимости учета биологического ритма работы пищеварительных органов. Так, прием более обильной пищи в первой половине дня не приводит к отрицательным последствиям, которые наблюдаются при более обильном приеме пищи во второй половине дня. В последнем случае отмечают увеличение массы тела и отложение жира в подкожную клетчатку в области живота. Учет биологических ритмов необходим также при употреблении пряностей, острой и кислой пищи. Такие пищевые средства не рекомендуется употреблять во вторую половину дня и особенно на ночь, так как в это время внутренние среды организма имеют тенденцию в сторону кислой реакции (в первую половину дня эта реакция сдвинута в щелочную сторону).

В многодневных полетах на орбитальных станциях «Салют» калорийность пищевого рациона космонавтов была равна примерно 3000 ккал, применялись пищевые

добавки, содержащие поливитамины, а также специальные водно-солевые добавки для нейтрализации явлений, связанных с нарушением кальциевого обмена.

В 211-суточном полете А. Березового и В. Лебедева впервые была опробована новая, так называемая гастрономическая, система организации питания. Каждому космонавту была предоставлена возможность из общего набора различных видов равноценных и взаимозаменяемых продуктов выбрать тот рацион, которому в данный день он отдает предпочтение. Помимо этого, с грузовыми кораблями «Прогресс» и экспедициями посещения теперь (например, на станцию «Мир») доставляются свежие овощи, фрукты и другие продукты с учетом индивидуальных вкусов космонавтов.

4. Для улучшения и ускорения восстановительных процессов следует полнее использовать основные природные факторы: солнце, воздух и воду. Эти естественные факторы широко применяются для закаливания. Все необходимое в этом направлении делается и на орбитальных станциях. Воздух в салоне станции подвергается тщательному кондиционированию и ионизации; проводится ультрафиолетовое облучение; вода для питья прекрасно очищается и имеет полезные вкусовые добавки; космонавты принимают водные процедуры с помощью специально сконструированного космического душа.

5. Для оздоровления и восстановления работоспособности может быть использован огромный арсенал физиотерапевтических средств: электровибрационный и ручной массаж, ионизация воздуха с помощью ионизаторов академика А. А. Микулина, электротерапевтические средства, средства механотерапии — механомассаж, велостанки, тренажерные устройства — пассивные и активные для физической нагрузки опорно-двигательного аппарата, ультразвуковая терапия; гидропроцедуры — обтирание, обливание, душ и т. д., светотерапия (УФО) и другие физиотерапевтические процедуры.

Среди оздоровительных средств большое место занимает массаж в различных его видах, он улучшает местное (кожное и мышечное) и общее кровообращение. В сущности, он, как и физическая активность, улучшает работу периферического сердца, т. е. скелетной мускулатуры, которая помогает продвижению крови и тем самым облегчает работу сердечной мышцы. Массаж

улучшает лимфообращение. Раздражая рецепторные окончания нервов, заложенные в коже и мышцах, массаж вызывает усиленный приток нервных импульсов в головной и спинной мозг, тем самым активизируя деятельность центральной нервной системы.

В последнее время все более широкое распространение принимает самомассаж. Он хорош тем, что доступен каждому и может проводиться почти в любых условиях, в том числе и в экстремальных. Он вполне доступен и космонавтам.

Академик А. А. Богомолец в книге «Продление жизни» писал о значении массажа (имея в виду самомассаж) и гимнастики для сохранения здоровья: «Очень полезны для борьбы с застоями крови в отдельных местах организма гимнастика и массаж. С них надо начинать день и ими его заканчивать. 10—20 мин, ежедневно потраченных на это, не только придают бодрость на весь день, но и сохраняют немало лет жизни».

6. Повышает общую устойчивость человека к вредным экологическим факторам ряд фармакологических средств. Из огромного арсенала фармакотерапевтических препаратов в первую очередь следует рекомендовать употребление биологически активных веществ растительного происхождения (экстракты элеутерококка, китайского лимонника, женьшеня, аралии маньчжурской и др.), животного происхождения (пантокрин); синтетических средств (аскорбиновая кислота, дибазол и др.). Эти вещества являются адаптогенами, повышающими общую устойчивость организма к различным воздействиям, ускоряющим процесс привыкания к меняющимся условиям жизни и работы. Целый ряд лекарственных веществ находится в кабине КК. Употребляя они, как правило, с разрешения врачей ЦУП.

Полезен ряд фармакологических средств, способствующих увеличению кислородной емкости крови (железоглицерофосфат), нормализации ионного состава сердечной мышцы (оротат калия, панангин), улучшающих обмен миокарда (инозин) и др.

7. В ряде случаев можно рекомендовать и другие специальные способы реабилитации: аэрозольтерапию (орошение носоглотки некоторыми препаратами, вдыхание ряда средств); магнитотерапию (например, с помощью аппарата «Полюс-2»), локальное отрицательное давление (способ разработан профессором А. В. Короб-

ковым), применение кислородотерапии (гипербарическая оксигенация, вдыхание чистого кислорода, кислородные коктейли). При подготовке к полету можно использовать горную акклиматизацию, «подъем» в барокамере или дыхание газовыми смесями с пониженным содержанием кислорода. Последнее имеет важное значение для изыскания путей защиты и стимуляции восстановительных процессов, в том числе и в генетических структурах.

Несомненно, способы реабилитации работоспособности не ограничиваются применением перечисленных выше средств. Важно также подчеркнуть, что нужно использовать эти средства в зависимости от индивидуальных и возрастных особенностей организма, условий работы и жизни.

Хочется отметить, что реабилитация работоспособности должна проводиться не только после, но и во время работы. На это нацелена вся система научной организации труда. В процессе работы должны соблюдаться режим труда, отдыха и питания, использоваться приемы двигательной активности, рациональная организация освещения и цветового «климата» рабочего места, функциональная музыка и другие так называемые физиологические стимуляторы — обливание лица и шеи холодной или горячей водой, глубокое дыхание (гипервентиляция), легкая мышечная деятельность. Все это способствует укреплению здоровья, повышению работоспособности, производительности и качества труда.

Космонавты в своей работе показывают высшие образцы производительности труда, труда необычного, дающего большую народнохозяйственную отдачу. Их исследования и наблюдения, производимые в интересах многих министерств и ведомств, уже дали десятки миллионов прибыли. Следовательно, имеется огромная экономическая заинтересованность в том, чтобы экипажи работали на орбите продуктивно, не требовали замены по состоянию здоровья, имели бы высокую работоспособность. А это значит, что все, что относится к системе здорового образа жизни человека, должно быть учтено при разработке распорядка жизни космонавтов.

Выше уже говорилось, что проблема физической активности (работоспособности) тесно связана с вопросами эмоционального стресса. Следовательно, и проблемы

реабилитации работоспособности и эмоциональной устойчивости также находятся в тесной взаимосвязи. Как та, так и другая проблема, в сущности, решает одну общую задачу: адаптации человека к сложным условиям жизни и работы. И эта проблема весьма актуальна для жизни и работы космонавтов.

Здесь хотелось бы более подробно остановиться на вопросах повышения эмоциональной устойчивости как фактора, способствующего адаптации человека к экстремальным условиям.

Пожалуй, нет в области психофизиологии более сложной проблемы, чем эмоциональная жизнь человека. Космонавтам приходится постоянно иметь дело с повышенной опасностью полетов, переживать эмоциональные напряжения (стрессы), зависящие от воздействия на человека факторов новизны и необычности. Так, в момент взлета на КК «Восток» у Ю. А. Гагарина отмечалась высокая частота пульса — до 180 уд/мин, что зависело не только от физического воздействия перегрузок, но главным образом от эмоций, т. е. переживаний, связанных с необычной ситуацией. В последующих полетах Титова, Николаева, Поповича и других космонавтов частота пульса на участке взлета уже была в пределах 140—120 уд/мин. Но вот снова шаг в неизведанное: А. А. Леонов впервые в мире вышел в открытый космос, и частота пульса у него повысилась до 162 уд/мин.

Эмоциональный стресс может привести к развитию патологического процесса в зависимости от силы и продолжительности действия раздражителя. Исходя из этих двух важных показателей — силы и продолжительности действия раздражителей, — эмоции обычно делят на аффекты, страсти, настроения. Эмоции могут возникать мгновенно (аффекты) или развиваться медленно (настроение), могут быть кратковременными или длиться продолжительное время (страсть), наконец, могут резко различаться по своей силе — от едва заметных (беспокойство) до разрушительных (ярость).

Можно выделить эмоции, возникающие быстро и длящиеся короткое время. В таких случаях механизм возникновения и протекания эмоций будет значительно отличаться от эмоциональных реакций, возникающих постепенно и длящихся продолжительное время. Если в последних легко установить фазовость или стадийность протекания реакций, что позволяет говорить о значи-

тельном и важном участии в их организации эндокринно-гуморальной системы, то в эмоциях, возникающих мгновенно и протекающих быстро, особое значение имеют реакции центральной нервной системы. В этом случае эмоциональные реакции протекают по нервно-рефлекторному типу, и реакции нервной системы здесь опережают реакции эндокринно-гуморальной системы.

Эмоциональные состояния совсем не обязательно являются стрессовыми состояниями. Следует также подчеркнуть, что термин «стресс» не является синонимом термина «эмоциональное напряжение», как в последнее время иногда его понимают некоторые авторы, а имеет более широкое значение, связанное с проявлением в организме общего адаптационного синдрома. При стрессе эмоциогенного, или нервно-психического, происхождения нужно говорить не просто о стрессе, а определять его как эмоциональный стресс.

Любая эмоциональная реакция вызывает физиологические сдвиги в организме, направленные на поддержание равновесия во внутренней среде организма (гомеостаза). Следовательно, эмоции затрагивают все уровни нервной системы: с конечных рецепторов в органах и тканях до коры головного мозга, вызывают сдвиги в обмене веществ и энергии, направленные на адаптацию организма к воздействующим эмоциональным факторам.

Говоря о связи эмоций со всеми уровнями нервной системы, мы тем самым признаем их связь с высшей нервной деятельностью и высшей нервной регуляцией. Эмоции тесно связаны с условно- и безусловно-рефлекторной деятельностью. Биологическая сущность их заключается не только в защите организма от неблагоприятного воздействия окружающей среды, но и в участии их в пуске и организации физиологических механизмов адаптации организма к меняющимся условиям жизни, механизмов, направленных на поддержание гомеостаза (равновесия внутренней среды) организма. Речь идет как о поведенческих реакциях на уровне целостного организма, так и о реакциях более низшего уровня (условно говоря, на уровнях системном, органном, клеточно-тканевом, молекулярном).

Если мы говорим, что в организации адаптационных процессов в организме при эмоциональном стрессе главную роль играет центральная нервная система, то это

приводит нас к мысли о том, что мы сознательно можем влиять на ход адаптации ко всем эмоциональным состояниям, т. е. повышать уровень эмоциональной устойчивости.

Эмоциональная устойчивость — это относительная невосприимчивость к эмоциям, зависящая от низкой чувствительности нервной системы к эмоциональным раздражителям (пассивный физиологический фактор) и от индивидуальных способностей и тренированности к сопротивлению действию этих раздражителей (активный психологический фактор). Используя возможности воздействия на оба эти фактора, можно повысить эмоциональную устойчивость, а вместе с тем и общие резервные адаптивные возможности организма. В связи с этим можно выделить основные пути повышения эмоциональной устойчивости человека к работе в экстремальных условиях. При этом нужно исходить из основного принципа профилактики чрезмерных эмоциональных реакций (как положительных, так и отрицательных), заключающегося в уравнивании поведения и эмоциональных состояний, с учетом характера взаимодействия субъекта с окружающей производственно-социальной и природной средой.

В настоящее время рекомендуются следующие методы повышения эмоциональной устойчивости.

1. Психолого-педагогические методы ознакомления с необычными условиями работы и окружающей среды, тренировка к особым видам трудовой деятельности, в том числе с применением специальных функциональных тренажерных устройств. Так, было отмечено, что предварительный проигрыш летчиком нового полетного задания на тренажере снижает частоту пульса в первом самостоятельном полете в среднем на 32% по сравнению с контрольной группой летчиков.

Сама летная практика (как и иная работа), правильно организованная (с соблюдением постепенного нарастания нагрузки и последовательности упражнений), приводит к повышению эмоциональной устойчивости летного состава. Так, например, от полета к полету снижается частота пульса и дыхания у летного состава, выполняющего весьма сложные полеты с дозаправкой самолетов в воздухе: частота пульса нередко снижается с 180 уд/мин в первом полете до 110 уд/мин в двенадцатом полете, частота дыхания — соответ-

ственно с 54 до 20 циклов в 1 мин. Аналогично изменяются и биохимические показатели эмоционального напряжения. Торможение чрезмерных эмоциональных реакций лежит в основе механизма действия повторных воздействий в процессе тренировки.

Весьма полезен принцип предварительного внутреннего проигрывания ситуаций, воспитывающий чувство уверенности в своих силах при встрече с неожиданными обстоятельствами.

2. Методы психопрофилактики и психотерапевтические приемы регуляции психического состояния (психорегулирующие тренировки — ПРТ).

К психотерапевтическим средствам относятся как аутогенная тренировка, так и другие способы воздействия на психику (со стороны психотерапевта, психогигиениста). Сюда же относятся способы самовоспитания, повышения психофизиологической грамотности, умения владеть своими эмоциями и управлять волевой сферой.

Умение управлять своими психическими процессами и поведением достигается тренировкой, систематическими упражнениями и развивается у человека с помощью его интеллекта и воли. В литературе давно установлено значение воли и сознания для самоконтроля эмоциональных реакций и их подавления. Известный советский психиатр В. М. Бехтерев придавал большое значение в терапии некоторых заболеваний самовнушению путем концентрации и переключения внимания (психотерапия отвлечением).

В настоящее время широкое распространение получила аутогенная тренировка (АТ), позволяющая управлять своими эмоциями и вегетативными реакциями, в том числе и такими, которые считаются многими исследователями неуправляемыми,— частотой сердечных сокращений, моторикой желудочно-кишечного тракта и некоторыми другими.

Термин «аутогенная тренировка» (самотренировка) был введен в 1932 году немецким психиатром И. Г. Шульцем. Тогда в Лейпциге вышла его книга «Аутогенная тренировка». Под воздействием слова (произносимого вслух или про себя), а точнее, определенных, весьма простых формулировок (формул аутогенной тренировки) возникает психическая и физическая релаксация (расслабление), снимается напряженность. Наибольший

эффект при аутогенной тренировке достигается в устранении нервно-эмоциональной напряженности, чувства тревоги и неуверенности, в регуляции сердечной деятельности (артериального давления, частоты пульса) и поведения.

Элементы физического (мышечного) напряжения и расслабления в аутогенной тренировке заимствованы из индийского учения хатха-йога (И. Г. Шульц ездил в Индию, где познакомился с учением и системой йогов).

Аутогенная тренировка состоит из двух ступеней — низшей и высшей. Низшая предназначена главным образом для снятия нервного напряжения, успокоения и нормализации функций организма. На овладение этой ступенью АТ требуется 2—3 месяца ежедневных занятий по 10—20 мин (лучше 2 раза в день по 10 мин утром и вечером). В задачу второй ступени АТ входит введение человека в особое состояние, при котором возникают своеобразные переживания, ведущие якобы к самоизлечению от некоторых болезней (главным образом неврологических). На овладение второй ступенью АТ уходит до 6—8 месяцев тренировок.

Для занятий высшей ступенью АТ требуются помощь и консультация врачей-психоневрологов, а для овладения низшей ступенью достаточно прослушать первичный инструктаж и прочесть специальную литературу. Имеются также специальные пластинки (диски) и магнитофонные кассеты с записью текстов (формул) АТ и музыкальным сопровождением. Приведем для примера лишь основные формулы самовнушения, которые можно назвать классическими:

1. Я совершенно спокоен.
2. Правая (левая) рука (затем нога) очень тяжелая (легкая).
3. Правая (левая) рука (нога) очень теплая.
4. Сердце бьется спокойно и сильно.
5. Дыхание совершенно спокойное, мне дышится легко.
6. Солнечное сплетение излучает тепло.
7. Лоб приятно прохладен.

Заслуга Шульца состоит в том, что он связал определенные слова как раздражители центральной нервной системы (через сознание) с простыми, легко достижимыми физическими ощущениями и состояниями.

Естественно, что приведенные формулы АТ, разрабо-

танные эмпирически, во многом условны и схематичны. Поэтому можно, отталкиваясь от такой схемы, тренироваться с помощью других формул, более подходящих к конкретным ситуациям и индивидуальным особенностям личности. Как правило, однако, для устранения эмоциональной напряженности, тревоги и беспокойства во время сеансов тренировки следует внушать себе: «Я спокоен, я совершенно спокоен».

На основании метода АТ разработаны и другие способы саморегуляции эмоциональных состояний. Так, в 1966 году спортивным психологом А. В. Алексеевым был предложен вариант АТ, названный им психорегулирующей тренировкой (ПРТ). Затем появились и другие варианты методики психической саморегуляции, такие, как активное самовнушение, психотоническая тренировка, и др.

А. В. Алексеев разработал две части ПРТ: первая — успокаивающая, вторая — мобилизующая. Так как слово начинает действовать на человека более эффективно в момент наступления в клетках головного мозга сниженного уровня бодрствования, то мобилизующую часть рекомендуют проводить вслед за успокаивающей. В этот момент слово обретает способность регулировать вегетативные функции (например, частоту пульса), которые в обычном бодрствующем состоянии почти не поддаются волевым усилиям. От состояния вегетативных функций (например, деятельности сердечно-сосудистой системы) во многом зависит эмоциональный тонус человека.

Хотя АТ и ПРТ и не имеют противопоказаний, но пользоваться ими в некоторых случаях следует с осторожностью. Например, больные, перестав ощущать боль, могут недооценить тяжесть своего состояния; внушение себе резкого замедления сердцебиения может привести к нарушению сердечного ритма и приступу стенокардии; не рекомендуется внушать себе резкое чувство холода и тепла в области лба во избежание расстройств мозгового кровообращения.

В настоящее время все шире применяются методы психорегулирующей тренировки в самых различных областях труда и спорта. Для устранения отрицательных эмоций и психической напряженности в длительных космических полетах на орбитальных станциях космонавты с успехом стали применять методы ПРТ и АТ.

Важным нормализатором и регулятором психоэмоционального состояния является музыка. Она отчетливо влияет на частоту сердечных сокращений и дыхание, на мышечную активность и возбудимость, особенно заметно ее влияние на настроение и работоспособность.

Тихая мелодичная музыка действует успокаивающе, замедляет пульс, снижает артериальное давление, может способствовать лучшему засыпанию. Напротив, более громкая (но не чрезмерно громкая) ритмичная музыка действует возбуждающе, повышает работоспособность. Эмоциональное воздействие музыки столь велико, что ее применяют для лечения некоторых заболеваний (музыкотерапия), в первую очередь нервно-психических.

3. Фармакологические средства управления поведением и эмоциями (гормоны, витамины, транквилизаторы, биологически активные вещества и др.).

Хорошие результаты были получены в лабораторных условиях от применения некоторых успокаивающих средств типа слабых транквилизаторов. Так, прием 50 мг венгерского препарата грандаксина (1 таблетка) приводит уже через 10—15 мин к заметному снижению возбуждения, улучшению самочувствия и работоспособности. Объективно это отмечается в снижении тремора пальцев рук, урежении пульса, улучшении показателей внимания и сенсомоторных реакций. Препарат не вызывает сонливости и мышечного расслабления. Исходя из этого, его относят к транквилизаторам дневного действия. Это свойство грандаксина делает возможным его прием также и водителям. Грандаксин может быть применен и во время космических полетов при тревожных состояниях.

4. Средства физической культуры, оказывающие переклюкающее действие при эмоциональном напряжении, подчас являются решающими в повышении эмоциональной устойчивости. Дело в том, что эмоциональное возбуждение вызывает усиленное поступление в кровь ряда гормонов (например, адреналина — продукта мозгового вещества надпочечников), которые способствуют быстрой и полной мобилизации энергетических ресурсов для обеспечения максимальной двигательной активности. В результате мышечной деятельности эти гормоны утилизируются, их содержание в крови резко уменьшается. Следовательно, при наличии состояния эмоционального напряжения разрядку этого напряжения можно

вызвать с помощью физических упражнений, которые приведут к усиленному расходу энергетических ресурсов и распаду гормонов надпочечника, которые участвовали в физиологическом механизме формирования эмоционального напряжения.

Физическая тренировка и борьба с гиподинамией — генеральное направление современной профилактической медицины, имеющей целью повысить неспецифическую устойчивость организма ко многим раздражителям, в том числе и к эмоциогенным.

По мнению академика В. В. Парина, состояние физической тренированности обеспечивает экономное осуществление обменных процессов и функций кровообращения в организме и тем самым становится предпосылкой быстрой и полной мобилизации энергетических резервов, улучшающих тканевый обмен, что увеличивает резистентность (устойчивость) организма к эмоциональным стрессам.

5. Средства общегигиенического характера, регулирующие пассивный и активный отдых. Режим труда и отдыха подчас является важнейшим условием поддержания высокой психофизиологической активности (особенно в летной практике, в длительных космических полетах, при работе в условиях сенсорно-информационного голода). Подтверждением этого являются многочисленные эксперименты, проведенные в помещениях малого объема, либо в условиях социальной изоляции. Любые отклонения от привычного ритма жизни и сдвиг биологического ритма вызывают снижение эмоциональной устойчивости, неадекватные психические реакции, снижение качества работы. Напротив, строгое выполнение режима жизни и распорядка дня (например, в одно и то же время ложиться спать и просыпаться, в одни и те же часы принимать пищу, в определенные часы совершать работу и иметь перерыв и т. д.) приводит к хорошему самочувствию и сохранению работоспособности.

Сюда же можно отнести и все оздоровительные мероприятия, направленные на повышение психофизиологических резервов, например использование природных факторов (солнце, воздух и вода) или их искусственных аналогов (различные физиотерапевтические процедуры).

6. Методы эмоционально-эстетического воздействия. Советским ученым А. Н. Золотухиным получены хорошие результаты применения функциональной музыки в

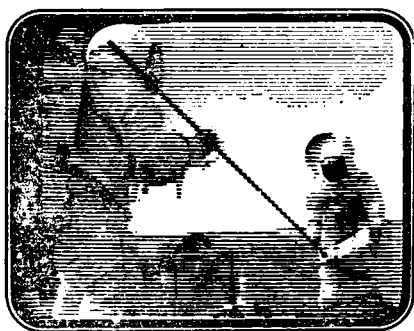
гермокамерных экспериментах, т. е. в условиях относительной изоляции и сенсорного голода. Состояние испытуемых резко изменялось по сравнению с контрольной группой. Перспективным является применение цветомузыки, динамическая смена интерьера и другие способы борьбы с монотонностью и воздействия на смену настроения (см. главу 12).

