

ПРЕДИСЛОВИЕ

*Посвящаем эту книгу пятидесятилетию
Великой Октябрьской Социалистической Революции
Авторы*

Вниманию читателей предлагается совместный труд двух авторов - летчика-космонавта А. А. Леонова и врача В. И. Лебедева, посвященный рассмотрению некоторых психофизиологических проблем восприятия пространства та времени в условиях космического полета.

Десять лет, прошедших с начала космической эры, ознаменовавшегося запуском в нашей стране первого искусственного спутника Земли, богаты замечательными свершениями в области изучения и освоения космического пространства.

Неизмеримо расширились наши представления о природе окружающего нас пространства, о Луне и планетах Солнечной системы. Космическая биология добилась выдающихся успехов в изучении особенностей и характера влияния внешних факторов космической среды и полетов на ракетных аппаратах на различные живые организмы. За поразительно короткий отрезок времени были накоплены фундаментальные научные факты, позволившие разработать средства и методы, обеспечивающие возможность полета в космос человека. Вскоре, 12 апреля 1961 г., первым полетом на корабле «Восток» Ю. А. Гагарина открылись ни с чем не сравнимые возможности изучения человеком космоса.

Последовавшие затем полеты советских и американских космонавтов позволили получить ценнейшие научные данные в отношении как физики космического пространства, так и реакций человека на необычные для него условия среды.

Однако каждый новый шаг порождает новые проблемы, ставил перед учеными массу новых и сложных задач. К их числу, бесспорно, относится комплекс психофизиологических проблем, связанных с полетом человека на космических летательных аппаратах.

Читатель, по видимому, согласится с тем, что изучение психофизиологии человека само по себе представляет исключительно сложную область науки. Тем более сложным является изучение этой проблемы в условиях космического полета.

Не случайно, что именно в этой области возникло немало сомнений: сможет ли человек нормально реагировать на необычные условия космического полета, сохраняются ли его функциональные возможности, сможет ли он адекватно воспринимать события в окружающем его мире?

От правильного решения этих и многих других вопросов зависела, так сказать, стратегия и тактика будущих полетов человека, общего направления космических исследований.

Ю. А. Гагарин, Г. С. Титов и их коллеги уверенно справились с поставленными перед ними задачами управления космическими аппаратами и осуществления программы научных исследований. Вместе с тем специалисты в области космической медицины проявили разумную осторожность и от полета к полету расширяли и углубляли исследование психофизиологических реакций космонавтов, обращая внимание на самые, казалось бы, незначительные и малоприметные изменения в их реакциях.

Исключительно важно было не только возможно полно представить себе всю феноменологию явлений, но и на основе тщательного анализа выявленных особенностей реакций иметь возможность построить прогноз на будущее с учетом возрастания сложности и длительности космических путешествий.

Авторы этой книги в доступной и популярной форме знакомят читателей с накопленными к настоящему времени научными данными. Они затрагивают многие вопросы психофизиологии человека в космическом полете, во основное внимание уделяют восприятию пространства и «отсчету» времени.

Эта книга — не обзор литературы по затронутой проблеме, и отбор материала в известной мере субъективен. Однако читатель получит достаточно полное представление о вопросе на современном уровне знаний. Авторы по ходу изложения ставят перед читателем новые вопросы, намечают интересные и важные проблемы для будущих поисков.

Бесспорный интерес представляют мысли и впечатления одного из авторов — летчика-космонавта А. А. Леонова, — первым осуществившего выход из космического корабля. Это придает книге документальность и свежесть изложения.

Возможно, что читатель найдет здесь опорные и дискуссионные положения или вопросы, которые освещены недостаточно полно. Это не беда; можно надеяться, что настоящая книга послужит толчком для дальнейшей и более детальной разработки поставленной здесь очень важной проблемы.

Член-корреспондент АН СССР профессор О. Г. Газенко

[Далее...](#)

*Ум человеческий открыл много
диковенного в природе и откроет еще больше,
увеличивая тем самым свою власть над ней.
В. И. Ленин*

Орбитальные полеты советских и американских космонавтов воочию показали, что человечество стоит на пороге проникновения в глубины Вселенной. Ближайшими этапами в освоении космоса являются, очевидно, высадка людей на Луне и полеты к некоторым планетам Солнечной системы. Такие полеты возможны при помощи ракет, работающих на химическом горючем, не говоря уже о межпланетных кораблях с ядерными энергетическими установками.

Для выполнения столь грандиозных замыслов в первую очередь потребуется создание орбитальных околоземных станций. При этом не обойтись без решения задач управления сближением и стыковой выведенных на монтажную орбиту блоков, налаживания сварочных и других технологических и производственных операций в космическом пространстве.

Пилотируемый тяжелый межпланетный корабль с его оборудованием будет представлять собой сложную многоконтурную систему управления с участием человека. Основные функции космонавтов здесь будут заключаться в выполнении задач по регулированию работы различных устройств и их комплексов, задач космической навигации, коррекции траектории полета, подготовки посадки на то или иное небесное тело и т. д. Кроме того, членам экипажа межпланетного корабля придется вести широкий комплекс научных исследований, в частности заниматься астрономическими наблюдениями.

На обследуемой планете космонавты должны будут передвигаться на местности, осуществлять в необычной обстановке разнообразные операции. Наконец, потребуется обеспечить возвращение на околоземную орбиту и сход с нее для посадки на Землю.

Все это предполагает умение космонавтов ориентироваться в пространстве и во времени в самых непривычных условиях, тем более, что авиационная практика знает многочисленные примеры летных катастроф из-за иллюзорного восприятия летчиком пространственных взаимоотношений реальных объектов, а также из-за несоответствующего временного распределения им своих действий. Отсюда актуальное значение всемерной разработки проблем, связанных с возможностью правильного отражения человеческим мозгом пространственных и временных характеристик действительности вне Земли и с реализацией такой возможности.

В. И. Ленин в работе «Материализм и эмпириокритицизм» писал: «Если ощущения времени и пространства могут дать человеку биологически целесообразную ориентировку, то исключительно под тем условием, чтобы эти ощущения отражали объективную реальность вне человека: человек не мог бы биологически приспособиться к среде, если бы его ощущения не давали ему объективно-правильного представления о ней» (т. 18, стр. 185). Из этого тезиса следует, что правильное отражение предметов неразрывно связано с адекватным отражением их пространственно-временных признаков и отношений. В то же время в ленинском конспекте книги Л. Фейербаха «Лекции о сущности религии» отмечена мысль автора, согласно которой у человека как раз столько органов чувств, сколько именно необходимо, чтобы воспринимать мир в его целостности, в его совокупности». При этом на полях конспекта В. И. Ленин поставил следующий вопрос: «Если бы человек имел больше чувств, открыл ли бы он больше вещей в мире?» и здесь же ответил: «Нет» (т. 29, стр. 51–52). Иными словами, с точки зрения марксистской гносеологии, наша сенсорная организация достаточна для того, чтобы мы могли познавать объективную истину. Однако до сих пор этот вывод строился, так сказать, на чисто земном материале. С возникновением и развитием практической космонавтики появилась необходимость проверки его в космических условиях.

Известно, что все живые существа, населяющие нашу планету, развились и постоянно находятся под воздействием ряда специфически земных факторов. К ним прежде всего нужно отнести атмосферу Земли, суточную и годовую периодичность, определенные магнитное и гравитационное поля. Если говорить, например, о силе земного тяготения, то ее влияние сказалось не только на ряде физиологических функций, на величине и форме животных, но и на психофизиологических механизмах отражения внешнего мира, в том числе и пространственно-временных отношений. Таким образом, центральная нервная система человека, ее структура и функции, в частности механизмы правильного восприятия пространственных и временных свойств объектов, сложились и упрочились в результате длительного эволюционного развития в специфически земных условиях и соответствуют им.

Однако вполне вероятно, что в принципиально иных условиях эволюционного развития сенсорная (вообще психофизиологическая) организация живых существ, необходимая для адекватного отражения действительности, построена по-другому. По свидетельству А. Е. Магарам (1960, стр. 59), В. И. Ленин в беседе с ним высказывал мысль о допустимости того, что на планетах Солнечной системы и в других местах Вселенной существует жизнь и обитают разумные существа и что в зависимости от силы тяготения данной планеты и других условий эти разумные существа воспринимают мир другими органами чувств.

Детальная разработка подобной проблематики — дело будущего, когда с развитием космонавтики и ряда других отраслей науки и техники появится возможность непосредственного изучения внеземных форм живых организмов, а также возможность контактов с внеземными цивилизациями. В настоящее же время речь идет о решении несколько иной задачи, имеющей уже сегодня не только важное теоретическое и мировоззренческое значение, но и огромную практическую ценность. Вопрос стоит так: насколько и как будет обеспечивать адекватное отражение действительности, в том числе пространственных и временных отношений, психофизиологическая организация земного человека в условиях космоса и космического полета, к которым она исторически не приспособлена?

В предлагаемой книге авторы в меру своих сил и возможностей сделали попытку обобщить некоторые литературные данные, экспериментальный материал и опыт орбитальных полетов на космических кораблях-спутниках, помогающие внести определенный вклад в поиски ответа на этот вопрос. Мы надеемся, что данная попытка привлечет внимание широких кругов философов, психологов, физиологов и других специалистов к освещаемым нами проблемам.

[Далее...](#)

*Личность всегда главное; человеческая
личность всегда должна быть крепка,
как скала, ибо на ней все строится.
И.С.Тергенев*

Прежде чем останавливаться на вопросах ориентации человека в пространстве и времени вне Земли (и в соответствующих модельных условиях), имеет смысл хотя бы кратко осветить некоторые особенности динамики полета космических летательных аппаратов и роли космонавта в системе «человек — космический корабль».

Динамика полета космических летательных аппаратов

При управлении тем или другим средством транспорта всегда учитывается среда, в которой происходит движение, и силы, воздействующие на объект управления. На Земле существенной является сила трения о земную поверхность или о воду. Из-за этого при остановке двигателей поступательное движение автомобиля, теплохода, подводной лодки и т. д. после прохождения небольшого расстояния «по инерции» быстро прекращается. В итоге работа двигательных установок оказывается необходимой на всем пути следования. Расчеты показывают, что для земных транспортных средств затраты энергии возрастают пропорционально увеличению длины пути. Силы же инерции, которые приходится преодолевать при разгонах, поворотах и остановках, составляют небольшой процент по сравнению с общим расходом энергии при передвижении.

В космических полетах основные энергетические затраты падают на преодоление сил инерции и гравитации. С трением же приходится иметь дело главным образом лишь при полете в плотных слоях атмосферы. Поэтому роль ракетных двигателей заключается в значительной мере в том, чтобы сообщить космическому кораблю определенную скорость, необходимую для преодоления силы тяжести планеты, и вывести его на орбиту или на межпланетную трассу, или на посадку. Затем (если не считать посадки и подвода к ней) космический аппарат перемещается с выключенными двигателями по инерции. Такой полет идет по законам небесной механики, в частности по ньютоновскому закону всемирного тяготения.

По мере удаления от планетного тела сила притяжения, действующая на космический корабль, быстро убывает, а с приближением к другому небесному телу — столь же быстро возрастает. Очевидно, в пространстве имеется ряд точек, где гравитационное воздействие на космический аппарат со стороны каждого из обоих тел будет одинаковым. Эти точки образуют определенную поверхность, которая является границей области преобладания притяжения одного космического тела над притяжением другого. Для системы Земля — Луна, например, точки равных притяжений находятся на расстоянии 38 321 км от Луны и 346 079 км от Земли. Представим теперь полет космического корабля с Земли к какой-нибудь планете Солнечной системы. Поскольку после старта корабль должен иметь скорость, не меньшую второй космической, его движение будет происходить вначале по параболической или гиперболической орбите относительно Земли под действием в основном земного гравитационного поля. Затем характер траектории станет определяться преимущественно силой солнечного притяжения, а влияние планетных тел приведет лишь к небольшим возмущениям. Наконец, при приближении к планете-цели преобладающим окажется ее гравитационное воздействие. В общем расчеты траекторий космического корабля связаны с решением сложнейшей задачи нескольких небесных тел (скажем, Земля — корабль — Солнце — Венера), и реализация этих траекторий в полете потребует от космонавтов, несмотря на обилие автоматики, напряженной работы, немыслимой без достаточно адекватной пространственно-временной ориентировки.

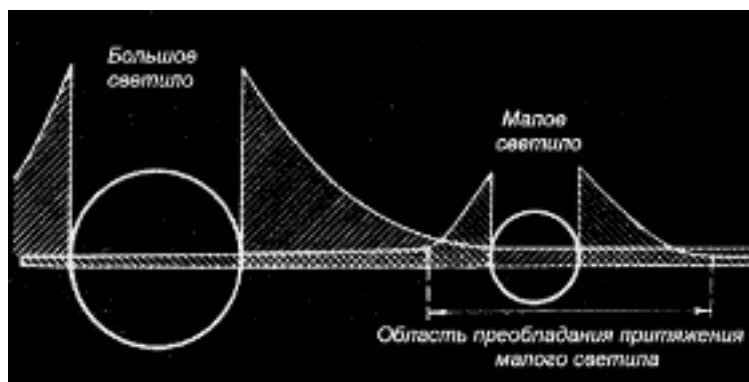


Рис. 1 Области преобладания притяжения каждого из двух гравитационно-взаимодействующих планетных тел в данном случае большого и малого

Следует отметить, что огромные скорости перемещения космических кораблей в пространстве, исключительная сложность задач по расчету и реализации траекторий полета и ряд других обстоятельств вызвали в свое время у многих зарубежных ученых скептическое отношение к возможностям успешной деятельности человека в этих условиях и фетишизацию возможностей автоматической аппаратуры. Но уже в первом американском орбитальном космическом полете космонавту Гленну в связи с отказом автоматики пришлось приземлять корабль по ручному циклу. В своем отчете Гленн подчеркнул, что «на человека можно возложить большие обязанности по управлению космическим кораблем, чем было запланировано». Во многих областях безопасности возвращения человека может зависеть от его действий. Хотя в проекте «Меркурий» подобные положения не учитывались, однако и в этом проекте космонавт никогда не считался пассивным пассажиром. Даже там, где необходимы автоматические системы, благодаря присутствию человека надежность работы их значительно повышается. Полет на «Френдшип-7» является хорошим тому примером. Корабль мог и не пролететь по трем виткам и не вернуться на Землю, если бы не было человека на борту». Отказ автоматики имел место и на советском космическом корабле «Восход-2», ввиду чего его командир П. И. Беляев воспользовался ручным управлением. Он достаточно точно сориентировал корабль и включил тормозную двигательную установку в расчетное время.

Эти и другие факты убедительно показали, что какой бы ни была степень автоматизации на космическом корабле, руководящая и организующая роль в управлении им остается за человеком. Тем более усилится данная роль с дальнейшим все более серьезным усложнением задач, которые будут вставать перед космонавтами в связи с развитием всего комплекса работ по освоению космоса. Чем больше отважные космопроходцы будут находиться вне нашей планеты и чем дальше они будут проникать в космические просторы, тем чаще им придется сталкиваться с непредвиденными ситуациями и явлениями, требующими достаточно быстрой и правильной

реакции, в том числе и в области управления космической техникой. При этом далеко не всегда окажется возможным получение необходимых команд, советов, консультаций и т.д. (особенно своевременных) с Земли. Не говоря уже о вполне мыслимых случаях перерыва или потери связи космического корабля с наземным центром руководства полетом, придется считать с фактом псе увеличивающейся с расстоянием временной задержки между моментом посылки информации на Землю и моментом приема ответной информации с Земли. Для Луны такая задержка составит около 2,5 сек., а для Венеры уже около 5 мин. И это — не считая времени, требуемого для выработки самого ответа на запрос космонавтов. Понятно, что никакое кибернетическое устройство не в состоянии заменить творческий интеллект и интуицию человека, без которых нельзя обойтись при решении и тем более — совершенно самостоятельном и весьма оперативном решении задач по управлению космическим кораблем в непредвиденных условиях.

Из всего сказанного, очевидно, следует, что нужно не противопоставлять автоматические средства человеку или человека автоматическим устройствам, а находить наиболее рациональные пути и способы комплексного использования человеческих возможностей и автоматической техники.

Сопряжение человека и машины Исследование системы «человек — машина» может проводиться и проводится в разных аспектах. Важное место здесь принадлежит инженерной психологии, классическим объектом которой является деятельность человека в системах контроля и управления, точнее, **взаимодействие человека и машины** в таких системах. При этом, разумеется, надо учитывать, что работа последней и трудовая деятельность первого качественно различны. Человек, преобразуя природу, осуществляет достижение сознательно поставленных целей, тогда как машины есть лишь «исполнители» его воли, орудия его труда.

Психофизиологические процессы также принципиально отличаются от процессов, протекающих в автоматических устройствах. И все же в деятельности человека и работе машины можно найти ряд общих моментов и черт, позволяющих сравнить возможности того и другого компонента системы.

Рассмотрим с позиций инженерной психологии, какие функции человек как звено в системе управления может выполнить лучше машины, а какие — хуже.

Чтобы управлять космическим кораблем, человек должен определенным образом воспринимать окружающую его обстановку, осмысливать полученную информацию и соответственно воздействовать на органы управления космическим летательным аппаратом. Между тем исследования показывают, что для прохождения нервного возбуждения от органов чувств к мозгу, переработки информации и ответной двигательной реакции требуется известно время. Небезынтересно в этом плане событие, происшедшее в конце XVIII столетия, событие, от которого ведет свое начало истории изучения психомоторных реакций.

В 1795 году директор Гринвичской обсерватории Маскелли уволил астронома Киннбрука, так как он с опозданием на полсекунды отмечал прохождение звезд через меридиан. Ошибки Киннбрука в наблюдениях Маскеллин установил сравнением его данных со своими, которые считал непогрешимыми. Однако через 30 лет после этого случая немецкий астроном Бессел обнаружил, что неточно отмечают время прохождения звезд через меридиан все наблюдатели, в том числе и Маскеллин. Было выяснено, что у каждого из них есть свое среднее время запаздывания. Это время с тех пор учитывается в астрономических вычислениях в виде коэффициента, получившего название «личного уравнения».

Время простой двигательной реакции, т. е. время от момента появления сигнала до момента начала двигательного ответа на него, впервые было измерено Гельмгольцем в 1850 г. Оно оказалось различным у разных людей (от 0,1 до 0,2 сек.). В случаях же незначительного усложнения эксперимента, например, когда требуется нажать кнопку в ответ на вспыхивание лампочки определенного цвета из нескольких, время двигательной реакции значительно возрастает — до 0,5 сек. и более.

Недостаточность быстроты психофизиологических реакций человека стала особенно заметно сказываться при управлении реактивными самолетами. Так, при скорости полета, вдвое превышающей звуковую, перед самолетом появляется «слепое» расстояние, которое не воспринимается летчиком. Предметы впереди, кажущиеся ему еще удаленными на 100 м, на самом деле находятся уже рядом. Если два пилота будут лететь навстречу друг другу каждый с такой скоростью, причем один из них появится из облаков, то они вообще не увидят друг друга на расстоянии менее 200 м.

Большой опыт авиационной практики и соответствующий экспериментальный материал свидетельствуют, что для оценки обычной ситуации в полете на реактивном самолете требуется примерно 1,5 – 2 сек. За такое время орбитальный космический корабль пролетит около 16 км. На первый взгляд кажется, что при такой скорости, не говоря уже о большей, космонавты вообще не могут реагировать на многие события, происходящие в космическом пространстве. Но это не совсем так.

Если мы смотрим из окна идущего поезда на насыпь, то нам видны лишь сплошные сливающиеся линии. Постепенно перенося взгляд дальше от окна, можно различить три зоны: слияния, мелькания и ясного видения отдельных предметов. Граница между первой и второй зонами помогает опытному летчику определить расстояние до Земли при посадке самолета.

Чем ближе будет космонавт пролетать над Землей, тем меньше у него останется возможностей реагировать на воспринимаемые объекты. С высоты же 200 – 400 км Земля из иллюминатора корабля кажется медленно плывущей. В межпланетном полете ощущение скорости у космонавта вообще исчезнет. Однообразная картина предстанет перед ним. В одном иллюминаторе он увидит яркие немигающие звезды на фоне черного, как тушь, неба, в другом — ослепительно яркий диск незаходящего Солнца. Несмотря на движение с космической скоростью, все будет восприниматься застывшим и неподвижным. Таким образом, у космонавтов появится даже «избыток» времени при удалении корабля от небесных тел. Наоборот, при сближении с каким-либо небесным телом или с Землей будет возникать временной «дефицит». В этих случаях на помощь человеку придут автоматические средства. Специальная аппаратура, воспринимающая определенные сигналы из окружающей среды и передающая соответствующие команды исполнительным механизмам корабля, позволит ускорить реагирование на изменение обстановки в десятки и сотни раз.

Для «выдачи» той или другой команды полученная от воспринимающего прибора информация должна быть переработана. Автоматические устройства могут справиться с такой задачей опять-таки гораздо быстрее человека, даже при условии значительной ее сложности. В последнем случае машина в состоянии сделать целую серию выводов из определенных предположений, отвергая неправильные или не лучшие для данной ситуации. Кибернетические устройства способны также выдавать и некоторые прогнозы на основе полученной и переработанной ими информации. Однако все это совершается лишь при условии введения в машину созданных человеком программ и в рамках этих программ. Если автомат встретится с каким-либо явлением или классом явлений, не предусмотренными программой, то он ничем не поможет человеку. Точно так же кибернетическая машина не может осуществлять такие операции по переработке информации, тип которых не предопределен в конечном счете ее конструктором. Короче говоря, огромная скорость кибернетической техники как в «восприятии», так и в переработке информационных потоков отнюдь не компенсирует совершенно недостаточную «сообразительность» и «находчивость» автоматов, особенно при столкновении с принципиально новыми событиями, процессами, объектами и т. д., которых в космосе должно быть особенно много. Здесь преимущества явно на стороне человека, который может проанализировать ранее не встречавшуюся ситуацию и дать ей правильную интерпретацию.

В роли исполнителя команд человек также характеризуется большой пластичностью. Пользуясь одним и тем же двигательным аппаратом, он в состоянии выполнять самые разнообразные действия. В отличие от машины человек хорошо приспосабливается к управлению и может практически неограниченно улучшать это качество посредством учебы (тренировок), в то время как степень приспособляемости автоматической техники заложена в ее конструкции и увеличивается пока в общем незначительно. Как правило,

существующие автоматические регуляторы строго специализированы. Человек же при некотором обучении с одинаковым успехом может осуществлять регулирующие функции во многих системах управления, сколь бы различными ни были их функциональные и структурные схемы. Он в состоянии сравнительно легко и часто менять программы, по которым должно совершаться регулирование. Он также способен в случаях тех или иных нарушений переходить от одного способа выполнения своих функций в системах управления к другим. Машина же в такой ситуации перестает работать или допускает грубые ошибки.

Правда, человек подвержен усталости и скуке, что влечет за собой снижение качества работы при управлении кораблем, а такие психические состояния, как страх, растерянность, паника и т. д., могут повлечь за собой аварийную ситуацию и гибель людей. Машины лишены этих недостатков. Они, как правило, обладают большей устойчивостью по отношению к внешней среде и ее изменениям. И все же использование человека в качестве оператора в автоматической системе не только целесообразно, но и необходимо, что подтверждается специальными экспериментами.

Так, американскими исследователями было проведено сравнение надежности работы бортовых систем космического корабля, полностью автоматизированных (с двойным, тройным, четырех— и пятикратным дублированием), а также включающих оператора. Вначале работа всех пяти систем была одинаково надежна. Но уже на четвертый день имитированного полета намечилось расхождение кривых по этому признаку. К концу 14-дневного периода надежность систем с двух-, трех— и четырехкратным дублированием не могла считаться удовлетворительной, а с пятикратным дублированием не была достаточно высокой. За то же время надежность работы системы, включавшей космонавта, мало изменилась и оказалась выше, чем у других систем. К тому же и вес ее был меньше веса последних, что для космических кораблей с их жесткими весовыми лимитами весьма существенно. Из всего сказанного пришлось сделать вывод о том, что использование космонавта в качестве оператора наиболее выгодно, эффективно и технически прогрессивно.