Перечисленные средства повышения эмоциональной устойчивости по характеру воздействия на организм можно отнести к общим средствам восстановления (реабилитации) или компенсации психофизиологических функций, в то же время они отличаются несомненной специфичностью и могут применяться в различных сочетаниях (комплексах) с учетом особенностей, потребностей и фазовых состояний организма. Повышая эмоциональную устойчивость, эти средства одновременно способствуют эффективности адаптации человека к различным экологическим (социальным и природным) раздражителям.

Большинство методов повышения эмоциональной устойчивости обладает одним важным свойством. Для их успешного применения необходимо активное участие самого человека. Следовательно, умение управлять своим психофизиологическим статусом является решающим фактором адаптации человека к эмоциогенным воздействиям. Это лишний раз подчеркивает, что эмоции человека тесно связаны с его сознанием и с волевыми процессами. Не трудно также усмотреть в этом и связь с социальными факторами, ибо применение тех или иных методов повышения эмоциональной устойчивости зависит в значительной мере от воспитания, степени образованности человека, его высших потребностей.

Космическая медицина широко применяет способы повышения работоспособности (реабилитации сил и самочувствия) космонавтов, включая и способы повышения их эмоциональной устойчивости, для ускорения и улучшения эффективности адаптации к условиям длительного полета и для реадаптации к наземным условиям после полета.

ГЛАВА 7



ИЗ ГЛУБИН ВСЕЛЕННОЙ

Коварные лучи. Что означают пятна на Солнце?
Стрелы бога Ра. Безопасность дальних полетов.

Одной из серьезнейших проблем пилотируемых космических полетов, особенно на межпланетных трассах, является защита экипажей от космической радиации²¹. Прогнозированием опасности такого полета занимаются специалисты в области биофизики, космической биологии, радиобиологии и гелиобиологии. Исследования ведутся широким фронтом. Изучается влияние естественного и искусственного земного излучения на живые организмы и разрабатывается профилактика радиационных поражений и методы лечения лучевой болезни, оценивается радиообстановка в околоземном пространстве, допустимые величины радиации при полетах через радиационные пояса Земли и за их пределами в околосолнечном пространстве, влияние на организмы солнечного спектра излучений.

Главный объект изучения радиобиологии — ионизирующие излучения. К ним относят электромагнитное излучение, потоки электронов, позитронов, протонов и других заряженных и нейтральных частиц. Ионизацией называют образование положительных и отрицательных ионов и свободных электронов из электрически нейтральных атомов и молекул под действием частиц высоких энергий. Заряженные частицы ионизируют атомы среды

²¹ Радиация — излучение (от лат. radio — излучаю, испускаю лучи, radius — луч).

непосредственно при столкновениях, если их кинетическая энергия достаточно велика. Ионизирующие излучения оказывают на организмы самое различное действие, в определенных (малых) дозах активируют некоторые биологические процессы (например, усиливают прорастание семян растений), в других случаях оказывают повреждающее действие на клетки и ткани организма, в том числе на хромосомный аппарат, вызывая мутации генов, вплоть до появления в потомстве мутантов, отличающихся от родительских особей (последнее явление изучает радиационная генетика).

Естественная радиация Земли является фактором постоянно действующим, к которому в процессе эволюции все виды организмов приспособились. Это означает, что малые дозы радиации не вызывают отрицательного влияния на живую природу, они привычны для живого вещества. Естественные радиоактивные вещества (газы) являются изотопами²² радона (радон-222, торон, актинон) и образуются вследствие радиоактивного распада урана, тория и др. Эти вещества в крайне малых количествах присутствуют в атмосфере, литосфере (особенно в горных породах) и гидросфере. Наибольшая концентрация естественных радиоактивных изотопов отмечается в стратосфере (т. е. в слое атмосферы между 9—11 км и 40 км высоты над поверхностью моря). На человека, однако, наибольшее действие оказывают гамма-излучения земной коры.

В сороковые — пятидесятые годы появился новый вид радиации — искусственная радиация, зависящая от антропогенной деятельности.

Радиобиология совместно с фотобиологией исследует также биологическое действие электромагнитных волн инфракрасного, видимого и ультрафиолетового диапазонов, а также радиоволн миллиметрового и сантиметрового диапазонов. Радиобиологов, однако, в первую очередь занимают исследования влияния частиц и квантов большой энергии (α -частиц, электронов, позитронов, протонов и др.), способных проникать в глубь организма. Исследования радиобиологов начались почти сразу после открытия проникающих излучений В. К. Рентгеном (1895) и радиа

²² Изотопы — разновидности одного химического элемента, занимающие одно и то же место в таблице элементов, но имеющие различные атомные веса.

М. Склодовской-Кюри и П. Кюри (1898). Уже в 1896 году русский физиолог И. Р. Тарханов опубликовал работу о влиянии рентгеновских лучей «на ход жизненных процессов». В двадцатые годы советскими учеными было открыто, что рентгеновские лучи влияют на генный аппарат клеток, что легло в основу радиационной генетики (работы Н. И. Вавилова, Н. К. Кольцова, Н. В. Тимофеева-Ресовского и др.).

Ионизирующее излучение вызывает лучевую болезнь в случае значительного превышения естественного радиоактивного фона. Лучевая болезнь возникает при внешнем облучении и при внутреннем (при попадании радиоактивных веществ с вдыхаемым воздухом или с пищей). Различают острую форму лучевой болезни, возникающую от однократного общего облучения в сравнительно больших дозах (сотни радиан), и хроническую как результат перенесенной острой лучевой болезни или при длительном действии облучения в малых дозах. При однократном общем облучении дозы до 100 рад вызывают сравнительно легкие изменения (недомогание, тошнота, головная боль). Дозы свыше 100 рад вызывают заболевания различной формы (костно-мозговую, кишечную) и разной тяжести. Исход болезни в этом случае зависит от степени поражения костного мозга. Дозы однократного общего облучения свыше 400—500 рад считают смертельными. При дозах такого порядка гибель наступает через 1—2 месяца после облучения. Наиболее частая форма лучевой болезни (доза свыше 200 рад) проявляется уже через несколько минут или часов (тошнота, рвота, слабость). Через 3—4 дня симптомы пропадают, а затем проявляются в резко выраженной форме в продолжении до 4—5 недель (слабость, кровоизлияния, повышение температуры тела). Наиболее характерны при этом изменения в кроветворных органах и системе крови. При интенсивном лечении болезнь постепенно отступает.

При хронической лучевой болезни назначают питание, богатое белками и витаминами, лечебную физкультуру, длительное пребывание на открытом воздухе, сердечные средства, стимуляторы кроветворения.

Что касается естественного ионизирующего излучения на поверхности Земли, то его уровень подвержен значительным колебаниям (в пределах, однако, биологически допустимых доз). Зависит это прежде всего от

солнечного и галактического излучений. Излучение от Солнца — центра нашей планетарной системы, ближайшей к нам звезды (расстояние от Земли до Солнца — 149,5 млн. км), — самое мощное и непосредственное. Роль Солнца в жизни нашей планеты и самого человека колоссальна. Без Солнца на Земле не смогла бы возникнуть и развиваться жизнь, никогда не появились бы люди.

В наше время, в эпоху овладения космическим пространством, космизация наук привела к расцвету наук о Солнце. В частности, гелиогеофизика изучает процессы, происходящие на Солнце, и их влияние на геофизические явления. Доказано, что излучение спокойного Солнца состоит из постоянного электромагнитного излучения во всех диапазонах спектра (рентгеновском, ультрафиолетовом, видимом, инфракрасном и радиодиапазоне) и слабого потока корпускул (электронов и протонов) — так называемого солнечного ветра. Поверхности Земли достигают только видимое и радиоизлучение. Ультрафиолетовое и рентгеновское ионизируют верхние слои атмосферы и создают ионосферу, что обеспечивает возможность коротковолновой радиосвязи на большие расстояния. Корпускулярная радиация пополняет частицами радиационные пояса Земли и хвост ее магнитосферы, вытянутый в сторону, противоположную от Солнца.

Солнечное излучение в виде солнечного ветра на пути к Земле встречается с радиационными полями Земли, а затем с самой внешней оболочкой Земли — магнитосферой — областью околоземного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с потоками заряженных частиц. Солнечный ветер образуется благодаря непрерывному расширению (истечению) плазмы солнечной короны и состоит из заряженных частиц. Он также образует магнитное поле. При возрастании солнечной активности солнечный ветер и его магнитное поле оказывают более сильное воздействие на магнитосферу Земли. Возникает сложный комплекс явлений; получивший название магнитной бури. Во время магнитной бури происходят нагрев и усиление ионизации верхних слоев атмосферы, увеличение яркости полярных сияний, нарушается радиосвязь на коротких волнах. При этом отмечаются изменения в жизне-

деятельности организмов, начиная от простейших до человека.

Изменения активности Солнца (т. е. электромагнитных излучений), связанных с периодическим увеличением пятен на Солнце и хромосферными вспышками, многое дают для понимания процессов, происходящих в биосфере. Закон периодичности «в работе Солнца», т. е. изменения в числе и размерах солнечных пятен, открыл в прошлом столетии немецкий исследователь Г. Швабе в результате тщательных ежедневных наблюдений Солнца в течение 43 лет с помощью небольшого телескопа. По данным Швабе, промежуток времени между двумя максимумами активности равен 10 годам.

Вслед за Швабе наблюдениями солнечной активности занялся швейцарский астроном Р. Вольф. Он собрал и обобщил все наблюдения астрономов, начиная с 1610 года, о солнцедейтельности и вывел период пятнообразования, равный 11 годам. Однако по данным Д. И. Святского, эта величина лишь среднеарифметическая. Он проследил по историческим документам 49 периодов солнечной активности и нашел, что интервалы между максимумами активности не являются строго периодическими. По его данным, интервалы в 5—6 лет встречались 3 раза, в 7—8 лет — 12 раз, в 11—12 лет — 11 раз, в 13—15 лет — 7 раз и 1 раз этот интервал был равен 20 годам. Отсюда ясно, что прогнозировать вспышки солнечной активности дело ненадежное.

Кроме 11-летнего цикла, некоторые астрономы выделяют 22—23-летние периоды магнитной активности пятен. Французский астроном де Мэран еще в XVIII веке писал о возможности существования больших периодов в солнцедейтельности. Статистическими методами установлено наличие самых различных по продолжительности периодов: 55,5 и 60 лет, 72 года, 33,37 года (циклы трети века), 66,67 и 83,33 года и даже 169, 180, 300, 600, 900 лет!

Вопрос о периодизации в деятельности Солнца, как мы видим, не решен окончательно и до сего дня. Важно, однако, другое. Некоторые исследователи, например, шведский ученый С. Аррениус, указывали на связь между колебаниями активности Солнца и многими проявлениями жизнедеятельности у обитателей Земли. Впервые экспериментально это удалось доказать А. Л. Чижевскому.

В 1919 году первые гелиобиологические эксперименты были поставлены А. Л. Чижевским при участии и консультации Циолковского. Наиболее просто и доступно оказалось искать доказательства существования солнечного влияния на живые объекты от противного, т.е. проследить, как воздействует на живые организмы не увеличение, а уменьшение интенсивности проникающей радиации. Циолковский предложил с этой целью соорудить свинцовые закрытые камеры, в которые можно было бы помещать исследуемые биологические объекты. При содействии Циолковского Чижевский соорудил такую камеру. В опытах использовались микроорганизмы, культуры живых тканей, прорастающие семена растений. Результаты опытов оказались весьма убедительными. Было установлено, что пенетрантное (проникающее) излучение Солнца попадает непосредственно в биосферу Земли и влияет на рост и размножение живых клеток.

В дальнейшем А. Л. Чижевский установил связь возникновения эпидемий и эпизоотий (эпидемий, поражающих животных), обострений нервных и психических заболеваний и ряда других биологических явлений с изменениями солнечных вспышек. В 1930 году в Москве вышла первая книга А. Л. Чижевского «Эпидемические катастрофы и периодическая деятельность Солнца».

К этому времени французские ученые М. Фор, Г. Сарду и Г. Валло собрали обширный материал, подтверждающий, что прохождение пятен через центральный меридиан Солнца в 84% случаев совпадает с внезапными смертями, инфарктами, инсультами и обострениями хронических заболеваний. Эти ученые организовали во Франции Международный институт по изучению солнечных, земных и космических излучений — первую в мире медицинскую службу радиобиологического профиля.

В 1968 году в Иркутске была организована гелиобиологическая лаборатория для изучения на различных биологических объектах действия условий, моделирующих отдельные факторы солнечной активности. Эти исследования проводятся как в интересах медицины (для выявления значимости метеорологических факторов в развитии заболеваний), так и в целях развития космической радиобиологии, имеющей особое значение для обеспечения безопасности межпланетных полетов.

В этих целях особый интерес представляли специальные исследования на биоспутниках серии «Космос»: изучение комбинированного воздействия длительной невесомости и ионизирующей радиации. Необходимо было оценить радиационную опасность в условиях реального космического полета и получить на этой основе данные для обоснования допустимых уровней облучения экипажей космических объектов и для расчетов противорадиационной защиты. На борту биоспутника «Космос-690» был установлен искусственный источник радиации цезий-137, который мог в условиях длительной невесомости смоделировать возможное облучение космонавтов при солнечной вспышке. Одновременно проводился точно такой же эксперимент на Земле. Сравнение данных (летного и наземного) экспериментов позволило оценить модифицирующее влияние невесомости на ионизирующее облучение.

Послеполетное обследование животных показало, что их пребывание в условиях невесомости не повлияло на изменение радиочувствительности отдельных клеток и органов на выживаемость, а также на изменения аппарата наследственности в сравнении с результатами облучения в наземных лабораторных условиях. Результаты исследований на биологическом спутнике «Космос-782» также показали отсутствие суммации эффекта действия невесомости и радиации.

Ученые предполагают, что при полете к Марсу у космонавтов от воздействия тяжелых частиц может погибнуть некоторое количество нервных клеток. Это вызывает необходимость проведения точных исследований по определению биологической эффективности тяжелых компонентов космической радиации. Радиобиологический эксперимент «Биоблок», проведенный на биоспутнике «Космос-782», показал, например, что вдоль трека некоторых из тяжелых ядер космического излучения на колонии дрожжевых клеток возникает зона повреждения, охватывающая сотни и даже тысячи клеток. В ряде случаев наблюдались аномалии развития, которые не имеют места при воздействии ионизирующих излучений, получаемых искусственно в наземных условиях.

Результаты этих исследований были использованы при разработке и обосновании временных нормативов радиационной безопасности космонавтов в полетах длительностью до трех лет.

В настоящее время в СССР для экипажей, выполняющих кратковременные полеты, установлены следующие три категории доз: допустимая доза 15 бэр (биологический эквивалент рентгена), доза оправданного риска — 50 и критическая — 125 бэр. Для длительных полетов предварительно предложены дозы максимально допустимого облучения: 200, 250 и 275 бэр на один, два, три года полета соответственно. Конечно, установление этих доз весьма условно, так как сделанные при этом некоторые допущения еще не имеют экспериментального подтверждения.

Целый ряд вопросов радиобиологии требует дальнейшего исследования. Так, не изучено биологическое действие неионизирующих излучений, имеющих значение в межпланетных полетах, так как за пределами околоземного пространства космические аппараты окажутся не только вне гравитационного поля, но и вне геомагнитного. Следует также учитывать то обстоятельство, что на космических кораблях увеличивается число приборов, аппаратов, являющихся источниками неионизирующих электромагнитных излучений достаточно высоких уровней. Для будущих межпланетных полетов весьма важной будет организация защиты и от ионизирующих излучений, и от периодических солнечных вспышек.

Оптимистичной в отношении защиты от действия ионизирующей космической радиации является разработка так называемой электрической защиты кабин космических кораблей. Она уже запатентована в Советском Союзе, ее элементы были проверены в полете биоспутника «Космос-496». Сущность ее состоит в создании и поддержании сильного электрического поля вокруг космического корабля при использовании в качестве изолирующей среды вакуума, окружающего летательный космический аппарат. В результате поток заряженных космических частиц отклоняется и не попадает в кабину. Это также весьма важно для защиты от действия космических лучей фотокиноматериалов (а их в кабине множество), радиоаппаратуры и многочисленного оборудования космического корабля, подверженного действию ионизирующих излучений. Можно, очевидно, предполагать, что проекты будущих космических объектов будут включать эту систему защиты.

Предложены также методы защиты путем увеличе-

ния толщины обшивки корабля, создания противорадиационного экрана. Рекомендуется, помимо общей защиты, применение и локальной защиты путем экранирования даже небольших участков тела, наиболее важных органов.

Важной проблемой является изучение возможного изменения радиочувствительности организма под влиянием факторов космического полета. Невесомость, вибрация, микроклимат кабины корабля, гипокинезия, эмоциональные нагрузки могут видоизменять реакцию организма на облучение. При этом не обязательно эти факторы должны вызвать отрицательный суммарный эффект. Есть данные, что некоторые раздражители, например, длительное вращение, являются неспецифическими средствами повышения устойчивости организма к последующему облучению.

Интересные материалы были получены при исследовании средств биологической защиты (лекарственных адаптогенов) организма, повышающих естественную радиорезистентность и устойчивость организма к действию экстремальных факторов космического полета. Установлена способность данной группы соединений оказывать многостороннее влияние на организм, повышать иммунологическую реактивность, функциональную активность системы кроветворения, эндокринной системы и др.

В области изыскания путей защиты и стимуляции восстановительных процессов в генетических структурах заслуживают внимания данные о способности газогипоксической смеси (дыхания воздухом с пониженным содержанием кислорода) уменьшать уровень хромосомных изменений в клетках костного мозга.

Исследования, направленные на поиск новых химических радиопротекторов, подтвердили перспективность применения соединений типа аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) и разработанных в НРБ на их основе радиозащитных рецептур и оригинальных соединений (адетурон), которые обнаруживают противолучевое действие при длительном радиационном воздействии. Заслуживают внимания данные болгарских ученых, о том, что удаление АТФ из указанных радиозащитных рецептур приводит к достоверному уменьшению ее профилактического влияния. Представляют несомненный интерес данные ученых ЧССР о способности аспа-

рагиновой кислоты благоприятно влиять на изменения в системе кроветворения и особенно на восстановление количества эритроцитов после облучения.

Изучение биологической опасности галактического космического излучения (ГКИ) проводилось во время полетов кораблей «Аполлон» к Луне. Отмечены некоторые явления, зависящие от действия тяжелых ионов за пределами земной магнитосферы. Как сообщили космонавты, на трассе полета Земля — Луна они наблюдали световые вспышки при полной темноте в кабине корабля. Исследования треков космических частиц в гермошлемах космонавтов кораблей «Аполлон» и проведенные наблюдения с облучением глаз испытуемых на ускорителях дают основание полагать, что зрительные ощущения вызваны частицами высоких энергий, проходящими через сетчатку глаза.

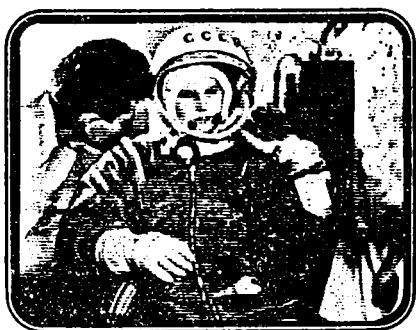
Наличие тяжелых ионов ГКИ может осложнить длительные межпланетные экспедиции за пределами магнитосферы Земли. Экспериментально установлено, что при торможении тяжелого иона в тканях организма создается очень плотная область ионизации, доза облучения в которой может достигать несколько тысяч радиан. При этом тяжелые ионы разрушают клетки. Поэтому исследования, направленные на уточнение оценки радиационной опасности тяжелых ионов, создание надежной защиты космического корабля как неотложной задачи подготовки к дальним полетам, являются на данном этапе наиболее актуальными.

В межпланетном полете возрастает опасность столкновения космического корабля с метеоритными частицами. Атмосфера надежно защищает поверхность Земли от метеоров, метеорных дождей и потоков космической пыли. Большинство из этих посланцев космоса сгорает при входе в атмосферу на высоте 40—120 км. Частицы космического вещества распределяются в пределах Солнечной системы неравномерно и имеют самые различные физические свойства. Пока более или менее изучены метеорные потоки лишь в околоземной части межпланетного пространства.

Продолжительные полеты искусственных спутников Земли в дальнем космосе показали, что вероятность столкновения с крупными метеорными телами весьма мала. Более реальную угрозу для экипажа и конструкции корабля представляют мелкие твердые частицы.

ГЛАВА

8



ТВОИ ВОЗМОЖНОСТИ, ЧЕЛОВЕК!

Лучшие из лучших: проблемы отбора. Гермообъем — осторожно: аэрозоли! Голод на впечатления. Эгоист в группе. Человечество в миниатюре

Успешные многомесячные полеты советских и американских космонавтов вселяют уверенность в возможность осуществления длительных межпланетных полетов. Однако некоторые факторы настораживают. Скажем, невесомость... Снижение массы тела, обезвоживание организма, декальцинация костей, снижение энергообмена, общая физическая астенизация, детренированность сердечно-сосудистой системы, нарушение взаимодействия анализаторов — эти изменения являются, несомненно, результатом действия всех экстремальных условий полета, но важнейшее из них — невесомость.

С этими отрицательными факторами незримый бой ведет наука. Космическая биомедицина разработала целую систему отбора, подготовки космонавтов и медицинского контроля за ними. Космическая медицина разработала стройную систему медицинского наблюдения за космонавтами, проводимого в период подготовки к полету, при его выполнении и после него. Это самая современная система диспансерного наблюдения за здоровьем... здоровых. Цель ее — сохранение хорошего здоровья и высокой работоспособности, повышение сопротивляемости (резервных возможностей) организма.

«Нельзя дважды войти в одну и ту же реку». Каждый новый день полета накладывает отпечаток на работу организма человека, поэтому приходится постоянно

сравнивать текущее состояние космонавта с исходным. Это дает возможность прогнозировать его вероятное состояние в будущем. Таким образом, единая медико-физиологическая задача решается в трех направлениях, которые можно образно назвать аспектами прошлого, настоящего и будущего.

«Прошлое» — это знание индивидуальных особенностей организма, его реакций на воздействие различных факторов, имитирующих условия полета (перегрузок, гиподинамии и т. п.), поведения во время тренировок, учет состояния непосредственно перед стартом, данных о перенесенных в прошлом заболеваниях и травмах, сведений о привычках и образе жизни. Это, в общем-то, как бы знакомая всем нам по поликлинике «история болезни», но конечно, более специфическая и подробная. Новая форма документирования — медицинские книжки космонавтов. В них подробно анализируются и отображаются результаты обследований в различные периоды подготовки и тренировки.

«Настоящее» космонавта — это медицинский контроль в полете. Периодические сеансы дистанционной (телеметрической) регистрации медико-физиологических параметров приносят важную информацию, которую обрабатывают с помощью вычислительных машин. Тщательно анализируется содержание радиопереговоров — не только для выявления жалоб, но и потому, что тембр голоса, особенности речи невольно «выдают» эмоциональное состояние космонавтов, сигнализируют о степени их утомления. И уже совсем наглядно непосредственное телевизионное наблюдение за членами экипажа: о многом говорит специалисту их поведение, внешний вид, выполнение работы.

«Будущее» космонавта — это прогнозирование вероятных отклонений в полете. Исследуются любые, даже самые незначительные колебания психофизиологических показателей, тщательно анализируются высказывания космонавтов и их поведение, чтобы как можно раньше уловить и предсказать симптомы вероятного ухудшения здоровья.

В условиях космического полета сплошь и рядом случаются отклонения от так называемого штатного (т. е. определяемого программой) режима дня. Иногда наблюдается расстройство сна. Оно приведет к снижению работоспособности, а следовательно, затруднит вы-

полнение программы полета. Вовремя не замеченное легкое раздражение кожи может вызвать в дальнейшем кожное заболевание, которое будет, несомненно, беспокоить космонавта. Через некоторое время это может сказаться на выполнении его профессиональной деятельности.

Понятно, что прогнозирование состояния здоровья космонавтов является трудным и ответственным делом, поскольку должно осуществляться в условиях большой неопределенности и при отсутствии прецедента. Что это значит? Если у постели больного врач может сопоставить наблюдаемые симптомы с аналогичными явлениями у многих других, наблюдавшихся им больных, опереться на данные дополнительно проведенных исследований, на знания типичных форм течения заболеваний, то в космосе использовать диагностический арсенал клинической медицины затруднительно.

Космическая биомедицина решает многие физиолого-гигиенические и биолого-технические вопросы. Скажем, исследования, выполненные на советских специализированных биологических спутниках. Эти работы имеют большое значение для понимания принципиальных вопросов космической биологии и медицины. Только в эксперименте на животных и других биологических объектах можно выполнить исследования, которые невозможно провести на человеке. Это прежде всего так называемый острый опыт (вскрытие изучаемых тканей под микроскопом), а также проведение гистологических и морфологических исследований на уровне клеток тканей, органов, наконец, изучение аппарата наследственности.

На советских биоспутниках серии «Космос» в многочисленных экспериментах на микроорганизмах, культуре тканей животных и растений, низших и высших растениях, насекомых, рыбах, пресмыкающихся и других биологических объектах не было обнаружено повреждающего влияния космических факторов на внутриклеточные биологические процессы. Это очень важно, так как оказываются незатронутыми механизмы наследственной информации и деления (размножения) клеток.

Эти данные оказались принципиально важными для теории и практики космонавтики. Они сняли основное биологическое табу (запрет): опасность нарушения под

влиянием факторов полета функций периодически обновляющихся клеточных систем организма (кровенворной, слизистых оболочек, пищеварительного тракта и др.).

Важная задача космической биологии и медицины — поддержание необходимых гигиенических условий в кабине космического корабля. С этой целью, например, исследуется физическое состояние микропримесей, имеющих в воздушной среде герметично замкнутых помещений КК. Речь идет о проблеме аэрозолей. Дело в том, что болезнетворные бактерии в воздухе герметической кабины находятся в состоянии аэрозолей, которые по своему составу и дисперсности способны изменяться под влиянием невесомости и ионизирующей радиации. Предполагают, что это может привести к увеличению скорости передачи возбудителей заболеваний. Изучение проблемы аэрозолей тем более актуально, что имеются данные о снижении иммунных (защитных) свойств организма в длительном космическом полете, что, следовательно, говорит об увеличении вероятности заболеваний.

Для успешного проектирования длительных полетов необходимо проводить физические и биофизические исследования. Дело в том, что искусственная атмосфера космических объектов, будучи практически замкнутой системой в отношении газового состава, является открытой для действия гравитационных, магнитных, тепловых полей и ионизирующей радиации. В условиях космического пространства диапазон возможных вариаций этих полей велик. В результате можно ожидать значительных изменений динамики искусственной атмосферы кабины: процессов тепло-и массообмена, концентрации и спектра ионов, количества диссоциированных и возбужденных молекул газов и примесей, концентрации и спектра аэрозолей и т. д. Все это может оказать отрицательное влияние на здоровье космонавтов.

В длительном космическом полете приобретут особое значение такие психологические проблемы, как нервно-эмоциональное напряжение, связанное с монотонностью обстановки, скукой, чувством одиночества и социальной изоляции. Может на определенном этапе появиться у космонавтов чувство отрыва от Земли. Большое значение будет иметь проблема подбора членов экипажа с точки зрения их психологической совместимости. Наконец, некоторые новые грани приобретет проблема ре-

гуляции биологических ритмов на фоне снижения психофизиологического тонуса в условиях однообразной обстановки.

Рассмотрим более подробно эти проблемы. Начнем с вопросов, относящихся к изменению психофизиологического состояния космонавтов в связи с однообразием и монотонностью обстановки в полете. Давно замечено, что психическая активность человека не достигает оптимального уровня, если органы чувств не получают определенного минимума впечатлений, не загружены. Это состояние названо, как говорилось выше, сенсорной депривацией, которая наиболее ярко проявляется в случаях полного отсутствия раздражителей, т. е. сенсорного голода. Бывает ли он? Да, бывает у лиц, от рождения лишенных слуховых и зрительных раздражителей (слепоглохонемых). Поэтому они постоянно находятся в состоянии заторможенности и спячки. Хотя и в меньшей мере, но эти же явления наблюдаются у хронических больных, долгое время (месяцами, а иногда и годами) находящихся на постельном режиме. Можно ли вызвать эти эффекты у здоровых? Можно, но при определенных условиях

Такие условия создает современная техника. Впервые этот вопрос был поставлен перед авиационной медициной в последние годы второй мировой войны. Успехи в развитии авиационной техники привели к созданию воздушных кораблей, оснащенных совершенной навигационной аппаратурой, способной управлять самолетом автоматически, в результате чего стали возможны длительные полеты и полеты в ночное время. В этих условиях у летчиков, пилотирующих тяжелые корабли на большие расстояния, стали возникать так называемые трудные состояния. Ни сознание ответственности, ни ожидаемые опасности не избавляли летчика от тягостного состояния угнетения, сонливости и своеобразного переживания, заключающегося в трудности сосредоточиться на выполняемой работе, направить мысль в нужном направлении. Тогда же возникло предположение о том, что это состояние — не следствие утомления (в банальном смысле), а своеобразная реакция человека на некоторую недостаточность общего притока внешних раздражений (афферентации). Было установлено, что такое состояние является существенным психологическим фактором вообще всех длительных (многочасовых) авиа-

ционных полетов. В связи с развитием автомобильного транспорта те же самые явления были отмечены у водителей тяжелых грузовых машин, совершающих многодневные (трансконтинентальные) рейсы.

Развитие космонавтики стимулировало изучение проблемы. Проводились исследования, в которых создавались условия, полностью изолирующие человека от внешнего мира. Такие условия позволяли в короткий срок получить желаемую модель психофизиологического состояния, вызванного сенсорным голодом. Создавались условия существенного затруднения восприятия внешнего мира не только за счет отгораживания от внешних раздражителей, но и за счет блокады воспринимающих эти раздражители анализаторов. С этой целью, например, «отсекались» все внешние раздражители. Как это делалось? Надевались футляры или манжеты на пальцы (для блокады осязания). Темные очки или повязки на глаза в сочетании с затемнением в камере исключали зрительные импульсы. Заглушки для слухового анализатора создавали искусственную глухоту. Эти эксперименты тягостны. Человек не имеет возможности ни отдохнуть, ни рассредоточить мысли. Внимание постоянно фиксируется или на повязке на глазах, или на заглушке в слуховом проходе. Таким образом, в условиях жесткой изоляции пропадает возможность продуктивного мышления, нельзя обдумать сложные вопросы.

Естественно, что в этих жестких экспериментальных условиях (как, впрочем, бывает и в сходных жизненных ситуациях) у отдельных лиц отмечались нарушения психики. Появлялись различные иллюзии и галлюцинации (зрительные, слуховые, тактильные и т. д.). Иногда образы были реальны, чаще имели фантастический характер.

По данным американских исследователей, такие условия не могла выдержать и половина испытуемых. В Чехословакии проводили опыты с кратковременным (6-часовым) пребыванием испытуемых в сурдокамере в полной темноте. Даже за такой короткий срок у испытуемых появилось беспокойство, повышалась возбудимость вегетативных реакций (учащались пульс и дыхание), развивалась раздражительность. Советские ученые (О. Н. Кузнецов, В. И. Лебедев) в жестких условиях эксперимента отмечали случаи таких состояний, когда сновидения воспринимались как реальность. Было уста-

новлено, что особенно трудно переносят одиночество испытуемые, лишенные какой-либо целенаправленной деятельности.

В реальном космическом полете нет полной изоляции. Поэтому исследователи начали моделировать реальные условия полета. Изоляция этого рода создавалась в основном за счет замкнутости пространства малого объема. При этом раздражители из внешнего мира не поступали, движения и деятельность испытателя ограничивались размером и внутренним миром камеры. Оказалось, что именно стены камеры особенно действуют на психику человека. В результате у исследуемых возникает известная психическая напряженность. Затем под влиянием монотонной обстановки появляются и развиваются утомление, скука, сонливость (в период бодрствования) и расстройство сна (в ночное время).

Эти эксперименты имеют большое научное значение. Выяснилось, что конкретная ситуация, в которую попадают отдельные лица и небольшие коллективы в реальных условиях деятельности (автономное подводное плавание, полярные зимовки, пребывание в пустынной необитаемой местности, жизнь в подземелье и т. д.), по своему воздействию на нервную систему весьма сходна с влиянием сенсорной депривации в проводившихся исследованиях.

Однако практика показала, что в условиях реального космического полета, при наличии ярко выраженной социальной мотивации в поведении космонавтов, при современной системе их отбора и подготовки не возникает патологических состояний.

Близка по своим проявлениям сенсорной депривации (или сенсорной изоляции) так называемая социальная изоляция, характерная для длительного космического полета. Социальная изоляция — понятие неоднородное, так как разобщение, отделение от коллектива может быть как группы лиц, например, экипажа космического корабля, так и одного человека. В последнем случае речь идет о специфическом понятии — одиночество. Одиночество более серьезное испытание для человека, чем групповая изоляция. Даже при коротких сроках одиночной изоляции, исчисляемых часами, у испытуемых (находящихся в сурдокамерах) могут появиться неприятные ощущения оторванности от коллектива, гнетущее чувство одиночества, тоски. Такое состояние, характеризующееся отри-

цательными эмоциями, возникает в условиях заведомо усложненных, например, при отсутствии какой-либо деятельности, в полной темноте и т. д.

Биологи уже давно обратили внимание на то обстоятельство, что одиночество для животных, живущих сообществом, является серьезным фактором, вызывающим в организме реакцию эмоционального напряжения. Определенная мера уединения нужна любому живому существу. Однако вынужденное и длительное одиночество оказалось довольно серьезным стрессором, играющим роль в развитии ряда заболеваний, особенно гипертонии, атеросклероза, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки.

Хотя эти и многие другие экспериментальные данные касаются животных, они заинтересовали специалистов в области космической медицины. Испытанию одиночеством подвергают кандидатов в космонавты. С какой целью? Выявляют их психоэмоциональную устойчивость к экстремальным условиям существования, изучают индивидуальные особенности их реакций и поведения. Ставят и исследовательские задачи: выяснение ряда психофизиологических механизмов, например, роли эмоциональной лабильности (неустойчивости) в развитии астенических состояний. Испытания в сурдокамере необходимы и для выработки рекомендаций по профилактике развития неблагоприятных психических состояний.

Отрицательного влияния одиночества в реальных полетах пока не было отмечено ни у советских, ни у американских космонавтов. Объясняется это относительно кратковременными полетами (рекорд такого полета принадлежит В. Ф. Быковскому, пробывшему в космосе 5 суток), а также большой загрузкой полезными заданиями и хорошей радиосвязью с Землей. В космических полетах советские и американские космонавты не ощущали тоски или скуки, чувства отчужденности и одиночества. Постоянная радиосвязь с Землей, с родными и друзьями, многочисленные научные наблюдения, новизна ощущений и необычность окружающего мира не оставляли времени для скуки, поддерживали необходимый рабочий тонус. Однако в будущих длительных межпланетных полетах, несомненно, космонавты всерьез столкнутся со многими проявлениями сенсорной депривации, как об этом свидетельствуют многочисленные случаи из человеческой практики.

Кандидат в космонавты проходит серьезные испытания. Но даже если он сдал все земные экзамены, если известны его темперамент, наклонности, симпатии и антипатии, все же трудно предвидеть, как он реально поведет себя в коллективе в качестве члена экипажа. Предусмотреть работоспособность экипажа в целом также трудно. Недостаточно объединить квалифицированных специалистов и организовать их работу, эффективность коллективных усилий в значительной мере определяется совместимостью характеров членов группы.

Существует ли возможность научного определения степени координации человеческих коллективов? Да, существует. Для этого разработана оригинальная методика и в соответствии с ней создан специальный прибор — так называемый гомеостат. Идея конструкции этого прибора возникла под влиянием одного сугубо жизненного наблюдения над работой... душевой установки. Эта установка содержала четыре кабины. Если их занимали спокойные люди, без особых претензий, никакой проблемы не возникало. Однако стоило среди них появиться «эгоцентристу», как система разлаживалась. Дело в том, что «эгоист» старался сделать воду в своей кабине и обильней и теплей. Почувствовав это, остальные пытались нейтрализовать его действия, что не всегда удавалось, и тогда система переставала действовать. Гомеостат (предложен и разработан профессором Ф. Д. Горбовым) действует по аналогичному принципу. Суть его работы проста. Перед каждым испытуемым находится циферблат со стрелкой. Все циферблаты связаны между собой таким образом, что работа на одном немедленно влияет на работу других. Каждый член группы, участвующий в эксперименте, должен перевести стрелку своего циферблата на какое-то определенное, указанное экспериментатором деление (допустим, на 0), но при этом он влияет на работу соседа. Для того чтобы успешно выполнить задачу, необходима согласованная работа всех членов коллектива. А это бывает не всегда просто сделать. Эксперимент с гомеостатом позволяет оценить тактику каждого члена группы и слаженность группы в целом. Работа на таком устройстве позволяет, кроме того, улучшить сработанность экипажа, провести сравнительную оценку различных групп.

Однако если даже учтены все необходимые моменты — мотивация, совместность характеров — и группа

работает дружно и согласованно, не стоит забывать, что длительная социальная изоляция может поставить перед человеком, как и группой в целом, суровые испытания. Примеры этого нам дают полярные экспедиции и пребывание небольших групп людей в пустынных районах.

В качестве примера можно привести случай, который произошел со знаменитым норвежским полярным путешественником Фритьофом Нансеном. Как известно, во время одного из путешествий к Северному полюсу Фритьоф Нансен и его друг, штурман Иогансен, были вынуждены, не достигнув Северного полюса, возвращаться обратно. Полтора года шли два отважных исследователя, прежде чем достигли Земли Франца Иосифа. Как потом стало известно, во время этого беспримерного перехода спутники обменивались не больше чем одной-двумя фразами в неделю. Обращались они друг к другу подчеркнуто официально: «господин начальник экспедиции» и «господин главный штурман». Интересно, что эта неприязнь появилась у людей, которых связывала многолетняя дружба. Рассказывают, что, когда оба путешественника вернулись к нормальной жизни, они вновь, как и прежде, стали друзьями.

Как показывают эксперименты, жизнь и в сурдокамере может приводить к недоразумениям. Изоляция делает людей излишне раздражительными. Самый ничтожный повод может вызвать столкновения между членами группы. Испытуемый, подвергшийся изоляции 45 дней, писал в дневнике о своем напарнике: «На пятый-шестой день он так измучил меня своими охами-вздохами, кряхтеньем, зевотой, показной, как мне казалось, флегмой и нарочитой негативностью суждений, что было очень трудно не выдать своего состояния словом, тоном или жестом, поведением, отношением. Выручил дневник. Не будь этого канала, куда выливались все переживания дня и момента, одна сорвавшаяся фраза могла бы стать причиной пагубных последствий».

Практика показывает: если каждый испытуемый старается делать по-своему, отношения в коллективе разлаживаются. Необходимо приспособиться к характеру соседа. По свидетельству одного испытуемого, наиболее трудны бывают для этого первые дни.

Известно, что между тремя советскими испытателями, пробывшими в условиях относительной изоляции рекордное по длительности время — целый год, не было

серьезных конфликтов. Вместе с тем на вопрос журналиста: «Какие советы вы хотели бы дать тем людям, которые могут оказаться в подобных условиях — в космосе, на другой планете, на Земле?» — один из испытуемых, биолог Александр Божко, ответил:

— Пусть очень серьезно отнесутся к подбору экипажа. Методы такого подбора имеются, но есть и немало нерешенных вопросов. Не исключено, что откажут не агрегаты, а люди, коллектив, если он будет подобран не совсем удачно. Неплохо, если они смогут сначала пожить некоторое время вместе, чтобы «притереться» друг к другу. Мы эту практику прошли и знаем, что это не всегда легко.

Другой испытуемый — Григорий Мановцев (врач, руководитель группы) добавил: «Им также надо запастись большим терпением, деликатностью, уступчивостью. Думается, что надо отказаться от всяких игр, даже шахмат. Это может стать источником обострения ситуаций».

К сожалению, вот этих-то качеств порой и не хватало членам экипажа американского космического корабля «Аполлон-7». Среди его членов отмечались и плохое настроение, и даже вспышки гнева. Командир корабля Уолтер Ширра к концу полета становился все более раздражительным, а дискуссии между ним и Центром в Хьюстоне — все более напряженными. Сначала состоялся ненужный спор по поводу того, должен ли экипаж носить вплоть до возвращения на Землю тяжелый скафандр. Едва этот конфликт был урегулирован, как из Центра космических полетов потребовали от трех космонавтов выполнения маневра, не предусмотренного программой. Это вызвало целую бурю возмущения у Ширры, который потребовал, чтобы ему назвали «имя идиота, который выдумал этот эксперимент», обещая «по возвращении сказать ему пару ласковых слов». Под конец раздраженный космонавт объявил, что он намеревается быть единственным руководителем полета.

По сообщениям печати, полет КК «Аполлона-8» был в этом отношении более успешным. Несмотря на недомогание, которое испытывали первые дни два члена экипажа, морально Фрэнк Борман, Джемс Ловелл и Уильям Андерс чувствовали себя превосходно, и хорошие отношения между ними сохранялись в течение всего путешествия. Объяснить это можно весьма просто. Экипаж «Аполлона-8» был более тщательно подобран. Он вклю-

чал двух ветеранов — Фрэнка Бормана и Джемса Ловелла. Эти два космонавта уже летали вместе на борту «Джемини» и хорошо сработались. Во время полета «Аполлона-8» и речи не было о монотонности или однообразии. Экипаж жил волнующими впечатлениями, новыми ощущениями и переживаниями, вел большую исследовательскую работу.

Экспериментальная космическая групповая психология основывается в настоящее время на исследовании малых групп в совместной работе и жизни, приближенной к условиям космического полета, т. е. в гермокамерах ограниченного объема. Важно установить способность группы научиться быстро реагировать на различные изменения ситуаций. Эта способность отнюдь не определяется простой суммой индивидуальных качеств входящих в нее людей. В эксперименте, где был использован прием временного выведения из группы одного из членов и замены его экспериментатором, удалось выявить, что в новом составе группа начинает решать задачи, которые раньше были ей не под силу.

При изучении особенностей деятельности и поведения конкретного человека в составе разных групп можно составить наиболее полную оценку его индивидуальных особенностей, и притом гораздо легче и достовернее, чем это можно сделать, ограничиваясь лишь его индивидуальным изучением.

Как видим, объем биологических, медико-технических, физических, химических, биофизических, медицинских, инженерно-психологических и других исследований, необходимых для успешного освоения дальнего космоса, колоссален. Однако успешное решение всех вопросов, поставленных перед исследователями при освоении ближнего космоса, позволяет оптимистически смотреть на возможность решения и всех перспективных проблем.

ГЛАВА

9



БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЧАСЫ В ДЛИТЕЛЬНОМ ПОЛЕТЕ

Ритмы природы. Здоровье и режим жизни. Испытания в бункере. Страсти 33-го дня. «Жаворонки», «совы» и «голуби». Сутки — это все-таки 24 часа.
Космонавт спит 9 часов

Любые явления в природе протекают в пространстве и времени циклически, т.е. повторяясь в определенном ритме. Все, что окружает нас, склонно к колебаниям разной частоты. Бесконечно набегаяют на берег морские волны, в определенном ритме происходят океанские приливы и отливы, неизменно чередуются день и ночь, времена года, периодически меняется солнечная активность — все это примеры колебательных процессов в природе. И не только в окружающем нас мире, но и внутри нас, внутри любого организма можно отметить эти ритмические повторяющиеся колебания. Еще Аристотель писал, что все явления жизни совершенно естественно измерять периодами. Он же считал ритм свойством, присущим человеческой природе.

Многочисленные и сложные переплетения ритмов в клетках, тканях, физиологических системах и органах живого организма носят название биологических ритмов. Биологические ритмы (биоритмы) изучает наука биоритмология (или хронобиология).

Начало изучению ритмических процессов в живых организмах было положено в начале XVIII века исследованиями французского физика и астронома

де Мэрана, который установил периодичность движения листьев растений в искусственных условиях их выращивания — в полной темноте, при постоянной температуре и влажности воздуха в помещении. В этих условиях сохраняется такая же суточная периодичность движения листьев, как и у растений, находящихся в условиях нормального чередования света и темноты. Последующими исследованиями была установлена универсальность явлений периодичности функций живых организмов.

Биологические ритмы имеют различную частоту и амплитуду. Каждая клетка, орган или система имеет собственный, так называемый рабочий, ритм. Например, у человека работа сердца подчинена ритму с частотой около 60—80 циклов в минуту, дыхательная система (внешнее дыхание) — ритму с частотой 16—18 циклов в минуту и т.д.