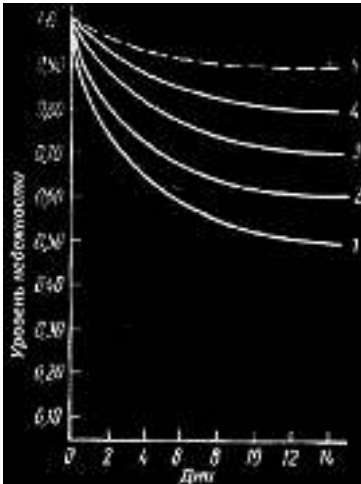


Рис.2 Изменение надежности систем управления космических кораблей, полностью автоматизированных (с двух-, трех-, четырех- и пятикратным дублированием; кривые 1 - 4) и включающих человека (кривая 5)

Таким образом, человек с помощью разнообразных автоматических средств в состоянии точнее и надежнее, чем одни только автоматы, вывести космический корабль на заданную орбиту, скорректировать траекторию полета, выбрать наиболее подходящий участок для посадки на небесном теле и т. д. Отсюда необходимость оптимального сопряжения космонавта и космической автоматической техники, включения их в единую систему управления. Наиболее же рациональное сочетание возможностей человека и машины мыслимо только в том случае, если уже при проектировании космических кораблей будут в комплексе учитываться психофизиологические свойства оператора и технические характеристики автоматов.

[Далее...](#)

КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

Космонавт как оператор в системе «человек-космический корабль»

Профессиональный труд космонавта представляет собой разновидность операторского труда с использованием высокоавтоматизированной техники.

Всю совокупность воздействий, оказываемых человеком на космический корабль с его системами, можно разделить на две большие группы: регулирующие и управляющие воздействия. Первые имеют целью поддержание каких-либо параметров, например температуры или давления в кабине в определенных пределах. Управляющие же воздействия направлены на выполнение той или иной программы (например, изменения орбиты летательного аппарата на определенном участке космического пространства). Для того чтобы дать хотя бы некоторое представление о весьма сложной и многоконтурной системе управления космического корабля, остановимся коротко на его устройстве.

Космический корабль-спутник «Восток» состоит из двух основных частей: кабины, в которой размещаются космонавт, оборудование для обеспечения жизнедеятельности, система приземления, и приборного отсека с тормозным двигателем и некоторыми другими устройствами.

Кабина имеет три иллюминатора, в которые вставлены жаропрочные стекла. Это позволяет вести наблюдения даже во время возвращения на Землю, когда от нагрева в плотных слоях атмосферы начинает гореть слой тепловой защиты корабля. Иллюминаторы могут закрываться шторками, защищающими глаза от прямых солнечных лучей.

Космонавт находится в специальном кресле, в котором есть запас кислорода и устройство для вентиляции скафандра. Опорные поверхности кресла выложены мягким поролоном, а само оно снабжено парашютной системой для катапультирования. Для обеспечения космонавта нормальным воздухом на корабле размещена система регенерации и кондиционирования, автоматически поддерживающая заданные параметры содержания кислорода, углекислого газа, температуры и влажности. При желании (или необходимости) регулировку этих параметров можно осуществлять вручную.

Приборы, показывающие влажность, температуру, давление газовый состав воздуха, расположены в поле зрения космонавта, на приборной доске. Здесь же размещены и сигнализаторы — трафаретные надписи, вспыхивающие при прохождении команд, возникновении неполадок и т. д. Из всех приборов на доске выделяется индикатор местоположения корабля и места посадки. Он представляет собой глобус, вращающийся относительно двух осей со скоростью, соответствующей скорости вращения Земли и угловой скорости движения корабля в плоскости орбиты относительно на шей планеты. Этот прибор позволяет космонавту в любой момент знать о своем местонахождении и определять место посадки при включении тормозного двигателя в данный момент времени.

Таким образом, устройства индикации и сигнализации обеспечивают космонавта необходимой информацией о режиме полета корабля и работе его систем.

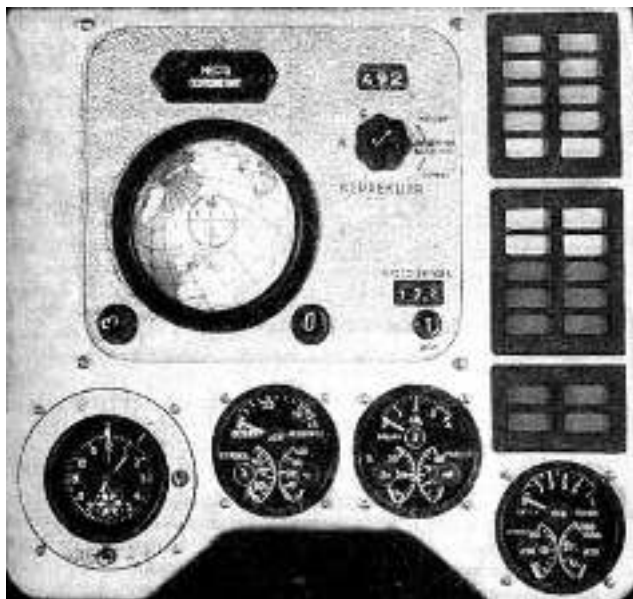


Рис. 3 Приборная доска космического корабля «Восток».

Система управления кораблем включает в себя панель информации (т. е. приборную доску), пульт управления, систему автоматического регулирования — САР (см. рис.4). Штриховыми линиями на приводимой схеме изображены управляющие воздействия на объект и потоки информации об их результатах (агрегат включен — выключен и т. д.). Сплошные линии обозначают регулирующие воздействия, а также передачу информации об изменениях регулируемых параметров. В данной системе функции регулирования в нормальных условиях полета выполняются автоматически. Соответствующая информация поступает на приборную доску, но, не требуя обычно от оператора ответных реакций, как бы утрачивает свою сигнальную роль. Кроме того, она носит весьма монотонный характер. Однако в моменты, когда САР не справляется с поддержанием параметров на требуемом уровне, оператор должен активно вмешиваться в процесс управления.

На пульте управления находятся тумблеры и переключатели для управления шторками и фильтрами иллюминаторов, регулирования температуры и влажности в кабине и т. п., а также ручка ручной ориентации корабля, включатель ручного управления и тормозного двигателя.

Точная ориентация космического корабля в пространстве, как стабилизация его в определенном положении, необходимы для благополучного возвращения на Землю. В противном случае при включении тормозной двигательной установки орбита полета может измениться нежелательным образом, и космический аппарат превратится в долго обращающийся спутник нашей планеты. Ориентация и стабилизация корабля производятся автоматически, но могут осуществляться и космонавтом (при желании или при отказе автоматики). Как известно, впервые ручную ориентацию космического аппарата в полете

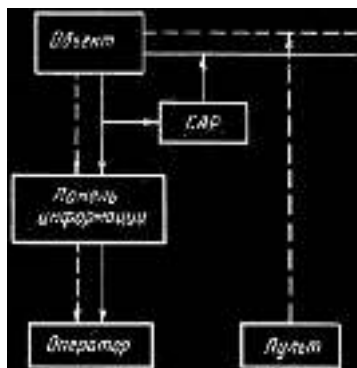


Рис.4 Схема управления космическим кораблем «Восток».

произвел Г. С. Титов. В своем отчете он рассказал по этому доводу следующее: «Через час полета, прорезая темную-претемную ночь, я, как и было намечено планом работы, включил ручное управление кораблем. Признаться, это было сделано не без внутреннего волнения: ведь еще ни один человек в мире не заставлял повиноваться своей воле космический корабль. Подчинится ли он движениям моих рук? — подумал я и решительно положил руку на пульт управления. «Восток-2» выполнил мои желания. Управлять космическим кораблем оказалось легко. Его можно было ориентировать в любом заданном положении»

Понятно, что при ручном управлении космонавт непрерывно осуществляет соответствующие функции. Каждый сигнал отклонения от заданного параметра непосредственно вызывает ответно действие оператора. Эффективность работы человека постоянно сверяется и корректируется по принципу обратной связи, т. е. тем изменениям, которые этой работой вызываются.

Система ручной ориентации корабля «Восток» состоит из оптического ориентатора, ручки управления, обеспечивающей управление по трем осям — курсу, тангажу и крену, датчиков угловой скорости и других элементов.

Через оптический ориентатор космонавт определяет положение корабля по отношению к Земле. Этот прибор установлен на одном из иллюминаторов кабины. При правильной ориентации корабля относительно вертикали космонавт видит изображение горизонта в виде кольца. Через центральную же часть иллюминатора он просматривает находящийся под ним участок земной поверхности. Положение продольной оси корабля по отношению к направлению полета определяется по «бегу» земной поверхности в поле зрения ориентатора. При отклонении от вертикали, а также при отклонении продольной оси корабля от направления полета космонавт, действуя ручкой управления, посылает команды на вход датчиков угловой скорости. Последние формируют сигналы, которые подаются на активные двигатели ориентации и включают их. В результате возникает вращение корабля. Как только скорость его достигает заданной величины, двигатель выключается и поворот продолжается по инерции. Когда корабль доходит до определенного положения, космонавт отпускает ручку. Это приводит к появлению управляющего сигнала, включающего реактивный двигатель на уменьшение скорости вращения. При снижении ее до нужной величины двигатель выключается.

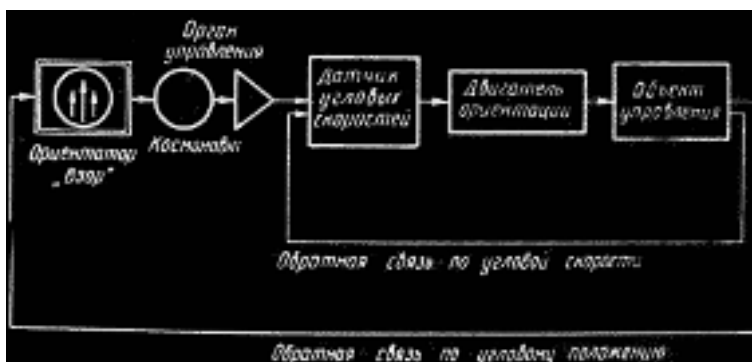


Рис. 5. Блок-схема системы ручной ориентации космического корабля «Восток».

Процесс ручного управления угловым положением корабля с психофизиологической точки зрения значительно отличается от аналогичной работы пилота самолета. Самолет сравнительно быстро реагирует на управляющие воздействия, тогда как космический корабль обладает значительной инерционностью. Это обуславливает необходимость воспитания у космонавта особых навыков специальными тренировками.

Ныне проводятся эксперименты по сближению и стыковке космических кораблей в космосе. Оработка этой операции позволит в последующем выводить на монтажную орбиту отдельные блоки тяжелых межпланетных кораблей и орбитальных станций для сборки. Но маневр космического корабля, идущего на сближение и стыковку, опять таки значительно отличается от любого маневра самолета. Космонавту приходится учитывать, что в космическое пространство не действуют силы аэродинамического происхождения. Если одному космическому кораблю надо догнать другой, то следует иметь в виду, что включение двигателя на первом корабле может привести не только к увеличению его скорости, но и к изменению орбиты. В итоге догоняющий пройдет мимо объекта сближения. Короче говоря, процесс управления космическим кораблем и соответствующие навыки космонавта должны быть во многом иные, чем у летчика. К этому надо добавить, что кратчайший путь к сближению в ряде случаев будет идти не по прямой, а по некоторой кривой и что при большом удалении от нашей планеты возникает необходимость пользоваться системой координат, отличающейся от привычной земной. Особенно возрастает роль космонавта на последнем участке стыковки, когда человек включается в ручное управление. Скорость корабля здесь не должна превышать нескольких метров в секунду относительно объекта стыковки, чтобы стало возможным безударное сцепление, но с силой, достаточной для срабатывания стыковочных замков. Естественно, что космический аппарат необходимо сориентировать соответственно стыковочным узлам.

Таким образом, анализ ряда рабочих операций космонавта показывает, что он должен уметь управлять различными системами космического корабля и самим кораблем в необычных условиях, выполняя необычные задачи и требования. А это немыслим без адекватного отражения пространственных отношений и течения времени.

[Далее...](#)

*Они испытывали блаженный покой и тишину.
Положение и направление их тел в ракете было
неопределенным. Оно было таким, какого они хотели.
К. Э. Циолковский*

Время и пространство в философском смысле являются атрибутами материи. «В мире нет ничего, кроме движущейся материи, — писал В. И. Ленин, — и движущаяся материя не может двигаться иначе, как в пространстве и во времени» (т. 18, стр. 181). Последние (как и первая) в равной мере объективны, существуют вне и независимо от сознания, вечны, бесконечны и безграничны. Короче говоря, с точки зрения философии пространство и время абсолютны. Вместе с тем, будучи разными атрибутами материи, они обладают каждое своей спецификой. Как отмечал еще Ф. Энгельс, быть в пространстве — значит существовать «в форме расположения одного подле другого», а быть во времени — значит существовать «в форме последовательности одного после другого» («Диалектика природы», стр. 9). Пространство имеет три измерения, тогда как время — всего одно.

Трехмерность пространства (для простоты мы будем иметь в виду евклидово пространство) выражается в том, что в любой точке можно провести три и только три перпендикулярные друг к другу прямые линии. Положение же любой точки полностью определяется указанием трех ее расстояний до трех перекрещивающихся плоскостей, выбранных в качестве системы отсчета. Что касается временной одномерности, то она означает, что любой момент времени, соответствующий началу, концу или промежуточной стадии какого-либо процесса, определяется одним числом, которое выражает величину промежутка времени, протекшего до этого момента от какого-то другого момента, принятого за начало отсчета.

В пространстве можно перемещать тела справа налево и слева направо, сверху вниз и снизу вверх и т. д. Во времени же все события текут только от прошлого через настоящее к будущему. Время необратимо, и этим оно также отличается от пространства.

Диалектическое единство и противоречивость пространства и времени как атрибутов материи находит свое отражение и в сенсорной организации человека. С одной стороны, процессы восприятия пространственных и временных отношений тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. С другой стороны, оказывается, что оба процесса восприятия осуществляются каждый в специфических функциональных системах головного мозга, в значительной степени дифференцированных. Это подтверждается как в экспериментах, так и в многочисленных клинических наблюдениях больных с ранением черепа, опухолями и некоторыми другими заболеваниями. Наличие такой дифференциации дает основание для того, чтобы проблемы восприятия пространства и времени изложить в отдельных главах (хотя, конечно, мы будем касаться взаимодействия этих процессов). Начнем с краткой характеристики психофизиологических механизмов восприятия пространственных отношений человеком в обычных, земных условиях.

[Далее...](#)

Под пространственной ориентировкой в условиях нашей планеты можно понимать способность человека и животных оценивать свое положение относительно направления силы тяжести и относительно различных окружающих объектов. Оба компонента такой ориентировки функционально тесно связаны друг с другом. Однако, как справедливо указывает Г. Л. Комендантов, их взаимоотношения не однозначны. Если первый компонент в ряде случаев может существовать изолированно от второго, то второй компонент всегда зиждется на базе первого. Соответственно этим двум компонентам пространственной ориентировки можно в какой-то мере выделить и психофизиологические механизмы, осуществляющие каждый свою функцию.

В свете данных физиологии и психологии способность человек к восприятию положения собственного тела относительно плоскости Земли и к восприятию расположения объектов внешнего мира по отношению друг к другу и к самому субъекту не обуславливается специфической деятельностью какого-либо одного анализатора, а зависит от всех анализаторов, включающих как экстерорецепторы, так и интерорецепторы.

Отражение пространственного положения тела относительно плоскости Земли (первый компонент пространственной ориентировки) в каждый момент обеспечивается при помощи зрительного (оптического), стато-кинетического (вестибулярного), проприоцептивного (мышечно-суставная чувствительность), кожно-механического и интерорецептивного анализаторов. Адекватными раздражителями для соответствующих рецепторов являются: световая энергия — для оптического и механическая — для остальных.

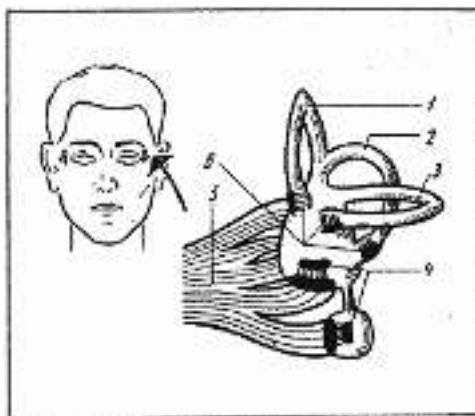


Рис. 6 Схема вестибулярного аппарата. 1, 2, 3 — полукружные каналы {вертикальный, фронтальный, горизонтальный}; 4 — отолиты; 5 — вестибулярный нерв; 6 — чувствительные волоски.

Одним из основных в первом компоненте служит вестибулярный анализатор. Он представляет собой единую систему, состоящую из периферического воспринимающего аппарата, проводящих нервов и центральной части с ядрами в стволовом отделе мозга и участком клеток в коре полушарий. Воспринимающий аппарат, в свою очередь, подразделяется на полукружные каналы и отолитовый прибор, размещающиеся в височной кости. Три полукружных канала располагаются в трех взаимно перпендикулярных плоскостях и заполнены жидкостью — эндолимфой. У начала каждого канальца имеются кисточки чувствительных окончаний вестибулярного нерва.

В 1878 г. известный петербургский физиолог И. Ф. Цяон впервые объяснил значение полукружных каналов в формировании человеческих представлений о пространстве. «Полукружные каналы, — писал он, — суть периферические органы пространственного чувства, т. е. ощущения, вызываемые раздражением нервных окончаний в ампулах, служат для образования наших понятий о трех измерениях пространства» (цит. по Циммерману, 1952, стр. 41). Механизм этих раздражений связан с законами инерции.

Когда голова недвижима или вместе с телом перемещается прямолинейно и равномерно, эндолимфа остается относительно нее неподвижной. Но если голову повернуть или наклонить, то жидкость в соответствующих канальцах начинает давить в сторону, противоположную повороту или наклону. Это вызывает раздражение окончаний вестибулярного нерва, и определенная информация о произошедшем поступает в виде нервных импульсов в мозг.

Отолитовый прибор — это, по существу, гравиторецептор, приспособленный для подачи информации в мозг в основном при изменении силы тяжести. Принцип его действия также довольно прост. Дно небольшого мешочка покрыто нервными чувствительными клетками, снабженными волосками, на которых студенистой жидкости как бы лежат кристаллики солей кальция — отолиты. Под действием силы тяжести они давят на окончания вестибулярного нерва, что вызывает возбуждение последних, причем лоток нервных импульсов информирует мозг о величине давления. Нетрудно понять, что эта величина при быстром подъеме или спуске будет изменяться. Возникающие в результате ощущения хорошо известны людям, пользующимися скоростными лифтами.

Важное значение отолитового прибора в ориентации животных показывает опыт Крейделя. Он извлекал из полости отолитового прибора маленького рачка отолиты и заменял их железными опилками. Животное после этого сохраняло правильную ориентацию в пространстве и плавало, как всегда, спинкой вверх. Но стоило экспериментатору приблизить к рачку магнит, и моментально положение животного начинало меняться в соответствии с силовыми линиями магнитного поля. Если магнит подносился сверху, рачок переворачивался спинкой вниз, а если сбоку, то и рачок переворачивался на бок.

Вестибулярный анализатор тесно связан с органом зрения, о роли которого в пространственной ориентации подробнее мы будем говорить ниже. Если долго кружиться на одном месте, т. е. вызывать раздражение вестибулярного аппарата, а затем остановиться, то возникает зрительная иллюзия вращения обстановки. И наоборот, органы зрения влияют на вестибулярный анализатор. Это иллюстрируется, например, следующим опытом. Летчик при просмотре панорамного кинофильма был усажен в кресло с неустойчивой опорой, на котором до начала сеанса он свободно балансировал, не теряя равновесия. Таково же было его поведение, когда появившийся на экране самолет «летел» вместе со зрителем в горизонтальном полете. Но при демонстрации резких эволюций самолета равновесие летчика быстро нарушилось, и он «завалился» вместе с креслом. Известно так-же, что некоторые люди, увидя на киноэкране раскачивание корабля на волнах и т. п. картины, начинают испытывать чувство укачивания, вплоть до тошноты.

В ходе эволюции сила земного притяжения играла определенную роль не только в формировании опорного скелета и мускулатуры живых существ, но и в развитии так называемого мышечного чувства, т. е. проприоцептивной чувствительности. Как показал И. М.

Сеченов, выполнение любого двигательного акта было бы невозможным при закрытых глазах без мышечно-суставных ощущений или, говоря языком кибернетики, без обратной связи. Информация, поступающая от мышечно-суставного аппарата, который поддерживает тело в определенной позе, дает возможность человеку представить свое положение относительно плоскости Земли.

Определенная информация об изменении веса и положения тела в пространстве обеспечивается также чувствительностью кожи к механическим раздражителям. Например, когда человек стоит, соответствующие сигналы идут от кожи ступней, когда он лежит, — от кожи спины, и т. д.

«Указателем» направления силы тяжести являются и рецепторы, находящиеся в стенках кровеносных сосудов и воспринимающие давление крови. Если человек стоит, то кровь, стремясь слиться в нижележащие части тела, вызывает большое напряжение стенок сосудов нижних конечностей и соответствующее изменение поступающей в мозг информации. Об изменении направления силы тяжести сигнализируют и другие интерорецепторы.

Как показали исследования Б. Г. Ананьева, Э. Ш. Айрапетьянца и других, деятельность перечисленных выше анализаторов синтезируется определенными структурами коры полушарий головного мозга. В результате образуется определенная функциональная система, отражающая ситуацию в целом и позволяющая таким образом правильно ориентировать тело в пространстве относительно силы тяжести. Решение этой задачи связано также с отражением в сознании «схемы тела», т. е. основных качеств и способов функционирования как отдельных частей и органов нашего тела, так и всего тела. Иными словами, данная схема включает представления о форме, абсолютной и относительной величине различных частей нашего организма, об их взаимоотношениях, о возможных движениях конечностей, об общих размерах и весе всего тела.

Ориентацию организма относительно плоскости Земли (или направления силы тяжести) В. М. Бехтерев теснейшим образом связывал, помимо всего прочего, с функцией равновесия. При выполнении любого действия человек перемещается в пространстве, сохраняя равновесие, а тем самым в общем вертикальное положение по отношению к земной поверхности. Правда, при любом движении, перемене позы или физической работе положение центра тяжести тела относительно плоскости опоры меняется, и, следовательно, условия устойчивости нарушаются. Однако нарушенное равновесие восстанавливается посредством компенсирующего движения (например, сгибания корпуса, выставления в сторону руки и т. д.).

При ходьбе, например, человек активно перемещает свой центр тяжести за площадь опоры и как бы «подхватывает» его выставленной вперед ногой. Таким образом, для поддержания равновесия он выбирает оптимальный режим движения. Это характерно и для всех других видов деятельности человека, связанных с необходимостью принимать рабочую позу и сохранять устойчивость.

Сохранение равновесия даже в тех случаях, когда человек стоит на месте не двигаясь, обеспечивается непрерывной работой мышц. Чем меньше площадь опоры, тем большую работу приходится им совершать.

Мозговая регуляция мышц, участвующих в сохранении позы обычно не осознается. До коры головного мозга соответствующей сигналы доходят в обобщенном виде, если требуется срочная реакция организма при потере равновесия. При этом «команда» тем или иным группам мышц на выравнивание тела относительно площади опоры в ряде случаев дается раньше, чем человек осознает случившееся. Так, если кто-либо поскользнется в гололедницу одной ногой и начинает падать в сторону поскользнувшейся ноги, в тот же момент все тело рефлекторно отклоняется в противоположную сторону, центр тяжести его перемещается и равновесие восстанавливается. Этот рефлекторный акт осуществляется двигательным аппаратом, но сигналами для «пуска» последнего являются вестибулярные и мышечно-суставные ощущения. В общем, рефлексы сохранения позы в вертикальном положении, реализуемые при участии вестибулярного анализатора, мышечно-суставной чувствительности и других рецепторов, противостоят действию сил земного притяжения на массу тела.

Второй компонент пространственной ориентировки, т. е. ориентировка относительно окружающих человека объектов, как мы уже отмечали, всегда осуществляется на базе (фоне) первого компонента. Такая ориентировка происходит при помощи особой системы анализаторов, в которую включаются оптический, звуковой и химический (обоняние) анализаторы. Их рецепторы являются дистантными. Обладая исключительно высокой возбудимостью к адекватным раздражителям, они способны дифференцировать источники действующих на них потоков энергии на большом расстоянии.

Ведущим анализатором при ориентации в пространстве оказывается зрительный. В процессе эволюционного развития он приспособился не к прямому воздействию солнечных лучей, а к восприятию света, отраженного от различных объектов. Одна из важных особенностей оптического анализатора заключается в том, что ощущения, возникающие при его деятельности, как бы проецируются во внешнюю среду. К. Маркс писал: «...Световое воздействие вещи на зрительный нерв воспринимается не как субъективное раздражение самого зрительного нерва, а как объективная форма вещи, находящейся вне глаз» (Капитал, Т.I, стр. 78).