Специалисты-биоритмологи насчитывают более 300 различных ритмов в организме. Все биоритмы связаны определенным образом друг с другом, так как организм является единой системой. Их разлаживание, несогласованность могут приводить к расстройству — десинхронозу (нарушению синхронности ритмов).

Биологическое значение «живых часов» заключается в том, что благодаря им растения или животные более тонко приспосабливаются к постоянно изменяющимся внешним ритмам и условиям. Например, птицы не выводят птенцов зимой, ибо в конце лета у них наступает рефрактерный период (снижение возбудимости) в состоянии половой системы. Благодаря сезонному ритму половой активности потомство у животных появляется в тот период, когда оно имеет больше возможностей выжить.

Создавая различные ритмы освещения и температуры, человек может ускорить рост и плодоношение парниковых растений, например, овощей, создавая соответствующие условия, может заставить домашних животных расти и развиваться лучше и быстрее. Для животных имеет значение не только качество и количество корма, но и режим кормления и суточный ритм света — темноты.

Повторяемость процессов в организме, их циклы или ритмы, в большинстве своем врожденные, передаются по наследству и имеют, таким образом, внутреннее (эн-

догенное) происхождение, выработанное в процессе длительной эволюции различных видов растений и животных, т.е. в процессе филогенеза (развития вида). Однако в ходе онтогенеза (развития индивидуума) на эти эндогенные ритмические процессы оказывают влияние внешние (экзогенные) ритмически протекающие процессы окружающей среды, в том числе и происходящие в космическом пространстве, они становятся с ними сопряженными во времени (синхронными). Ведущими ритмическими процессами являются эндогенные, и это определяет индивидуальный характер биологических ритмов. Существует также индивидуальная чувствительность к влиянию на человека внешних метеоролого-космических факторов, например изменений в магнитосфере Земли под действием солнечного излучения.

Глубокое изучение ритмов жизнедеятельности и их зависимости от внешних условий оказалось важной частью космической биомедицины. Знание законов биоритмологии необходимо для научно обоснованной разработки наилучших режимов жизни космонавтов, а также средств, повышающих устойчивость к вредным воздействиям, методов ускорения адаптации человека к новым необычным условиям жизни и работы. Лица, работающие в экстремальных условиях, должны обладать высокой профессиональной надежностью в любое время суток, быстро и эффективно адаптироваться к любым нарушениям жизненного распорядка.

Современный подход к экспертному обследованию человека основан на получении данных о состоянии организма только в дневные часы. Между тем сейчас твердо установлено, что по результатам утренних или дневных обследований нельзя судить о состоянии организма в другое время суток. Человек в разные периоды суток представляет собой разную биолого-психологическую систему, и эта разница далеко не так мала, как это может показаться на первый взгляд. Поэтому, для того чтобы дать надежный прогноз психофизиологического состояния и работоспособности человека, надо обследовать его в разные часы суток, а для сравнения данных, полученных у разных лиц, необходимо проводить обследования по одной и той же методике в одно и то же время суток.

Эти требования предъявляет новое направление эк-

спертного биоритмологического обследования — функциональная хронодиагностика, теоретические основы которой в нашей стране и за рубежом достаточно хорошо разработаны.

В связи с бурным развитием биологической науки в тридцатые годы нашего столетия начались интенсивные исследования в области биоритмологии, в частности, поиски механизмов биологической ритмики, или того, что сейчас обычно именуется биологическими часами. Исследователи стали различать и понятие биологических стрелок, т.е. первичных физиологических механизмов, вызывающих ритмы, и регулируемых этими механизмами процессов в организме. Одновременно с этим формулируется понятие датчиков времени, т.е. внешних факторов, которые влияют на биологические ритмы. К их числу относят прежде всего суточную смену интенсивности естественной освещенности на Земле. Эти исследования проводились как в интересах агрономической науки и животноводства, так и в целях разработки режимов труда и отдыха ряда профессиональных групп (рабочих ночных смен, полярников, шахтеров).

В последние десятилетия толчком к развитию биоритмологии послужили трансмеридианальные перелеты реактивных самолетов и успехи космонавтики. Было отмечено, что быстрый перелет человека через несколько временных поясов (в направлении с востока на запад или с запада на восток) вызывает рассогласование биологических часов, что приводит к ряду физиологических отклонений в организме — снижению работоспособности, сонливости, апатии и т.д. Эти данные позволяют сделать вывод о том, что для нормализации функций организма человека при изменении привычного ритма жизни требуется определенное время (чаще всего от нескольких дней до двух недель). Для сокращения времени адаптации человека к новым условиям жизни и повышения устойчивости к неблагоприятным внешним факторам, влияющим на биологические ритмы, необходимо применение специальных мероприятий. Это в первую очередь относится к космическим полетам, в условиях которых отсутствует нормальная смена естественной освещенности, т.е. ритм дня и ночи, и где, следовательно, не влияют на человека естественные датчики времени. В этих условиях необходима специальная организация датчиков в интерьере космического корабля.

Вот почему так усиленно ведутся работы в области космической биоритмологии.

Остановимся более подробно на данных современной биоритмологии. Достоверно установлено, что ряд эндогенных ритмов человека связан с внешними ритмами — геофизическими циклами, к которым относятся ритмы освещенности (свет — темнота), колебания температуры и влажности воздуха, барометрического давления, гравитации, электрического потенциала атмосферы, магнитного поля Земли и др. С вращением Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца связаны суточные, сезонные, годовые биоритмы.

Суточный ритм активности и покоя, бодрствования и сна у теплокровных животных и человека тесно связан с суточными ритмами физиологических процессов. Этот ритм у человека характеризуется постепенным повышением уровня физиологических функций в период бодрствования, совпадающим с дневным временем, и понижением в период сна, совпадающим с ночным временем. Наивысший уровень многих физиологических функций приходится на периоды между 11—13 часами, а также 16 и 18 часами, а наименьший — между 2 и 4 часами. В дневные периоды у большинства обследованных лиц отмечается повышение умственной и физической работоспособности (при довольно значительных индивидуальных отклонениях). Стоит обратить при этом внимание на волнообразный характер уровня работоспособности. Некоторые исследователи считают, что эти волны «набегают» каждые 1,5—2 ч, поэтому через 2 ч работы необходим перерыв. Известный физиолог академик АМН А. В. Лебединский, например, проводил любые научные конференции и совещания в течение не более 2 ч.

Характерные волновые колебания в течение суток имеют многие функции организма человека. Это относится к частоте пульса, температуре, потреблению кислорода, выделению углекислоты, мочи, солей и ряду других физиологических процессов. К 18 часам кровяное давление у здоровых людей достигает максимального значения, к утру — минимального. Коронарные сосуды, питающие сердечную мышцу, наиболее расширены в дневное время, когда сердце несет большую нагрузку, и сужены ночью, когда сердце не испытывает большого напряжения. Наиболее высокая температу-

ра тела наблюдается в 17—18 часов, минимальная — рано утром.

Исследованиями установлен суточный режим кроветворных органов и картины крови. Селезенка и лимфатические узлы наиболее активны примерно между 17 и 20 часами, а костный мозг — в утренние часы, когда в кроветок поступает наибольшее число эритроцитов. Наибольшее содержание гемоглобина в эритроцитах отмечается в 11—13 часов, минимальное — в 16—18 часов. Максимальное содержание сахара в крови — в 9—10 часов, минимальное — в 2—3 часа ночи. Картина крови показывает суточный ритм деятельности желез внутренней секреции. Так, адреналин (гормон надпочечников) накапливается к началу периода активной деятельности, и его больше в крови в дневное время, чем ночью, так же, как и тироксина — гормона щитовидной железы. И это не случайное явление. Адреналин увеличивает силу сокращений сердечной мышцы, повышает кровяное давление, усиливает работоспособность мышц, влияет на углеродный обмен, вследствие чего возрастает содержание сахара в крови (усиление расщепления запасного углевода — гликогена в печени), и повышает потребление его в тканях. Это ведет к повышению общего обмена, увеличению теплопродукции. Тироксин повышает возбудимость нервной системы, вызывает усиление белкового обмена и общего обмена, увеличивает выделение мочи, а с ней азотистых продуктов.

Все это обеспечивает высокую активность организма в период бодрствования, повышает его работоспособность и выносливость. Когда человек спит, этого не нужно, биологические часы включают другие механизмы, и создаются лучшие условия для того, чтобы организм мог восстановить силы и подготовиться к фазе бодрствования.

Так, увеличение количества инсулина в крови ночью ведет к повышению содержания гликогена в печени и окислению углеводов, к снижению сахара в крови. В первой половине дня печень расходует гликоген, превращая его в простые сахара, отдает воду, образует больше мочевины, накапливает жиры, а после полудня она начинает ассимилировать сахара, накапливать гликоген и воду, и к трем часам ночи содержание гликогена в печени достигает максимального уровня. К

этому времени клетки печени увеличиваются в объеме примерно в 3 раза, а около полудня, когда происходит наиболее сильная секреция желчи печенью, ее клетки достигают наименьших размеров.

Некоторые физиологические функции, однако, повышаются в ночное время. Например, роды у человека приурочены к ночному времени. Они чаще совершаются к полуночи. Это связано с суточным ритмом выработки гормонов гипофизом — в ночное время усиливается выработка гормона окситоцина, стимулирующего сокращение матки. Обнаружен характерный суточный ритм содержания эозинофилов — определенных форм белых кровяных телец (по снижению их содержания можно, например, судить об уровне эмоционального стресса). Ночью их число достигает максимума, а днем — минимума (днем, несомненно, больше эмоциональных переживаний). Это, в свою очередь, зависит от суточного ритма выделения гормонов корой надпочечников. В то же время на суточный ритм деятельности надпочечников влияет ритм функции гипофиза. Последний вырабатывает наряду с другими и адренокортикотропный гормон, стимулирующий функцию коры надпочечных желез. Чем больше вырабатывается гипофизом адренокортикотропного гормона, тем активнее деятельность коры надпочечников. А деятельность гипофиза в свою очередь регулируется гипоталамусом — подбугровой областью мозга.

Органическая связь нервной системы с эндокринной, т. е. железами внутренней секреции, вырабатывающими гормоны, таким образом, обеспечивает нейрогуморальную регуляцию функций организма, в том числе и сложное взаимодействие биологических часов. Выделены ведущие и подчиненные звенья биоритмической иерархии (ритмы-водители и ритмы-ведомые). Особое значение в качестве генератора ритмов-водителей имеют нейросекреторные структуры гипоталамуса (подбугровой области мозга).

Суточная периодичность функций присуща каждой живой клетке. Механизм внутриклеточных часов, очевидно, связан со всеми тремя основными колебательными процессами живой материи — энергетическими, обменом веществ и информационными. Ученые полагают, что ритм репродукции (т. е. размножения) и синтетической деятельности дезоксирибонуклеиновых

кислот (ДНК), носителей наследственности, явился первичным и основным ритмом живой природы. А возникновение жизни связано с образованием химических систем, в которых были условия для самоповторения химических циклов. ДНК представляют собой единственно известные органические соединения, в которых были условия для самоповторения химических циклов. Исследователи доказали существование ритма в обмене нуклеиновых кислот. Врожденный характер эндогенных суточных ритмов, ритмические изменения объема клеточного ядра, ритмы изменений количества ферментов показывают связь нуклеиновых кислот с механизмом внутриклеточных часов.

У высших животных и человека в организме много различных механизмов биочасов и регулирующих центров. Центральные биочасы, по-видимому, находятся не в коре больших полушарий. Если бы биоритмы зависели полностью и только от коры мозга, то они ничем не отличались бы от условных рефлексов. А различие между ними значительное. У животных с удаленными полушариями головного мозга условные рефлексы исчезают, а суточная цикличность различных физиологических процессов, в том числе ритмы сна и бодрствования, сохраняется (хотя и в значительно измененном виде).

Помимо суточных ритмов, в жизни организмов определенное значение имеют также сезонные ритмы. У большинства живых существ сезонные ритмы зависят от условий освещенности — нарастания или укорочения продолжительности дня. Благодаря биологическим часам растения и животные способны «измерять» длительность ночи и дня, уменьшение или увеличение долготы дня. От сезонных циклов зависит зацветание растений, созревание плодов и зерен, весенние и осенние перелеты птиц, гнездование, выведение потомства и т. д. Сезонные ритмы присущи и человеку. Ряд ученых показали сезонные изменения физиологических процессов у человека. Например, повышение основного обмена веществ отмечается весной, снижение его — осенью и зимой. Некоторые ученые указывают также на наличие 27-дневного цикла биоритмов, связанных, очевидно, с периодом вращения Луны вокруг Земли.

Биологические ритмы, таким образом, весьма разнообразны. И поэтому не легко бывает выявить зависи-

мость определенных биоритмов от факторов, их порождающих или на них влияющих.

Когда организм попадает в определенные постоянные условия, то перестают действовать указатели времени — синхронизаторы (а из них универсальным является чередование света и темноты), он начинает проявлять внутренние, эндогенные ритмы с периодами меньше или больше 24-часового. Такие ритмы называют циркадными (или циркадианными), т.е. околосуточными (от лат. слов *circa* — около и *dias* — день). Циркадные ритмы присущи всем организмам.

Многочисленными исследованиями установлено, что главным биологическим ритмом является именно суточный ритм бодрствования и сна, который предохраняет клетки мозга от истощения и обеспечивает нормальную деятельность всех систем организма. В среднем циркадные ритмы у животных имеют продолжительность, равную 24 ± 4 ч. У человека они в основном имеют период от 23 до 25 ч. Это показывают некоторые лабораторные и «подземные» опыты, хотя и в тех и в других экспериментах, особенно в исследованиях спелеологов, имеется ряд методических ошибок. Так, в исследованиях французских спелеологов М. Сифра и А. Сенни, о которых много писали в советской прессе, учитывались (и совершенно правильно) следующие моменты: отсутствие социальных датчиков времени (изоляция, отсутствие часов), отсутствие естественных датчиков времени (отсутствие световой смены дня и ночи, отсутствие колебаний в окружающей атмосфере — температуры, влажности, давления).

Не учитывалось, однако, то обстоятельство, что условия длительного эксперимента (до 205 дней у М. Сифра) были далеко не комфортные. В пещерах было промозгло-холодно при весьма высокой влажности, и это вызывало у испытуемых различные отклонения в их психофизиологическом состоянии типа отрицательного стресса (дистресса, по Г. Селье) и явления нервно-психического истощения. Кроме того, как показал советский специалист в области космической биоритмологии Б. С. Алякринский, между картиной стресса и десинхронозом имеется много общего. Следовательно, изучать течение биологических ритмов, поведение человека, его работоспособность, ритмы сна и бодрствования, физиологические и биохимические реакции, их взаимодейст-

вие и синхронность в условиях развивавшегося десинхроноза не имело никакого смысла. Это, кстати, показали и результаты исследований спелеологов. Они оказались разноречивыми не только у разных испытуемых, но и в разных экспериментах с участием одного и того же испытуемого. С большой натяжкой можно было говорить о некотором сохранении у спелеологов ритма сна и бодрствования с циклами в 25—36—48 ч (статистическая достоверность этих данных невелика). Однако и в спелеологических экспериментах кое-что может оказаться полезным, например, в области определения резервных психофизиологических возможностей человека или в таком вопросе, как определение субъективной психологической продолжительности определенных периодов времени. У спелеологов, в частности, по их субъективному мнению, время протекало медленнее объективно отмечаемого по часам. Зависит это, очевидно, от резкого снижения количества впечатлений.

Изучение опубликованных материалов по данным биоритмологических исследований в условиях пещер (в том числе и украинских исследователей) позволило сделать вывод о том, что эксперименты поставлены некорректно.

Лабораторные опыты по определению продолжительности естественного эндогенного биологического цикла сон — бодрствование также страдают методическими погрешностями, связанными в большей мере с технической стороной обеспечения эксперимента. Нам представляется, что подобные эксперименты должны проводиться в условиях полной изоляции, отсутствия естественных и искусственных датчиков времени в помещениях типа бункера при соблюдении ряда обязательных требований.

Бункер (гермокамера или сурдокамера достаточного объема) должен иметь все необходимое для обеспечения комфортных условий жизни и работы испытуемого (туалет, ванну, чистое белье и одежду и т. д.). Опыт должен проводиться с одним испытуемым, для того чтобы устранить взаимные влияния друг на друга двух или нескольких лиц. Помещение должно быть оснащено аппаратурой для регуляции параметров окружающей среды (кондиционерами). Пищу себеготавливает сам испытуемый из значительного ассортимента продуктов, находящихся здесь же в особых хранили-

цах. Испытуемый выполняет плановую работу по исследованию физиологических, биохимических и психологических функций, используя для этого надежную и удобную в пользовании аппаратуру. Все отчетные материалы должны регистрироваться с помощью специальной ЭВМ без какого-либо общения с обслуживающим персоналом. Эта работа должна доставлять удовольствие. Не быть нудной обузой (об этом должны позаботиться психологи), не отнимать много времени (время и здесь дорого), не утомлять. Вообще же режим жизни в таком эксперименте должен быть свободно текущим, т. е. строиться по желанию испытуемого (с некоторым вкраплением обязательных исследовательских мероприятий). Испытуемый (он же экспериментатор) должен иметь спортивный инвентарь, наборы книг, музыкальных и видеозаписей, приборы цветомузыки, музыкальные инструменты (например, пианино, гитару и т. д.). Экспериментатор не должен скучать. Главная его забота — писать и творить (что угодно: стихи, роман, мемуары в зависимости от интересов), это будет отвлекать от попыток определить течение времени по различным косвенным признакам (продолжительность просмотра или прослушивания музыкальных и видеозаписей и др.). Следовательно, экспериментатор должен быть интеллигентным человеком и, очевидно, психологом. И наконец, он имеет возможность закончить эксперимент в любое время (например, когда он начнет уставать от него). Вот при соблюдении таких условий (и некоторых других, здесь не упомянутых) можно получить ответ на вопрос: какой продолжительности у данного человека суточный ритм биологических функций? Предлагаемая методика эксперимента может быть также использована для изучения индивидуального характера биоритмов у кандидатов в космонавты, для выдачи им, так сказать, биоритмологического паспорта. Это сложный эксперимент. Но он дает точный ответ и экономит средства, выбрасываемые на постановку некорректных экспериментов. Впрочем, при постановке ряда экспериментов на одной и той же технической базе, себестоимость их резко снизится. Как говорится, игра стоит свеч.

Такой эксперимент попутно дает ответы и на другие вопросы, связанные с режимом труда, отдыха и пи-

тания. Например, стоило бы разобраться и в том, какова должна быть продолжительность сна, какие пере­рывы нужно соблюдать между приемами пищи. Не секрет, в частности, что принятый в наших санаториях режим экспериментально никем не проверен. Почему нужно спать 8 ч ночью плюс 2 ч днем? Почему пере­рыв между тремя (а не пятью?) приемами пищи днем равен 5 ч, а в вечерне-ночное время он удлиняется до 14 ч? Словом, есть над чем задуматься гигиенистам, физиологам, специалистам в области здорового обра­за жизни.

В экспериментах спелеологов, как мы уже указывали, отсутствовал такой важный социальный датчик биологи­ческих ритмов, к которому привык современный человек, как часы. Иначе ведет себя человек в экспериментальных условиях при наличии часов. Если, например, человек попадает в условия полярной ночи и полярного дня и поддерживает привычный режим труда и отдыха, ориентируясь по часам, он в течение длительного вре­мени сохраняет строго 24-часовой суточный режим. Так, полярники, прибывшие в Арктику из умеренных широт, в течение двух-трех месяцев, как показал опыт, сохраняют привычный суточный ритм физиологических функций. В частности, ритм выведения почками воды и солей — калия, натрия и хлоридов — за этот пери­од у них не изменяется. Однако у европейцев, которые жили в канадской Арктике от 5 до 23 месяцев, отме­чается приближение этого ритма к суточному ритму коренных жителей. Данное явление похоже на посте­пенное уменьшение амплитуды и затухание циркад­ных ритмов у растений и животных, долгое время находящихся в условиях непрерывной темноты или ос­вещения. Когда же затухающие ритмы синхронизируют­ся суточными ритмами свет — темнота, у них быстро восстанавливается 24-часовой ритм.

Циркадные биоритмы можно синхронизировать с ритмами, заметно отличающимися от 24-часового рит­ма. Например, ритмы температуры тела, выведения почками воды и натрия, бодрствования и сна можно синхронизировать с суточными ритмами 21, 22 и даже 27 ч. Ряд ученых считают, что суточный ритм актив­ности теплокровных обычно не приспособливается к ритмам короче 21 и длиннее 28 ч. У человека, по дан­ным некоторых авторов, биоритмы можно синхронизи-

ровать и с ритмами короче 21 ч, скажем, 18-часовым. С этим, однако, не согласны другие специалисты.

Перестройка суточного ритма на новые ритмы, как в условиях эксперимента, так и в естественных наступает не сразу, а в течение одной-двух недель (для некоторых обменных процессов до 30—40 суток). Чем резче отличается новый ритм от привычного, тем в большей степени бывают выражены психофизиологические нарушения и тем труднее привыкает к этому ритму человек. Весьма трудно привыкнуть человеку к перевернутому суточному ритму (днем — сон, ночью — работа) или к дробному распорядку (многофазная активность и отдых) и другим измененным ритмам.

Знание закономерностей функционирования биологических часов помогает человеку найти наилучшие режимы работы и отдыха, бодрствования и сна в самых различных условиях. Надо сказать, что человек еще не научился жить в оптимальных условиях и предупреждать возникновение ряда заболеваний, в частности, неврозов, неврастений, гипертоний и других заболеваний сердечно-сосудистой системы, которые тесно связаны с нарушениями суточных ритмов, условиями быта, отдыха и работы. Например, зная, что максимальная работоспособность у большинства людей, как мы уже говорили выше, наблюдается в периоды между 11 и 13 часами и 16 и 18 часами, следует планировать проведение самых трудных заданий (физических или интеллектуальных) именно на это время.

В литературе есть указание на то, что щелочно-кислотное равновесие внутренней среды человека имеет некоторое колебание. В первую половину дня у многих наблюдается небольшой сдвиг в щелочную сторону, во вторую половину (примерно, с 14—15 часов) он перемещается в сторону большей кислотности. Следовательно, кислую, соленую, пряную пищу не следует употреблять в вечерние часы, чтобы не вызвать некоторых неприятных явлений (например, изжоги, отрыжки и т. д.). Особого внимания заслуживает колебание устойчивости организма к различным воздействиям, в основе которого лежат суточные ритмы психофизического состояния. Так, в экспериментах на мышах было отмечено, что амплитуда смертности животных от одной и той же дозы яда или лучевого воздействия может варьировать в больших пределах в зависимости от момента приме-

нения. То же относится к приему некоторых лекарств и лечебных процедур, которые следует принимать в определенное время, чтобы добиться наибольшей эффективности.

Большой практический интерес с позиций биоритмологии представляет изучение утомления и переутомления и связанной с ними работоспособности. В последние годы все чаще появляются сообщения о наличии двух крайних типов людей, обладающих большими различиями в суточной амплитуде работоспособности. Так, отмечено, что у одних людей суточный максимум работоспособности приходится на утренние часы (или на первую половину дня), у других — на вечерние (вторую половину дня). Первых называют жаворонками, поскольку они, подобно этим птицам, предпочитают рано ложиться спать и рано встают. Вторых — совами, так как они любят работать по вечерам, иногда захватывая и ночные часы.

Этот феномен был отмечен давно, и примеры такого различия в работоспособности можно найти в художественной литературе. Но вот термины «жаворонок» и «сова» появились относительно недавно.

По данным разных авторов, к числу «жаворонков» относится 20—25% людей, к числу «сов» — 30—40%. Остальные принадлежат к промежуточному типу с хорошей (иногда с плохой) работоспособностью в течение всего дня (их стали называть «голубями»).

Читатель может задать вопрос: почему эти новые данные как бы опровергают приведенные нами ранее точные биохимические данные, определяющие собой ритм работоспособности? Ответ на это, очевидно, заключается в том, что на эндогенные процессы оказывают все более усиливающееся давление экзогенные факторы преимущественно социального характера, в частности, все ускоряющийся темп жизни, увеличение нервно-эмоциональных нагрузок. Известно, например, что в связи с этими факторами наблюдается также возрастание количества людей так называемого типа «А», характерными чертами которых являются острое ощущение дефицита времени, спешка, стремление сделать максимум дел за минимальное время. К чему это приводит, хорошо продемонстрировано во французском кинофильме «Спешащий человек» с участием Алена Делона: вечно спешащий, преуспевающий бизнесмен не выдерживает на-

пряженной деловой гонки и умирает от сердечного приступа.

Очевидно, что проблема ритма работоспособности требует дальнейших исследований, тем более что и в целом проблема работоспособности должна быть рассмотрена по-новому, учитывая актуальность активизации человеческого фактора в процессах ускорения всей социально-экономической жизни общества.

Уместно остановиться здесь также на своего рода модной гипотезе о наличии у человека трех ритмов: 23-суточного — физического, 28-суточного — эмоционального и 33-суточного — интеллектуального. Трудно сказать, чем вызвана такая периодизация, нет этому никаких экспериментальных подтверждений. Вряд ли является правильной попытка разорвать единый функционирующий организм на функциональные составные части. Мы уже отмечали, что в организме все ритмы, как и функции, синхронизированы. Высокая физическая работоспособность сочетается с повышенной интеллектуальной и с положительным эмоциональным статусом. Напротив, плохое настроение часто сочетается с пониженной работоспособностью.

Сторонники теории трех ритмов за точку отсчета (т. е. первого дня) принимают день рождения, затем вычерчивают амплитуды указанных ритмов и находят, что точки пересечения этих амплитуд ниже оси координат являются критическими днями. В эти дни работоспособность низкая, внимание и память ухудшаются, могут быть различного рода ошибки в производственной деятельности, вплоть до аварий. Получается, что все, кто родился в определенный день, в соответствии с построенным графиком должны в течение всей жизни испытывать критические дни, но конкретных наблюдений авторы гипотезы не приводят. Бросается в глаза, что при таких расчетах стирается грань индивидуальных различий, кроме того, совсем не ясно, как можно ожидать, что человек в течение всей жизни, в любом возрасте (в детстве и старости) сохранит строгое чередование ритмических процессов, не впадая в десинхроноз (нарушение синхронности различных функций). Между тем любому колебательному процессу присущи колебания второго, третьего и т. д. порядка, которые накладываются друг на друга и создают картину усредненных (и не слишком жестких) ритмов.

Словом, гипотеза о трех ритмах не выдерживает научной критики. В известной мере она может принести и определенный вред, так как, призывая к бдительности в работе в критические дни (т. е. только в отдельные дни!), она снижает эту бдительность во все остальные. Погрешности в теории неизбежно приводят к издержкам на практике. Кстати, за рубежом пробовали предупреждать о «критических днях» летчиков. И что же: количество аварийных ситуаций не только не снизилось, но даже увеличилось. В США провели большую статистическую обработку случаев аварий, происшедших за время летной работы у 4008 пилотов. В «критические» для них дни (о которых они в то время, к их счастью, не знали) аварии происходили ничуть не чаще, чем в любые другие дни.

Строгие научные данные в области биоритмологии помогают избавиться от ложных гипотез. Вместе с тем становится более ясным, что данные биоритмологии необходимы для оценки динамики психофизиологических процессов в организме человека.

Исследование проблемы биологических часов имеет важное значение для физиологии труда и спорта, курортологии, теоретической и клинической медицины, для решения многих вопросов космической медицины. Принципиальное значение имеет изучение биоритмов человека для улучшения работоспособности космонавтов и ускорения адаптации их к условиям жизни и работы в космическом летательном аппарате.

При перелетах на современных пассажирских лайнерах, имеющих околозвуковую скорость полета, можно за короткое время пересечь несколько часовых поясов и оказаться в условиях, резко отличающихся по циклу дня и ночи. Например, пересечение 12-часовых поясов при полете приводит к полной инверсии геофизического ритма день — ночь. Но физиологический цикл день — ночь не может измениться за короткое время перелета. Поэтому показания биологических часов не совпадут с астрономическим временем. Возникает рассогласование, или десинхронизация циклов, пока человек не приспособится к местному времени, т. е. до тех пор, пока оба цикла — геофизический и биологический не синхронизируются.

Статистические данные о полетах на значительные расстояния показывают, что большая часть людей, осо-

бенно старшего возраста, чувствительна к такому сдвигу фаз и ощущает некоторый физиологический дискомфорт — чувство голода, сонливость или, напротив, бессонницу. Однако десинхроноз — это не болезнь, а временные расстройства физиологических функций, вызванные фазовым сдвигом в потребностях организма и местными физическими условиями, а также профессиональными и общественными требованиями, возникающими на новом месте. При частых трансмеридианальных перелетах может возникнуть и более трудное состояние — хронический десинхроноз. Такое состояние, например, было подмечено французскими исследователями у членов экипажей самолетов, совершавших трансмеридианальные перелеты по несколько раз в месяц. У 78% летчиков при сдвиге времени в 4—5 ч наступали нарушения типа десинхроноза. Привыкание к меняющимся временным фазам наступало с трудом, как правило, у большинства летчиков расстраивался сон. Отмечено, что приспособление к сменившимся геофизическим циклам носит индивидуальный характер: большинство людей реагируют на состояние десинхроноза, но есть и малочувствительные люди, способные спать в любое время и при любых обстоятельствах.

Все сказанное применимо и к условиям космических полетов, как орбитальных, так в последующем и межпланетных. В орбитальных полетах космический корабль совершает один виток вокруг Земли примерно за 1,5 ч, причем часть времени корабль летит в тени Земли или «ночью», остальное время приходится на «день». Такая быстрая смена циклов ночь — день в орбитальных полетах вынуждает полностью пренебречь внешними геофизическими датчиками времени.

В межпланетном космическом полете, за пределами притяжения Земли — грависферы, космонавты окажутся вне ее тени. Там постоянно в бархатисто-черном небе светит Солнце. Другие условия существования в космическом корабле также отличаются большим постоянством, отсутствует какая-либо цикличность воздействия на организм со стороны внешних факторов обитания и полета (например, магнитных полей). В этой неземной окружающей среде по-прежнему будут действовать биологические часы и сохранится циркадная периодика сна, отдыха и активности, к которой привык космонавт. Особое значение при этом будут иметь социальные датчики

времени, строгое соблюдение распорядка жизни экипажей.

Не во всех орбитальных полетах советских космонавтов можно было строить ритм активности, приближающийся к циркадному. Этому препятствовала большая загрузка космонавтов. Например, на первых этапах полета космонавтам за короткий период необходимо было выполнить большой объем программных работ и различных наблюдений. Так, врач-космонавт Б. Б. Егоров рассказывал после полета: «Было столько важной и интересной работы, хотелось так много сделать, увидеть и запомнить, что просто жалко было терять время на сон». (Продолжительность полета КК «Восход» с экипажем в составе В. М. Комарова, К. П. Феоктистова и Б. Б. Егорова равнялась 1 суткам 17 минутам.) Это же в определенной мере касалось распорядка дня экипажей посещения, в том числе интернациональных экипажей, продолжительность полета которых относительно невелика. В этих полетах важно было сохранить достаточно высокий уровень работоспособности, в связи с чем большое значение придавалось возможности обеспечения достаточного по продолжительности и глубине сна. Каким будет сон в столь необычных условиях жизни и труда, связанных со значительным нервно-эмоциональным напряжением? Смогут ли космонавты, особенно в кратковременных и одиночных полетах, вообще уснуть и полноценно отдохнуть? Такие вопросы волновали исследователей перед первыми космическими полетами космонавтов.

Опыт орбитальных полетов дал вполне убедительный ответ на эти вопросы. Практика освоения космоса показала, что в кратковременных полетах у космонавтов сохраняется земная суточная периодика физиологических реакций организма. Это подтверждают полеты советских космонавтов, которые в космосе жили по земным (астрономическим) часам.

Как показывает опыт полета А. Г. Николаева, условный рефлекс на время полностью сохраняется в космическом полете. «Поднимался регулярно в четыре часа. На вторые сутки — без двух минут четыре, на третьи — ровно в четыре часа. Я сам удивлялся, что вставал без будильника, поднимался в заданное время», — рассказал после полета А. Г. Николаев.

В. Ф. Быковский за свой пятидневный полет спал 4

раза по 8 ч а по 16 ч бодрствовал, т. е. у него режим дня полностью совпадал с привычным земным. Благодаря такому правильному режиму труда и отдыха самочувствие и работоспособность В. Ф. Быковского в полете были очень хорошими.

Почти двухнедельный полет Ф. Бормана и Д. Ловелла на корабле «Джемини-7» проходил также в условиях соблюдения земного режима жизни (8 ч сна и 16 ч бодрствования), и работоспособность космонавтов сохранялась на высоком уровне в течение всего полета.

Дальнейшие полеты, совершенные советскими космонавтами на космических орбитальных станциях типа «Салют» и американскими на орбитальной станции «Скайлэб», показали, что сон у членов экипажа протекал нормально и планировался в пределах 9 ч в сутки. Так, во время 96-дневного полета на станции «Салют-6» (декабрь 1977 г.— март 1978 г.) ночной сон у Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко начинался в 23 часа и продолжался до 8 часов утра московского времени. Об особенностях жизнедеятельности в этом полете Гречко сказал: «...главное, на мой взгляд, что помогло нам сохранить хорошее рабочее настроение в течение трех месяцев,— это качественное изменение в организации труда на станции. Впервые экипаж имел возможность работать в земном ритме. Практически все три месяца твердо выдерживался привычный режим дня, привязанный к московскому времени».

Однако обнаруживаются индивидуальные отклонения в глубине и продолжительности сна у некоторых космонавтов. Так, космонавты А. А. Губарев и Г. М. Гречко, совершившие в 1975 году полет на космическом корабле «Союз-17» и орбитальной станции «Салют-4» продолжительностью около 30 суток (январь—февраль 1975 г.), в первые дни полета испытывали некоторый дефицит сна. В этот период они спали около 4—5 ч, рано просыпались. В дальнейшем сон улучшился, его продолжительность увеличивалась и достигала 8 ч в сутки (А. А. Губарев иногда принимал снотворное).

В целом во время продолжительных полетов, особенно у экипажей орбитальных станций «Салют-5» и «Салют-6», получены обнадеживающие данные о том, что «космический сон» протекает без особых трудностей. Хорошее самочувствие космонавтов в полетах на станциях «Салют» и «Мир» свидетельствует о том, что на данном

периоде освоения космоса земные циркадные ритмы физиологических функций у космонавтов следует сохранять.

При освоении других планет важным будет изучение особенностей существования на них для разработки соответствующих режимов жизни и труда применительно к конкретным планетарным условиям. Так, например, при освоении Луны физиологический цикл сна и бодрствования будет совершенно независим от местной смены дня и ночи, цикл которого равен 27 земным суткам. Световой режим на Луне весьма своеобразен. Так, во время лунной ночи при полном диске Земли земной свет имеет в 75 раз большую яркость, чем лунный свет на Земле при полнолунии. На Луне есть, по-видимому, места, совершенно не освещаемые (кратеры), и места, постоянно освещаемые солнцем, например, «горы вечного света» близ Южного полюса. Словом, световая среда на Луне не может служить указателем времени, как суточный цикл смены дня и ночи на Земле. Поэтому космонавтам на Луне целесообразно, по-видимому, избрать земной ритм сна и активности.

К настоящему времени исследования, проведенные в полетах, показали, что работоспособность во многом определяется рациональным построением цикла «бодрствование — сон». Укорочение или удлинение суточного цикла требует значительного напряжения регуляторных систем. Во время полета второй экспедиции станции «Салют-4», когда суточный цикл был укорочен в среднем на 23 мин., выявлено достаточно хорошее приспособление организма и его циркадных систем к этим условиям. Однако для этого потребовалось определенное время. Вместе с тем, допуская по условиям исследований в полете возможность некоторых сдвигов в сторону увеличения или уменьшения околосоточного цикла (по сравнению с нормальными сутками), необходимо все же стремиться к 24-часовому циклу, который, несомненно, наиболее адекватен длительным космическим полетам.

Сейчас как у нас, так и в Соединенных Штатах Америки при построении режима труда и отдыха космонавтов окончательно приняты земные 24-часовые сутки и допускаются только отдельные эпизодические отклонения, связанные с какими-либо особыми работами или исследованиями, после чего космонавт снова возвращается к привычным земным суткам. Даже на космодроме

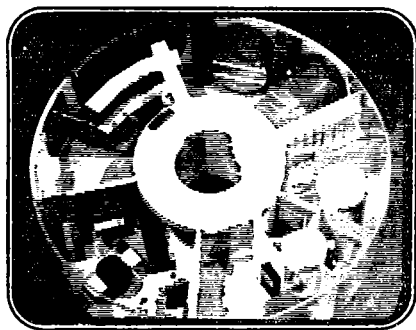
Байконур, когда космонавты готовятся к полету, последние дни перед стартом они живут по московскому времени, несмотря на то, что там поясное время на 2 ч отличается от московского. Это сделано для того, чтобы не сбить привычный для организма суточный ритм.

Проблема биологических ритмов весьма важна для космонавтики, ибо жизнь и работа в условиях несущес-
твующей смены дня и ночи вызывает большое психо-
физиологическое напряжение. Приспособление к новым
условиям жизни зависит прежде всего от оптимальных
режимов трудовой деятельности.

Для лучшего «затягивания» космонавтов в новые ре-
жимы труда и отдыха разработан целый ряд рекомен-
даций. Важным элементом режима жизни является сис-
тема физических упражнений, направленная на предот-
вращение некоторых физиологических нарушений, на-
пример, гипотонии мышц и сосудов при гипокинезии,
что, в частности, повысит общий жизненный тонус в
фазе активности и будет способствовать лучшему про-
теканию пассивной фазы (сна и отдыха). С этой целью
могут применяться некоторые фармакологические сред-
ства, например снотворные перед фазой отдыха и стиму-
ляторы в начале фазы активности. В полете весьма
большое значение будут иметь некоторые физические
датчики времени (режим освещенности и температуры
кабины) и особенно социальные датчики времени: ре-
гулярная радио- и телесвязь с Землей, четкое соблюде-
ние принятого режима дня и т. д. Для экипажа из не-
скольких человек будет полезна перед запуском кораб-
ля предварительная тренировка к программированному
режиму с различными сдвигами времени сна, отдыха и
активности.

Следует отметить, что работы, проводимые в послед-
нее время в области биоритмологии, разработки различ-
ных режимов труда и отдыха и другие мероприятия
имеют значение не только для космонавтики, хотя они
и проводятся в интересах освоения космоса, но и для
многих других отраслей человеческой деятельности. Ре-
зультаты этих исследований применяются для улучше-
ния среды обитания и условий жизни и труда высоко-
широтных экспедиций, при перемещении населения к
новым местам работы, особенно при освоении новых
районов Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока.

ГЛАВА 10



КОСМИЧЕСКИЙ ДИЗАЙН

Возрастающая роль технической эстетики. Приемы и методы дизайна. Разноречивые требования специалистов. Земное «хождение» или космическое «плавание»? Экзотика космического интерьера

С космической биологией и медициной близко соприкасается космический дизайн (художественное конструирование) — новая область художественного проектирования, возникшая в связи с пилотируемыми космическими полетами. Теоретической основой художественного конструирования является техническая эстетика. Дизайн связан с человеческим фактором и призван соединить возможности техники с потребностями человека, т. е. связан с проблемами инженерной психологии.

Предметом технической эстетики является деятельность художника-конструктора (дизайнера) во всех отраслях промышленности, включая и космонавтику. Техническая эстетика получает все большее распространение при проектировании жилых и общественных интерьеров, автомашин, предметов быта, городской среды и т. д. Научное и методическое руководство этой областью творческой деятельности в СССР осуществляет Всесоюзный научно-исследовательский институт технической эстетики (ВНИИТЭ).

Общественным признанием дизайна и технической эстетики явилось создание в 1987 году Союза дизайнеров СССР — новой творческой организации, объединяющей специалистов-дизайнеров различных отраслей народного хозяйства.

Председатель правления Союза дизайнеров СССР Ю. Б. Соловьев определяет дизайн как творческую проектную деятельность, направленную на совершенствование окружающей человека предметной среды, создаваемой средствами промышленного производства. Основными критериями художественного конструирования являются удобство, красота и польза. Художественным же конструированием космических летательных аппаратов можно назвать творческий процесс по созданию интерьеров обитаемых кабин в соответствии с требованиями технической эстетики. Цель художественного конструирования — обеспечить удобство пребывания космонавта в кабине космического корабля, максимальное соответствие условиям эксплуатации приборов, оборудования и обстановки кабин, создать гармонически целостную форму и эстетические качества интерьера.

Используя специфические методы и средства технической эстетики, художник-конструктор, участвующий вместе с психологами, инженерами в проектировании кабины космического корабля, призван создать гармоничный образ интерьера, решающий не только функциональные, но и эмоционально-эстетические и социологические задачи. Чисто инженерными средствами такой интерьер создан быть не может, так как технические средства направлены на решение утилитарно-функциональных задач.

Художник-конструктор пользуется при этом только присущими его методу средствами: светом, цветом, ритмом, пластикой, компоновкой оборудования и мебели и т. д. В одном случае космическое помещение будет вызывать ассоциации с простором и солнечным светом, в другом это будет уютный домашний уголок, в третьем — яркий динамичный образ.

Проектируя с позиций технической эстетики космический интерьер, необходимо иметь в виду такие факторы, как функциональность, гармоничность и образность. Под функциональностью понимается приведение в соответствие создаваемого решения интерьера с теми задачами, которые ставятся перед данным конкретным полетом. Но в пределах данной функциональности возможно большое количество вариантов решений, и все они будут функциональными. На каком же остановиться? Действительно, интерьер может быть достаточно приемлемым для сугубо утилитарного

выполнения задачи, стоящей перед космонавтом. Но этот интерьер может быть более или менее гармоничным, вызывать положительные или отрицательные эмоции, радовать или раздражать. На Земле не так уж и страшно, если интерьер имеет эмоциональные дефекты. В космосе же человек остается наедине с самим собой и стенами, которые отныне надолго станут его домом. Поэтому из многих возможных вариантов решений интерьера необходимо выбрать наиболее эстетичный. Он и будет оптимальным. Отсюда следует, что создание эмоционального впечатления от интерьера должно находиться под контролем дизайнера и не может определяться только техническими задачами. Характер эмоционально-образного решения интерьера зависит целиком от задач полета, особенностей конструкции помещений космического корабля, длительности полета и т. д.

Художественное конструирование космических объектов имеет свою специфику, так как художник-конструктор заведомо ограничен рядом параметров конструкции, которые бывают ему заданы заранее. Художник-конструктор не может выбрать форму помещения, лишь в ограниченной степени может повлиять на размещение оборудования, и только в выборе цветового решения он относительно самостоятелен. Тем не менее своими средствами, приемами он должен «доводить» готовую конструкцию до нормы человеческого восприятия.

Архитектура интерьера помещения космического летательного аппарата определяется, с одной стороны, конструктивно-технологическими особенностями функционирования этих помещений в космосе, с другой — отражает тот факт, что она является жильем для человека.

Основное конструктивно-технологическое требование — прочность и надежность космических летательных аппаратов. Отсюда и наиболее распространенные внешние формы, представляющие простые геометрические фигуры, обладающие максимальной прочностью: от цилиндров до сфер и тороидов (форма в виде бублика). Из всех этих тел, по данным специалистов, наибольший полезный объем, лучшая обитаемость и меньшая общая масса присущи бисферическому корпусу, который наряду с цилиндром чаще всего используется в конструкциях.

При организации интерьера помещений космическо-

го летательного аппарата приходится исходить из заранее заданных конфигураций внутреннего объема, зачастую не привычных с точки зрения земной жизни: ведь земное помещение — это почти всегда прямоугольный параллелепипед. И организуя интерьер космических кораблей, архитектор ломает заданную криволинейную форму, всячески подчеркивая вертикальные и горизонтальные направления, т. е. делая восприятие интерьера более привычным.

Проблема осложняется еще и тем, что космические объекты функционируют в условиях, близких к нулевой гравитации, т. е. невесомости. Невесомость с точки зрения восприятия — это практическое отсутствие верха и низа, вертикали и горизонтали как главных направлений нашего привычного пространства, целиком определяемых земным тяготением. А ведь и для космических объектов приборы и оборудование проектируются так, что они соответствуют определенной фиксированной позе человека, который должен находиться лицом к ним.

Далее показано, что люди лучше узнают визуальные символы, когда они находятся прямо перед ними; люди эффективнее общаются, находясь лицом друг к другу. Наконец, свет естественней всего воспринимается, когда он направлен сверху: ведь мы привыкли, что источники света расположены в помещении на потолке. Эти и многие другие причины определяют, почему архитектура интерьера космического объекта должна поддерживать привычную земную ориентацию. Это значит, что в космическом жилище должны быть те же стены, пол и потолок, и относительно них необходимо размещать оборудование, мебель, светильники и т. д.