Такая особенность не есть врожденное свойство, как, окажем, ощущение боли, а вырабатывается в процессе индивидуальной практики. «В этом отношении, — писал И. М. Сеченов, — крайне поучительно прислушаться к рассказам слепорожденных, которым было возвращено зрение в зрелые года, когда они видели окружающий мир в первые дни после операции. Несмотря на то, что у этих людей были уже ясны в голове все пространственные представления об окружающих их предметах, добытые путем осязания, все поле зрения казалось им наполненным каким-то сплошным образом, который как будто касался их глаз, и они даже боялись двигаться из-за опасения наткнуться на тот или другой образ» (1952, т. I, стр. 220). Этот эффект «проекции» зрительного образа в объективный мир обусловлен как изображением, падающим на сетчатку, так и постоянной работой мышечно-двигательного прибора глаза.

Восприятие формы, величины, движения предмета и некоторых свойств его поверхности достигается установлением сложных функциональных систем внутрианализаторных (а также межанализаторных) связей. Например, на основании одного только изображения на сетчатке глаза мы еще не можем судить о величине предмета, так как размеры этого изображения зависят от расстояния до предмета. Но видение на разных расстояниях обеспечивается соответствующим сокращением (или расслаблением) глазных мышц, изменяющих форму хрусталика и позволяющих правильно фокусировать на сетчатке проходящие через него лучи света. В итоге суждение о величине предмета становится возможным благодаря установлению условно-рефлекторных связей между сетчаткой и мышцами глаза (точнее, аккомодационными мышцами), т. е. между чувствительной и двигательной частями зрительного анализатора.

Восприятие глубины обеспечивается также изменением конвергенции (сведения зрительных осей глаз) в зависимости от расстояния. Известно, что на сетчатке каждого из двух глаз в результате неодинаковых их положений получают различия в изображениях внешних предметов. Благодаря тому, что центры проекций обоих органов зрения не совпадают и разделены промежутком, одна и та же точка или деталь изображений попадает не на идентичные, а на так называемые диспаратные точки сетчаток. При большой степени диспаратности наблюдаемые предметы «двоятся в глазах». Если же диспаратность не превышает определенной величины, появляется ощущение глубины, значительно более совершенное, чем то, которое имеется при наблюдениях одним глазом.

Обычно человек не осознает ощущения, поступающие в мозг от аккомодационных и глазодвигательных мышц. Эти проприоцептивные ощущения можно достаточно отчетливо отметить у себя, если смотреть на палец, медленно приближая его к носу и затем отдаляя от него. Здесь и будут возникать мускульно-двигательные интерорецептивные раздражения, связанные с конвергенцией и аккомодацией.

Восприятие объема, как справедливо замечает Б. Г. Ананьев, нельзя объяснить только деятельностью центрального отдела зрительного анализатора (т. е. соответствующих участков коры больших полушарий). Суть такого восприятия связана и с каким-то вновь возникающим объективным отношением между рецептором и изображением на его плоскости («экране») предмета. «Очевидно, — пишет Ананьев, — что процесс, например зрительного ощущения, не только начинается в глазу, но и заканчивается в нем. Такое предположение требует признания, что орган чувств является попеременно рецептором и эффектером. Надо предположить также, что между рецептором и мозгом существует не только прямая (центростремительная), но и обратная (центробежная) связь» (1961, стр. 52).

Принцип обратной связи был открыт еще И. М. Сеченовым. На фактах пространственного видения он показал, что оптический аппарат глаза intimately связан с глазодвигательной организацией. Кроме того, в развитии пространственных представлений Сеченов придавал большое значение осязанию. В процессе активного осязания всегда отмечается комплексная динамика тактильной и мышечной чувствительности. Рассматривание же И. М. Сеченов считал «вполне аналогичным по смыслу» ощупыванию предмета руками. Развивая эту мысль, А. Н. Леонтьев отмечает: «Движение, осуществляя практический контакт, «реальную встречу» руки с внешним объектом, необходимо подчиняется его свойствам; ощупывая предмет, рука воспроизводит, следуя за его очертаниями, его величину и контур и через посредство сигналов, идущих от ее двигательного аппарата, формирует «слепок» в мозгу» (1965, стр. 153).

Образование условнорефлекторных связей между ощупыванием рукой предметов и движением глаз начинается с раннего детства. «Сетчатка обученного глаза» — это, собственно говоря, сетчатка глаза, первоначально учившегося у руки. На основе таких условнорефлекторных связей ребенок вырабатывает способность пространственного видения. Впоследствии уже и без движений ощупывающих рук у человека появляется умение связывать зрительные ощущения и движения глаз. По А. Л. Ярбусу, при рассматривании той или иной фигуры глазное яблоко скачкообразно движется в соответствии с контуром предмета. Такое движение — важнейший компонент зрительного восприятия. При этом каждая точка контура, изображающаяся на периферии сетчатки, служит сигнальным раздражителем, «толкающим» глаз к положению, при котором на контурную линию была бы нацелена область наилучшего зрения. Таким образом осуществляется сложный синтез зрительных раздражителей (объединение ощущений) на основе рефлекторных процессов.

Познавательную работу руки, как и глаза, Леонтьев описывает в соответствии с представлениями Сеченова как самоафферентирующий процесс, который похож на механизм следящих устройств, «липнущих» к объекту. «Благодаря этому рука, пробегающая по контуру объекта, не срывается с него, а глаз не теряется в отдельных его элементах. Контакт руки с объектом дает начало и направление ее движению, которое, в свою очередь, определяет дальнейшие поступающие от объекта сигналы; в то же время процесс ощупывания или осматривания в целом остается жестко детерминированным свойствами объекта» (Леонтьев, 1965, стр. 172). По своей структуре этот процесс представляет собой рефлекторное кольцо. Но последнее замкнуто только в морфофизиологическом смысле; с точки же зрения детерминации отражения оно, наоборот, разомкнуто в «точках встречи» с объектом. «Нечто похожее происходит, когда, например, мягкая резиновая камера свободно перекачивается через твердые предметы: она сохраняет свою кольцеобразную структуру и свойственный ей тип движения качения, но, вступая в соприкосновение с предметами, она меняет свою конфигурацию и таким образом дает их адекватный динамический слепок» (Леонтьев, 1965, стр. 173). В ходе осязательной или зрительной рецепции тоже осуществляется «снятие слетка» с объекта, однако делается это не путем изменения формы самого «снимающего» субстрата, но путем изменения процесса: не сама ощупывающая рука или осматривающий глаз, воспроизводят «слепок», а их движения.

В свое время В. М. Бехтерев подметил, что большую роль в пространственном видении играют не только кинестетические ощущения от движений ощупывающей руки и движений глаз, но и сохранение вертикальной позы человека. В дальнейшем А. А. Ухтомский показал, как образуются временные связи между общей установкой тела по отношению к плоскости горизонта и установками самих глаз при фиксации объекта в пространстве. Эти исследования были продолжены Ананьевым. Выяснилось, что вертикальное положение тела, явившееся результатом общественно-трудовой практики человека, послужило исходным основанием для выработки таких представлений, как «верх» и «низ», «справа» и «слева», «спереди» и «сзади».

В общем, психологофизиологические исследования позволили обнаружить, что в общей динамике пространственного видения исключительную роль играют не только пространственные отношения окружающих человека вещей, но и положение тела относительно направления силы тяжести. Оправдалась мысль Ухтомского, согласно которой зрение определяется сложной ассоциативной цепью: зрение — кинестезия — вестибулярные ощущения. Именно с цепью зрительно — вестибулярно — кинестетических рефлексов связаны координаты полей зрения человека, взаимодействие монокулярных систем (т. е. обоих глаз) и т. д.

Как мы уже говорили, орган слуха также участвует в анализе пространственных отношений. Однако человеческие возможности в области непосредственного слухового восприятия пространства ограничены и сводятся в основном к локализации звука. В ее основе лежит бинауральный эффект, заключающийся в последовательном ощущении звука, действующего на одно и другое ухо. Еще меньшими возможностями обладает обонятельный анализатор в локализации источника запаха.

Итак, ориентация человека в пространстве осуществляется при помощи ряда анализаторов и тех структур коры головного мозга, которые синтезируют их деятельность в единый процесс отражения пространственных отношений. Каждый из анализаторов отражает какую-либо одну из сторон того сложного, комплексного раздражителя, который в целом воспринимается нами как пространственные характеристики окружающего мира. Сочетанная же деятельность нескольких анализаторов, представляя собой так называемую функциональную системность, приобретает новое, более высокое качество, так как позволяет перейти от отражения отдельных сторон или свойств пространственных отношений к

отражению их совокупности. Она также позволяет человеку отвечать на данный комплексный раздражитель не суммой отдельных реакций, а целостной реакцией, что является более совершенной, а следовательно, и более эффективной формой поведения организма в его взаимодействии с внешней средой.

[Далее...](#)

Психосенсорные реакции в состоянии невесомости

Еще К. Э. Циолковский предполагал, что в условиях невесомости у человека могут возникнуть различные иллюзии и нарушение ориентации в пространстве. Однако он считал, что даже к таким необычным условиям можно приспособиться. «Все же эти иллюзии, по крайней мере в жилище, должны со временем исчезнуть», — писал Циолковский.

С тех пор и до начала космических полетов было высказано немало мнений по поводу того, какое влияние на состояние организма и на психическую деятельность может оказать невесомость. Некоторые зарубежные ученые даже утверждали, будто при потере веса возникнут опасные для здоровья психические реакции и будто пребывание человека в условиях невесомости вообще невозможно. Поэтому первоначально соответствующие опыты проводились на животных, помещаемых в высотные ракеты. Затем они были перенесены и на человека, но опять-таки не в космическом полете, а при полетах на реактивных самолетах по баллистической кривой Кеплера с воспроизведением кратковременной динамической невесомости (от 20 до 60 сек.). В настоящее время в нашей стране и за рубежом накоплен большой научный материал о влиянии такой невесомости на психофизиологические функции людей. В этом плане все испытываемые подразделяются на три основные группы.

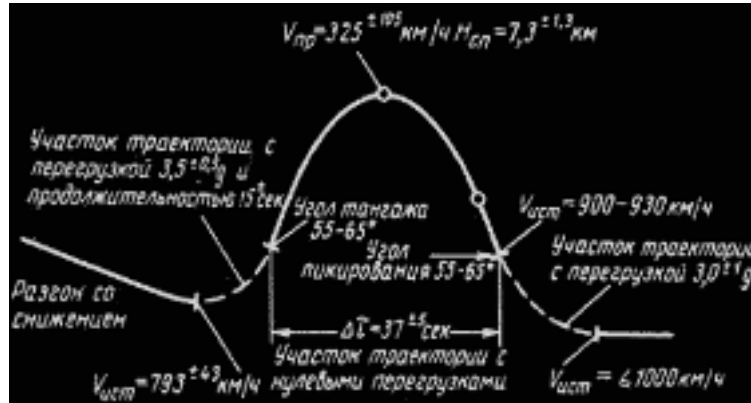


Рис. 7 Физическая характеристика типичного полета с воспроизведением невесомости

В первую группу входят лица, которые переносят кратковременную невесомость без заметного ухудшения общего самочувствия, не теряют работоспособности в полете и лишь испытывают чувство расслабленности или облегчения вследствие потери тяжести собственного тела. Все советские космонавты были отнесены к этой группе. Для иллюстрации приведем запись, сделанную Ю. А. Гагариным после первого полета с воспроизведением невесомости на двухместном самолете: «До выполнения «горки» полет проходил как обычно, нормально. При вводе в «горку» прижало к сиденью. Затем сиденье отошло, ноги приподнялись с пола. Посмотрел на прибор: показывает невесомость. Ощущение приятной легкости. Пробовал двигать руками, головой. Все получается легко и свободно. Поймал плавающий перед лицом карандаш и шланг кислородного прибора. В пространстве ориентировался нормально. Все время видел небо, землю, красивые кучевые облака».



Рис. 8 Космонавт В.М.Комаров в состоянии невесомости

Во вторую группу включаются яйца, испытывающие в период невесомости иллюзии падения, а также чувство переворачивания, вращения тела в неопределенном положении, подвешенности вниз головой и т. д. Указанные явления в первые 2–6 сек. сопровождаются беспокойством, потерей ориентации в пространстве и неправильным восприятием окружающей обстановки и собственного тела. В ряде случаев наблюдается эйфория (смех, игривое настроение, забывание о программе эксперимента и т. д.). Последующие полеты с воспроизведением невесомости не вызывают у данной группы людей столь острых ощущений. Наступает привыкание, адаптация. Для примера приведем изложение результатов самонаблюдения одного из авторов (В. И. Лебедева), сделанное после его первого полета на невесомость в специально оборудованном самолете.

«Ко времени первой «горки» сидел в кресле, пристегнувшись ремнями. По звуку двигателей и вибрации самолета догадался, что самолет берет разгон перед «горкой». Через несколько секунд наступила перегрузка и меня вдавило в кресло. С началом невесомости

почувствовал, что проваливаюсь в бездну. Это ощущение, по моей оценке, длилось 1–2 сек. Перед глазами «поплыли» товарищи. Из-под моего кресла медленно поднялся парашют и завис в воздухе. Положение людей в безопорном состоянии было необычным: кто вверх ногами, кто как-то боком и т. д. Они двигались, кувыркались, принимали необычные позы, отталкивались от пола, потолка, стенок и быстро проплывали передо мной. Все казалось необычным и забавным. Достаточно хорошо зная теоретически ощущения в невесомости, я ожидал, что перенесу ее плохо, но получилось наоборот. Это вызвало чувство восторга, которое перешло в эйфорию. Большим пальцем показывал товарищам, что чувствую себя хорошо. Затем невесомость прошла, и наступила опять перегрузка. После перегрузки эйфория продолжалась до начала второго периода невесомости.

Во второй «горке» я должен был «плавать» в невесомости. Надел защитный шлем и лег на пол, покрытый толстым слоем поролона. Началась перегрузка, и я стал вдавливаясь в поролон. Состояние невесомости наступило внезапно, и я, не успев опомниться, почувствовал, что полетел вверх, а затем в неопределенном направлении. Наступила полная дезориентация в пространстве. Затем я начал в какой-то степени разбираться в обстановке. Увидел пол и стенки помещения. Показалось, что последнее быстро удлиняется. Иллюзия напоминала такое же ощущение, когда смотришь в перевернутый бинокль. Взглянул на пол и увидел, что он движется подо мной, убегая от меня вместе с удлиняющимся и уменьшающимся помещением. В это время старался за что-нибудь ухватиться. Но хотя предметы подо мной и по сторонам казались близко расположенными, я никак не мог дотянуться до них руками, что вызвало чувство крайнего эмоционального возбуждения. Затем, очутившись в хвосте самолета, ухватился за какой-то предмет и стабилизировал свое положение в пространстве». В последующих полетах произошла полная адаптация.

У некоторых испытуемых из описываемой группы, наряду с дезориентацией в пространстве, наблюдается нарушение «схемы тела». Для иллюстрации процитируем изложение самонаблюдения одного из летчиков, который первый раз пилотировал самолет на невесомость: «Через 8–10 секунд после наступления невесомости почувствовал, будто голова начинает распухать и увеличиваться в размерах. На тринадцатой секунде появилось впечатление медленного кручения тела в неопределенном направлении. Еще через 15 секунд стал терять пространственную ориентировку и поэтому вывел самолет из параболического режима».

В этой же группе встречаются люди, которые в состоянии невесомости переживают чувство так называемого психического отчуждения, психической беспомощности. Испытуемый М-в, опытный планерист, следующим образом характеризовал свои ощущения в такой ситуации. «В первые секунды воздействия невесомости почувствовал, что самолет перевернулся и летит в перевернутом положении, а я завис в самолете вниз головой. Посмотрел в иллюминатор, увидел горизонт Земли, убедился в ложности своего ощущения. Через 5–10 секунд иллюзия исчезла.

При наличии иллюзии и после ее исчезновения весь период невесомости испытывал неприятное, трудно характеризуемое, знакомое ранее ощущение неестественности и беспомощности. Мне казалось, что изменилась не только обстановка в самолете, но и я что-то во мне самом. Чтобы избавиться от этого неприятного ощущения, пробовал в невесомости писать, дотягиваться руками до различных предметов. Все это выполнял без особых затруднений. Тем не менее это чувство беспомощности, неуверенности не проходило и мучило меня».



Рис.9 Космонавт А.А.Леонов выполняет сальто назад прогнувшись в состоянии невесомости

К третьей группе относятся лица, у которых пространственная дезориентация и иллюзии выражены сильнее, продолжают на протяжении всего периода невесомости и иногда сочетаются с быстрым развитием симптомов морской болезни. У отдельных представителей этой группы иллюзии падения достигают крайней степени, сопровождаются чувством ужаса, непроизвольным криком и резким повышением двигательной активности. При этом наблюдается полная дезориентация в пространстве и потеря контакта с окружающими людьми. Такая психическая реакция была сопоставлена Ф. Д. Горбовым, О. Н. Кузнецовым, В. И. Лебедевым с так называемым симптомокомплексом «гибели мира», встречающимся при ряде заболеваний головного мозга. Одно из проявлений этого симптомокомплекса описано А. С. Шмарьяном. У больного Ш-ва приступ начинался с резкой головной боли и головокружения. Не успев за что-нибудь ухватиться, больной испытывал ощущение резкого падения. Окружающая обстановка для него изменяется в размерах и очертаниях, «здания то резко увеличиваются, то уменьшаются, кругом темнеет, постройка на постройку валится, все становится странным, незнакомым и чуждым». Происходит это чрезвычайно быстро — «быстрее вращающегося кино». Больной видит, как вдали большие деревья вырываются с корнем, «вся земля похожа на бурлящий котел, как от извержения вулкана. Гибнет природа, люди тоже гибнут, как во время мировой катастрофы». Ш-в в это время ощущает сильный страх, тоску, тревогу, прощается с жизнью и плачет. Такое состояние у него длится 1–2 минуты.

А вот наблюдения Л. А. Китаева-Смыка за одним испытуемым находившимся в состоянии кратковременной невесомости. «Во время полета до наступления невесомости сидел, непринужденно беседуя с врачом. С первых секунд невесомости появилось

двигательное возбуждение, сопровождавшееся лифтовыми и хватательными реакциями, непроизвольным нечленораздельным криком и своеобразным выражением лица (поднятые брови, зрачки расширены, рот открыт, нижняя челюсть опущена). Эта реакция наблюдалась на протяжении всего периода невесомости, что не давало возможности врачу, находящемуся рядом с испытуемым, вступить с ним в контакт. После прекращения воздействия невесомости описанная реакция исчезла, но испытуемый до окончания полета был в умеренно возбужденном состоянии. После полета о своих переживаниях рассказал следующее: «Я не понял, что наступило состояние невесомости. У меня внезапно возникло ощущение стремительного падения вниз и мне показалось, что все кругом рушится, разваливается и разлетается в стороны. Меня охватило чувство ужаса, и я не понимал, что вокруг меня происходит». О своих реакциях испытуемый ничего не помнил. При просмотре киноплёнки, на которой засняли его доведение в невесомости, он был крайне удивлен увиденным».

Как видим, симптомокомплекс «гибели мира» очень напоминает психическую реакцию отдельных людей, у которых в состоянии невесомости возникает дезориентация в пространстве, сопровождающаяся чувством падения и ужаса. Небезынтересны для космической психологии также наблюдения за нервными-психическими больными, когда один из симптомов их заболевания состоит в чувстве потери веса собственного тела. Так, Р. И. Меерович отмечал, что у больной Б-й «часто появляется чувство невесомости — ей кажется, что она движется по воздуху»; больная С-ва говорит, что «ночью она иногда просыпается с чувством, что висит в воздухе». Подобные же наблюдения имеются и у А. А. Меграбяна (больной Ш. сообщает: «Вот я не чувствую ни себя, ни своего тела, точно плыву по воздуху»; больная В. говорит, что «иногда ее тело становится легким, как пух, невесомым», что она ходит «как бы по воздуху», и т. д.). Аналогичную картину дает действие некоторых психофармакологических веществ. Например, еще задолго до первых космических полетов А. И. Сикорский наблюдал при отравлениях гашишем своеобразное состояние, сопровождающееся ощущением невесомости и поднятия ввысь.

Естественно, возникает вопрос, не скрываются ли за всеми этими фактами какие-либо общие закономерности, позволяющие понять механизмы развития при невесомости психических состояний с нарушением схемы тела и дезориентацией в пространстве?

Было выяснено, что возникновение симптомокомплекса «гибели мира» и ряда других психосенсорных расстройств вызывается дисфункцией, рассогласованием работы функциональных систем головного мозга из-за болезненных поражений центральной нервной системы. Одной из причин такой дисфункции может служить измененная и извращенная информация, идущая от органов чувств. Типичным примером здесь является болезнь Меньера, названная так по имени описавшего ее в 1861 г. французского врача. Она протекает следующим образом. У вполне здорового внешне человека начинает периодически возникать ощущение «удара» в голову. При этом часто он, словно «пораженный молнией», падает на землю настолько стремительно, что не успевает за что-нибудь ухватиться. Одновременно появляется шум в каком-либо ухе, головокружение. Одним кажется, что они сами кружатся и их отбрасывает в сторону, другим — что вся обстановка вертится по кругу (в горизонтальной или вертикальной плоскости), что предметы дwoятся и мелькают, пол, земля, кровать перемещаются под ними, проваливаются в пропасть. При этом некоторые больные полностью теряют ориентацию в пространстве.

Обнаружилось, что конечная причина болезни Меньера состоит в периодическом повышении давления жидкости в полукружных каналах вестибулярного аппарата, которое и приводит к появлению необычной, извращенной информации, поступающей в мозг от этого органа чувств. Сказанное подтверждается экспериментами Штаудера, который у больных, находившихся в сумеречном состоянии с переживаниями эйфории и экстаза, экспериментальным путем раздражал вестибулярный аппарат с обеих сторон, после чего наступало состояние дисфории с ощущениями катастрофы, гибели.

В условиях невесомости в мозг также начинает поступать резко измененная и притом необычная информация, поскольку на систему органов чувств, воспринимающих пространственные отношения, перестают действовать механические силы, обусловленные земной гравитацией. Исследования Е. М. Юганова и других авторов, например, показали, что, вследствие утраты веса отолитов, возникают определенные сдвиги в реципрокных отношениях между полукружными каналами и отолитовым аппаратом вестибулярного анализатора. При этом невесомость не приводит к функциональному выключению отолитового аппарата, а выступает в качестве необычного минус-раздражителя. Это и обуславливает передачу в мозг резко измененной информации.

Существенно изменяется при невесомости и та информация, которая идет в мозг от воспринимающих давление рецепторов кожи, подкожной клетчатки, барорецепторов сердечно-сосудистой системы и т. д. Поскольку мышечные усилия, которые необходимы для поддержания вертикального положения тела на Земле, становятся при орбитальном полете излишними, другим оказывается поток нервных импульсов от костно-мышечного аппарата. Об этом свидетельствует регистрация биоэлектрической активности антигравитационной мускулатуры. В исследованиях Е. М. Юганова, И. И. Касьяна, Б. Ф. Асямолова было выявлено, что амплитуда биопотенциалов мышц шеи, равная в горизонтальном полете 130 — 150 мкВ, в условиях невесомости резко снижается (до 40–50 мкВ), а в ряде случаев отмечается даже биоэлектрическое «молчание».

О том, что невесомость является весьма сильным и необычным раздражителем, свидетельствует и электроэнцефалографическая картина. У испытуемых, впервые участвующих в полетах с воспроизведением невесомости, наблюдается уменьшение амплитуды биопотенциалов головного мозга, сопровождающееся увеличением частотных характеристик. Иначе говоря, в центральной нервной системе преобладает процесс возбуждения.

Все перечисленные выше обстоятельства обуславливают нарушение сочетанной деятельности анализаторов в условиях невесомости. Это вызывает у отдельных людей всевозможные иллюзии положения своего тела в пространстве вплоть до полной дезориентации с нарушением правильного восприятия внешнего мира и «схемы тела». В тех же случаях, когда нервная система быстро справляется с подобной функциональной рассогласованностью и в результате быстро устанавливаются новые взаимоотношения в системе анализаторов в соответствии с измененной ситуацией, человек может переживать чувство приятной легкости, парения и не терять работоспособности. Следовательно, необычная информация у лиц с сильными уравновешенными нервными процессами сопровождается положительными (стеническими) эмоциями, а у людей со слабым типом нервной деятельности может вызвать дезориентацию в пространстве и субъективные ощущения и поведенческие реакции, напоминающие симптомокомплекс «гибели мира».

Реакции, выявленные при полетах на невесомость у космонавтов, как правило, коррелировали с реакциями в других стрессовых ситуациях. Так, например, у всех космонавтов во время парашютных прыжков отмечались стенические эмоции.

В свете постановки вопроса о влиянии длительной невесомости на восприятие своего тела в пространстве представляют интерес наблюдения Г. С. Титова. В орбитальном полете у него развились неприятные ощущения, которые были охарактеризованы им как состояние, близкое к укачиванию, и выражались в головокружении и поташивании. Когда космонавт резко поворачивал голову, головокружение усиливалось и появлялась иллюзия «плавания» предметов. Титов обратил внимание на то, что не только повороты головы, но и мелькания предметов («бег земли») вызывают неприятные ощущения. Однако, несмотря на все это, у него не возникли явления дезориентации в пространстве, что объясняется достаточно высокими показателями высшей нервной деятельности и силы воли космонавта.