Таким образом, архитектура интерьера космических объектов должна по возможности оставаться такой же, как и в земных условиях. Формы же интерьера космического корабля существенно отличаются от привычного нам прямоугольника земного помещения, даже если они имеют пол и потолок. Нагромождение аппаратуры скрадывает и без того весьма зыбкую архитектуру интерьера, делая его странным и непонятным по конфигурации.

Необычный вид объемов и невесомость накладывают отпечаток на существование в космических помещениях человека, создавая неестественное восприятие окружения. Неприятен для восприятия велоэргометр, который

висит на потолке, хотя благодаря невесомости для работы на нем это ничего не значит. Можно представить себе также необычность совместного приема пищи, когда один космонавт по отношению к другому «сидит» за столом кверху ногами. Об этом пишет, например, В. Севастьянов: «...мы с Андрияном Николаевым на борту «Союза-9» и Петром Климчуком на «Салюте-4» во время еды часто беседовали, находясь по отношению друг к другу «вверх ногами»: обычно кто-то из нас занимал нормальное положение в координатной системе корабля — ногами на полу орбитального отсека, а другой располагался ногами на потолке».

Привычная земная форма помещения может быть подчеркнута, например, размещением масс оборудования по принципу зрительного равновесия (тяжелое внизу, легкое наверху), маскированием криволинейных и наклонных плоскостей и консолей и т. д.

Предлагается также в целях профилактики пространственных нарушений усиливать на космических летательных аппаратах так называемые верх и низ кабин с помощью различных искусственных ориентиров, например путем различных графических световых раздражителей. Основной принцип использования пространственных ориентиров — это приведение интерьера к виду, соответствующему привычным, природным соотношениям. Покажем это на примере световых ориентиров.

Мы привыкли к тому, что в природе имеет место следующее распределение яркостей: небо — верхняя часть поля зрения — имеет обычно наибольшую яркость, предметы на горизонте характеризуются средними яркостями, земля — нижняя часть поля зрения — как правило, имеет наименьшую яркость. Естественное освещение характеризуется также направлением света сверху вниз.

В соответствии с этим интерьер космического корабля может быть оборудован не просто светильниками, а светящимся потолком, который как бы будет имитировать небо и давать направление света сверху вниз. Темная окраска пола, оборудование кабины световым потолком — все это будет способствовать более правильной ориентировке в безопасном пространстве.

Частую внутреннюю объемы кабин космических объектов, являясь технически функциональными, представляют собой зрительный хаос. Избавиться от него

можно, только закономерно, правильно организовав восприятие интерьера. От этого может зависеть не только настроение, но и выполнение задач полета, а в экстремальных ситуациях — и сама жизнь космонавта.

При различном назначении космических объектов и различной численности экипажа необходимо создать функционально оправданную психологическую организацию интерьера, обеспечивающую оптимальную двигательную активность людей в условиях ограниченного и изолированного от внешней среды обитаемого объема.

Основываясь на экспериментальных исследованиях, расчетных данных и наблюдениях в полярных экспедициях, подводных лодках и т. д., ученые определили оптимальный объем помещения, необходимый для одного человека в космическом полете длительностью несколько месяцев. По данным американских исследователей, минимальный объем в этих условиях равен 6 м^3 , оптимальный — около 20 м^3 . Не следует забывать, что в космосе человек «плавает» и поэтому осваивает весь объем в полной мере.

Объем жилища имеет большое значение для жизни и деятельности космонавта, так как недостаток пространства чреват двумя опасностями, с которыми могут встретиться космонавты в длительном полете.

Во-первых, из-за ограниченного пространства космического корабля или станции в полете космонавты будут находиться в условиях гипокинезии, а это в свою очередь способствует снижению работоспособности и создает трудности восстановления функций организма при возвращении из полета.

Во-вторых, ограниченные объемы кабины могут оказывать на космонавтов неблагоприятное психологическое действие именно своей ограниченностью и замкнутостью, причем тем сильнее, чем продолжительнее полет. В этом случае может проявиться клаустрофобия — боязнь замкнутых пространств (ей подвержены некоторые люди на Земле в обычных условиях, которые испытывают страх, скажем, при поездке в метро, автомобиле и т. д.). Конечно, космонавты проходят тщательное медицинское обследование в период отбора и тренировок и среди них нет лиц, подверженных клаустрофобии, однако возможность ее проявления при длительных полетах остается.

По мере совершенствования космических кораблей условия обитания в них становятся комфортабельнее. Уже на данном этапе развития космонавтики кабины космических орбитальных станций «Салют», «Мир» и «Скайлэб» стали просторнее. В отсеках большого объема представляется возможным создание условий, более благоприятных для нормальной жизнедеятельности, а также для реализации самых разнообразных функций и запросов космонавтов.

В наших земных квартирах мы имеем спальню, гостиную, рабочий кабинет, кухню и т. д. Примерно то же самое должен иметь космонавт. Если объемы помещения позволяют, космический корабль зонтируют, т. е. выделяют в нем помещения различного назначения. Выделяется обычно четыре основных зоны: 1 — рабочая, 2 — общая, 3 — личная, 4 — обслуживания.

Номенклатура помещений космического корабля должна обеспечить следующие функции: 1) выполнение задач полета, связанных с управлением корабля и жизнеобеспечением; 2) коллективный отдых и досуг космонавтов; 3) приготовление пищи и проведение санитарно-гигиенических процедур; 4) личный отдых и сон.

Рабочая зона предназначена для управления полетом, контроля за системами корабля и средствами жизнеобеспечения, а также для выполнения различных исследований. Общая зона служит для приготовления и приема пищи, совместного отдыха, проведения досуга и физических упражнений. Личная зона — это место для сна, уединения, хранения личных предметов и вещей членов экипажа. Зона обслуживания отведена для проведения санитарно-гигиенических процедур, стирки и хранения общественных вещей и материалов.

Для каждой зоны принят объемный максимум. Оптимальное соотношение объемов четырех функциональных зон таково: рабочая зона — 40%, общая — 25, личная — 20 и обслуживания — 15%. Эти данные в общем-то нехарактерны для земной практики. Так, обращает на себя внимание малый объем, отводимый под индивидуальные каюты. Вместе с тем эти данные соответствуют действительным потребностям, и постепенно планировка кораблей приближается к этим цифрам.

Значительную часть времени члены экипажа межпланетного космического корабля будут проводить в

рабочих зонах, выполняя полетное задание. Поэтому правильная планировка рабочих отсеков, рациональное построение приборных панелей и пультов управления, кресел космонавтов — задача № 1.

Процесс проектирования и построения рабочих кабин космического корабля, с одной стороны, определяется функциями по управлению кораблем, его бортовыми системами и, с другой — антропометрическими данными космонавта-оператора, определяющими минимально необходимые объемы кабин, а также расстояния органов управления от кресел космонавтов.

Антропометрические характеристики позволяют проектировщикам построить общую схему рабочего места в отсеке. Детальная разработка планировки осуществляется с учетом сложных и ответственных задач космонавта-оператора (прием информации, подача различного рода команд), а также состава и вида оборудования и общего объема проектируемого корабля. В планировке рабочего места принято идти от общего к частному, от идеального варианта к реальному. Эти задачи решаются совместно со специалистами инженерной психологии.

Оптимальное размещение оборудования в установленной геометрии кабины — сложный и ответственный этап в организации рабочего места космонавтов.

Для инженерного психолога важно обеспечить точность съема информации с различного рода индикаторов, для чего необходимо в рабочей зоне исключить посторонние, например цветовые, раздражители. Специалисту по технической эстетике главное — обеспечить комфорт и привлекательность окружения космонавта, и он будет, наоборот, стремиться насытить интерьер, в том числе и рабочую зону, цветом.

Казалось бы, совместить противоречивые задачи трудно, тем не менее специалисты, как известно, договариваются, и возникают компромиссные варианты. На сегодня специалисты разного профиля совместными усилиями выработали определенную номенклатуру наиболее общих требований, которые удовлетворяют всех. Это как бы тот минимум, который необходим прежде всего с функциональной точки зрения.

Так, при организации рабочего места космонавта прежде всего обеспечиваются достаточное рабочее пространство, физические, зрительные и другие связи между оператором и оборудованием, удобное размещение са-

мих рабочих мест в рабочем отсеке, правильное распределение оборудования, оптимальное освещение, допустимый уровень шума и вибрации. Предусматриваются также меры, снижающие утомление оператора. Конструкция рабочего отсека делается безопасной, простой, надежной, позволяющей работать как в нормальных, так и в аварийных условиях.

Вот некоторые оптимальные соотношения, проверенные практикой. При работе сидя, как установлено, ширина рабочего пространства должна быть не менее 700 мм, глубина — не менее 400 мм, высота горизонтальной рабочей поверхности над полом — 700 мм. При необходимости обзора пульта его высота не должна превышать 1200 мм. При проектировании помещений для работы учитывают также, что наилучшие условия наблюдения создаются при угле обзора 30°. Минимальное расстояние от оператора до индикаторов должно составлять не менее чем 30 см. Зрительные индикаторы размещают так, чтобы избежать отражения внешнего освещения от поверхности табло, экранов, шкал и т. д. В дальнейшем проводятся последовательное уточнение условий и конкретизация проектирования.

Однако все это характерно для земных операторских пунктов и кабин. Есть ли какие-либо дополнительные, специфические условия для космонавтики? Да, несомненно! Так, например, интерьер кабины космического корабля должен содержать некоторые «экзотические», чисто космические детали, которые не присутствуют в земных помещениях. Связано это с «плаванием» — особенностью перемещения экипажа в обитаемых отсеках космического корабля в безопорном пространстве (невесомости), что существенно отличается от земного хождения. В невесомости космонавты вынуждены вырабатывать новые приемы управления телом, не свойственные людям. Старый, филогенетически закрепленный на Земле запас навыков хождения, бега, прыгания полностью утрачивает свое значение, он неприменим в этих условиях. Еще Циолковский в работе «Тяжесть исчезла» показал, что вид человека, пытающегося в невесомости ходить или прыгать, совершенно комичен: ему не удается ни одно привычное движение, он вначале совершенно беспомощен.

Практика космонавтики показывает, что человек в безопорном пространстве должен заново выучиться ис-

кусству движения, отталкиваясь для этой цели от ограждающих конструкций кабины; останавливаясь, цепляясь ногами или руками за различные выступы, скобы. Оставаться в неподвижном состоянии в безопорном пространстве можно, только фиксируясь чем-то. Космонавт В. И. Севастьянов сохранил после полета экзотический сувенир — шерстяные носки. Характерная деталь: носки возле мизинцев протерлись. Это было вызвано тем, что ноги космонавта при движении по кабине непрерывно цеплялись за стенки отсека. Дыры на носках — свидетельство новой биомеханики перемещения в безопорном пространстве.

Несмотря на всю необычность плавания как метода перемещения при отсутствии веса, экспериментальные исследования и практические испытания интерьера кабины «Скайлэб», станции «Мир» и других космических аппаратов показали, что для перемещения в невесомости с точки зрения конструкции не требуется разработки каких-то сложных приспособлений. Наиболее простые из них — опоры — оказались самыми удобными. Тем не менее все эти опоры, скобы, фиксаторы надо специально предусматривать при проектировании. Поэтому интерьер помещения космического корабля содержит систему фиксированных опор, выступов и ручек для манипуляции руками, упоров для ног, когда руки заняты, а также различные притягов и фиксаторов.

Сочетая свободное плавание с кратковременными захватами опорных элементов, космонавты после непродолжительных тренировок овладевают новой механикой перемещения в невесомости. Терпеливых невесомость одаривает новым, необычным, недостижимым на Земле ощущением, о котором пророчески писал К. Э. Циолковский, ощущением необычной легкости и свободы, подобным ничем не ограниченному полету и парению птиц.

Определяющим при выборе цветовых схем интерьеров космических кораблей является длительность космического полета и функциональное назначение помещений. При этом принцип применения цветовой композиции таков: по мере усложнения задач космического полета растет весомость средств цветового решения — от чисто физиологического подхода к эстетическому.

Возьмем для примера небольшой транспортный корабль. Космонавт находится в нем несколько часов. Поэтому при отделке рабочего отсека корабля достаточно

ограничиться чисто физиологическим подходом, т. е. созданием условий, например, только для работы зрительного анализатора. С этой целью может быть выбрана физиологически оптимальная гамма цветов (зеленый, желтый, белый и их многочисленные оттенки). Именно эти цвета оказывают стимулирующее действие на функциональную способность зрительного анализатора, уменьшают зрительное и цветовое утомление, повышают устойчивость цветового и нецветового зрения. Во избежание утомляющего действия монотонности окраски рекомендуется в цветовую схему интерьера включать небольшие поверхности, окрашенные в дополнительные к основным цвета.

Вот еще пример: транспортный корабль для полетов к Луне. Естественно, только физиологического подхода к отделке интерьера недостаточно, так как нужно учесть и эмоциональные моменты. Поэтому в интерьере рабочего отсека в дополнение к оптимальной гамме цветов следует создать особую зону зрительной разрядки и снятия цветового утомления от однообразия интерьера. Зона разгрузки включает так называемый декоративный центр (от яркого красочного пятна до небольшой картинной галереи). Цветовое решение зоны разгрузки делается контрастным по отношению к цветовой гамме рабочего места. Таким образом, весь интерьер делится цветом как бы на две части: рабочее место и зону отдыха, что, естественно, значительно обогащает цветовую схему помещения.

В противоположность небольшим транспортным кораблям орбитальные станции и межпланетные корабли не ограничены так строго габаритными размерами и могут иметь практически любое, приближающееся к земным нормам разделение на помещения различного назначения. Вместе с тем длительность пребывания космонавта в них исчисляется уже месяцами. Эти обстоятельства накладывают двойственный отпечаток на проблему использования цвета. Возникает необходимость учитывать уже не только и не столько физиологические, сколько эмоциональные потребности человека, то есть возможность использования не только утилитарных (физиологических), но также и эстетических качеств цвета.

При цветовом оформлении системы помещений орбитальной станции или межпланетного корабля исходным моментом должно служить функциональное назна-

чение интерьеров. При разделении помещений на рабочие и бытовые цветовое оформление их интерьеров нужно решать в контрастных тонах (для исключения монотонности воздействия цветовой гаммы и улучшения общего нервно-психического состояния).

Рабочие помещения целесообразно окрашивать в физиологически оптимальные цвета (с включением цветowych акцентов). При окраске бытовых помещений учитываются эмоциональные и эстетические факторы, для улучшения настроения членов экипажа придают интерьеру теплые, солнечные тона. В зоне отдыха и развлечений можно использовать теплые цвета с контрастной отделкой интерьера, в космической спальне наиболее уместны (как и на Земле) приглушенные тона или теплая расслабляющая гамма (малонасыщенные теплые цвета), создающая ощущение комфорта, уюта и домашней обстановки. При этом холодная гамма будет зрительно увеличивать размеры помещения, а теплая — сужать и создавать более камерную обстановку (если в этом есть необходимость).

В рабочих отсеках должны преобладать спокойные мало- или средненасыщенные тона (например, так называемые пастельные цвета). Наиболее активное цветовое решение рекомендуется для бытовых помещений, личных кают, а также мест приема пищи. В последних могут преобладать красные и оранжевые цвета. В каютах космонавтов необходимо предусмотреть место для личных вещей, которые могут иметь эстетическое значение (например, любимые произведения живописи или, скажем, портативная цветомузыкальная установка, гитара и т. д.).

Все вышеперечисленное — конечно, схема, и конкретное решение должно определяться дизайнером или архитектором, исходя, как мы уже говорили, из конкретного проекта.

ГЛАВА 11



КРАСКИ, РИТМЫ И ЗВУКИ ЗЕМЛИ В МЕЖПЛАНЕТНОМ ПОЛЕТЕ

Ностальгия по земным краскам. Имитация земных суток на космическом корабле. Комнаты психологической разгрузки. Релаксатор — прибор будущего. Космический робот-интерьер

В записях космонавта В. И. Севастьянова можно найти такие слова: «Привыкая к невесомости, организм перестраивается не только физиологически. Меняется и мироощущение космонавта. Забываются запахи Земли, краски. Пытаешься вспомнить, как шумит море, шепчет листва...» Для решения проблемы восполнения земных связей во время длительного космического полета предлагается одно из эффективнейших средств эмоционального воздействия на человека — свет и цвет. В связи с космическими исследованиями возникло новое перспективное направление научного исследования — космическая психология света и цвета.

В длительных межпланетных полетах космонавты будут пользоваться наряду с естественным также и искусственным освещением. Рациональная организация освещения — жизненная потребность человека.

Как известно, космические аппараты не располагают пока излишками электроэнергии. Поэтому для освещения используются специально разработанные малогабаритные экономичные люминесцентные светильники.

Весьма непростой вопрос для конструктора, как разместить их, чтобы не возникло бликов от пультов и

приборов, хорошо читались цифры и надписи всевозможных табло и индикаторов, чтобы светильники не создавали помех в проведении исследований и экспериментов. Тем более что необычная форма помещений, пока сравнительно небольшие объемы их вынуждают располагать светильники близко от глаз космонавта, что создает дополнительные неудобства.

Еще одна особенность — насыщенность помещений всевозможной аппаратурой, которая может загораживать свет, затенять другие приборы и оборудование. Словом, кабина космического корабля — не жилая комната в обычной квартире, где можно повесить светильник как хочется.

С началом продолжения космических полетов проявилась любопытная закономерность: чем дольше длился полет, тем больше света хотелось иметь космонавтам в помещениях орбитальной станции. Для изучения этого вопроса были проведены специальные эксперименты, которые подтвердили эмпирические наблюдения космонавтов. Основной вывод, который был сделан в итоге исследований — освещение на космическом корабле и орбитальной станции должно быть динамичным, т. е. подвижным, его уровень при необходимости должен повышаться.

Еще более серьезные проблемы в этом отношении, бесспорно, возникнут при создании межпланетных кораблей.

Основными параметрами в обеспечении эффективного искусственного освещения космического корабля считаются качество и цвет света, его интенсивность, распределение освещения в окружающей среде. Эти факторы должны не только обеспечить решение функциональных задач (например, создание достаточной освещенности), но и способствовать достижению эстетического качества помещений (наиболее приятный вид их и пропорции, создание чувства комфорта и домашней обстановки).

Требования к освещению в процессе космического полета зависят от задач, специфических для разных его фаз.

Во время запуска корабля космонавт должен точно оценивать состояние контролирующих систем по показаниям приборов. Сохранение остроты зрения поддерживают увеличением уровня освещенности.

При наблюдении в иллюминаторы космонавты выполняют зрительные задания в условиях резкой смены интенсивности освещения, идентифицируя различные объекты вне корабля. При необходимости осуществлять внекабинные наблюдения используют различной плотности фильтры для защиты от внешнего освещения.

Интенсивность освещения в кабине может резко меняться в течение нескольких секунд при изменении положения корабля всего на несколько градусов (ведь вне корабля нет рассеивающей атмосферы, как на Земле). Это определяется положением иллюминатора по отношению к Солнцу. Поэтому перепады освещенности при заходе в тень и при выходе из нее резки и внезапны. Может даже возникать эффект прожектора — сильное ослепление солнечным светом большой интенсивности. Для «выравнивания» условий наблюдения в кабине стены ее красят диффузными (матовыми) красками светло-серого тона, используют фильтры для окон, освещают главные приборы отдельно регулирующимися источниками света.

Освещение на космическом корабле проектируют комбинированным — прямым и рассеянным, общим и местным, заливающим и с помощью точечных источников света.

Самостоятельным и новым принципом нормирования условий освещенности является возможность установления режимов освещения самим космонавтом, что будет особенно важно в длительных межпланетных многомесячных полетах.

Одним из эффективных направлений оптимизации условий пребывания экипажа на борту космического корабля считается разработка новой и многообещающей проблемы искусственного светоцветового климата. Что это такое и для чего он необходим?

Представим себе полет к Марсу. Безмолвие, черная бархатная бездна с яркими немигающими звездами, редкие сеансы связи с Землей, ограниченный объем помещений. И так долгие месяцы. Здесь вряд ли удастся обойтись традиционными методами освещения, о которых говорилось выше.

Конечно, функциональное освещение останется. Но, судя по всему, этого будет мало. На Земле человек живет в богатой и вечно изменяющейся не только световой, но и цветовой среде. Эта среда снабжает его не-

обходимыми впечатлениями, помогает ориентации, создает настроение, определяет биологические ритмы, поэтому на межпланетных кораблях необходима организация сложного комплексного светового и цветового климата, при этом по возможности динамичного, подвижного, меняющегося, как на Земле.

Человек живет в мире цвета. Эксперименты советских и зарубежных исследователей показали, что биологическая активность того или иного цвета соответствует его местонахождению в спектре: интенсивность ощущения тем выше, чем больше энергия излучения (последняя, как известно, передается отдельными порциями — квантами). Таким образом, красный и голубой цвета как бы находятся во главе двух групп цветов, которые с точки зрения психофизиологии действуют прямо противоположно. В результате воздействия первой цветовой группы увеличивается мышечное напряжение, возрастает частота сердечных сокращений, повышается кровяное давление, учащается дыхание. Напротив, под действием голубого, синего и близких к ним цветов второй группы понижается кровяное давление, замедляется ритм сердца и дыхания. Выясняя роль цветного освещения во время еды, ученые установили, что уравновешенный белый свет влияет на пищеварение благоприятнее цветного. А включение оранжевых светильников после еды вызывало у испытуемых положительные эмоции.

Но вот вопрос: сколь длительным может быть благотворное освежающее влияние цвета? Не превратится ли со временем даже оптимально организованное цветное окружение в монотонный раздражитель? По-видимому, человеку нужна смена цветовых впечатлений. Скажем, в минуты отдыха интерьер мог бы погружаться в темноту, затем на экране или даже в трехмерном пространстве интерьера возникла бы динамическая игра цветов, своего рода подвижная живопись. Подобная цветочная гимнастика успокаивает мозг, и человек быстрее расстается с усталостью. С помощью цвета можно до какой-то степени улучшить температурные условия в помещениях, не меняя при этом температуры окружающей среды. Специальными исследованиями установлено, что при одинаковой температуре людям в желтой комнате теплее, а в голубой — холоднее.

Пространственные качества цветов, способных раз-

двинуть или сжать интерьер, широко используются и в архитектуре. Скажем, поверхность, окрашенная в голубой, фиолетовый, голубовато-зеленый или какой-либо иной холодный тон, кажется удаленнее той, что окрашена в теплый цвет: красный, оранжевый, желтый.