И все же следует отметить, что даже у людей с сильной нервной системой, для которых вестибуло-проприоцептивные раздражения при выполнении фигур высшего пилотажа являются профессионально обычными, в случаях астенизации (истощения) могут возникать тяжелые нарушения ориентировки в полете, сопровождающиеся эмоционально-невротическими срывами. Об этом

свидетельствует, например, наблюдение Ф. Д. Горбова за летчиком Н-вым. Последний в течение нескольких лет вел большую лётно-инструкторскую работу, однако повышенной утомляемостью не отмечал. Показатели его лётной работы оценивались хорошо. В последующие 2–3 года Н-в стал ощущать повышенную утомляемость, работал через силу, не имел нормального отдыха. Временами в ночных полетах рождались переживания насильственного крена в левую сторону, с которыми справлялся «усилием воли», заставляя себя «встряхивать головой», сосредоточиваться на показаниях приборов. Значения этим явлениям не придавал.

Однажды, набирая высоту в ночных условиях, Н-в вошел в зону облачности. Непосредственно после этого ощутил переживание ложного крена в левую сторону. Режим полета не менял, переживание сгладилось. Об этом обследуемый говорил при поступлении в госпиталь более или менее спокойно. Однако составить представление о том, что произошло с ним в дальнейшем, было трудно, так как каждый раз, как только рассказ доходил до последующих переживаний, у Н-ва возникала выраженная аффективная реакция с плачем, общим тремором и т. д. Тем не менее, в конце концов выяснилось, что весь остальной период полета был для него тяжелым, что переживание ложного крена продолжалось. При заходе на посадку у Н-ва появилось тягостное и непреодолимое ощущение насильственного изменения позы и положения самолета (на перевернутое), которое не исчезло даже в условиях видимости аэродрома. Обследуемый переживал крайнее напряжение физических сил и одновременно чувство проваливания, падения, ужаса. Посадку совершил, «не помнив как...», из самолета вышел «весь мокрый», дрожали руки и ноги, трудно было идти.

Ввиду затянувшегося реактивного невроза (диагноз: стойкое и резко выраженное астено-депрессивное состояние с аффективной неустойчивостью, слабодушием, ипохондрическими фиксациями) Н-в был признан негодным к лётной работе.

Итак, сопоставление клиники психосенсорных расстройств и расстройств восприятия, наблюдавшихся в полетах на невесомость и в обычных полетах, говорит о значительных чертах сходства между ними. Вызываемые при невесомости в случаях недостаточной адаптационной способности нарушения восприятия окружающего пространства и самовосприятия феноменологически напоминают явления психосенсорных нарушений у нервно-психических больных. Причиной здесь служит рассогласование функциональных систем, хотя у людей с сильной нервной системой обычно оно не доходит до полной дезинтеграции. Вместе с тем возникающие в условиях невесомости психосенсорные расстройства имеют ряд фаз. В первой из них диссоциация деятельности анализаторов может сопровождаться незначительными и быстро проходящими пространственными иллюзиями. Вторая фаза выражается психосенсорными реакциями с дезориентацией в пространстве и нарушением схемы тела, но с правильной интерпретацией своих ощущений. Третья — включает психосенсорные расстройства с искаженным восприятием окружающей обстановки и бредовой интерпретацией.

Очевидно, что описанные в этом разделе явления необходимо изучать еще глубже, помня об огромном значении тщательного отбора и тренировки космонавтов, которые должны быть готовы к перенесению невесомости в длительном космическом полете.

[Далее...](#)

Ориентация человека в космическом пространстве

Впервые на проблему пространственной ориентации человека вне Земли обратил внимание К. Э. Циолковский. Основываясь на общетеоретических исследованиях, он предполагал, что состояние невесомости во время космического полета должно привести к изменению восприятия окружающего пространства. В 1911 г. К. Э. Циолковский писал: «Верха и низа в ракете собственно нет, потому что нет относительной тяжести, и оставленное без опоры тело ни к какой стенке ракеты не стремится, но субъективные ощущения верха и низа все-таки останутся. Мы чувствуем верх и низ, только места их меняются с переменою направления нашего тела в пространстве. В стороне, где наша голова, мы видим верх, а где ноги — низ. Так, если мы обращаемся головой к нашей планете, она нам представляется в высоте; обращаемся к ней ногами, мы погружаем ее в бездну, потому что она кажется нам внизу. Картина грандиозная и на первый раз страшная; потом привыкаешь и на самом деле теряешь понятие о верхе и низе» (1947, стр. 71).

Для изучения особенностей пространственной ориентации у космонавтов при кратковременной невесомости, воспроизводимой на двухместном реактивном самолете, были осуществлены следующие эксперименты. Испытуемый сидел в задней кабине, пристегнувшись ремнями к креслу. Летчик на участке полета в невесомости создавал правый и левый крен до 60–65°. Перед входом в «горку» (перед наступлением невесомости) космонавт по команде пилота закрывал глаза и по радиопереговорному устройству сообщал свои впечатления о пространственном положении самолета и характере выполняемой эволюции. Если при зрительном контроле в подобной ситуации у испытуемых не было зарегистрировано ни одного случая пространственной дезориентации, то при закрытых глазах у всех отмечалось иллюзорное восприятие пространственных отношений; никто из космонавтов не смог определить действительного характера эволюции самолета. В. М. Комаров, например, так описал свои ощущения: «Пространственная ориентировка затруднялась при выполнении летчиком „горки» с креном; мне казалось, что мы летим вертикально вверх».

Такая дезориентация объясняется тем, что в условиях невесомости информация от отолитового прибора оказывается искаженной и испытуемые теряют представление о положении своего тела в пространстве по отношению к плоскости Земли. Однако благодаря тактильным и мышечно-суставным ощущениям они хорошо ориентируются по отношению к геометрии кабины самолета.

Представляло большой практический интерес решение вопроса о том, изменяются ли в условиях невесомости пороги чувствительности полукружных каналов к ускорениям. При выборе методики для проведения соответствующего исследования мы (К. Л. Хилов, И. А. Колосов, В. И. Лебедев, И. Ф. Чекирда) исходили из ограниченного объема рабочего места в кабине самолета и ограниченного времени эксперимента. Опыты проводились следующим образом. Испытуемый усаживался в кресло Барани, наклонял голову вперед на 30° и закрывал глаза (с наложением плотной повязки). Затем кресло поворачивали на 180° за 20 сек. Если исследуемый не замечал вращения, то делались еще повороты с интервалом 3–5 мин. на 360° в течение 20 и 15 сек. Пороги чувствительности к ускорениям определялись только на начало движения; ощущения же, возникающие у испытуемых при остановке кресла, во внимание не принимались. В момент появления чувства вращения исследуемый говорил об этом врачу, который фиксировал время по секундомеру. В отдельных случаях записывалась электроэнцефалограмма. В качестве фона использовались данные, полученные в горизонтальном полете. Вращение исследуемого в невесомости начиналось через 5 сек. ее действия и соскоростью, при которой у испытуемого был определен порог чувствительности к ускорению в условиях обычного полета.

Обследованию подверглись 11 мужчин в возрасте 23–45 лет с хорошей переносимостью полетов на невесомость. 3 человека участвовали в эксперименте однократно, 5 — двукратно во время одного полета и 6 — от двух до шести раз за 2–3 полета.

Анализ полученных материалов показал, что у всех испытуемых пороговая чувствительность горизонтальных полукружных каналов к угловым ускорениям изменялась в условиях динамической невесомости. Это выражалось в увеличении продолжительности необходимого для определения такой чувствительности вращения. Иными словами, возбудимость рецепторных образований полукружных каналов снижалась.

Так, у испытуемого В. при скорости вращения один оборот за 20 сек. пороговое ощущение на горизонтальном участке полета возникало через 12 сек., а в невесомости оно к этому моменту еще не наступало. У остальных обследуемых время появления чувства вращения удлинялось на 3–11 сек. (в среднем в 1,7 раза) по сравнению с исходными данными. При этом было отмечено, что величина такого удлинения не изменялась на протяжении одного полета. Однако при повторных полетах появилась тенденция к уменьшению продолжительности вращения, необходимого для возникновения порогового ощущения в невесомости, на 2–3 сек.

Согласно теории В. И. Воячека и К. Л. Хилова, при обычном воздействии силы земного притяжения отолиты постоянно оказывают активизирующее влияние на сенсорные и вегетативные рефлексы с полукружных каналов. «Потеря веса» отолитов в невесомости приводит, по нашему мнению, к уменьшению такого влияния. Это и вызывает повышение порогов чувствительности горизонтальных полукружных каналов к угловым ускорениям в состоянии невесомости.

Для изучения роли полукружных каналов в пространственной ориентации человека при невесомости нами (В. И. Лебедев, И. Ф. Чекирда) были проведены также следующие опыты. В самолете-лаборатории имелось вращающееся кресло, в которое усаживался испытуемый с повязкой на глазах. Врач-экспериментатор поворачивал кресло на определенный угол с постоянной скоростью (1 оборот за 5 сек.). В задачу обследуемого входило оценить угол поворота не меняя позы тела (на Земле, в горизонтальном полете и в невесомости). Вращение кресла в невесомости начиналось через 5 сек. ее действия (при общей ее продолжительности в каждой горке 24–26 сек.).

В первой серии экспериментов определялась возможность и точность ориентации при поворотах от 0 до 360°. Во второй серии такое определение проводилось в том же диапазоне изменения углов поворота кресла, но на четвертом обороте. В исследованиях по первому варианту за один режим невесомости удавалось осуществить три измерения. При этом второе и третье измерения выполнялись без обратного возвращения кресла в исходное положение. По второму варианту в каждом режиме невесомости проводилось одно определение. Половине испытуемых сообщались сделанные ими ошибки. Всего было обследовано 6 мужчин с опытом полетов на невесомость и хорошей ее переносимостью.

В результате экспериментов выяснилось, что ошибки при определении угла поворота на Земле и в горизонтальном полете одинаковы. Они составляли ± 10 – 20° в первой серии опытов и ± 15 – 25° во второй серии. В условиях же невесомости у всех без

исключения обследуемых величины ошибок в определении угла поворота кресла резко возрастали. В первой серии экспериментов они при повороте на 90° равнялись минус 20–30°, а при повороте от 180 до 360° доходили до минус 35–70°. Во второй серии недооценка действительного угла поворота возрастала в отдельных случаях даже до 270°!

Ошибки у испытуемых, которым не сообщались данные истинного угла поворота кресла, при повторных полетах не уменьшались. У тех же испытуемых, которые получали подобные данные, точность определения угла поворота от полета к полету увеличивалась, причем довольно существенно.

В чем причина всех этих явлений? Как уже указывалось, при невесомости повышается порог чувствительности полукружных каналов к угловым ускорениям. Это приводит к тому, что при вращении испытуемого на такой же угол, как и в горизонтальном

полете, центральная нервная система получает от соответствующих рецепторов меньшее раздражение. В результате и возникает недооценка угла поворота.

В. И. Воячек установил, что ощущение вращения зависит не только от величины ускорения, но и от времени его действия (по формуле $b \cdot t$, где b — ускорение, t — время воздействия). В наших опытах поворот кресла на определенный угол происходил с одинаковым ускорением при начале движения и при остановке; время поворота тоже не изменялось. Но в связи с увеличением при невесомости порога чувствительности полукружных каналов испытуемые ощущали начало вращения несколько позже, чем в горизонтальном полете. Таким образом, для обследуемых промежутков времени вращения субъективно сокращался, и им казалось, что поворот кресла произошел на меньший угол, чем было в действительности. Это еще более усиливало эффект от уменьшения силы раздражений, поступающих в мозг от рецепторов полукружных каналов.

Сказанное свидетельствует, помимо всего прочего, о взаимосвязи восприятия пространства с восприятием времени и об изменении обоих восприятий в необычных условиях невесомости. К этому мы еще вернемся дальше. Сейчас лишь отметим еще один факт, говорящий о том, что в недооценке угла поворота кресла играет определенную роль не только повышение порога чувствительности полукружных каналов, но и субъективное убыстрение течения времени (недооценка заданного временного интервала). Если во второй серии экспериментов разность в ошибках по сравнению с первой составляла в горизонтальном полете в среднем 5–10°, то в невесомости она увеличивалась до 50–90°. Это можно объяснить тем, что увеличение во второй серии опытов общего времени вращения при невесомости до 15–20 сек. приводило к значительному субъективному преуменьшению действительно прошедшего временного интервала. Испытуемый, полагая, что прошло, допустим, не 15 (как было на самом деле), а только 12 сек., соответственно и недооценивал угол поворота кресла.

Особенно интересные данные о пространственной ориентации были получены при орбитальных полетах. Так, в момент перехода от перегрузок к невесомости у Г. С. Титова возникло иллюзорное представление о перемещении тела вниз головой. Приборная доска, как ему показалось, сместилась и заняла место над головой космонавта. Через некоторое время иллюзия исчезла. Аналогичные ложные ощущения испытал американский космонавт Г. Купер. Ему показалось, что сумка с инструментами около правой руки повернулась на 90°. Иллюзию переворачивания при наступлении невесомости переживали и другие космонавты. Ф. Д. Горбов связывает это с продолжением мышечной реакции опоры в новых условиях. В момент, предшествующий невесомости, внешние силы (перегрузки) прижимают человека к креслу, и создается мышечная противоопора кресельной спинке. Если в следующий момент напряжение этих мышц не будет ослаблено, то возникает закономерное, но вместе с тем ложное представление полета на спине или вниз головой. При равномерном же мышечном расслаблении такого представления не появляется.

В состоянии невесомости у большинства летавших космонавтов создавалось, особенно когда иллюминаторы были закрыты шторками, психологическое представление о «верхе» и «ниже», которое выработалось еще во время тренировок на учебном космическом корабле. Это представление позволяло им свободно ориентироваться как с открытыми, так и с закрытыми глазами. В кабине космического корабля человек не только зрительно «опирается» на окружающие его приборы и предметы, но и получает большое количество информации посредством тактильной чувствительности от кресла, привязной системы и т.д. При работе с органами управления корабля и его системами значительный информационный поток идет в мозг от рецепторов кожи и мышц. Все это дает возможность высшим регулирующим механизмам головного мозга «справиться» с извращенной информацией от отолитового прибора и осуществить правильную ориентировку в окружающей обстановке. Если же такие возможности не реализуются, иллюзии положения тела в пространстве могут сохраняться длительное время. Например, в ходе орбитального полета иллюзорные ощущения подобного рода возникали у космонавтов Б. Б. Егорова и К. П. Феоктистова. Одному из них казалось, что он находится в полусогнутом положении лицом вниз, а другому представлялось, что он перевернут вниз головой. Космонавты отметили, что иллюзии появлялись у них как при закрытых, так и при открытых глазах, не отличаясь при этом по своему характеру. Однако такое состояние не было тягостным, серьезно не мешало выполнению запланированной работы.

У большинства космонавтов психологическое представление о «верхе» и «ниже» соответствовало геометрии кабины корабля и при открытых глазах нарушалось только в том случае, если они видели в иллюминаторе звездное небо «внизу», а поверхность нашей планеты — «вверху». Эта закономерность была проверена одним из авторов (В. И. Лебедев) в следующем эксперименте. В самолете-лаборатории на стенке укрепили дорожку из специального материала, по которой можно ходить в состоянии невесомости. Тогда быстро создается впечатление, что это не стенка, а пол и что «низ» находится под ногами. Но достаточно, оказавшись, взглянуть в иллюминатор самолета и увидеть поверхность Земли, идущую параллельно телу, как такое впечатление разрушается.

Чтобы сориентировать корабль, космонавту необходимо включить его в схему своего тела и иметь четкое представление о своем положении вместе с космическим кораблем относительно горизонта Земли. При выходе из корабля и переходе на другой корабль, а также при проведении монтажных работ на орбите необходимо, кроме того, уметь хорошо ориентироваться в беспорядочном пространстве. Для изучения этого были проведены при полетах на невесомость в самолете-лаборатории следующие эксперименты.

Перед космонавтами ставилась задача: начав перемещение по «бассейну невесомости», на некоторое время (5–10 сек.) закрыть глаза и при «выключенном» зрении продолжать определять свое положение в пространстве; затем открыть глаза и сопоставить свои субъективные пространственные представления в связи с геометрией «бассейна» с действительной ситуацией. Оказалось, что в первые 2–5 сек. движения с закрытыми глазами испытуемые, учитывая скорость перемещения и ощущения собственного вращения, еще могут дать себе отчет о происходящем, правда, иногда с большими ошибками. В дальнейшем им это оказывается уже трудно.

Так, А. Г. Николаев записал в отчете о соответствующем эксперименте: «После начала движения и закрытия глаз в первой горке оценивал в невесомости по памяти свое положение в пространстве. При этом ощущал, что, помимо передвижения тела вдоль „бассейна“, у меня происходило вращение тела вправо. По моему представлению, я должен был находиться примерно в середине «бассейна» и развернуться на 75–90°. Когда я открыл глаза, то увидел, что фактически оказался около правого борта самолета и развернулся на 180°, т.е. находился лицом к потолку.

Во второй „горке“ глаза я не открывал примерно в течение 10 сек. После 4–6 сек. я не мог мысленно представить свое местоположение в „бассейне“. Я потерял ориентировку. Когда открыл глаза, то оказался в хвосте самолета «подвешенным» вниз головой».

Точно так же оказалось затруднительным определение с закрытыми глазами пространственного положения тела при вращении его вокруг продольной оси во время орбитального полета (при освобождении от привязной системы). Интересно отметить, что в этих экспериментах П. Р. Попович в качестве ориентира в пространство использовал звук включенного вентилятора.

Из всего сказанного видно, что в условиях невесомости ни одно из показаний органов чувств, кроме зрения, как правило, не дает верной информации для ориентации в пространстве за пределами Земли. Это и понятно, если вспомнить, что все известные нам рецепторы формировались, по-видимому, под воздействием лишь земных факторов и только глаз развился в результате прямого влияния также и космических факторов. С. И. Вавилов образно называл человеческий глаз «солнечным» в том смысле, что он создай, помимо всего прочего, приспособлением организмов к жизненно важным для них световым лучам, идущим из космоса.

Именно зрительные ощущения и восприятие стали основой исследования Вселенной задолго до космических полетов.

Выше указывалось, что глаз теснейшим образом связан с вестибулярным анализатором и что в процессе видения существенную роль играют мышцы глазодвигательного аппарата. Но кратковременная невесомость влияет и на вестибулярный анализатор и на

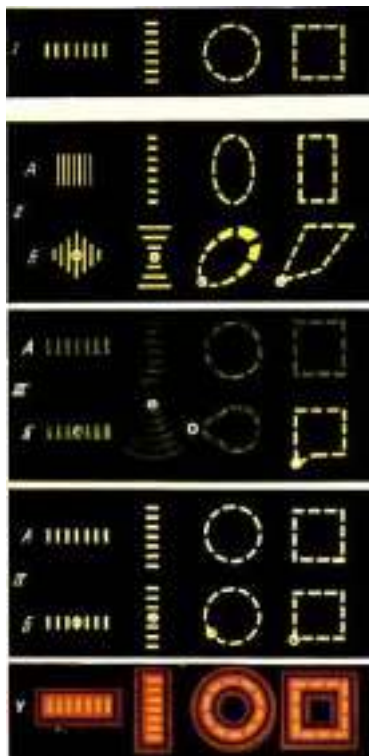
мышечный аппарат. Поэтому, естественно, возникает вопрос: воздействует ли она на зрительные восприятия?

Исследования в таком плане были проведены Л. А. Китаевым-Смыком. При опросе он установил, что большинство испытуемых не отметили изменений зрительных восприятий в условиях невесомости. Однако некоторые из обследуемых отмечали: «В начале невесомости ничего не видел», «При невесомости все побледнело и расплылось», «Все двинулось вниз», «В невесомости видел только тот предмет, на который смотрел, все остальное исчезло».

В одной серии экспериментов испытуемые должны были в состоянии невесомости смотреть на фигуры (круг, квадрат и т. д.), нарисованные на большом листе белой бумаги. В другой серии обследуемые наблюдали светящиеся фигуры в полной темноте.

В обоих случаях многим казалось, что изображения увеличиваются, расплываются, бледнеют, смещаются вниз, раскачиваются. Если же испытуемый начинал пристально смотреть на какую-нибудь часть фигуры, то эта часть переставала двигаться, расплываться; она сужалась до нормальных размеров, но делалась очень яркой.

Остальные части изображения вели себя по-прежнему. В результате вся фигура искажалась: круг становился эллипсом, грушей, прямые линии — изогнутыми. Когда же опыт шел в полной темноте, некоторым в невесомости представлялось будто вокруг светящихся изображений появляется широкий фиолетовый ореол.



Примеры некоторых зрительных иллюзий, появляющихся в условиях невесомости.
Восприятие фигур: 1 — в горизонтальном полете; II-V — в условиях невесомости:
А — без фиксации взгляда; Б — с фиксацией взгляда; о — точка фиксации взгляда

Каков же механизм подобных иллюзий? Ответить на этот вопрос в настоящее время можно только предположительно, хотя еще в прошлом веке было обнаружено, что при раздражении полукружных каналов вестибулярного анализатора искажалось восприятие очертаний наблюдаемых испытуемым предметов.

Рассматривая механизм кажущегося увеличения фигур, Л. А. Китаев-Смык выдвигает следующую гипотезу: «В невесомости уменьшается сила мышц, разводящих глаза, и в результате глаза сходятся к носу, возникает так называемая конвергенция. Но ведь человек, как правило, фиксирует взгляд на определенном предмете (в данном случае на изображении геометрической фигуры). И чтобы предмет остался в поле зрения, у человека автоматически напрягаются мышцы, препятствующие схождению глаз. При этом сразу же вступает в действие обратная связь: мышцы сигнализируют мозгу об этом добавочном усилии. Мозг перерабатывает сигнал, в результате у человека появляется мысль: видимая фигура либо расширялась, либо удалилась (в нормальных условиях такое мышечное напряжение связано только с расширением или удалением предмета). Но второе условие — заметное удаление фигуры — было бы возможно лишь в том случае, если бы стенки кабины самолета вдруг отодвинулись. Испытуемые отлично сознают, что такого быть не может. Поэтому сознание корректирует получаемые сведения, до человека доходит лишь первое — фигура расширилась».

Заметим, однако, что в невесомости у некоторых людей возникают и иллюзии удаления. Например, летчику М-ко в одном из первых полетов по баллистической кривой Кеплера показалось, будто «бассейн» удлинился. Пространственную иллюзию удаления органов управления самолета в условиях невесомости отметил летчик Стэллингс. Он писал: «Сначала у меня возникли некоторые ошибочные ощущения при состоянии невесомости, так что приходилось тянуться, чтобы достать различные приборы управления».

Согласно Китаеву-Смыку, нарушения зрения при кратковременной невесомости возникают, как правило, лишь в начале и уменьшаются к концу эксперимента. А после нескольких полетов иллюзии исчезают, наступает адаптация к новой ситуации.

Особый интерес представляют опыты, проведенные в орбитальных космических полетах. Так, врач-космонавт Б. Б. Егоров исследовал зрительный анализатор при помощи таблиц для определения остроты зрения, адаптато-резервометра, дающего возможность выявить чувствительность глаза к свету различной яркости, и призмы Гершеля, служащей для изучения тонуса глазных мышц. По полученным данным, зрительная функция в ходе полета не нарушилась. Острота зрения, световая чувствительность глаза, тонус глазных мышц не претерпели существенных изменений по сравнению с тем, что было зафиксировано в наземных условиях.

Одним из авторов (А. А. Леоновым) совместно с космонавтом П. И. Беляевым по методикам, предложенным В. Поповым и Н. Бойко, была проведена научно-исследовательская работа по изучению функции зрения в космическом полете на корабле «Восход-2». Программой работы предусматривалось исследование разрешающей способности зрительного анализатора. Острота зрения проверялась с помощью набора стандартных штриховых таблиц «Мир», вклеенных в бортжурнал. Рассматривать их необходимо было с расстояния 300 мм.

Разрешающая способность зрительного анализатора космонавтов предварительно определялась в лабораторных исследованиях, а также во время тренировок в учебном космическом корабле, где проигрывалась программа полета. Полученные результаты по

Таблица 1

	Острота зрения		
	в лабораторных условиях (5 замеров)	в учебном космическом корабле (2 замера)	в космическом полете (2 замера)
А. А. Леонов.	1,7	1,4	1,64
П. И. Беляев	1,7	—	1,34

Из таблицы видно, что разрешающая способность зрительного анализатора изменяется в односуточном космическом полете незначительно. Ухудшение остроты зрения у П. И. Беляева по сравнению с тем, что наблюдалось в лабораторных условиях, можно объяснить характером освещения в космическом корабле.

По таблицам «Мир» определялась также зрительная работоспособность космонавтов в космическом полете. Для этого испытуемый находил один элемент таблицы, в котором он мог бы на расстоянии в 300 мм, подсчитать количество штрихов. Такой добровольный подбор элемента исключал влияние остроты зрения на результат опыта, так как космонавт в любом случае работал с надпороговой для себя величиной, т.е. выше нормальной в обычных условиях. Итоги экспериментов в лаборатории, в учебном корабле и в космическом полете сведены в табл. 2.

Таблица 2

Условия наблюдения	А. А. Леонов	П. И. Беляев
в лаборатории		
Надежность %	100	100
Время работы, сек.	36	43
Острота зрения	0,95	1,17
в учебном корабле		
Надежность %	88	—
Время работы, сек.	60	—
Острота зрения	1,1	—
в полете		
Надежность %	75	80,8
Время работы, сек.	90	—
Острота зрения	1,2	1,06

Как явствует из таблицы, в космическом полете оперативная зрительная работоспособность значительно снижается. Это, видимо, объясняется тем, что в условиях невесомости нарушается не только общая согласованность движений, о чем речь будет дальше, но в какой-то степени, по Попову и Бойко, и координация группы глазодвигательных мышц. В новой ситуации их усилие изменить точку фиксации взора становится избыточным, из-за чего глаз как бы «проскакивает» нужный пункт в пространстве. Необходимой оказывается иная, чем прежде, настройка. Однако в данном случае она весьма трудна, потому что через 0,01 сек. следует новый импульс, который приходится на период рефракторной фазы и пропускается. При подсчетах же более крупных деталей это явление не наблюдается, так как частота импульсов при увеличении угла разрешения резко уменьшается.

В полете перед космонавтами ставилась также задача исследовать восприятие цвета внутри корабля, для чего применялась специальная таблица. В ней было шесть различных цветных полос, расположенных рядом с черно-белыми ступенчатыми клиньями. Известно, что все цвета по мере ослабления яркости приближаются к черному. Поэтому их можно сравнивать по данному показателю. Для исследования были выбраны три основных цвета — красный, зеленый, синий и три дополнительных к ним — голубой, пурпурный, желтый. Космонавтам предлагалось найти для каждого цвета такое поле черно-белого клина, которое имело бы с ним одинаковую яркость. Последнюю можно было определять, таким образом, в пределах десятикратного изменения. Средняя величина ошибки единичного определения яркости цвета по указанной таблице равна 15–30%.

Сравнение результатов контрольных (или фоновых) и полетных исследований, осуществленных при дневном свете, позволило Попову и Бойко выявить дифференциальные изменения в восприятии цветов. Оказалось, что при невесомости субъективная яркость последних заметно снижается. Среднее снижение для всех экспонированных цветов составило у П. И. Беляева 26,1% и у А. А. Леонова 25%. Наибольшие отклонения наблюдались при определении яркости пурпурного и голубого цвета, несколько меньшие — при определении красного. Снижение для остальных цветных полос не превышало 10%. Усиления яркости не отмечалось ни в одном случае.

Причина значительного снижения субъективной яркости отдельных цветов в условиях невесомости пока не ясна, и ее обнаружение требует дополнительных и более тонких исследований. Вместе с тем отмеченный эффект не помешал Леонову сделать несколько зарисовок космических пейзажей как во время полета, так и по памяти, после возвращения на Землю. Некоторые из них мы приводим далее.

В целом при невесомости происходит адаптация зрительного анализатора. Но эти сведения относятся лишь к восприятию внутри космического корабля. Между тем не менее важно выяснить, не нарушается ли глубинное восприятие космических объектов, находящихся вне космического аппарата.

Выше говорилось о том, что величина изображения на сетчатке, напряжение глазных мышц, аккомодация и конвергенция, неодинаковость правого и левого изображения — все это главные звенья тех процессов, которые обеспечивают восприятие удаленности, объемности, величины и формы предметов. Исследования, однако, показали, что, например, аккомодация действует на расстояниях лишь до 25 м, а конвергенция — до 300–350 м. За этими пределами восприятие величины и удаленности опирается на некоторые косвенные признаки: сравнение с другими предметами, размеры которых известны, четкость контуров и г. д.

В космическом пространстве могут создаваться такие условия, когда космонавту не будет видно ни Земли, ни звезд, ни других ориентиров. Подобные условия получили название «безориентирного зрения». При этом эффективность зрительных восприятий падает и иногда возникают различные иллюзорные ощущения.

Физиологическая оптика установила, что при безориентирном зрении глаз оказывается сфокусированным не на дальнее видение, а для какого-то относительно небольшого расстояния. В связи с этим человек становится как бы близоруким. Отсюда — значительное нарушение оценки расстояния, что может затруднить в некоторых случаях работу космонавта. Так было, например, при полете американских космонавтов Макдивигта и Уайта на «Джеминай-4». Они не имели радиолокатора и пытались решить поставленную перед ними задачу сближения со второй ступенью ракеты-носителя визуально. Однако Макдивитт определил расстояние до цели в 120 м, тогда как фактически оно равнялось 600 м. На последующих кораблях этой серии пришлось поставить специальные локаторы, обеспечивающие измерение расстояния между кораблем и объектом стыковки, а также измерение их относительных скоростей.

Не менее интересен другой факт. Американский космонавт Г. Купер сообщил, что видел во время орбитального полета невооруженным глазом дома и другие постройки на Тибете. Между тем, как показали расчеты, разрешающая способность глаза человека не позволяет различать подобные объекты с такой высоты. Нами (В. И. Лебедевым, О. Н. Кузнецовым) сообщение Купера было объяснено как результат иллюзии узнавания, обусловленной недостаточной информативностью раздражителя. В этой ситуации правильное осмысление раздражителя связано с мобилизацией соответствующих представлений, известных из опыта. Коль скоро она не удастся, возникает обман чувств, иллюзия узнавания. Подтверждением здесь в какой-то степени служит следующий специальный эксперимент, правда с другим анализатором — слуховым.

В условиях изоляции в сурдокамере находился испытуемый С-ев. По ходу опыта в камеру частично и приглушенно передавались различные звуки. Испытуемый должен был в форме репортажа сообщать о всех воспринятых слуховых явлениях. В ряде случаев, когда С-ев знал, что происходит вонне (скажем, электрофизиологическая запись, специальное прослушивание магнитофонных записей обслуживающим персоналом после отчетных сообщений и т. д.), он достаточно точно воспринимал шумы и разговоры в аппаратной. При обстоятельствах же, которые ситуационно были неясны испытуемому, он совершал грубые ошибки. Так, С-ев неправильно оценивал смысл разговора, не узнавал голоса, а шум работающего электромотора в аппаратной воспринимал как магнитофонное воспроизведение определенной песенки в исполнении Робертино Лоретти. В реальности своих ощущений испытуемый был убежден совершенно твердо.

Особенно возрастает роль зрения для ориентировки при выходе человека из космического корабля в безопорное пространство. Здесь космонавта связывает с кораблем только гибкий фал, который в какой-то мере является элементом опоры, но в редуцированном виде. В этой ситуации отпадают все тактильные и мышечные ощущения, возникающие от прикосновения к отдельным деталям и площадям опоры в кабине. В открытом космическом пространстве нервные импульсы, идущие от мышечно-суставного аппарата и рецепторов кожи, не позволяют составить представления о пространственных отношениях тела космонавта с окружающими его предметами, а дают только информацию о взаимоотношениях между отдельными частями тела, т.е. о «схеме тела», в которую включен еще скафандр и фал. Следовательно, при выходе из корабля у человека «разрушается» психологическое представление о своем положении относительно геометрии кабины, основанное на зрительных, тактильных, мышечно-суставных ощущениях, и он должен перейти к ориентации, «опираясь» лишь на зрительные восприятия.

Приведем впечатления А. А. Леонова о выходе в безопорное космическое пространство: «При открывании наружной крышки шлюза космического корабля „Восход-2« необъятный космос предстал перед взором во всей своей неопишуемой красоте. Земля величественно проплывала перед глазами и казалась плоской, и только кривизна по краям напоминала о том, что она все-таки шар. Несмотря на достаточно плотный светофильтр иллюминатора гермошлема, были видны облака, гладь Черного моря, кромка побережья, Кавказский хребет, Новороссийская бухта. После выхода из шлюза и легкого отталкивания произошло отделение от корабля. Фал, посредством которого осуществлялось крепление к космическому аппарату и связь с командиром, медленно растянулся во всю длину. Небольшое усилие при отталкивании от корабля привело к незначительному угловому перемещению последнего. Мчавшийся над Землей космический аппарат был залит лучами Солнца. Резких контрастов света и тени не наблюдалось, так как находящиеся в тени части корабля достаточно хорошо освещались отраженными от Земли солнечными лучами. Проплывали величавые зеленые массивы, реки, горы. Ощущение было примерно таким же, как и в самолете, когда летишь на большой высоте. Но из-за значительного расстояния невозможно было

определить города и детали рельефа, и это создавало впечатление, что как будто проплываешь над огромной красочной картой.

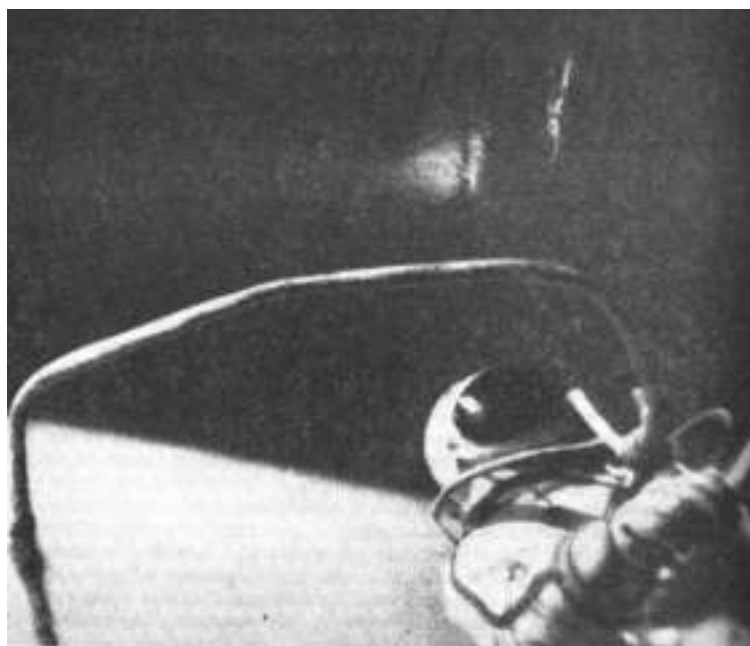


Рис. 10 Космонавт А. А. Леонов в безопорном космическом пространстве вне корабля

Двигаться приходилось около корабля, летящего с космической скоростью над вращающейся Землей. Отходы от космического аппарата осуществлялись спиной с углом наклона тела в 45° к продольной оси шлюза, а подходы — головой вперед с вытянутыми руками для предупреждения удара иллюминатора гермошлема о корабль (или „распластавшись» над кораблем, как в свободном

падении над землей при парашютном прыжке). При движениях ориентироваться в пространстве приходилось на движущийся корабль и „стоящее» Солнце, которое было над головой или за спиной...



Рис. 11 Космонавт А. А. Леонов в безопорном космическом пространстве вне корабля

При одном из отходов в результате отталкивания от космического корабля произошла сложная закрутка вокруг поперечной и продольной оси тела. Перед глазами стали проплывать немигающие звезды на фоне темно-фиолетового с переходом в бархатную черноту бездонного неба. В некоторых случаях в поле зрения попадали только по две звезды. Вид звезд сменялся видом Земли и Солнца. Солнце было очень ярким и представлялось как бы вколоченным в черноту неба. Вскоре угловая скорость снизилась за счет скручивания фала. Во время вращения, хотя корабля и не было видно, представление о его местонахождении сохранилось полностью и дезориентации не наблюдалось. О своем положении в пространстве по отношению к кораблю можно было судить по перемещающимся в поле зрения звездам, Солнцу и Земле. Хорошим ориентиром являлся также фал, когда он был полностью натянутым».

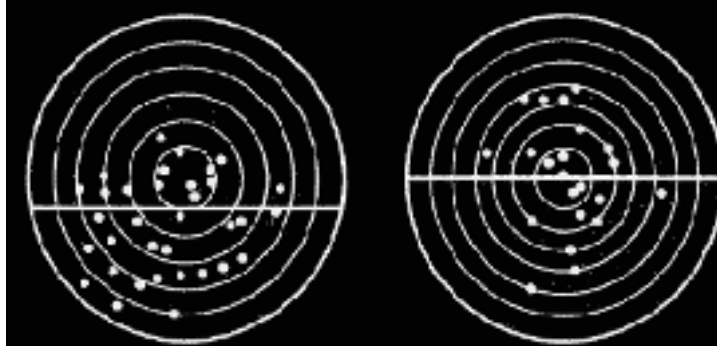
Итак, опыт орбитальных полетов и выхода космонавтов из космического корабля в безопорное пространство показал, что человек может приспособиться к ориентации в столь необычных для него условиях. При этом между органами чувств возникают иные соотношения, чем на Земле. Главное значение приобретают зрение, тактильные и мышечно-суставные ощущения и меньшее — сигнализация со стороны отолитового прибора. Эта новая функциональная система анализаторов менее устойчива по сравнению с естественной, выработавшейся в течение длительного эволюционного и исторического развития человеческого организма.

В будущих полетах, когда космические аппараты с людьми будут уходить от Земли к другим планетам, а космонавты с помощью реактивных средств будут все дальше и дальше отдаляться в безопорном пространстве от своих кораблей, не исключена возможность появления пространственных иллюзий и дезориентации. В связи с этим проблема ориентировки человека в космическом пространстве становится еще более актуальной.

[Далее...](#)

Координация произвольных движений в космическом полете

При ориентации космического корабля, при осуществлении маневров и т.д. космонавт должен оперировать рычагами, кнопками, тумблерами, не говоря уже о выполнении ряда других двигательных задач. Возникает вопрос: сможет ли человек в условиях невесомости точно координировать свои движения? В поисках ответа на такой вопрос испытуемым предлагалось несложное задание. Нужно было попасть острием карандаша на цель — обычную мишень для стрельбы из огнестрельного оружия. В обычных условиях каждый исследуемый без особого труда «поражал» мишень, расположенную на расстоянии вытянутой руки. При невесомости же точность выполнения этой простой операции резко снижалась, особенно когда испытуемые закрывали глаза. Впоследствии наступала адаптация и точность поражения мишени увеличивалась.



Результаты попадания в мишень острием карандаша в условиях горизонтального полета (слева) и в невесомости (справа)

Механизм нарушения координации движений в первых полетах с воспроизведением невесомости нашел следующее объяснение. На Земле человек, поднимая руку или ногу, преодолевает с помощью мышечного усилия не только вес конечности, но и инерцию ее массы. В условиях же невесомости, когда вес «исчезает», для преодоления инерции конечности требуется незначительное мышечное усилие. Однако в соответствии с выработанными на Земле навыками нервные центры в начале движения посылают более сильные импульсы мышцам, в результате чего получается «перехлест». В частности, рука человека, поражающего мишень, смещается вверх.

Изучение координации движений при кратковременной невесомости проводилось с помощью специального прибора — координографа. Опыты ставились на Земле, во время горизонтального полета и в полете по кривой Кеплера. Эти исследования показали, что при невесомости у большинства космонавтов скорость выполнения двигательных актов замедляется. П. Р. Попович, например, отмечал в своем отчете: «При выполнении упражнения на координографе очень легко попадать в гнезда при условии, если движения делать плавно. При резких движениях получаются промахи и тело меняет свое положение».

Для работы с органами управления и другими системами космического корабля весьма важно сохранение стойких навыков воспроизведения определенных мышечных усилий. Здесь тоже выявились свои трудности. Так, в одном из экспериментов у космонавтов был создан стойкий навык воспроизведения заданного мышечного усилия в 750 г (с точностью ± 10 г). По отчетам испытуемых, они не ощущали какой-либо разницы, преодолевая соответствующее сопротивление рычага дозиметра на Земле и в невесомости. Однако киносъемка показала, что объективно точность работы при «исчезновении» веса существенно нарушалась. Космонавты в первом полете превышали заданное усилие на 250 — 1125 г. Только у В. Ф. Быковского разность между создаваемыми им на Земле и в невесомости усилиями составляла всего лишь около 50 г. С увеличением количества полетов и проведением коррекции амплитуда ошибок постепенно снижалась. Как правило, уже ко 2 — 5-му полету испытуемые выдерживали заданное мышечное усилие достаточно устойчиво.

Благодаря специальным тренировкам на Земле и в «бассейне невесомости» космонавты быстро адаптировались к «исчезновению» веса в орбитальных полетах. Ю. А. Гагарин, например, вел радиопереговоры, делал записи в боржурнале, включал и выключал тумблеры, производил наблюдения. При этом он не заметил никаких нарушений координации движений, хотя и ощущал некоторое неудобство из-за отсутствия привычного давления спинки и сидения кресла на тело при выполнении той или другой рабочей операции. Вообще деятельность космонавтов от полета к полету становилась все более емкой. Они наблюдали за звездным небом, полярным сиянием, спутниками, поверхностью Земли, измеряли высоту стояния звезд над видимым горизонтом, проверяли устойчивость газового пузыря в жидкости и водного пузыря в газовой среде, вели киносъемку, осуществляли разнообразные медицинские исследования и другие эксперименты и т.д. При этом обычные рабочие операции (переключение тумблеров, работа на телеграфном ключе, ориентация корабля и пр.), по заявлению космонавтов, проводились легко и с достаточной степенью координированности. Однако установление новых координационных отношений, активное регулирование усилий в процессе целенаправленной деятельности, необходимость сохранения нужного положения тела по отношению к окружающим приборам, предметам и т.д. довольно быстро вызвали, как отметил К. П. Феоктистов, чувство утомления.

Анализ объективных данных подтверждает картину, нарисованную в отчетах космонавтов. При просмотре киноплёнок не было зафиксировано каких-либо грубых изменений последовательности и координации крупноамплитудных движений. В полном соответствии с полетным заданием и точно по инструкции космонавтами проводилась ручная ориентация. Ни один из них не превысил при этом расход рабочего тела. Космонавтами были зарегистрированы величины давления в системе ручного управления, время начала и окончания пилотирования вручную. Данные телеметрической информации также свидетельствуют о достаточной координированности движений человека при орбитальном полете.

Но как обстоит дело с более тонкой двигательной координацией? Некоторый свет на это проливают работы по анализу почерка, проведенные А. И. Манцетовой, В. Ф. Орловой, В. Трубниковой и др. Выяснилось, что во время орбитального полета у космонавтов изменяется привычная координация движений при письме. Это проявилось в неодинаковости начертания одних и тех же букв и их элементов, в неровности строчек, неравномерности перемещения кисти при писании. Такие изменения почерка характерны именно в случае недостаточной согласованности крупных движений, совершаемых главным образом предплечьем, плечом и всей кистью, с мелкими движениями кисти и пальцев. Кроме того, в записях, сделанных космонавтами в боржурналах, наблюдались изломы и извилистость штрихов, угловатость овальных и дугообразных элементов букв при отсутствии их упорядоченности. Подобные факты говорят о снижении точности мелких движений.

Наибольшие перемены отмечены в начале орбитального полета. На 2–7-м витках двигательная координация улучшалась и сохранялась на уровне среднего или более среднего снижения. Изменения письма на первых витках свидетельствуют о трудности согласования мелких движений, обеспечивающих плавный переход от сгибательных элементов к разгибательным. Наибольшие нарушения обнаруживались при дугообразных перемещениях, требующих плавного перехода от одного направления к другому. Если в обычных условиях такие перемещения выполняются сложным сочетанием сгибательно-разгибательных и приводяще-отводящих движений кистей и пальцев, то при невесомости возникают упрощения, начинают преобладать или сгибательно-разгибательные или приводяще-отводящие движения. По мере продолжения полета положение, однако, восстанавливается, т.е. происходит приспособление к новым условиям. Вместе с тем в почерке космонавтов появляются признаки, указывающие на образование новых координационных связей. В ходе полета усиливается тенденция к упрощению движений, взаимодействие их также становится проще, как и строение букв. Кроме того, увеличивается нажим карандаша на бумагу и количество связных движений. Письменные знаки, выполняемые в обычных условиях раздельно, при невесомости оказываются соединенными тонкими, еле заметными штрихами (последняя буква в слове соединяется со следующей за ней запятой и т.д.).

Итак, в орбитальном полете тонкая координация движений (например, при письме) существенно меняется. Значение силового компонента здесь становится иным и привычные взаимодействия между центральным и периферическим отделами двигательного аппарата нарушаются. Длительное пребывание в невесомости сопровождается соответствующей адаптацией, выражающейся в основном в упрощении движений. Такая адаптация отмечается с первых суток и усиливается в течение последующих суток космического полета.

В связи с подготовкой выхода человека из космического корабля наружу тщательному изучению были подвергнуты движения человека в безопорном пространстве. Исследования проводились в самолете-лаборатории с «бассейном невесомости». Было выявлено, что у людей, впервые попавших в безопорное состояние, теряется способность контролировать свои двигательные реакции. В момент возникновения невесомости многие испытуемые инстинктивно начинают производить «плавательные» движения руками и ногами. Они как бы стремятся удержаться в воздухе, подобно тому, как барахтаются люди, впервые попавшие в воду в глубоком месте. В дальнейшем возникают координированные — «плавные» движения. Если вначале из-за сильных толчков испытуемые «улетают» от одной стенки бассейна к другой, то в процессе тренировок они научаются сохранять устойчивость тела в пространстве, или, как говорят, «парить».

Для изучения психофизиологических реакций в безопорном состоянии во время орбитального полета космонавты А. Г. Николаев и П. Р. Попович освобождались от привязной системы. При этом они отметили непроизвольное перемещение тела к «потолку». Такой эффект, по всей вероятности, можно объяснить вращением корабля вокруг центра масс. Хотя это вращение совершается очень медленно, оно оказывается достаточным, чтобы возникла незначительная центробежная сила. Вместе с тем, по данным Николаева и Поповича, фиксация тела в различных положениях не составляла затруднений, как и повороты его вокруг оси.

Необходимо подчеркнуть, что хотя космонавты и находились в безопорном состоянии, но во всех случаях они были ограничены в пространстве помещением самолета — лабораторией или кабиной космического корабля. Испытуемые могли «подплывать» к опоре, фиксировать с ее помощью свое положение или, отталкиваясь, получать импульс к движению. Как сказано в отчете одного из космонавтов, «для того чтобы выполнить вращательные движения, необходимо было оттолкнуться рукой от пола. Далее темп вращения зависел от позы. Чтобы увеличить темп вращения, нужно было сгруппироваться, чтобы замедлить — распластаться». Принципиально новую и гораздо более трудную задачу предстояло выполнить А. А. Леонову при выходе из космического корабля наружу. Здесь возникал вопрос не только ориентации, но и координированного движения в почти «чистом» безопорном пространстве, не ограниченном привычными рамками кабины.

Мы уже говорили, что будущим космическим монтажникам придется работать в открытом космосе. А любая рабочая операция, будь то заворачивание гайки или бросок какого-либо предмета, создает момент взаимодействия сил, разворачивающий космонавта в противоположную сторону. Проявление этого классического закона механики один из авторов (В. И. Лебедев) прочувствовал на себе экспериментально. В «бассейне» самолета-лаборатории было установлено вращающееся кресло Барани. Оно используется, как уже упоминалось выше, в частности для исследования порогов чувствительности лабиринтов. В опытах такого рода приходится для приобретения устойчивости предварительно фиксировать ноги в специальном устройстве. И однажды произошло следующее (цитируем из дневниковой записи): «При первом эксперименте с определением порогов чувствительности лабиринтов с наступлением невесомости ноги выскользнули из фиксационного устройства и я завис в воздухе, держась правой рукой за ручку кресла. В этом „подвешенном“ состоянии я все же сделал попытку провести опыт и начал вращать кресло. Но неожиданно для себя я сам стал вращаться вокруг кресла, тогда как последнее незначительно сдвинулось с места».