На основании проведенных экспериментов ученые пришли к выводу: чтобы обеспечить работоспособность человека в экстремальных условиях, необходимо сохранить ему привычную ритмику земных суток и времен года.

Но ведь на Земле за это отвечают так называемые природные датчики времени: изменение освещенности с течением суток, смена времен года, наступление сезона дождей, вьюг, гроз. Ну, а скажем, космонавту во время длительного полета будет трудно забыть распорядок земной природы и привыкнуть к новому космическому графику. Поэтому конструкторам космических кораблей пришлось думать, как имитировать земные сутки там, на орбите.

Для начала попробовали создать искусственное окно. Освещенность в нем решили менять по программе. Сначала утро, затем самое светлое время дня — полдень; наконец, наступает вечер.

Однако простейшая модель суток не подошла. В результате более тонких исследований было установлено, что хотя фактически по приборам освещенность суток имеет один максимум, приходящийся обычно на полдень, эстетическое же восприятие колорита человеком имеет два пика — утро и часы заката. В полдень восприятие света притупляется. Вот тут-то на помощь инженерным психологам пришли искусствоведы.

Есть предложение оборудовать космический корабль экраном, на котором будут сменять друг друга картины земных пейзажей. Созерцая их, космонавт сохранит связи с ритмикой земной жизни. Отправляясь в долгое космическое путешествие, человек как бы захватит с собой кусочек родной планеты: ее цвета, формы, краски и даже ритмы. Именно ритмы. Ведь в основу программы по смене освещенности цветных изображений была положена реально существующая в природе динамика метеорологических характеристик. Иллюзия «окна в природу» стала более полной. Чтобы установить, как изменяются метеорологические и астрономические явления, были проанализированы

данные гидрометслужбы за многие годы и составлены годовые карты-таблицы. Эта своего рода графическая модель природных явлений дала исчерпывающую информацию о восходе и заходе солнца, продолжительности периода полной темноты, сумерек и светлого времени, о смене ясных и пасмурных дней, о выпадении дождя и снега, о туманах и мгле и т. д. и т. п. Она позволила подобрать материалы для диапозитивов в соответствии с особенностями сезона и временем суток. В дальнейшем колористические карточки, представляющие собой природные пейзажи, снимались на цветную киноплёнку, из которой были изготовлены цветные слайды. В качестве картин природы использовались и цветные фотоизображения, и живописные произведения. Цветные кадры земных пейзажей проецируются на экране космической кабины, имитирующем окно обычного жилого помещения, создавая, таким образом, у космонавта ощущение хода часов суток и смены сезонов, психологически связывая его с Землей.

О внедрении этого метода на орбитальной станции «Салют» специальный корреспондент «Правды» В. Губарев писал в апреле 1984 года: «Леонид Кизим отправляется в «картинную галерею»... Основному экипажу, который два месяца находится в полете, необходимо ежедневно бывать на спортивном комплексе станции — с невесомостью шутки плохи... Ну, а «картинной галереей» называют его космонавты потому, что во время тренировки они ставят перед глазами фотографию березовой рощи или репродукции с картин художников. Если одновременно включить бегущую дорожку и воображение, то можно представить, что начинается прогулка по подмосковной роще».

Идея была опробована и в киноварианте. Для космонавтов А. С. Иванченкова и В. В. Коваленка на космическом комплексе «Салют-6» — «Союз» был специально припасен видеоманитофон с набором видеовых картин, включив который космические «долгожители» могли «попасть» в подмосковную рощу, попутешествовать по горным тропинкам.

Для чего все это нужно? Статическая, неизменная обстановка, как это подтверждено экспериментами, быстро приедается. В литературе описаны случаи, когда положительные реакции вызывало любое изменение

интерьера, причем даже в худшую сторону. По мнению психологов, любое изменение среды как бы снимает монотонность, однообразие окружения.

Способ динамической организации интерьера космического корабля (а также некоторых земных интерьеров) предусматривает постоянные вариации как физических, так и психоэстетических факторов. Ведущим является зрительный образ природы, создаваемый на специальном, имитирующем окно экране. На нем воспроизводится, повторим еще раз, цветовая гамма, мотивы природы, иллюстрирующие тот или иной сезон или час суток. Зрительный образ природы «задает тон» всей остальной программе: соответственно подбираются температура воздуха, его влажность, применительно к конкретному часу суток и времени года, возникает ветерок и меняется давление.

Как это уже не раз случалось, идея, впервые предложенная для космоса, оказалась весьма полезной и на Земле.

На Одесском заводе «Стройгидравлика» создана специальная комната психологической разгрузки, своеобразный получасовой дом отдыха. Использован упрощенный вариант: за тремя окнами «дачи» летний пейзаж, зеркало пруда, застывшие на его глади лебеди и негромкая трель соловья. Предварительные эксперименты показали высокую эффективность таких сеансов.

Комната психологической разгрузки представляет собой специально оборудованное помещение, в котором в отведенное для этого время в течение рабочей смены проводятся сеансы по нервно-психической разрядке работающих, ликвидации производственного утомления. Суть психофизиологического эффекта состоит в создании у людей иллюзии пребывания на природе. Это достигается показом фотослайдов, изображающих картины природы, с использованием динамического света, магнитофонных записей пения птиц, музыки. Практика эксплуатации зон отдыха показала их высокую эффективность, особенно как средства снятия зрительного утомления и нервно-эмоциональных нагрузок. В комнате имеется светопроекторная и звуковоспроизводящая аппаратура.

Отдых с психологической разгрузкой организуется для рабочих различных категорий, сотрудников КБ, ра-

ботников сельскохозяйственных предприятий. Первый сеанс проводится через 3 ч после начала смены. В это время у людей наблюдаются первые признаки усталости и отмечается снижение работоспособности. Отдыхающие заходят в комнату, располагаются в креслах (не видя друг друга, между креслами имеются перегородки) в удобной позе, перед большими экранами-фотослайдами с изображением цветущего луга, березовой рощи, гладкой поверхности пруда. Включается подсветка слайдов, гасится верхний свет. Возникает иллюзия пребывания на природе.

Сеанс длится 10 мин. Первые 2 мин слышна медленная музыка, пение птиц. Задача этого периода — отвлечь рабочих от обстановки цеха. Второй период — успокаивающий. Звучит приятная мелодия, на цветных экранах меняются пейзажи. Через 3,5—4 мин музыка переходит в более бодрую, а на экране возникает цветомузыкальная игра света (подробнее о цветомузыке см. следующую главу). В конце программы включается верхний свет, звучит бодрый марш. Сеанс заканчивается.

В некоторых комнатах психологической разгрузки учтены рекомендации по сезонному изменению пейзажных изображений. Слайды с изображениями на экранах меняются (зимой демонстрируются летние пейзажи, летом, наоборот — зимние). Этим самым на производстве, как и в космонавтике, делается попытка компенсировать с помощью света и цвета монотонность и однообразие окружения и производственных процессов, учитывая и биоритмику человека.

Комнаты психологической разгрузки уже созданы на ряде крупных предприятий Москвы, Ленинграда, Вильнюса, Тбилиси, Еревана, Таллина, Тольятти, Иваново и других городов Советского Союза. По данным исследований, после отдыха с психологической разгрузкой у рабочих повышается настроение и работоспособность, внимание, скорость реакции, улучшается общее состояние центральной нервной системы. По оценкам специалистов, метод психической разгрузки увеличивает производительность труда до 10%, снизив при этом травматизм.

Дальнейшее совершенствование комнат психологической разгрузки будет идти по пути еще большего использования современной техники. Можно предвидеть

создание единого комплекса аппаратуры, объединяющего все агрегаты. Сейчас такие устройства уже есть. Это, например, квадрофонические магнитофоны с экранами больших размеров (типа киноэкрана). Такие установки позволяют воспроизводить стереофонический звук, получать необходимые шумовые эффекты, создавать любые изображения при помощи слайдов, кинофильмов, цветомузыки.

После определенных доработок и усовершенствований станет возможным также автоматически управлять в целом всей программой посредством записи, сделанной на одной из дорожек (управляющей). В перспективе будут созданы биоэлектрические системы, с помощью которых отдыхающие будут воздействовать на ход программы. Со временем «окна в природу» оживут. На смену статичным пейзажным кадрам придут динамичные, движущиеся картины природы. Программой будет управлять компьютер в соответствии с заложенной в него математической метеомodelью года.

Каковы же пути дальнейшего развития светозвуковых интерьеров? В будущем при их организации можно будет воздействовать на человека не только светом, цветом, звуком, но и изменяющейся геометрией объема, запахами, температурой, влажностью, давлением. Исследования в этом направлении ведутся. Скажем, в некоторых странах уже есть экспериментальные кинотеатры, где по ходу фильма используются ароматические вещества, имитирующие природные запахи.

Отсюда уже один шаг до идеи живого интерьера, интерьера-робота. Используя средства современной вычислительной техники и некоторые кибернетические принципы, можно спроектировать такой интерьер, параметры которого будут меняться в зависимости от эмоциональных реакций человека, от малейших нюансов его настроений или поведения. Для решения этой задачи необходимо создать устройство, работающее по принципу системы с обратной связью. На вход такой системы с контактных или дистанционных датчиков поступают данные о частоте дыхания и пульса, о величине кровяного давления, о характере кожно-гальванической реакции, а на ее выходе специальные блоки подбирают, разумеется, с помощью ЭВМ свет, звук, атмосферное давление, влажность и т. п. выходные данные живого интерьера. Первым шагом на пути к ин-

терьеру-роботу стало создание цветных дисплеев, способных регистрировать изменения биотоков мозга. Если, скажем, пациент возбужден, экран окрашивается в динамичный красный цвет; спокоен человек — и экран принимает сине-зеленую холодную окраску.

Подобный робот, преобразующий психофизиологическую информацию в электрические управляющие воздействия, создает зыбкую, постоянно меняющуюся искусственную среду. Благодаря ее направленным воздействиям можно оперативно оптимизировать состояние космонавта.

Человек и техника взаимодействуют в едином синтезе.

Это новый принцип организации синтеза факторов внешнего окружения, т. е. среды, изменяемой сразу по многим параметрам: геометрии объема, свету, цвету, звукам, запахам, температуре, влажности, давлению и др. Таким образом, средой может управлять не только «режиссер» синтетического «спектакля» (например, врач с наземного пульта управления), но и сам отдыхающий (космонавт, рабочий на производстве и т. д.). Вести программу можно будет вручную или используя бессознательные реакции человека, изменения его настроения, биоритмы. Последняя возможность наиболее перспективна.

ГЛАВА 12



СЕАНС НА ЮПИТЕРИАНСКОМ КОРАБЛЕ

Музыка помогает в аварийных ситуациях. Мелодии по сезонам года. Цветомузыкальные фильмы и работоспособность космонавта. На пути к Юпитеру

Древнеиндийский историк Абу-Фазль в сочинении «Аин-и-Акбари» («Установления императора Акбара») говорит о музыке как о всемогущем талисмани. Согласно древнеиндийским космологическим концепциям музыка должна звучать строго в определенное время суток и сезона года. Есть мелодии утра и вечера, сезона дождей и опаляющего лета.

В космосе не раз звучала музыка, транслируемая с Земли или записанная на пленку. Музыка специально передавалась на борт космического корабля уже во время первых полетов советских космонавтов. Музыка помогла сохранить самообладание американским астронавтам, когда возникла аварийная ситуация на летевшем к Луне корабле «Аполлон-13». Любимые произведения при трансляции по радио- и телеканалам помогают поддерживать высокую работоспособность нашим космонавтам при полетах на орбитальных станциях «Салют» и «Мир».

Однако не будем упрощать проблему: музыка только начинает использоваться в космосе. В последнее время делаются попытки организовать музыкальные программы на борту. Сейчас музыка звучит лишь в часы отдыха. Она пока еще развлечение, а не определенное направленное воздействие на нервно-психический тонус членов экипажа. Речь же должна идти о систе-

матическом и научно обоснованном использовании музыкальных воздействий на борту КК.

Музыкальные произведения оказывают исключительно сильное влияние на эмоциональную сферу человека. Это объясняется тем, что содержанием музыки являются чувства, переживания людей. Эмоциональная палитра переживаний космонавта, который участвует в длительном и опасном путешествии, необычайно широка: от умеренного творческого возбуждения до легкой грусти, от экстаза до отчаяния. Нет числа оттенкам эмоций. И нет средства более эффективного выражения этих оттенков, чем музыка.

Анализируя сложные взаимоотношения человека и музыки в условиях космического полета, можно выделить три перспективных направления: музыка и труд космонавта; музыка и отдых космонавта; музыка и здоровье космонавта.

При подборе программ функциональной (т. е. направленной на определенное воздействие) музыки для стимуляции труда один из самых важных критериев — степень свободного внимания космонавта. Исходя из этого, более энергичная музыка рекомендуется как сопровождение при несложных работах. Таковы, например, выполняемые космонавтами киносъемка и фотографирование космоса. Для труда, требующего значительного внимания (например, работа оператора за пультом на пассивных участках полета), должен подбираться спокойный нейтральный звуковой фон.

Как и на Земле, в космосе рационален прерывистый график музыкальных передач (постоянное звучание вызовет быструю адаптацию к музыке). Время одноразового звучания музыки 3—5 мин. Общая продолжительность музыкальной программы должна составлять не более 25% времени трудовой деятельности космонавта. Характер музыкальных произведений должен соответствовать различным фазам кривой работоспособности человека (вхождение в работу, устойчивая работоспособность, утомление).

Возможность влиять с помощью древнего искусства музыки на самочувствие космонавта базируется на практике музыкотерапии. Музыкотерапия — это лечение музыкой. На Земле она используется широко в санаторном лечении (для больных неврозами), в психиатрических больницах — при лечении депрессивных больных, а

также для исправления некоторых патологических особенностей личности больного.

Однако использование музыки в космосе имеет существенные отличия. Первое из них состоит в большей направленности музыкальных воздействий на профилактику возможных психопатологических состояний космонавта, чем на лечение. Второе — неприемлемость рецептуры производственных сеансов, разработанных для земных условий. Поэтому за основу подбора музыкальных произведений для использования в длительном космическом полете положены иные методы.

1. Программы долговременного вещания музыки должны поддерживать биологические ритмы космонавтов, определяемые их распорядком жизни и деятельности (работа, сон, еда, отдых и т. д.).

2. Музыкальные программы строятся по принципу имитации средствами музыкальных звуковых образов суточных и сезонных циклов природы. Это совершенно новый принцип, выдвинут он по аналогии со светоцветовым климатом, о котором говорилось выше.

3. Подбираются максимально разнообразные музыкальные произведения, утоляющие сенсорный голод в условиях длительного пребывания в монотонной обстановке.

Поясним эти принципы.

Первый принцип. Различные циклы жизнедеятельности космонавта сон — бодрствование, прием пищи — отдых, работа — развлечения могут в большей степени, чем на Земле, подкрепляться музыкальным «меню». При подборе музыкальных программ на первом этапе должен быть проведен анализ суточной циклограммы жизни и деятельности космонавта (для конкретных условий полета). Второй этап: анализ долговременного изменения состояния космонавта (на протяжении всего полета). Далее составляются сами музыкальные программы. Поддержание с помощью музыкальных воздействий жизнедеятельности космонавта (естественно, наряду с другими профилактическими мерами) в течение дней, месяцев, а может быть, и лет — интересная и в настоящее время пока нерешенная задача.

Второй принцип. Он возник под впечатлением опыта использования музыки в восточных культурах. Индийцы делят свою музыку на определенные виды ме-

лодий, называя их рагами. Каждой раге отводится определенное время исполнения. Учитываются сезон и время дня. Времена года и сутки делятся на определенные периоды. Каждому периоду соответствуют свои песни. Считается, что только те мелодии, которые соответствуют этим периодам, могут оказать подлинное воздействие на человека. Если взять европейскую культуру, то такой опыт восприятия музыки реализовали П. И. Чайковский во «Временах года», Бетховен в Шестой (пасторальной) симфонии, Шопен, Григ и другие композиторы.

Природа полна музыки. Великие музыканты подражали природе и ее звукам. Но здесь речь идет об обратном: об использовании пейзажной музыки в качестве своеобразного датчика времени, природных ритмов. В космическом корабле привычные земные циклы природы отсутствуют. При условии сохранения на борту естественной периодики земных суток музыкальные произведения определенного характера могут быть подобраны для исполнения в различное время дня по принципу иллюстрирования природных циклов. Естественно, передается это специфическим музыкальным языком через настроение: выражается радостное ликование природы при восходе солнца и торжественная задумчивость заката, томление в полуденный зной и феерические лунные ночи, шелест дождя и завывание бури. Подобранные в определенные программы и играющие наряду с прочим роль датчиков времени, музыкальные произведения (воспроизводимые в определенные моменты труда и отдыха) будут способствовать стабилизации психики космонавта. Нам думается, определенное значение такие программы имели бы и в земных условиях на производстве.

Третий принцип. В условиях длительной изоляции на борту космического корабля неизбежны монотонность и однообразие ощущений. Их можно частично снять с помощью музыки. Для этого необходимы ее частая сменность и контрастность частей программы. Определенный опыт такого использования имеет так называемая функциональная музыка на производстве...

Функциональная музыка, как правило, эстрадного жанра. А как относиться к использованию классической музыки на борту КК? Дело не только в том, что классическая симфоническая музыка концентрирует в себе

огромный эмоциональный заряд, но и в том, что не всегда она воздействует положительно. Недаром Л. Н. Толстой называл ее страшной. Действительно, симфоническая музыка может вводить человека в такие состояния, в которых он не находился и, может быть, не должен находиться. Поэтому классической музыкой надо пользоваться осторожно, как лекарством. Недопустимо ее постоянное звучание.

Отметим еще одну сторону музыкальной психопрофилактики.

В связи с использованием музыки в столь необычных условиях, как космический полет, видимо, придется в какой-то степени пересмотреть и традиционную земную эстетику. В частности, какая музыка интересней космонавту в период отдыха: привычная или неожиданная? Исследователи заинтересовались и этим вопросом. В этом плане экспериментально выясняли (в сурдокамерных экспериментах) влияние на испытуемого гармоничной и дисгармоничной (додекакофонической), а также электронной и конкретной (представляющей собой монтаж шумов) музыки.

Что показали эксперименты? Додекакофоническое произведение (Девятая симфония Брукнера) действует на сердечно-сосудистую систему подобно шуму, т. е. физиологически отрицательно. В противоположность этому классическое произведение (Третий Бранденбургский концерт Баха) — положительно.

Если учесть, что история музыки, создававшейся именно для земных условий, есть постоянное выявление физиологически оптимальных звуковых сочетаний (А. В. Луначарский), то станет ясно, что с физиологической точки зрения додекакофоническая музыка лежит за пределами эстетического восприятия. В нормальной обстановке она раздражает и утомляет. Однако ее роль в процессе регулирования психофизиологического состояния человека, находящегося в экстремальных условиях космического полета, может оказаться положительной. Например, она может быть использована в качестве средства своего рода музыкально-эмоционального шока, необходимого для встряски психики.

В исследованиях с продолжительной изоляцией, имитирующей определенные этапы космического полета, оптимизирующее воздействие неожиданной по форме и содержанию музыки (электронная музыка Усачевского)

оказалось значительно больше традиционной, привычной. Поэтому вопрос о содержании музыкальных произведений для «потребления» в космосе остается открытым.

Мы затрагивали вопрос о цветовой и звуковой динамике. Если их соединить вместе, то образуется комплексное воздействие, которое принято обозначать в настоящее время понятием «цветомузыка».

В конце XVI столетия миланский живописец Арчимбольдо предложил оригинальный способ обучения живописи. Цветовые сочетания он изображал в виде определенных музыкальных созвучий. «Марко Кремонезе из Виолы — музыкант императора Рудольфа II — нашел на клавесине все те созвучия, которые были отмечены Арчимбольдо окраской на карте...» — читаем мы в трактате того времени.

Найти связь между миром звуков и красок! Кто только не брался за эту задачу, кто только не мечтал об этом: Дидро и Вагнер, Скрябин, Майкельсон, Дисней, Эйзенштейн...

Живопись и музыка развивались, словно бы идя навстречу друг другу: в живописи все большее значение приобретал элемент музыкальности, в музыке — элемент колорита и изобразительности. Новое русло эти встречные курсы нашли в попытке А. Н. Скрябина ввести цветной свет как компонент в музыкальное произведение. 1910 год можно считать началом отечественной цветомузыки. Именно тогда было создано знаменитое произведение этого композитора «Прометей» с необычной для музыкальной партитуры строчкой, которая называлась «люче» (по-латыни «свет»).

Цветомузыка необычна по ощущениям, о чем свидетельствует накопленный опыт ее концертной демонстрации в первом в Советском Союзе зале цветомузыки в Харькове, в Государственном киноконцертном зале в Москве и зале «Октябрьский» в Ленинграде.

Цветомузыка сама по себе уже как бы космична. В необычной среде, которой является обстановка космического полета, правомерно использование именно необычного по своему эффекту искусства. «Цветомузыка в космосе» — так и называл специальный корреспондент «Известий» свой репортаж из Центра управления полетом. В нем рассказывается, как во время орбитального полета космонавтов А. С. Иванченкова и В. В. Коваленка

на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз» космонавты наблюдали через иллюминаторы полярное сияние. В этом, может быть, и нет ничего необычного, так как полярные сияния космонавты наблюдают часто. Удивительно другое. Одному из космонавтов, видимо, знакомому с цветомузыкой, вдруг пришла оригинальная мысль. Он включил бортовой магнитофон, и из динамика раздалась негромкая музыка. Они стали слушателями первого в истории космического сеанса цветомузыки...

Цветомузыка исторически возникла как отражение мысли о поющем космосе, о всеобщей мировой гармонии, о «музыке сфер», мысли некогда широко распространенной в Европе и на Востоке (в учениях Платона, Аль-Бируни, Кеплера и других). Ныне, как никогда, мы приблизились к ощущению нашей связи с космосом, ощущению его пульса. Таким образом, музыка Вселенной — это не только метафора. Она зримо ощущается космонавтами, любующимися необычными цветовыми сочетаниями радужной кромки Земли, красочными полярными сияниями, потрясенными девственной величественностью пейзажей Луны и непроницаемостью черного бархата глубокого космоса. Не удивительно, что именно в век практического осуществления полетов в космос цветомузыка Скрябина переживает свое второе рождение.

В сравнительно недавнее время с появлением новейших проекционных, акустических и тому подобных радиоэлектронных устройств цветомузыкальные воздействия удалось включить в комплекс средств, влияющих на работоспособность космонавта.