Перед первым выходом человека из космического корабля проводилась специальная отработка движений в безопорном пространстве. Тренировка происходила в самолете-лаборатории, где был расположен макет корабля «Восход-2» со шлюзовой камерой в натуральную величину. При этом выполнение основного этапа полетного задания — выхода наружу и возвращения — мыслилось (и, соответственно, отрабатывалось) в виде серии последовательно совершаемых операций. Космонавт должен был перед перемещением в шлюзовую камеру надеть ранец с автономной системой жизнеобеспечения и подключиться к нему. Затем следовали проверка оборудования, обеспечивающего выход из корабля, и выравнивание давления в шлюзовой камере и кабине. Далее космонавт перемещался в шлюзовую камеру, где должен был проверить герметичность гермошлема и скафандра, положение светофильтров, подачу кислорода. После этого командир корабля закрывал крышку люка кабины, стравливал давление в шлюзе и открывал крышку люка-выхода. Потом космонавт покидал корабль, делал в условиях безопорного пространства запланированное количество отходов от шлюза и подходов к нему и, наконец, возвращался в кабину. Всего он должен был выполнить примерно шесть операций при фиксации на рабочем месте — кресле пилота, восемь — в нефиксированном состоянии во время передвижения по кабине, четыре — в безопорном положении вне космического корабля. Отработка всех этих операций выявила совершенно определенную картину.

Оказалось, что фиксация на рабочем месте обеспечивает достаточно высокое качество выполнения операций, предусмотренных программой. В первых двух полетах на невесомости наблюдались изменения в координации движений (промахивание). В последующих полетах таких ошибок уже не было. Движения же в нефиксированном состоянии при перемещении внутри корабля и шлюза были труднее для выполнения. Здесь космонавты в какой-то мере лишались надежной опоры. Они только касались борта корабля и шлюза. К тому же и характер рабочих операций был более сложным. В выполнении их участвовали многие мышечные группы тела и конечностей, в результате чего сдвиги в координации движений выражались заметнее. Качество осуществления операций во многом зависело от силы толчка о стенку корабля или шлюза. При энергичных толчках проскальзывание через шлюз было довольно быстрым, однако возникала угроза удара об окружающие предметы; при слабых толчках упражнение зачастую не выполнялось. Весьма осложняло дело и наличие спецснаряжения — скафандра, особенно когда в нем поддерживалось давление, необходимое при выходе в открытый космос.

Что касается подходов к кораблю и особенно отходов от него, то здесь необходимые навыки вообще выработались далеко не сразу. Критерием выполнения упражнения служили плавность движения и продолжительность операции. По отчету А. А. Леонова, «самый первый отход был и самый лучший, неповторимый. За одну „горку“ я вышел из шлюза и вошел в него». Такой успех в какой-то мере можно объяснить многократным и внимательным просмотром киноплёнок, где были запечатлены соответствующие действия двух

испытуемых, столь же многократным «проигрыванием» в уме всех необходимых операций, накопленным личным опытом полетов на невесомость. И все же после первой удачной попытки понадобилось еще немало тренировок, прежде чем А. А. Леонов сумел снова воспроизвести ее. Только на выработку навыков по выполнению плавного отхода от шлюза без разворота потребовалось шесть попыток, а подхода к шлюзу — четыре попытки. Первоначально движения получались резкие и с разворотом тела как по вертикальной, так и по горизонтальной оси. На выполнение отходов в первых трех полетах требовалось 19–20 сек., тогда как в последующих — примерно 6 — 8 сек. При отработке же подходов не наблюдалось никакого укорочения времени. Наоборот, оно удлинялось. В первых подходах на саму эту операцию оставалось мало времени, космонавты спешили и это вызывало снижение качества выполнения задания. Испытуемые приближались к шлюзу не плавно, а рывками и с разворотами боком или даже спиной. Однако в конце цикла тренировок отходы и подходы совершались нормально и с оптимальными временными затратами. Так, А. А. Леонов в своем отчете, относящемся к этому периоду, писал: «Полет перенес хорошо. Неприятных ощущений не чувствовал. Ощущения те же, что наблюдались и раньше при полетах на невесомость. Скафандр несколько ограничивает движения, а гермошлем уменьшает объем поля зрения. Подходы к шлюзу выполнялись легко, так как я натягивал фал и тем самым создавал точку опоры и обозначал направление движения. Подходы и отходы следует делать плавно. По-видимому, в невесомости при наличии самой незначительной точки опоры можно выполнять любые работы без заметных нарушений координации движений».

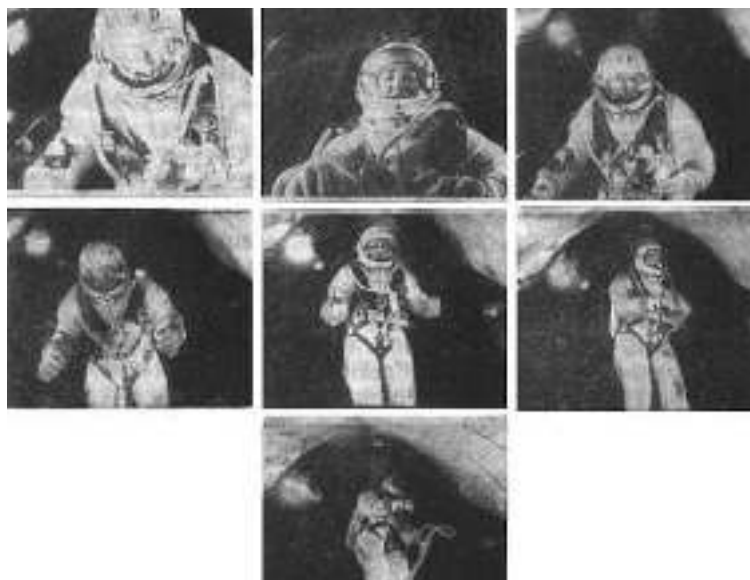


Рис. 13 Кинограмма процесса отхода космонавта А. А. Леонова от шлюзовой камеры в «бассейне невесомости», оборудованном на самолете.

Интересно сопоставить качество выполнения движений в самолете-лаборатории и в орбитальном полете.

А. А. Леонов совершил пять отходов и подходов в космосе причем самый первый отход был сделан на минимальное расстояние — 1 м — с целью ориентации в новых условиях. Все движения выполнялись в той же последовательности, что и во время тренировок. В первых отходах случались развороты тела вбок и назад, в последующих — упражнения осуществлялись правильно и уверенно, что свидетельствовало о приспособляемости организма к необычной ситуации в безопорном пространстве. Следовательно, при кратковременном выходе из корабля координация движений, ориентировка и работоспособность человека заметно не нарушаются.

В описанных в данном разделе экспериментах было выяснено, что для производства рабочих операций космонавт должен фиксировать себя по отношению к какой-либо опоре или иметь специальный инструмент. Для маневрирования, а также перемещения с одного космического корабля на другой ему нужна специальная аппаратура, создающая реактивную силу. Как известно, американский космонавт Э. Уайт при выходе из космического корабля был вооружен «космическим пистолетом», позволяющим маневрировать при помощи реактивных струй воздуха.

[Далее...](#)

Психологические особенности ориентировки по приборам в межпланетном полете

Мы уже установили выше, что из всех органов чувств наиболее эффективны для ориентации в космическом пространстве глаза. Благодаря зрению человек хорошо ориентируется в космическом корабле и на небольших расстояниях от него. Однако для ориентации в межпланетном полете невооруженный глаз становится мало пригодным. Здесь понадобится использовать приборы. Это внесет новые существенные изменения в деятельность тех психофизиологических систем, которые реализуют пространственную ориентировку в условиях Земли.

В ходе длительного исторического развития человек для ориентации в пространстве пользовался естественными ориентирами. С появлением авиации этого оказалось недостаточно. Первые попытки летать в облаках и в тумане (т.е. вне видимости горизонта, Солнца, звезд и других ориентиров), руководствуясь только ощущениями, довольно часто приводили к катастрофам. Вскоре период «бесприборных полетов» в сложных метеорологических условиях сменился периодом внедрения в летную практику навигационных приборов. При этом обнаружилось, что ощущения летчиков нередко вступают в противоречия с показаниями приборов. В подавляющем числе случаев показания приборов были правильными, а ощущения летчиков — ложными. Такие ложные ощущения получили название иллюзий положения тела пилота в пространстве. Наиболее часто встречаются иллюзии кренов, вращения, планирования, перевернутого полета и т.д.

Физиологические механизмы иллюзий в слепом полете различны. Обычно принято разделять последние по видам, соответственно формам восприятия (зрительные, вестибулярные и другие). Ряд иллюзий связан с одновременным участием в их образовании двух или трех анализаторов (зрительно-осязательные, зрительно-вестибулярные и т.п. иллюзии). Наиболее подробный материал по данной проблематике содержится в работах Б. С. Алякринского, Ф. Д. Горбова, Е. А. Дерезянко, К. К. Платонова. Здесь мы лишь подчеркнем мысль К. К. Платонова о том, что «нельзя смешивать понятия „иллюзия в полете» и «потеря ориентировки». Потеря ориентировки при иллюзии может быть вызвана не нарушениями восприятий, а не критичностью мышления. Иллюзия же, иногда даже резко выраженная, может не привести к потере ориентировки, если летчик будет относиться к ней критически. „Мне казалось, что я лечу с креном, но, смотря на приборы, я знал, что лечу без крена», — говорит он в таких случаях. Но достаточно летчику при этом потерять уверенность в считываемых показаниях приборов, как он потеряет ориентировку» (1960, стр. 166).

Если при полетах на самолете летчик должен постоянно ориентироваться относительно линии горизонта, то в условиях околоземного космоса эта необходимость отпадает. При ориентации с помощью прибора «глобус» космонавт проецирует свое местонахождение на тот или другой участок поверхности нашей планеты, нисколько не беспокоясь о положении своего тела и конструкций космического корабля по отношению к направлению полета и линии горизонта. Надобность в решении задач последнего типа возникает только при приближении к тому или иному небесному телу, при посадке на него или при совершении некоторых маневров (изменение наклона орбиты, ее высоты и т.д.). Тогда у космонавтов, как и у летчиков во время полета, могут возникать различные иллюзии положения своего тела относительно плоскости Земли и направления полета.

С психологической точки зрения основной особенностью полета по приборам является переход от обычной, непосредственной ориентировки, связанной с естественными ориентирами, к ориентировке, опосредованной приборной индикацией. И хотя ориентирование последнего типа также обеспечивается зрением, структура процесса здесь кардинально меняется.

В обычном полете, как указывает Б. С. Алякринский, зрение позволяет летчику не только получать информацию от приборов, находящихся в кабине, но и осуществлять самую далекую ориентировку с высоты «птичьей перспективы». В данном случае в системе «человек — летательный аппарат — окружающая обстановка» ведущее значение приобретает именно «окружающая обстановка». От пилота требуется отчетливое восприятие наземных ориентиров, чтобы правильно строить режим полета. При этом оказывается возможным допускать большие отклонения по курсу и высоте, так как всегда мыслимо исправление положения самолета в нужный момент времени благодаря визуальной ориентировке. Полет строится в ответ на текущие раздражители как бы более перспективно. Пункт, от которого пилот начинает создавать схему ориентирования, лежит вне самолета, на местности.

Ситуация резко меняется при переходе к пилотированию по приборам. Здесь центр ориентирования психологически переносится в кабину самолета, в самое ближайшее окружение пилота или даже сам летчик становится этим центром. Главным оказывается, как подчеркивает К. К. Платонов, «умственный навык в опосредованной и динамической ориентировке». В этих условиях человек судит о своем местоположении в пространстве не в результате непосредственных впечатлений от естественных и к тому же привычных ориентировок, а с помощью системы технических устройств, которые как бы «вклиниваются» между органами чувств космонавта или летчика и действительностью. Кроме того, информация, поступающая к пилоту от приборов, оказывается, как правило, закодированной (зашифрованной), и перед ним возникает новая задача декодирования (расшифровывания), обычно отсутствующая при визуальном полете. Главная же трудность такой дешифровки в раскрытии смыслового значения каждого сигнала в конкретной обстановке. Это значение может быть понято лишь при сопоставлении данного сигнала с другими сигналами, при выявлении не только и не столько внешней, сколько именно смысловой зависимости между ними.

Иными словами, в ходе получения информации при слепом полете человек должен не только быстро «считывать» (т.е. правильно определять и дешифровать показания приборов), но и не менее быстро обобщать поступившие сведения в целостный образ положения летательного аппарата в пространстве, постоянно имея в виду взаимосвязи, существующие между показаниями приборов и реальной ситуацией. Понятно, что процесс опосредованной ориентировки требует значительно большего времени, чем непосредственное ориентирование. Однако и это еще не все.

Осуществляя динамическую ориентировку в полете, пилот должен помнить о соответствующей информации, полученной в недалеком прошлом (т.е. обладать хорошей оперативной памятью), а также предвидеть свое местонахождение в недалеком будущем. Не менее важно и то, что летчик или космонавт в зависимости от скорости летательного аппарата и характера окружающей внешней обстановки вынужден читать показания приборов и определять свое пространственное положение в навязанном ему темпе. В общем, использование показаний приборов вносит серьезные изменения в деятельность тех физиологических систем, которые осуществляют пространственную ориентировку. Это в той или иной мере сказывается и на деятельности всей нейтральной нервной системы. Показания приборов являются, по И. П. Павлову, второсигнальными раздражителями. Естественно, что физиологические системы, реализующие пространственную ориентировку в слепом полете, включают в себя структуры второй сигнальной системы коры больших полушарий головного мозга в гораздо большей степени, чем при ориентировке по естественным ориентирам. Образующаяся новая функциональная система отражения пространственных взаимоотношений оказывается намного сложнее обычной. Поскольку же она создается не в течение многих веков, а в течение лишь нескольких часов, устойчивость ее сравнительно невелика. Утомление, а также влияние неблагоприятных факторов на организм человека могут быстро ее нарушить.

Все вышесказанное в этом разделе относится к ориентации человека в пространстве по приборам при полетах на самолетах и космических кораблях-спутниках. Однако деятельность такого рода в условиях межпланетного путешествия будет иметь свою

психологическую специфику. На ней мы и остановимся, тем более, что в доступной нам литературе нет материалов, посвященных данному вопросу.

При орбитальных полетах космонавты могут непосредственно через иллюминаторы или через систему «взор», или при выходе из корабля вести наблюдения за поверхностью Земли, в том числе и за районами, находящимися под ними. В случае ориентации только по приборам люди также могут проецировать свое местонахождение на земную поверхность, пользуясь «глобусом» или картой. Короче говоря, в процессе полета космонавт всегда в состоянии представить конкретные участки земной поверхности и следить за траекторией, привязываясь к более или менее конкретным земным ориентирам. Он может, например, рассуждать так: «10 минут назад я находился над Северной Африкой. Сейчас я над Черным морем, а через 10 минут буду над районом Уральских гор».

В отличие от орбитального межпланетный полет будет проходить не между двумя относительно неподвижными пунктами, расположенными на Земле, а между двумя небесными телами, движущимися в космическом пространстве с различной скоростью.

Путешествие к другим планетам займет не сутки и не недели, а долгие месяцы и годы (например, к Венере — около 5 месяцев, к Марсу — около 9 месяцев и т. д.). Космонавты не только не смогут наблюдать земную поверхность и ориентироваться по отдельным ее районам, но и вообще должны будут определять местоположение космического корабля по звездам, выбранным «опорными» в совсем иной, непривычной системе координат. К тому же, хотя межпланетные путешественники и увидят известные на Земле созвездия, тем не менее перед ними развернется необычная картина звездного неба, охватывающая светила всей небесной сферы, а не одного северного или южного полушария. Это тоже затруднит пространственную ориентировку. С другой стороны, небесная сфера будет казаться застывшей, создастся иллюзия отсутствия движения космического корабля, подкрепляемая полной тишиной (если не считать слабого и равномерного шума электронных приборов, не сравнимого, однако, с шумом работающих реактивных двигателей).

В подобной обстановке роль ориентации по приборам чрезвычайно возрастет не только объективно, но и психологически. Космонавты смогут определять траекторию полета (или проверять соответствующие сведения, переданные по радио с Земли) только измерением с помощью телескопов углов «опорных» небесных светил и обработки полученных результатов на электронных вычислительных машинах, которые и будут находить положение космического корабля в избранной системе координат. Это положение выразится в некоей «абстрактной» точке, не привязываемой наглядно к какому-либо естественному ориентиру. Столь же не наглядной явится рассчитанная точка, к которой корабль должен будет прибыть в назначенный срок, так как траектория полета вычисляется с упреждением и планета, служащая целью путешествия, в момент расчета находится совсем в другом месте. К этому следует прибавить, что космонавтам совсем не так просто, как летчикам, корректировать курс полета. Здесь нужны исключительная точность и своевременность получения и обработки навигационной информации. Малейшая ошибка может обернуться непоправимой бедой и гибелью космонавтов. Но точное выдерживание заданного курса космического корабля в пространстве и во времени опять-таки зависит от безупречной работы специальных приборов и устройств.

Из всего сказанного вытекает, что космонавты должны быть достаточно уверены психологически не только в правильности приборных показаний (как и летчики), но и в достоверности математических вычислений, вообще в достоверности отражения пространственных и временных отношений космических объектов теоретическим (абстрактным) мышлением. Теоретические расчеты, как правило, всегда будут не совпадать с чувственно-наглядными представлениями, возникающими у человека в ходе межпланетного полета, и даже противоречить им. Чтобы это не вызывало у космонавтов каких-либо ненужных сомнений, тревоги и страха, которые могут привести к весьма пагубным последствиям, необходимо предусмотреть при будущей подготовке межпланетчиков обучение хорошему владению математическим аппаратом навигационных расчетов и воспитание навыков к разным видам теоретической деятельности.

[Далее...](#)

Некоторые моменты подготовки космонавтов к ориентации в космическом пространстве

Мы уже касались ряда проблем, связанных с подготовкой человека к перенесению воздействия невесомости и к ориентации в космическом пространстве. Теперь целесообразно остановиться на некоторых не освещенных нами ранее вопросах соответствующей тренировки вестибулярного аппарата.

Исследования в наземных условиях показали, что степень возбудимости вестибулярного анализатора зависят от зрительных раздражений и от характера мышечных сокращений, преимущественно мышц шеи и туловища. Так, она повышается при мелькании предметов в поле зрения, при балансировании человека на неустойчивой опоре и т.д.

Исходя из сказанного, система вестибулярных тренировок предусматривает: усиление устойчивости вестибулярного анализатора к раздражениям в самых разнообразных условиях; воздействие на систему "вестибулярный — зрительный — двигательный анализаторы" с тем, чтобы устранить нарушение пространственной ориентировки при измененной гравитации и упрочить тормозные влияния на вестибулярные функции, т.е. выработать "пластичность" функций центральной нервной системы.

Тренировки, повышающие устойчивость вестибулярного анализатора, подразделяются на пассивные и активные. Первые включают вращение космонавтов на различных стендах, качание на качелях и раздражение вестибулярного аппарата импульсным током. Ангинные же тренировки проводятся в часы физической подготовки, когда испытуемые, наряду с укреплением мышечной, сердечно-сосудистой, дыхательной и других систем организма, упражняют вестибулярный анализатор. Здесь широко представлены вращение на лопинге и на рейнском колесе, прыжки на батуте, акробатика, прыжки в воду и т.д. А.А.Леонов в период непосредственной подготовки к космическому полету наездил более 1000 км на велосипеде, набегал более 250 км и столько же прошел на лыжах, осуществил 103 тренировки вестибулярного анализатора пассивными методами и 56 — активными. Занятия на спортивных снарядах и другие виды физической подготовки (спортивные игры и т. д.) проводились ежедневно.

Тренировкой "пластичности" нервных процессов является также испытание нервно-психической устойчивости космонавтов в условиях сурдокамеры, когда в абсолютной тишине человек должен выработать у себя новые механизмы приспособления к измененной ситуации. Неспособность испытуемого к преодолению ранее образованного стереотипа приводит к срыву высшей нервной деятельности, т.е. к развитию невротических состояний.

Исключительно большое значение в рассматриваемом плане приобретают полеты космонавтов на реактивных самолетах. Здесь не только тренируется вестибулярный аппарат, но и приобретаются навыки ориентации в пространстве как визуально, так и по приборам. В этих полетах у космонавтов нередко возникают различные пространственные иллюзии, которые испытуемые усилием воли подавляют, приучая себя ориентироваться и управлять летательным аппаратом только по показаниям приборов.

Обучаясь самолетоводению, курсанты авиационных училищ проходят практику на учебных машинах, в которых предусмотрено двойное управление. Первые полеты совершаются всегда с опытным инструктором, который в случае грубых ошибок курсанта в любой момент может вмешаться в управление аппаратом и тем самым предотвратить неблагоприятные последствия.

Совсем иное дело — обучение космонавтов. Последние должны приобрести умение управлять кораблем, не поднимаясь в космическое пространство. На помощь решению столь сложной задачи пришла современная техника, которая и на Земле позволяет частично воспроизводить условия космического полета. Профессиональная подготовка космонавтов проводится на учебном космическом корабле. Он включает в себя натуральный спускаемый аппарат, пульт инструктора, счетнорешающую моделирующую машину, аппаратуру для имитации движущейся поверхности Земли и звездного неба, электрофизиологические устройства для регистрации психофизиологических функций. Перед тем как космонавт займет место в кабине учебного корабля, на него надеваются датчики для фиксации биотоков мозга, сердечных сокращений и т.д., чтобы врач-психолог мог судить об эмоциональном состоянии испытуемого. Затем он размещается в кабине и начинает готовиться к "космическому полету".

"Старт!" Космонавт слышит шум реактивных двигателей, который воспроизводится с помощью магнитофона и мощных динамиков. На приборной доске вспыхивают и гаснут различные табло, перемещаются стрелки приборов, сигнализирующих о выведении корабля на орбиту. Эти сигналы, соответствующие реальному полету, моделируются счетнорешающей машиной. Затем шум отработки двигателей прекращается: корабль "вышел" на заданную орбиту. Электронно-вычислительное устройство переходит на моделирование программы, отвечающей условиям орбитального полета. Космонавт открывает шторы иллюминаторов, видит звездное небо, "бег Земли" и т.п. Все это имитируется специальной оптико-электрической системой типа планетария.

Для отработки навыков ручного управления космонавт начинает ориентировать корабль "в полете". Динамика соответствующих угловых движений аппарата, которые должны возникнуть в реальной действительности, моделируется также с помощью электронной машины. Изображение земной поверхности и звездного неба в оптическом ориентаторе перемещается в зависимости от управляющих воздействий космонавта на корабль. Разумеется, отрабатываются навыки не только управления бортовыми системами, проведения научных экспериментов, осуществления радиосвязи, заполнения боржурнала и т. д., но и навыки правильного питания и отдыха.

Во время "полета" инструктор и врач-психолог тщательно следят за безошибочностью действий космонавта. Это возможно потому, что вся бортовая аппаратура имеется и на пульте наблюдающего, который должным образом оценивает показания приборов. За космонавтом, кроме того, ведется наблюдение через телевизионную камеру, установленную в кабине корабля. Инструктор по желанию может изменять полет, задавать различные ситуации, в том числе и аварийные, и видеть, как на все это реагирует испытуемый. Одновременно врач-психолог следит за выражением лица, частотой пульса, биопотенциалами головного мозга и другими показателями работы организма космонавта.

Характеристика окончательно сформированного навыка в заключительный период тренировок складывается из общей картины, темпа и эмоциональности при выполнении задания. Фиксируются и анализируются ошибочные действия, эмоциональные реакции, активность, самокритичность, инициатива, психомоторика в процессе производимых упражнений. Объективной оценке особенностей деятельности того или иного космонавта помогало сравнение его поведения на учебном корабле с поведением в быту, при полетах на самолетах, во время парашютных прыжков и осуществления других видов тренировок и испытаний.

Необходимо подчеркнуть, что особенности формирования навыков у различных космонавтов носят четкие черты индивидуального своеобразия. Последнее, в свою очередь, отражает типологические, характерологические и профессиональные свойства личности. Окончательно сложившиеся навыки, несмотря на индивидуальные различия, обеспечивают выполнение заданий в реальном космическом полете и непосредственно не зависят от скорости овладения ими и количества ошибок в процессе тренировок. Однако следует учитывать, что на базе последних совершались только орбитальные полеты, причем сравнительно небольшой продолжительности. По всей вероятности, в ходе межпланетных путешествий не исключено наступление у космонавтов растренированности навыков, необходимых для посадки корабля на небесное тело по ручному циклу. Поэтому возможно, что на межпланетных летательных аппаратах будут специальные функциональные тренажеры, которые позволят космонавтам сохранять выработанное на Земле умение управлять кораблем и успешно решать поставленные задачи.

В заключение остановимся еще на одном важном вопросе — преодолении пространственной напряженности при выходе в безопорное космическое пространство. Такую задачу предстояло выполнить А. А. Леонову. Следует напомнить, что трудности подобного рода предвидел еще К. Э. Циолковский. Герой его научно-фантастической повести "Вне Земли", законченной еще в 1916 г., говорит: "Когда открыли наружную дверь и я увидел себя у порога ракеты, я обмер и сделал судорожное движение, которое я вытолкнуло меня из ракеты. Уж, кажется, привык я висеть без опоры между стенами этой каюты, но когда я увидел, что подо мною бездна, что нигде кругом нет опоры,— со мною сделалось дурно, и я опомнился только тогда, когда вся цепочка уже разматалась, и я находился в километре от ракеты" (1960, стр. 167). Как видим, основоположник космонавтики полагал, что выход из космического корабля будет сопряжен с преодолением "боязни пространства". Вот, в частности, почему решение проблемы воспитания высоких эмоционально-волевых качеств занимает важное место в системе подготовки космонавтов. Насколько она себя оправдала, можно судить, например, по следующей выдержке из отчета А. А. Леонова: "Что же касается так называемого психологического барьера, который должен был явиться непреодолимой преградой человеку, собирающемуся встретиться один на один с космической бездной, то я не ощутил не только никакого барьера, но даже забыл о том, что он может быть вообще. Некогда было о нем думать. Все-таки те 20 минут, которые мне довелось пробыть в условиях космического пространства, в том числе вне корабля 12 минут, были "изюминкой" полета корабля "Восход-2". Это я понимал и делал все необходимое, чтобы ни одна секунда не пропала даром". Заметим, что данные самонаблюдения А. А. Леонова полностью соответствовали объективной регистрации его физиологических функций, свидетельствующих об определенном эмоциональном состоянии космонавта. Пульс, частота дыхания не превышали показателей, полученных при тренировках на самолете и в термобарокамере. Тембр и интонация голоса отвечали (по результатам спектрального анализа) положительным, стеническим эмоциям.



Картина А. А. Леонова "На Земле ночь".

Отмеченный успешный итог был не случаен. Уже многочисленные наблюдения в ходе подготовки парашютистов-спортсменов и десантников позволили сделать вывод: во время парашютного прыжка не только вырабатываются навыки отделения от летательного аппарата, парашютирования, приземления, но также, что очень важно, выковываются и такие волевые качества, как целеустремленность, хладнокровие, выдержка, решительность, смелость. Этот процесс был подвергнут специальному научному изучению. Выяснилось, что эмоционально-волевые реакции парашютиста являются результатом сложного сочетания разных психофизиологических механизмов и зависят от периодов подготовки и выполнения парашютного прыжка. Особенно ярко динамика таких реакций проявляется у первопрыгающих.

Вообще человек способен преднамеренно вызвать или задержать то или иное движение, переключить внимание с одного объекта на другой, активизировать ряд психических процессов. Но не все они в одинаковой мере поддаются сознательному управлению и произвольной регуляции. К таким процессам относятся эмоции и реакции, вызываемые у первопрыгающих боязнью парашютного прыжка. В данном случае человек может лишь частично задержать внешние выражения тревоги. У него меняется ритм сердцебиения, частота дыхания, повышается артериальное давление крови, усиливается мышечная напряженность, изменяются обменные процессы и т.д.

При повторных прыжках эмоции парашютиста теряют свою остроту. Повышается устойчивость внимания, уменьшается напряженность, т.е. наступает нормализация психических функций. Постепенно парашютист приобретает навыки управления своим телом в пространстве. Изменения эмоциональных состояний в зависимости от увеличения количества прыжков можно наглядно проиллюстрировать психологическими наблюдениями за Ю. А. Гагариным по прыжковым дням.

1-й день. Перед первым прыжком проявил волнение сразу же после надевания парашюта. В это время был несколько встревожен и мало разговаривал, что для него совершенно не характерно. Жестикуляция была бедной, речь приглушенной. После совершения прыжка настроение приподнятое, но напряженность наблюдалась еще в течение часа.

2-й день. Перед вторым прыжком был уже менее напряжен. Шутил, но напряженность еще давала себя знать.

4-й день. Совершил прыжок с задержкой раскрытия парашюта на 10 сек. Отделившись от самолета прогнулся и обеспечил устойчивое положение тела. Открыл парашют через 10,2 сек. Во время парашютирования действия были правильными. Перед приземлением развернулся в подвесной системе по ветру. После приземления настроение приподнятое.

6-й день. На старте перед посадкой в самолет был, как обычно, спокоен и благодушен. Много шутил и разговаривал с медиками. После прыжка настроение было отличным. Как всегда отличался юмором.

14-й день. Совершил заключительный прыжок первого этапа парашютной подготовки с 50-секундной задержкой раскрытия парашюта. На старте перед полетом держался свободно. Очень хорошо владел телом в свободном падении. Открыл парашют через 50,2 сек. После прыжка находился в приподнятом настроении.

Таким образом, Ю. А. Гагарин отлично владел собой, внешне почти не волновался, показал себя человеком большой силы воли и выдержки. На всем протяжении тренировок у него отмечалось сочетание самообладания с быстрой выработкой необходимых навыков. Лишь при первых двух прыжках наблюдалась некоторая психическая напряженность. Высокие эмоционально-волевые качества в процессе парашютных тренировок были характерны и для остальных космонавтов, что можно объяснить тщательным медицинским и психологическим отбором, а также опытом работы испытуемых на реактивных истребителях. В свою очередь, сама парашютная подготовка играла и играет важную роль в дальнейшем развитии психологической устойчивости к экстремальным и необычным ситуациям. Сделала она свое дело и при выходе А. А. Леонова из космического корабля. К моменту этого события

космонавт имел звание "инструктор-парашютист" и совершил 117 парашютных прыжков различной сложности. Благодаря парашютным тренировкам удалось полностью снять "психологический барьер" перед безопорным космическим пространством.

[Далее...](#)

*Бытие вне времени есть такая же величайшая
бесмыслица, как бытие без пространства.*
Ф. Энгельс

Выполняя стоящие перед ним задачи, производя самые различные рабочие операции и т.д., космонавт должен точно рассчитывать свои действия во времени. Помимо всего прочего, это особенно важно именно при управлении космическим кораблем, поскольку здесь часто встречаются медленно текущие инерционные процессы. Поясним данное положение примером. При ориентации корабля, например на какое-либо небесное тело, космонавт, действуя ручкой управления, посылает импульс одному из реактивных двигателей. После этого космический летательный аппарат начинает разворачиваться вокруг центра масс по тангажу или по отношению к другим своим осям. Еще до завершения поворота на нижний угол космонавт выключает работающий двигатель и включает другой двигатель, толкающий корабль к вращению в противоположную сторону. Несмотря на это, аппарат по инерции продолжает первоначальный поворот. Только через некоторое время он останавливается. Для того чтобы остановка произошла в заданной точке, космонавт должен точно определить момент включения (и последующего выключения) второго двигателя.

Иначе ориентация будет осуществляться слишком долго, посредством многочисленных проб и ошибок и с большим расходом рабочего тела.

Точное восприятие времени можно выработать (и это постоянно делается) в обычных земных условиях. Но в космическом полете на организм человека действуют невесомость, длительная изоляция в объемах малого размера, ограниченная подвижность (гиподинамия), значительные перегрузки и т. д. Непривычные и экстремальные влияния вызывают у космонавтов высокое эмоционально-волевое напряжение. Все это так или иначе препятствует (или может препятствовать) адекватному отражению не только пространственных, но и временных отношений. Отсюда и возникает проблема исследования путей, способов и средств, призванных обеспечить правильное восприятие времени человеком в обстановке космического полета.

[Далее...](#)

Психофизиологические механизмы восприятия времени

По современным представлениям, у человека нет специального временного анализатора. Еще И. М. Сеченов впервые указал на то, что восприятие времени, как и пространства, осуществляется несколькими «чувствительными приборами». Правда, первоначально он считал будто решающую роль здесь играет орган слуха. Однако в ходе дальнейших исследований ученый пришел к выводу, что восприятие временных промежутков доступно любому органу чувств. Иными словами, представление о времени может возникать на основе слуховых, зрительных, осязательных и других ощущений. Особенно большое значение в данном плане Сеченов придавал мышечно-суставным ощущениям. 27 февраля 1878 г. он писал И. И. Мечникову о своей работе «*Элементы мысли*»: «В ней (в работе) есть несколько пунктов, выношенных около самого сердца (например, мысли о роли мышечного чувства в анализе и измерении пространства и времени)».

К актам, дающим мышечные ощущения, И. М. Сеченов прежде всего относил ходьбу. Он полагал, что «в разных чувственных сторонах акта ходьбы, этого наипривычнее из явлений, для человека заключены элементы не только для построения чисел во всей их определенности, но и также для измерения длин и небольших участков времени» (1952, стр. 188). Основной единицей периодического движения, совершающегося при ходьбе, служит шаг. Он выступает и как пространственная мера, и как мера времени. Поскольку шаг отстукивается, он ощущается не только мышцами, но и слухом. Так возникает одновременность, ассоциация двух ощущений, каждое из которых подкрепляет другое и дает ясное восприятие временного интервала. Больше того. По Сеченову, слух в сочетании с мышечными ощущениями в наибольшей степени подготовлен к анализу темпа и ритма, так как само устройство слухового аппарата и присущие ему функции делают его более приспособленным к различению предшествующего и последующего. Многочисленные факты, относящиеся к восприятию речи и музыки с характерными темповыми особенностями — паузами, ритмическими линиями и т.п., убеждают, как указывает С. Г. Геллерштейн, в справедливости этого положения.

Особый интерес представляет вопрос о роли акта ходьбы в восприятии маленьких пауз. Сеченов считал, что способность чувствовать их продолжительность «не могла воспитаться исключительно в школе слуха». Ведь во время паузы слуховой аппарат бездействует. Поэтому ученый связывал способность оценивать маленькие промежутки времени с первичными периодическими движениями тела, главным образом в акте ходьбы. По Сеченову, ходьба с различными скоростями представляется сознанию как периодический ряд коротких звуков, паузы между которыми заполнены мышечным чувством. Он называл ходьбу «школой», где слух мог выучиться оценивать различную продолжительность интервалов при ускорении или замедлении шагов.

В общем, акт ходьбы представляет собой и «периодическое откладывание шагов» в пространстве, и «звуковой ряд с постоянной продолжительностью пустых промежутков». Мышечное же чувство, сопровождающее шаг, становится «измерителем или дробным анализатором пространства и времени». Вместе с тем если восприятие последних средствами кинестетической (мышечно-суставной) чувствительности наименее дифференцировано, то в других анализаторах такая дифференцировка присутствует в достаточной мере.

Зрительный рецептор, например, является по преимуществу органом восприятия пространства. Наряду с этим ему принадлежит определенная роль и в восприятии времени, поскольку в работе глаза дело не обходится без движений (аккомодации и конвергенции). Сеченов уподоблял зрительные оси глаз, следящих за чем-либо, двум длинным щупальцам, способным то вытягиваться, то сокращаться, в зависимости от того, удаляется или приближается перемещающийся в пространстве наблюдаемый предмет. Щупальцы эти как бы воспроизводят весь путь предмета и скорость его передвижения. Вот почему возникающие при работе зрительных рецепторов мышечные ощущения позволяют оценивать не только пространственные, но и временные признаки объекта. Об этом говорят, в частности, специальные исследования Д. Г. Элькина и его учеников. Правда, время воспринимается глазом гораздо хуже, чем пространство. Как справедливо замечает Д. Г. Элькин, «это видно из того, что ошибка в восприятии пространства в процессе зрительной чувствительности значительно меньше ошибки в оценке длительности» (1962, стр. 136).

В известном смысле наоборот обстоит дело с органом слуха. Он служит (помимо ощущения звука) восприятию по преимуществу временных отрезков, хотя, как уже говорилось выше, может способствовать и восприятию пространственных отношений. Интересно, что, по Элькину, в процессе слухового восприятия времени наблюдается определенный двигательный «аккомпанемент», настроенный в унисон с ритмом, быстротой и длительностью действующих раздражителей. Эта настройка обеспечивается функционированием механизмов обратной афферентации. Таким образом, ощущение ритма неотделимо от своеобразного моторного аккомпанемента, который, в свою очередь, является условием адекватного отражения времени. Не случайно восприятие ритмики значительно теряет в своей точности при поражении двигательной сферы коры головного мозга.

В восприятии времени участвуют также тактильный и интероцептивный анализаторы. Вообще же это восприятие, как подчеркивает А. Р. Лурия, осуществляется при помощи ряда анализаторов, объединяющихся в своего рода систему, которая действует как единое целое. Разному характеру временных ощущений соответствует различный динамический «состав» высшей нервной деятельности.

Из экспериментов, проведенных в лаборатории И. П. Павлова, известно, что животные могут ориентироваться во времени с точностью до секунды. Но это не может идти ни в какое сравнение с ориентацией человека, обладающего абстрактным мышлением. «Продолжительность явлений, — писал И. М. Сеченов, — мы чувствуем, ибо различаем в кратковременных из них начало, середину и конец. Но нет человека на свете, который различал бы непосредственно чувством степени продолжительности явлений за пределами секунд; а мыслим мы не только минутами, но годами и столетиями — и, конечно, опять в одеянии, чужом чувствованию» (1952, стр. 403). С данным положением перекликается мысль В. И. Ленина, который, конспектируя «Науку логики» Гегеля, подчеркивал: «Суть в том, что мышление должно охватить все „представление“ в его движении, а для этого мышление должно быть диалектическим. Представление ближе к реальности, чем мышление? И да и нет. Представление не может схватить движения в целом, например, не схватывает движения с быстротой 300000 км. в 1 секунду, а мышление схватывает и должно схватить. Мышление, взятое из представления, тоже отражает реальность; время есть форма бытия объективной реальности» (т. 29, стр. 209).

Человеческое абстрактное мышление появилось благодаря возникновению и развитию общественного производства, совместной преобразовательной деятельности людей по отношению к природе. Точно так же восприятие времени у человека, как и вся его психическая деятельность, складывается и формируется в условиях трудовой деятельности, общественно-производственной практики в целом. Как указывает С. Л. Рубинштейн, было бы неправильно думать, будто люди в своих делах только выявляются, оставаясь после них тем же, чем они были. По мере того как человек, объективно реализуясь, воплощает себя в продуктах своего труда он сам изменяется и развивается. И совершенно прав Элькин, когда пишет: «Если проследить развитие ориентировки во времени у человека в ходе общественно-исторического процесса, то бросается в глаза, что она складывалась и формировалась в неразрывной связи с трудовой деятельностью. По существу говоря, весь путь исторического развития ориентировки человека во времени — это длинный путь развития трудовой деятельности человека, его практики» (1962, стр. 212).

Можно зафиксировать своеобразные особенности ориентировки во времени в зависимости от различных исторических условий и уровней прогресса общества. Так, Леббон нашел, что первобытный человек жил преимущественно в настоящем, прошлое для него

было коротким и неясным. Объясняется это очень низким тогда уровнем развития производительных сил. Трудовой процесс, весьма примитивный по своему характеру, ограничивался у первобытного человека узкими временными пределами; он, как правило, весь протекал в настоящем, не требуя выдвижения целей на будущее, не продолжая начатого в прошлом. Этапы трудовой деятельности, вследствие ее несовершенства, были вообще слабо дифференцированы. Отсюда и совершенно недостаточная дифференцировка прошлого, настоящего и будущего.

С прогрессом производительных сил человек столкнулся с практической необходимостью оценивать длительность значительных промежутков времени, изучать события далекого прошлого, предвидеть будущее (разливы рек, благоприятные моменты для начала сева и т. д.). Для выполнения подобного рода задач начали создаваться различные вспомогательные приемы и способы. Например, были введены так называемые точки отсчета времени. С другой стороны, еще Аристотелю было известно, что «измерение времени достигается измерением движений, а движение определяется временем». Орудия временных измерений, действующие ныне с точностью до миллионных долей секунды и более, прошли очень длительный исторический путь. Но и сейчас мерой времени для человека служат различные движения, отличающиеся одинаковой длительностью и периодичностью.

Восприятие времени, будучи связанным с определенными психофизиологическими механизмами и их системами, может нарушаться, в частности при очаговых поражениях головного мозга. Приведем некоторые характерные примеры.

Больная С., 32 лет. Констатировано поражение зрительного бугра, которое выражается в ряде таламических симптомов. У больной наблюдается расстройство восприятия времени: она неправильно оценивает небольшие временные интервалы, значительно удлиняет их. Врач просит С. сказать, когда пройдет одна секунда, начало которой он отмечает. Больная через 5–7 сек. говорит, что прошла минута. Продемонстрированный ей интервал в 5 и 10 сек. она также принимает за 1 минуту. В первые недели больная была дезориентирована в настоящем, не могла назвать текущий год, месяц и число, определить длительность своего пребывания в больнице, утро принимала за вечер.

В других случаях при поражении лобных долей норы полушарий головного мозга человек лишается способности планирования действий во времени. Так, больная В. жаловалась на головные боли и понижение зрения. У нее определили менингиому передней черепной ямки с отдавливанием лобных долей, полосатого тела и промежуточного мозга. Во время операции был резецирован полюс лобной доли. Через четыре дня у больной обнаружилась дезориентация во времени: она говорила о том, что сейчас 1928 год (дело происходило в 1938 году), неправильно указывала месяц, время года.

Таким образом, клинический материал также свидетельствует в пользу положения о том, что в основе восприятия времени лежит системная деятельность различных отделов головного мозга, а не функционирование какого-то особого «центра». Поскольку эта системная деятельность сложилась в результате длительного эволюционного и исторического развития человека в условиях Земли, возникает вопрос, который в предыдущей главе ставился и освещался применительно к ощущению пространства: сможет ли человек адекватно отражать время в необычной обстановке пребывания в космосе? К рассмотрению этого вопроса мы и переходим.

[Далее...](#)

Влияние эмоций на отражение временных отношений

В космическом полете человек практически постоянно находится под влиянием экстремальных и вообще необычных воздействий, вызывающих эмоциональное напряжение. При этом нередко возникают такие ситуации, когда оценка текущего момента происходит при подавлении закономерно возникающей эмоции тревоги волевым усилием.

Точными экспериментальными исследованиями ныне установлено, что человек, испытывающий положительные эмоции, недооценивает временные интервалы, т.е. субъективное течение времени у него убыстрится; при отрицательных же эмоциональных переживаниях временные промежутки переоцениваются, т.е. наблюдается субъективное замедление течения времени. Приведем один из примеров такого замедления, описанный Б. С. Алякринским.

Во время полета по маршруту загорелся самолет. В составе экипажа находились, кроме пилота, еще два человека. Исход создавшейся ситуации: летчик катапультировался, остальные члены экипажа погибли, хотя в их распоряжении также были катапультные установки. При расследовании катастрофы выяснилось, что пилот (командир корабля) перед катапультированием подал сигнал оставить самолет, однако, по его заявлению, не получил ответа, хотя ждал несколько минут. Фактически же промежуток времени между моментом команды и моментом катапультирования составлял лишь несколько секунд. Переоценка длительности временного интервала здесь совершенно очевидна. Доли секунды субъективно были восприняты как минуты, что и явилось причиной гибели двух других членов экипажа.

Поскольку космонавт должен точно оценивать временные интервалы и в соответствии с этой оценкой воздействовать на органы управления космического корабля, есть смысл остановиться более подробно на психофизиологической природе субъективного восприятия течения времени и связи его с преждевременными и запаздывающими реакциями человека.

М. Ф. Пономарев провел исследование дальности открытия огня при воздушной стрельбе по наземным целям курсантами одного из авиационных училищ. 44% курсантов начинали стрелять преждевременно. Пономарев полагает, что преждевременное открытие огня связано с излишней перестраховкой, с боязнью «не успеть» в выполнении задания (в особенности при первых полетах на стрельбу по быстро приближающейся цели). В основе здесь лежит преобладание тормозного процесса в коре полушарий головного мозга над возбудительным. Этот последний вывод Пономарев подтвердил специальными экспериментами. Испытуемые должны были останавливать секундомер на определенном делении (реакция на движущийся объект, или, сокращенно, — РДО). После проведения тренировок участникам опыта в одной серии экспериментов давался бром, усиливающий тормозной процесс, а в другой — кофеин, усиливающий возбудительный процесс. Оказалось, что в первом случае у испытуемых преобладали преждевременные реакции на движущийся объект, а во втором — запаздывающие. Таким образом, преждевременность, т.е. переоценка временных отрезков при эмоциональном напряжении, сопровождающемся чувством боязни или страха, имеет своей причиной нарушение баланса нервных процессов в пользу торможения. Этот тезис соответствует взглядам И. П. Павлова, который писал: «То, что психологически называется страхом, трусостью, боязливостью, имеет своим физиологическим субстратом тормозное состояние больших полушарий, представляет различные степени пассивно-оборонительного рефлекса» (1951–1952, т.4, стр. 432).

О том же говорят и клинические наблюдения за больными с маниакально-депрессивным психозом. Таким больным в маниакальном состоянии, когда преобладает возбудительный процесс, кажется, будто время течет чрезвычайно быстро. «Я не успеваю встать, как снова ложусь, — жаловалась одна пациентка. — Когда я сажусь за стол, я думаю, что уже конец обеда и нужно вставать. Я иногда удивляюсь, неужели за две-три минуты я успела пообедать. Я часто отказываюсь верить, когда мне говорят, что прошло несколько часов. Неужели время может так быстро идти? Почему это так? Почему оно течет не так, как мне кажется?» В депрессивном состоянии, когда превалируют тормозные процессы, наблюдается обратная картина. Больная после периода депрессии, тянувшегося около трех месяцев, рассказывает: «Будто мертво все. Замер весь мир. Тоска. Люди движутся чересчур медленно. Все уплывает куда-то. Время остановилось. Оно текло и замерло. Я умерла или никогда не умру. Я знаю, что стрелка движется на ваших часах, но это лишь одна видимость движения... Вы приходите ко мне из другого времени».

Тот факт, подтверждает Пономарев, что возбуждение вызывает запаздывание в действиях, а торможение — преждевременные реакции, представляется парадоксальным и противоречит здравому смыслу. Однако, учитывая природу основных нервных процессов, его можно понять. Ведь торможение в противоположность возбуждению всегда проявляется в прекращении, ограничении, уменьшении деятельности. Кроме того, с психологической точки зрения возможно, что определенное (возбужденное или заторможенное) состояние коры головного мозга ведет к соответствующему восприятию действительности, а это последнее, в свою очередь, обуславливает тенденцию к запаздывающему или преждевременному реагированию.

Таким образом, связь преждевременного реагирования с торможением от любых вызывающих его агентов, в том числе и отрицательных эмоций, и запаздывающего реагирования с возбуждением (также от любых причин) осуществляется через субъективную замедленность или убыстренность течения времени в сознании. Если какой-то временной промежуток кажется человеку, допустим, более коротким, чем есть на самом деле, то, воспроизводя этот промежуток, он воссоздает фактически более длинный временной интервал. Подобное соотношение восприятия (а, значит, воспроизведения) времени и действительного времени отчетливо наблюдается при парашютных прыжках. Методика соответствующих экспериментов сводилась к следующему.

Испытуемые предварительно тренировались в воспроизведении 10, 15, 20, 30 и 50-секундных интервалов в обычных условиях. Чтобы облегчить себе выполнение этой задачи, они, как правило, считали в уме. Навык воспроизведения считался выработанным, если ошибка не превышала $\pm 0,5$ сек. Затем необходимо было воспроизвести перечисленные интервалы во время свободного падения перед раскрытием парашюта.

Следует отметить, что с психологических позиций в процессе свободного падения при затяжном прыжке можно выделить три этапа: точку начала отсчета, совпадающую с моментом отделения от летательного аппарата, собственно отсчет, совпадающий со свободным падением, и точку конца отсчета, совпадающую с выдергиванием кольца парашюта. Обе точки уже сами по себе представляют фиксированные человеком моменты времени. Что же касается отсчета, то он есть не что иное, как воспроизведение заданного временного интервала. Здесь у начинающих парашютистов, вследствие отрицательных эмоций, возникают известные трудности. О них хорошо сказано в воспоминаниях одного из ветеранов парашютного спорта П. П. Полосухина. «Один мой знакомый, выполнив более сотни прыжков с самолетов и аэростатов, почему-то боялся „затяжки». Несколько раз он пытался задержать открытие парашюта хотя бы на 10 секунд, но в первый же момент падения выдергивал кольцо. Как-то он решил взять себя в руки и стал тщательно тренироваться в размеренном отсчитывании секунд на земле. Он целый день ходил и бормотал: „Раз... два... три... четыре...» А в воздухе все пошло по-старому. Когда он прыгнул с аэростата, я, находясь в гондоле, услышал какое-то невнятное восклицание, означающее счет, и тотчас увидел открывающийся парашют» (1958, стр. 142).

Интересны также переживания Ю. А. Гагарина при первом парашютном прыжке. «Непривычно было. Сзади большой ранец с основным парашютом. Спереди тоже ранец, поменьше, — с запасным. Ни сесть, ни встать, ни повернуться... Как же, думаю, обойдусь там, в воздухе, со всем этим хозяйством? Оно как бы связывало меня по рукам и ногам...

С детства я не любил ждать. Особенно если знал, что впереди трудность, опасность. Уж лучше смело идти навстречу, чем пытаться да оттягивать. Поэтому я обрадовался, когда после первого „пристрелочного» прыжка Дмитрий Павлович выкрикнул:

— Гагарин! К самолету...