Хотя промышленная, серийно выпускаемая аппаратура по цветомузыке уже существует в СССР, США, Японии, Венгрии, а также во многих других странах, большое значение имеет технический эксперимент: разработка новых образцов устройств такого рода. Специально для космических исследований по заказу одной из научных организаций на Киевской киностудии имени А. Довженко сконструирован цветомузыкальный прибор цветотвариатор. Он состоит из двух частей: светящегося экрана (мозаика из цветовых светящихся точек) и пульта управления экраном. Замыкая контакты пульта управления (таких контактов 520), светохудожник управляет свечением экрана.

Конструкция этого устройства позволяет как бы рисовать пальцами рук на плоскости пульта. Полученные таким образом импровизации на цветовариаторе синхронно с прослушиваемой музыкой (воспроизводится на магнитофоне или любом другом звуковоспроизводящем устройстве, при живом исполнении оркестром и т. д.) отснимаются на кинопленку, которая впоследствии озвучивается.

Существенной частью методики исполнения цветомузыкальных сочинений на инструменте ручного управления (типа цветовариатора) является цветовая партитура, или цветовая нотация. Дело в том, что специальных значков для цветовой партии никто еще не разработал (Скрябин пользовался обычными нотными знаками). Именно такая нотация была разработана и применена для цветовариатора.

В качестве технического средства реализации цветомузыки использовано кино. Отснялись на пленку с экрана цветовариатора воспроизводимые автором творчески получаемые цветодинамические картины. Таким путем были созданы экспериментальные цветомузыкальные программы. Программы предназначены для целенаправленного эмоционального воздействия на оператора в условиях изоляции.

Как протекает процесс составления программ? В чем он состоит?

При составлении цветомузыкальных программ и последующей их реализации в виде фильмов музыка является исходной основой. Поэтому на первом этапе работы подбирались музыкальные произведения. Они должны вызывать четкий активизирующий или седативный (успокаивающий) эффект. Цветовая часть программы исходит из присущих людям зрительных образно-цветовых ассоциаций, возникающих при восприятии конкретных музыкальных фрагментов. Образно-цветовое восприятие является функцией звуковысотных соотношений (мелодии), тонально-ладового строя, а также темпа, ритма и тембра музыкального произведения. Цветохудожник ищет колористические композиции, прослушивая музыку, разрабатывает их в динамике, синхронизирует с музыкой. В дальнейшем динамические цветовые композиции синхронно с музыкой отснимаются на цветную пленку и озвучиваются.

Уже сняты цветомузыкальные фильмы на музыку

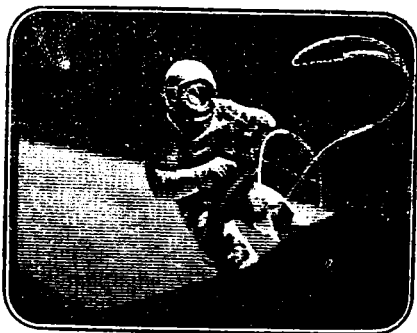
Ф. Шопена, Р. Вагнера, А. Скрябина и других композиторов. Газета «Социалистическая индустрия» писала об одном из этих цветомузыкальных фильмов: «Нежно плывет прелюдия Шопена... Яркая выраженная элегическая мелодия вызывает в воображении лунную ночь. Экран играет лунными бликами на воде, мягко и плавно меняющимися в темпе музыки. Все это в голубовато-зеленой гамме тонов удивительно созвучно музыкальным образам».

Работа по созданию синтетических цветомузыкальных композиций применительно к космонавтике только начата, является сугубо экспериментальной, но дала обнадеживающие результаты в специальных экспериментах по изоляции: восприятие цветомузыки, как показала психолог Г. А. Березина, способствовало увеличению работоспособности человека на 50%, количество ошибок уменьшилось на 25% (исследовалась психическая работоспособность).

Применение цвета в оформлении интерьера космических кораблей имеет большое будущее. Обладая психофизиологической и эстетической активностью, не имея отрицательных качеств лекарственных средств, цвет как самостоятельно, так и в сочетании с другими факторами окажется эффективным средством поддержания жизненного тонуса космонавтов, сохранения у них высокой работоспособности в условиях длительного межпланетного полета, поддержания биологических ритмов организма.

Мы находимся в самом начале подобных исследований. Представим себе внутреннее помещение космического корабля будущего. Длительный полет в бескрайней бездне космоса. Корабль приближается к Юпитеру. Космонавты отдыхают, идет типичный цветомузыкальный сеанс. На экране цветовая музыка, бесконечные изменения сочетаний цветовых картин, порой напоминающих фантастические пейзажи, порой сновиденья, порой цветовой калейдоскоп. А дальше возникают земные картины. Но сеанс окончен. Волшебные видения исчезают, замирают звуки музыки. В иллюминаторы видна поверхность Юпитера — странные, причудливые цветовые сочетания непривычных по форме массивов, напоминающих не то сон, не то калейдоскоп. Уж не продолжается ли это сеанс цветомузыки? Нет! На этот раз это уже реальность, но реальность космоса...

ГЛАВА 13



ЭФИРНЫЕ ГОРОДА И ВЫСШИЕ РАЗУМНЫЕ СУЩЕСТВА КОСМОСА

«Великий поход». Зачем обитателю космоса крылья?
«Эфиродышащие» жители Вселенной. Где предел
эволюции человечества?

Авторам хочется закончить эту книгу некоторыми рассуждениями о дальнейшем освоении космического пространства, но не с позиции научного прогнозирования, а, скорее, с научно-фантастической. Исходим мы при этом из той точки зрения, что все, что можно придумать, — все может существовать, но может существовать и то, что мы пока не можем придумать...

Каким же путем пойдет это освоение?

Возможных вариантов много. Можно летать к планетам и осваивать их. Или основать в открытом космосе поселения — космические города, а может быть, ограничиться только орбитальными станциями. Наконец, можно соорудить тысячекилометровые пояса из искусственных астероидов — обитаемых объектов и сооружений вокруг Земли и Солнца. Какой путь избрать? Оказывается, у каждого государства, начавшего освоение космоса, свои представления о проникновении во Вселенную. Мы имеем в виду современные проекты и разработки, ориентирующиеся на современные научно-технические достижения и реальную перспективу их дальнейшего развития.

Рассмотрим для примера американскую, китайскую

и нашу, отечественную, точки зрения на освоение космоса.

Каков же путь в космос по представлению ученых США? Начнем с аналогии. Вспомним динамичные ковбойские фильмы. Их исторический фон — освоение новых земель. Дикие прерии. Передовые форпосты и крепости. Смелые герои действуют в них. Вслед за ними идут переселенцы и колонисты. Край постепенно обживается. Отдельные крепости превращаются в цветущие поселения и города. Это — американская модель освоения Дикого Запада.

Космос — не Дикий Запад, но модель сохраняется. Так, по только что принятой Национальным управлением по аэронавтике и освоению космического пространства (НАСА) гражданской космической программе США, намечающей перспективу до 2035 года, предлагается следующая схема обживания космоса.

Сначала, по представлениям американских ученых, в космосе должны возникнуть передовые опорные пункты — форпосты (учеными взят тот же термин, который мы выше называли). Форпосты создаются на Марсе, Луне. Персонал форпостов поначалу составит около 20 человек. За этим передовым отрядом должна последовать массовая миграция людей. Одновременно необходима организация экспериментальных заводов по производству топлива. Для чего? Чтобы форпосты существовали более или менее автономно от Земли. Постепенно заводы преобразуются в крупномасштабные и многоотраслевые производства с соответствующим развитым населением. Наконец, возникают космические базы и города: космос колонизован... Не правда ли, уже знакомая схема! Американская концепция развития космических исследований на ближайшие 50 лет исходит именно из исторически сложившихся у американцев представлений о колонизации, об особой пионерской роли этой страны в научно-техническом прогрессе и развитии цивилизации.

Китайская Народная Республика тоже планирует в будущем широкие исследования в космосе, ибо это сулит ей бурное развитие земной технологии и, как оказалось, немалые экономические выгоды. Достаточно сказать, что китайцы в настоящее время подражают запускать с помощью своих ракет европейские и даже американ-

ские спутники. Свою отечественную ракету-носитель они называли «Великий поход», что, несомненно, имеет символическое значение.

Оптимизм китайских ученых подкрепляется многовековой историей и великими научными достижениями: изобретением пороха, бумаги, компаса и т. д. Именно в Китае еще в древности, согласно легенде, была предпринята попытка подняться в небо с помощью пороховых ракет (VI в. н. э.). Конечно, это предание, и никто не может утверждать, что оно основано на реальных фактах. Однако одно то, что древние китайцы хотя бы мысленно поставили такой эксперимент, — немалое достижение человеческого духа!

Таким образом, китайские ученые опираются на собственные вековые традиции (научно-технические открытия, достижения творческой мысли) и большой творческий потенциал китайского народа. Однако название «Великий поход» можно трактовать не только как обещание больших научных достижений. Это, возможно, и предвосхищение великого исхода населения, которое бы решило сложную демографическую ситуацию, в которой окажется эта страна в будущем, так как ее население уже сейчас составляет более 1 млрд. человек.

Теперь обратимся к отечественной точке зрения на космические исследования. План освоения космоса был гениально сформулирован К. Э. Циолковским. В программе освоения космоса, по Циолковскому, — полет фантазии, глубина мышления и беспредельный оптимизм. Потрясающие по своей смелости фантазии ученый облачает в точные научные формулы и постулаты. Ниже изложены малоизвестные широкому читателю аспекты его научных изысканий — концепция широкого освоения человечеством мирового пространства.

Прежде всего мировое пространство он понимает не узко утилитарно как ближний космос (о котором говорят, скажем, сегодня американцы, подходящие к своим исследованиям прежде всего с практической точки зрения), а как пространства Солнечной системы, как галактическое и даже межгалактическое... Это в принципе другой подход, другой масштаб. В таком диапазоне и мыслит ученый о пространстве, времени, человечестве, эволюции, путях развития живого на Земле и т. д., в частности, о судьбах человеческой цивилизации на Земле и вне ее. Исходя из своих представлений о бессмертии

человечества, ученый постулирует неизбежность выхода человечества в космическую среду.

Из чего исходит в своих предположениях К. Э. Циолковский?

Ученый смотрит на человечество как на некий организм, как на некое единое целостное образование. В этом качестве человечество проходит в своем развитии несколько стадий. Сначала эмбриональная стадия — человечество возникает, живет и развивается на Земле. Земля, породившая человека, служит ему поначалу как бы колыбелью. Но нельзя, как остроумно замечает ученый, вечно жить в колыбели. Следуя этой логике, нужно признать, что человечество должно выйти из пеленок, т. е. за пределы Земли. А за пределами Земли — космос. Выход в околоземный космос — это вторая фаза эволюции человечества.

Это так же неизбежно, по мнению Циолковского, как, скажем, превращение куколки в бабочку. На этой ступени эволюции человечество распространяется по всему околосолнечному пространству. Однако и это не все. За второй последует третья стадия, когда род человеческий заселит и галактические просторы.

Вообразить это на данном уровне развития нашего сознания трудно. Однако Циолковский не только мечтает о расселении людей в «эфире», но и намечает пути биологической эволюции человека как вида. Дело в том, что выход в космос — это переход в принципиально иную для существования человека среду. Жизнь в межзвездной среде (как назвал Циолковский одну из своих работ) неизбежно наложит отпечаток на физический, духовный и нравственный облик людей. Они станут совсем другими. Какими? Ученый отвечает на этот вопрос.

Живя (временно или постоянно) в космосе, люди на первых порах будут пользоваться еще привычными земными средствами защиты от враждебной, предельно агрессивной среды, какую только можно вообразить, прячась в искусственно созданных в вакууме удобных и надежных «эфирных» городах. Однако эволюция на этом не закончится. Как предположил мыслитель, когда-нибудь люди станут истинно «космическими животными» (термин Циолковского). Это значит, что они обретут способность существовать непосредственно в вакууме без специальных средств защиты (например, скафандров) и вне каких-либо капсул, кабин, станций и т. п.

Итак, по идее К. Э. Циолковского, вакуум станет естественной жизненной средой людей (как когда-то была естественной средой для далеких предков человека вода, затем оказалась воздушная оболочка, и наконец, ею становится вакуум). Несомненно, это потребует (если действительно когда-нибудь произойдет!) коренного биологического преобразования людей. Фактически возникнет новый вид живых существ, как были, скажем, человекообразные обезьяны, затем появился человек разумный, а на его место (можно мысленно представить себе) может прийти человек космического пространства, свободно (это трудно себе пока представить, так как парализует обыденное воображение) живущий в безвоздушном пространстве.

Таким образом, ученый как бы намечает предел эволюции, в который трудно поверить, исходя из обычных земных мерок (а иных мы пока не знаем), но который можно допустить как некую гипотетическую модель отдаленного будущего, если учесть бесконечность времени и отсутствие границ эволюции в условиях бесконечного пространства-времени. Как Циолковский представлял себе будущих представителей рода человеческого (которых так можно назвать лишь условно, так как эти существа будут иметь мало общего с современными людьми), или высших разумных существ? Ими должны быть почти бесплотные существа с легкими прозрачными крылышками для улавливания энергии Солнца. Крылья — необычный для человека и очень важный в новых условиях орган. В нем происходят процессы фотосинтеза. Существа свободного космоса, нарисованные фантазией Циолковского, не будут нуждаться ни в пище, ни в питье, ни в жилье, летая свободно и существуя безбедно. Они станут жителями Вселенной.

Конечно, все это легко назвать бесплодной фантазией и отбросить. Однако если встать на общебиологическую и эволюционную точки зрения (а именно на этих позициях мы и стоим), то в самых парадоксальных идеях Циолковского, как бы фантастичны они не казались, обязательно есть определенная доля истины (а полной, окончательной истины и быть не может), есть своя железная логика. Это своего рода модель возможной эволюции человека и человечества.

В самом деле, рассмотрим следующую логическую цепочку. Жизнь зародилась в гидросфере (водной среде).

Развиваясь, жизнь на Земле постепенно перешла сначала из водной среды в воздушную. Возникли наземные животные, а затем и человек. Из воздушной среды живое в лице хомо сапиенс на наших глазах переходит в космическую среду (сейчас этот процесс только начал). Почему бы, спросим мы, живым системам в лице далеких потомков человека — «животных космоса» не приспособиться к жизни в вакууме (в буквальном смысле слова) и не стать (продолжим нашу аналогию) «эфиродышащими» существами с замкнутым автотрофным циклом обменных процессов? Во всяком случае логических противоречий здесь никаких нет.

Этим путем пойдет эволюция или как-то иначе, никто пока сказать не может. Ясно одно: «живые существа космоса» (если бы таковые возникли), стоящие на неизмеримо более высокой ступени эволюции, чем мы, так же мало будут похожи на нас, как мы на водных предков всего живого на Земле.

Рассуждая так, мы неизбежно приходим к выводу о том, что любая цивилизация, которой оказалось бы под силу покорение космоса, стала бы в конце концов в корне отличной от теперешней нашей земной. Отрицать это — значит отрицать идею развития в отношении биологических систем, частным случаем которых мы являемся. Гениальность Циолковского в данном случае (помимо всех других) состоит в приложении идеи развития природы вообще к биологии развития человека разумного. Именно в этом случае оказывается, что человек — это не застывший вид и у него как биологического вида есть перспектива развития.

Соразмеряясь с современным уровнем науки и техники, советские ученые продолжают и развивают эту концепцию. Циолковский заглянул в будущее и указал отдаленную перспективу, а пока специалисты обсуждают и разрабатывают вполне реальные шаги по освоению космоса. При этом в поле зрения современной науки находятся уже не только такие вопросы, как, скажем, возможности человека и техники в космических исследованиях в ближнем космосе, но и поиски рациональных путей проникновения в дальний космос, на планеты Солнечной системы, выявление оптимальных для заселения зон околосолнечного и даже галактического пространства.

Земля расположена в Галактике, которую мы обычно называем Млечный Путь, на ее окраине — примерно на расстоянии двух третей от ее центра. Плотность звездного вещества в центре галактики в несколько миллионов раз выше, чем на периферии. Поэтому уже сейчас ясно, что центральные ее области не пригодны для колонизации.

Несмотря на то что человек вышел в космос, он по своим основным биологическим параметрам мало чем отличается от человека палеолита. В связи с обживанием ближнего космоса не предвидится изменения его биологической эволюции, связанной, например, с мутацией. Пока не удалось обнаружить мутагенного действия невесомости, и главным фактором такого рода будет, вероятно, космическая радиация. Однако полеты отдельных людей не скажутся на популяции.

При длительном пребывании в невесомости (в будущих эфирных городах) появятся изменения внешнего вида и некоторых функциональных характеристик человека (работа мышц, сердечно-сосудистой системы и т. д.).

Уже в XXI веке прогнозируют первый межзвездный полет. Если он укладывается в нормальные сроки человеческой жизни (без возвращения, правда, на Землю) — приблизительно в 50 лет, то колонизация Галактики займет по расчетам от 2 до 4×10^6 лет. Такова примерно и длительность становления рода хомо сапиенс. Это большой срок с точки зрения индивидуальной человеческой жизни, но он не имеет решающего значения в условиях эволюции человечества. Таковы научные перспективы, в целом подтверждающие идеи К. Э. Циолковского о заселении Вселенной. Они осуществляются (пусть даже и в очень далеком будущем) лишь при одном важном условии: если человечество пойдет по мирному пути развития всех народов, населяющих нашу планету.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алякринский Б. С. Степанова С. И. По закону ритма.— М.: Наука, 1985.
2. Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения.— М.: Наука, 1965.
3. Газенко О. Г., Пестов И. Д., Макаров В. И. Человечество и космос.— М.: Наука, 1987.
4. Горбов Ф. Д., Лебедев В. И. Психоневрологические аспекты труда операторов.— М.: Медицина, 1975.
5. Григорьев Ю. Г. Радиационная безопасность космических полетов.— М.: Атомиздат, 1975.
6. Гуровский Н. Н., Космолинский Ф. П., Мельников Л. Н. Проектирование условий жизни и работы космонавтов.— М.: Машиностроение, 1985.
7. Деятельность космонавтов в полете и повышение ее эффективности / Под ред. Г. Т. Берегового, Л. С. Хачатурянца.— М.: Машиностроение, 1981.
8. Душков Б. А., Ломов Б. Ф., Рубахин В. Ф. Основы инженерной психологии.— М.: Высшая школа, 1986.
9. Коваленко Е. А., Гуровский Н. Н. Гипокинезия.— М.: Медицина, 1980.
10. Космолинский Ф. П. Эмоциональный стресс при работе в экстремальных условиях.— М.: Медицина, 1976.
11. Космолинский Ф. П. Физическая культура и работоспособность.— М.: Знание, 1983.
12. Кузнецов О. Н., Лебедев В. И. Психология и психопатология одиночества.— М.: Медицина, 1972.
13. Леонов А. А., Лебедев В. И. Психологические особенности деятельности космонавтов.— М.: Наука, 1971.
14. Мельников Л. Н. Программы, алгоритмы, конструкции: Синтез цвета и музыки.— М.: Наука, 1980.
15. Мельников Л. Н., Космолинский Ф. П. Цвет и свет на производстве.— М.: Экономика, 1972.
16. Очерки психофизиологии труда космонавтов / Под ред. Н. Н. Гуровского.— М.: Медицина, 1966.
17. Очерки по космической физиологии / В. В. Парин, Р. М. Баевский, М. Д. Емельянов, И. М. Хазен.— М.: Медицина, 1967.
18. Парин В. В., Космолинский Ф. П., Душков Б. А. Космическая биология и медицина.— М.: Просвещение, 1975.
19. Рудный Н., Юдин И. ...А сердце летит с тобой.— М.: Советская Россия, 1984.
20. Циолковский К. Э. Вне Земли.— М., 1958.
21. Циолковский К. Э. Собр. соч.— М.: Наука, 1964.— Т. IV: Естествознание и техника.
22. Чижевский А. Л. Земное эхо солнечных бурь.— М.: Мысль, 1976.
23. Школенко Ю. Космический век.— М.: Молодая гвардия, 1986.

СОДЕРЖАНИЕ

Глава 1	
Полеты на «небо»: от мечты к реальности	
	3

Глава 2	
«Пленка жизни» планеты	
	16

Глава 3	
Первые проблемы. Космическая экология.	
	34

Глава 4	
Коварный враг	
	45

Глава 5	
Профессия — космонавт	
	65

Глава 6	
Жизнь на орбите	
	83

Глава 7	
Из глубин Вселенной	
	109

Глава 8	
Твои возможности, человек!	
	119

Глава 9	
Биологические часы в длительном полете	
	131

Глава 10	
Космический дизайн	
	152

Глава 11	
Краски, ритмы и звуки Земли в межпланетном полете	
	164

Глава 12	
Сеанс на юпитерианском корабле	
	174

Глава 13	
Эфирные города и высшие разумные существа космоса	
	183

Использованная литература	
	190

Научно-популярное издание

КОСМИЧЕСКИЕ ПУТЕШЕСТВИЯ

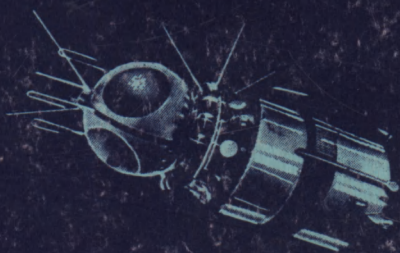
Редактор Н. Феоктистова
Главный отраслевой редактор А. Нелюбов
Мл. редактор Н. Карячкина
Художник Н. Беляева
Худож. редактор М. Бабичева
Техн. редактор Н. Клецкая
Корректор С. Ткаченко

ИБ № 10025

Сдано в набор 27. 06. 88. Подписано к печати 17. 11. 88. А 13880.
Формат бумаги 84×108 1/32. Бумага типографская № 1. Гарнитура
литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10,08. Усл. кр.-отт.
10,29. Уч.-изд. л. 10,51. Тираж 65 000 экз. Зак. 8—274. Цена
60 к. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр,
проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 896702.
Полиграфкомбинат ЦК ЛКСМ Украины «Молодь» ордена Тру-
дового Красного Знамени ИПО ЦК ВЛКСМ «Молодая гвардия».
252119 Киев, ул. Пархоменко, 38—44.



Н. Н. ГУРОВСКИЙ, Ф. П. КОСМОЛИНСКИЙ, Л. Н. МЕЛЬНИКОВ
КОСМИЧЕСКИЕ ПУТЕШЕСТВИЯ



ЗНАНИЕ