У меня аж дух захватило. Как-никак это был мой первый полет, который надо было закончить прыжком с парашютом. Я уж не помню, как мы взлетели, как „По-2» очутился на заданной высоте. Только вижу, инструктор показывает рукой: вылезай, мол, на крыло. Ну, выбрался я кое-как из кабины, встал на плоскость и крепко уцепился обеими руками за бортик кабины. А на землю и взглянуть страшно: она где-то внизу, далеко-далеко. Жутковато...

— Не дрейфь, Юрий! — озорно крикнул инструктор. — Готов?

— Готов! — отвечаю.

— Ну, пошел!

Оттолкнулся я от шершавого борта самолета, как учили, и ринулся вниз, словно в пропасть. Дернул за кольцо. А парашют не открывается. Хочу крикнуть и не могу: воздух дыхание забивает. И рука тут невольно потянулась к кольцу запасного парашюта. Где же он? Где? И вдруг сильный рывок. И тишина. Я плавно раскачиваюсь в небе под белым куполом основного парашюта. Он раскрылся, конечно, вовремя — это я уж слишком рано подумал о запасном».

Но особенно переоценка временных интервалов выявилась при первых прыжках с задержкой раскрытия парашюта. Так, космонавт Н., совершая седьмой затяжной прыжок, открыл парашют на 8-й секунде, вместо 15-й.

При повторных парашютных прыжках эмоциональные проявления у космонавтов не исчезли полностью. Однако эмоции на опасность приобрели стенический характер боевого возбуждения, что было связано с активизацией сознательной деятельности. Такие реакции на опасность имеют социальную природу. Б. М. Теплов писал: «Опасность может совершенно непосредственно вызывать эмоциональное состояние стенического типа, положительно окрашенное, т.е. связанное со своеобразным наслаждением и повышающее психическую деятельность» (1945). И действительно, космонавты в период повторных парашютных тренировок отмечали, что свободное падение протекает слишком быстро и приходится открывать парашют, не успев насладиться стремительным падением и планированием. В ряде случаев наблюдалось даже запаздывание с раскрытием парашюта, и инструктор на разборах должен был подчеркивать ошибки оценки времени, не совсем безопасные для жизни.

Положительные эмоции стенического характера с субъективным убыстрением времени испытал также А. А. Леонов при выходе в безопорное космическое пространство. «К моему большому сожалению, — отмечал он в отчете, — время, отведенное для работы вне корабля, пролетело очень быстро. Весь период пребывания в космическом пространстве показался пронесшимся как 1–2 минуты». Правда, перед космонавтом здесь не ставилась задача оценивать время, и потому он не пользовался никакими вспомогательными средствами, что могло бы изменить картину.

Еще П. Ф. Лесгафт доказывал, что только с помощью упражнений человек может учиться «разъединять и сравнивать получаемые впечатления и вместе с этим приучаться наблюдать, увеличивая тем свою опытность и умение проверять анализом свои размышления и действия» (1952, стр. 108). В ходе парашютных тренировок космонавты приобрели не только навыки координации движений, но и способность точно воспроизводить (отсчитывать) заданные интервалы времени в период свободного падения. Так, П. Р. Попович, совершая 12-й прыжок с задержкой раскрытия в 20 сек., выдернул кольцо через 20,2 сек.; Ю. А. Гагарин, делая заключительный затяжной 50-секундный прыжок первого этапа парашютной подготовки, открыл парашют через 50,2 сек.

Особенно прочные навыки точного восприятия времени в эмоционально насыщенных ситуациях получают космонавты при тренировках на скоростных самолетах.

Эмоции человека, управляющего современным скоростным самолетом, чрезвычайно динамичны и разнообразны. Одним из источников эмоциональных переживаний в полете является высота, причем такие переживания (нередко довольно интенсивные) могут быть как положительными, так и отрицательными. Дело в том, что высота всегда таит в себе потенциальную опасность. Особенно отчетливо осознается это при посадке или в аварийных ситуациях. Но помимо ощущения опасности высота вызывает особое, ни с чем не сравнимое переживание, которое доставляет летчику новая степень свободы передвижения, доступная при пилотировании самолета. Не менее сильные эмоции вызываются действием больших скоростей и ускорений. Наконец, важнейшим фактором эмоциональных переживаний служит систематически возникающий дефицит времени.

При трудовой деятельности на Земле человек, как правило, успевает достаточно полно и ясно воспринять необходимые для работы объекты, осознать складывающуюся ситуацию, принять решение и произвести ту или другую операцию. В скоростном полете времени для всего этого нередко оказывается в обрез. «Причем, — пишет Б. С. Алякринский, — для летной деятельности характерно то, что дефицит времени, как правило, исчисляется долями секунды, секундами и только в редких случаях минутами, между тем как в условиях земного существования чаще всего недостаток времени, если он возникает, имеет обычно гораздо большую размерность. Здесь уместно вспомнить об освященной традицией „студенческом» дефиците времени в одни сутки («один день»)). Естественно, что правильное принятие решений при скоростном полете становится возможным только тогда, когда летчик научается адекватно оценивать временные отрезки и «беречь время». Особенно необходимо в ряде случаев точно воспринимать микроинтервалы. Профессиональная деятельность летчика и тренирует, воспитывает чувство оценки времени.

Таким развитым чувством очень важно обладать космонавту, тем более, что управление космическим кораблем нередко может протекать на фоне значительных эмоциональных реакций. Так, неточная ориентация при включении тормозной двигательной установки во время посадки вручную создает угрозу перехода космического корабля на такую орбиту, с которой он не возвратится на Землю. Временная затяжка даже правильной ориентации ведет к опасности приземления в неблагоприятных районах (тундра, пустыня, горы и т. д.). Еще более точные реакции во времени и пространстве потребуются от космонавтов при посадке на небесные тела, лишенные атмосферы, например на Луну. Понятно, что первые прилунения будут также вызывать немалые эмоциональные переживания. Вот почему в системе подготовки космонавтов придается большое значение тренировкам по ориентации в пространстве и времени на фоне различных эмоциональных состояний. Это дает свои плоды, что видно хотя бы из факта успешной посадки вручную космического корабля П. И. Беляевым. «В связи с тем, — доложил он после полета, — что одна из команд включения автоматической ориентации не прошла и система не включилась в работу, мне было поручено выполнить спуск по ручному циклу, то есть сориентировать корабль вручную и включить тормозную двигательную установку в расчетное время.

Система ручной ориентации сработала безупречно. Ориентировать корабль вручную трудностей не представляет, особенно если человек имеет летные навыки. Хотя пилотировать самолет и ориентировать космический корабль, конечно, не одно и то же.

Сориентировав корабль в расчетное время, я включил тормозную двигательную установку. После гашения орбитальной скорости в плотных слоях атмосферы ввелся парашют и вблизи Земли сработала система «мягкой посадки».

[Далее...](#)

Мы уже говорили о том, что в состоянии невесомости значительно изменяется информация, поступающая в мозг от органов чувств. В связи с этим представляет большой интерес проблема адекватного восприятия времени в таком состоянии. Для выяснения данного вопроса применительно к условиям кратковременной невесомости, создаваемой на реактивных самолетах, нами (В. И. Лебедевым, И. А. Колосовым, И. Ф. Чекирдой) были поставлен ряд опытов.

В одной серии экспериментов перед испытуемыми, которые относились к первой группе, ставилась задача оценить время пребывания в невесомости. При этом обследуемый выполнял ту или другую пробу (работу на координографе, определение заданного мышечного усилия, пробу письма и т.д.), т.е. он не мог производить умственного счета для измерения временного интервала. Как правило, в первых полетах испытуемые недооценивали время воздействия невесомости. Промежуток в 25 — 40 сек. воспринимался ими как интервал в 15 — 20 сек.

Иными словами, происходило субъективное убыстрение течения времени. Почти у всех таких испытуемых наблюдались положительные эмоции, нередко переходившие в легкую эйфорию. Наоборот, у тех обследуемых, которые в невесомости испытывали неприятные ощущения, промежуток в 20 — 25 сек. субъективно оценивался как минута и более. Одному из авторов (В. И. Лебедеву) при самом первом полете 24-секундный период в первой «горке», когда разлилась эйфория, показался пронесшимся мгновенно, а во второй «горке», когда возникли пространственные иллюзии и отрицательно окрашенное эмоциональное состояние,— тянувшимся бесконечно долго.

В другой серии экспериментов космонавт по команде экспериментатора должен был воспроизвести 20-секундный интервал. И здесь в первых полетах на невесомость у испытуемых также отмечалось субъективное убыстрение течения времени, но ошибки

были незначительными. Заданный интервал воспроизводился за 21–23 сек. Тут, несомненно, сказался опыт отсчета времени при парашютных прыжках, которые предшествовали полетам на невесомость. В последующих экспериментах при внесении коррекции экспериментатором космонавты начинали точно воспроизводить требуемый временной интервал. У испытуемых с недостаточной хорошей переносимостью невесомости наблюдалось субъективное замедление течения времени. 20-секундный интервал они воспроизводили за 16 — 19 сек. Даже при внесении коррекции экспериментатором выработка навыка точной оценки данного временного промежутка у них затягивалась и испытуемые не всегда достигали той точности, которой добивались ранее на Земле.

Врач-экспериментатор И. Ф. Чекирда однажды наблюдал интересный феномен. Вот соответствующая запись из его самонаблюдений: «В одном из первых полетов с воспроизведением невесомости я обратил внимание на то, что испытуемый три пробе Кориолиса сократил время наклонов туловища и паузы между ними, по поводу чего я сделал ему замечание. При расшифровке записей физиологических функций, к моему удивлению, я обнаружил, что время выполнения эксперимента соответствовало программе и не отличалось от аналогичных опытов в горизонтальном полете. Я сделал вывод, что у меня как у экспериментатора в состоянии невесомости изменилась оценка продолжительности движений».

По всей вероятности, нарушении восприятия времени в первых полетах на невесомость можно объяснить резким изменением информации, поступающей в мозг от костно-мышечного аппарата, отолитового прибора и других органов. Во всяком случае этот вопрос нуждается в дальнейшем экспериментальном изучении.

В описанных выше сериях экспериментов с воспроизведением 20-секундного интервала при сенсорном голоде, эмоциональных воздействиях и кратковременной невесомости на испытуемых действовали отдельные факторы космического полета. Но, как известно, реально эти факторы действуют в совокупности. Отсюда важность проведения проб на время в настоящем космическом полете. Исследование воспроизведения 20-секундного промежутка было выполнено Г. С. Титовым. Каждая проба состояла из 20 замеров. После пуска секундомера космонавт в уме начинал отсчитывать 20 сек. и по субъективной оценке данного временного интервала останавливал часы. Результаты заносились в бортовой журнал. Приводим средние арифметические этих результатов по четырем пробам, проведенным в учебном космическом корабле (при «проигрывании» полетного задания) и в орбитальном полете (по данным В. Т. Лебедевой) (табл. 3).

Таблица 3

Место проведения пробы	Время проведения пробы			
	утреннее	дневное	вечернее	ночное
Учебный космический корабль	20,8	20,2	20,0	21,0
Космическое пространство	20,3	20,2	20,1	20,1

О большой точности восприятия времени при выполнении ряда рабочих операций в космическом пространстве можно судить также по косвенным данным. Например, космонавты ориентировали космические летательные аппараты в такие же временные отрезки, как и при заключительных тренировках на учебном космическом корабле. Расходование рабочего тела тоже было приблизительно равным в обоих случаях.

Таким образом, в процессе тренировок у космонавтов можно выработать стойкие навыки в оценке небольших временных отрезков в необычных условиях космического полета (по крайней мере, кратковременного). Однако в ходе дальнейшего освоения космоса люди будут сталкиваться со все более длительным влиянием невесомости и, кроме того, с измененной весомостью. Скажем, при посадке экспедиции на Луну человек весом в 70 кг будет весить всего 11,6 кг. Поскольку его мышечная сила останется неизменной, другим, очевидно, окажется темп движений по сравнению с выработанным на Земле, да и не только темп движений. К. Э. Циолковский писал о будущих лунных впечатлениях космопроходцев: «Русский побежал, делая громадные прыжки — метра 3 в высоту и 12 метров длины... Брошенные кверху камни подымались в шесть раз выше, чем на Земле, и прилетали обратно очень нескоро, так что скучно было ждать» (1961, стр. 211). И далее: «Я чувствую, что стою особенно легко, словно погруженный по шею в воду: ноги едва касаются пола... Не могу противиться искушению — прыгаю... Мне показалось, что я довольно медленно поднялся и столь же медленно опустился» (там же, стр. 7–8). В связи со всем этим возникает вопрос, смогут ли космонавты в действительности с первых шагов так хорошо координировать свои движения при измененной весомости, как представлял себе Циолковский? И не отразится ли такая ситуация на восприятии времени?

Что касается первого вопроса, то исследования, которые были проведены за рубежом на специальном стенде, выявили, например, возможность медленной ходьбы, совершающейся при имитации уменьшенной («лунной») весомости без особых трудностей. Однако быстрые передвижения приводят к потере равновесия. Бывало, что испытуемые падали. В то же время они приобретали способность делать такие упражнения, которые на Земле под силу лишь опытным гимнастам. Для иллюстрации ощущений, возникающих при

подобных тренировках, приведем выдержки на рассказа одного из испытуемых. «Первый шаг. Наверное, я вложил в него слишком много сил. С удивительной легкостью взмываю вверх и, беспомощно перебирая ногами, опускаюсь в нескольких метрах от места «старта». Но совсем не там, где я предполагал. Еще один толчок и все повторяется снова... Пытаюсь бежать — не получается. Резко и энергично отталкиваюсь ногами и... „падаю». Ощущение такое, словно я внезапно попал на лед: чем быстрее пытаюсь перебирать ногами, тем труднее сохранять равновесие... Стараюсь передвигаться короткими шажками, чуть боком. Так легче сохранить равновесие. Как это ни странно, но скорость пешехода на Луне вряд ли превысит полтора километра в час — 20 шагов в минуту. И все это потому, что, отталкиваясь от поверхности Луны, человек будет опускаться медленнее, чем на Земле... Еще раз пытаюсь прыгнуть на „лунный камень» (так воображению испытуемого представлялась скамейка. — Авт.). Одной ногой удалось ощутить опору. Но только одной. Я переваливаюсь через преграду и останавливаюсь в метре за ней. Причем не сразу, а пропарив некоторое время в воздухе в очень замысловатой позе».

Конечно, при имитации лунной гравитации движения ограничиваются тренажером, что искажает наблюдаемую картину. По всей вероятности, более «чистую» уменьшенную силу тяжести удастся получить на самолетах при выполнении специально разработанных эволюции. Но даже на основании проведенных, пока еще несовершенных, экспериментов можно сделать предварительный вывод о том, что темпы передвижения людей «пешком», повидимому, существенно изменятся на лунной поверхности (и вообще в условиях иной, чем земная, весомости).

Относительно же вопроса о влиянии измененной весомости на восприятие времени необходимо заметить следующее. Мы уже излагали мысль И. М. Сеченова о том, что слух в сочетании с мышечными ощущениями при ходьбе в наибольшей степени приспособился к анализу темпа и ритма. На Луне же темп и ритм движений изменяется. Кроме того, из-за вакуума последние не будут сопровождаться звуковыми явлениями (если не считать звуков, возникающих внутри скафандра лунопроходца). Все это в сочетании с рядом других факторов может повлечь за собой изменение восприятия времени.

[Далее...](#)

Восприятие времени и магнитные поля

Полетами советских «лунников» было установлено, что Луна не имеет заметного магнитного поля. Следовательно, при ориентации на местности лунных путешественников магнитные компасы, к которым мы так привыкли на Земле, окажутся непригодными. Космонавтам придется определять свое местоположение по небесным светилам или пользоваться приборами, действующими на иных принципах. Но главное даже не в этом. Главное в том, что на человека на Луне, а в ряде случаев и на других планетных телах и в межпланетном полете перестанет влиять магнитное поле.

Как известно, все живые существа, населяющие земной шар, развились и постоянно находятся под воздействием геомагнитного поля. Возникает вопрос, не скажется ли его отсутствие на физиологических и психологических функциях человека, и в частности на восприятии времени? Для ответа на этот вопрос попробуем обратиться к магнитобиологии, которая, правда, находится ныне еще в стадии становления.

Немецкие психоневрологи сравнительно давно обратили внимание на то обстоятельство, что в периоды магнитных бурь, когда напряженность геомагнитного поля начинает быстро меняться, увеличивается число нервно-психических больных. Эти данные были получены при изучении 40 тысяч историй болезни, охватывающих пятилетие (1930–1935 гг.). Такие же исследования провели в 60-х годах в США статистической обработкой 29 тысяч случаев нервно-психических заболеваний, охватывающих четырехлетие, причем данный материал сопоставлялся с еженедельными сведениями о напряженности магнитного поля Земли. И здесь подтвердилось, что в периоды магнитных бурь увеличивается число нервно-психических больных и их смертность.

Представляют большой интерес в этом плане также исследования В. Десятова, который проанализировал динамику самоубийств и автомобильных аварий с 1958 по 1964 г. в связи с мощными взрывами на Солнце. Последние вызывают очень сильные магнитные бури на Земле. «Оказывается, — пишет Десятов, — люди со слабым типом нервной системы, а также хронические алкоголики после взрывов на Солнце чувствуют себя крайне подавленными. В результате число самоубийств на вторые сутки после солнечных взрывов возрастает в 4 — 5 раз по сравнению с днями спокойного Солнца. Поводы для самоубийств, которые в дни спокойного Солнца кажутся несущественными, в дни после солнечных взрывов представляются подчас непреодолимыми.

Число автомобильных аварий во второй день после солнечных вспышек также возрастает — почти в 4 раза по сравнению с днями спокойного Солнца».

Наблюдения подобного рода привлекают к себе все большее внимание ученых. В научной литературе имеется в настоящее время довольно значительное количество сведений о влиянии электромагнитных волн различной длины на центральную нервную систему животных и человека, а также на внутриклеточные белковые молекулы. Так, американские исследователи подвергали испытуемых воздействию сантиметровых радиоволн. При облучении височной части головы обследуемые начинали слышать звуки, которые локализовались ими в области затылка. При воздействии метровыми волнами на обезьяну отмечалось резкое изменение в ее поведении: вначале животное настораживалось, затем впадало в сон, но через некоторое время пробуждалось в возбужденном состоянии. Муравьи, помещенные в зону трехсантиметровых волн, начинают ориентировать свои усики-антенны параллельно магнитным силовым линиям.

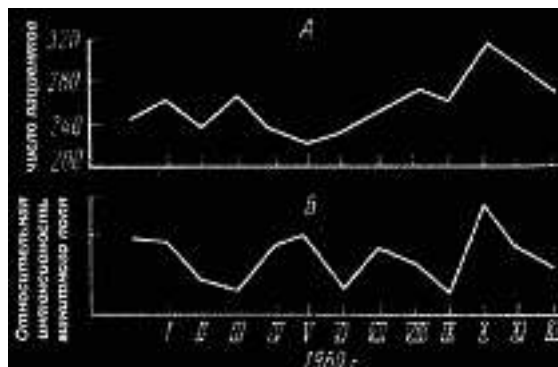


График поступления в больницы нервно-психических больных за 1960 г. {А} и график изменения напряженности геомагнитного поля за то же время {Б}

Большое количество опытов с различными животными убедительно показало, что электромагнитные поля влияют на нервную систему и вызывают различные физиологические и поведенческие реакции. В этих же экспериментах было выявлено, что в ряде случаев такие реакции мало зависят от энергетических характеристик воздействующего поля.

Как же влияет электромагнитное поле на психофизиологические реакции животных и человека, в частности на восприятие времени? Ответить на такой вопрос пока можно только предположительно.

Разбирая физиологический механизм условного рефлекса на время, И. П. Павлов писал: «Как понимать физиологически время в качестве условного раздражителя? На это, конечно, точного, определенного ответа пока дать нельзя. Но к известному пониманию этого подойти можно. Как мы вообще отмечаем время? Мы делаем это при помощи разных циклических явлений: захода и восхода Солнца, движения стрелок по циферблату часов и т.д. Но ведь у нас в теле этих циклических явлений тоже немало. Головной мозг за день получает раздражения, утомляется, затем восстанавливается. Пищеварительный канал периодически то занят пищей, то освобождается от нее и т.д. И так как каждое состояние органа может отражаться на больших полушариях, то вот и основание, чтобы отличать один момент времени от другого. Возьмем короткие промежутки времени. Когда раздражение только что нанесено, оно чувствуется очень резко. Когда мы входим в комнату с каким-либо запахом, то мы сначала ощущаем его очень сильно, а затем все меньше и меньше. Состояние нервной клетки под влиянием раздражения испытывает ряд изменений. Точно так же и в обратном случае. Когда раздражитель прекращается, то сначала он чувствуется еще очень резко, а затем все бледнее и бледнее, и, наконец, мы совсем его не замечаем. Значит, опять имеется ряд различных состояний нервной системы. С этой точки зрения можно понять как случаи рефлексов на перерыв раздражителя и следовых рефлексов, так и случаи рефлекса на время. В приведенном опыте животное периодически подкармливалось, ряд органов в связи с этим проделывал определенную деятельность, т.е. переживал ряд определенных последовательных изменений. Все это давало себя знать в больших полушариях, рецептировалось ими, и условным раздражителем делался определенный момент этих изменений» (1951–1952, стр. 57).

Таким образом, циклические явления в различных местах организма могут явиться как бы биологическими часами, позволяющими животным «отмерять» те или другие промежутки времени. Это тем более так, что изолированные органы и ткани действительно сохраняют в определенных условиях автономный ритм деятельности (скажем, извлеченное сердце продолжает ритмические сокращения с определенной частотой и т.д., о чем подробнее речь будет впереди). Все эти различные ритмы в организме синхронизированы. На уровне высших животных таким синхронизирующим и регулирующим аппаратом является центральная нервная система.

М. Брейзе высказала предположение о том, что роль синхронизатора протекания всех процессов в самой центральной нервной системе выполняет ритмическая активность мозга, сопровождающаяся определенными биоэлектрическими явлениями. По мнению многих электрофизиологов (Винера, Гудди, Голубарга, Энлайкера и др.), эта ритмическая активность, по-видимому, и есть эталон времени некоего ритма, с которым сравниваются периодики сердечной деятельности, дыхания, двигательных актов и т.п. Не случайно в электроэнцефалограмме имеются характеристики, известные под названием стационарных временных рядов. Не исключена также возможность, что изменение ритмической активности мозга приводит к сдвигам в восприятии времени, а соответственно своих движений и движений окружающих.

Г. Уэллс в фантастической повести «Новейший ускоритель» нарисовал картину изменения движений своих героев и восприятия ими окружающей обстановки во времени. Но нечто подобное действительно можно встретить при некоторых заболеваниях центральной нервной системы, при приеме некоторых фармакологических средств и при воздействии необычных раздражителей на человека. Характерны в этом плане результаты наблюдений Э. М. Башковой и Е. М. Захарьянца за одним мальчиком в возрасте 12 лет, который ранее не страдал какими-либо отклонениями в области психики. После приступа малярии у него появился ряд своеобразных изменений в сенсорной сфере. Все предметы стали казаться больному значительно меньшими по величине. Скорость он начал воспринимать неправильно: все ему представлялось совершающимся быстрее (люди, например, не шли, а бежали). Поэтому сам он стал делать все очень быстро. После лечения хинином указанные явления исчезли.

В различных исследованиях установлено, что на поверхности тела животных и человека имеются электрические потенциалы, распределяющиеся по определенному закону. Это распределение, по мнению Р. Беккера, обусловлено направленностью потока электронов по ходу нервных волокон. Была также высказана мысль, что система биоэлектрических потенциалов может взаимодействовать с колебаниями магнитного поля Земли. Эта гипотеза подтверждается, в частности, в опытах на улитках американского биолога Ф. Брауна, который доказал, что поведение последних в значительной степени зависит от изменения геомагнитной обстановки.

Как известно, магнитное поле Земли «пульсирует» с частотой от 8 до 16 колебаний в секунду. Основываясь на этом факте, некоторые ученые высказали предположение, что именно с влиянием такой пульсации связано наличие основного ритма биопотенциалов головного мозга — альфа-ритма, имеющего ту же частоту. Кроме того, советский ученый А. Пресман считает, что периодически изменяющееся геомагнитное поле является источником некоторой информации. С этой точки зрения увеличение количества, например, нервно-психических больных в периоды магнитных бурь объясняется следующим образом. Хаотически изменяющаяся частота колебаний магнитного поля Земли может навязать биологическим процессам несвойственные им ритмы, т.е. ввести в организм, по выражению Пресмана, «вредную» информацию. У здорового человека нервная система хорошо адаптируется к изменениям окружающей среды. Но при нервном истощении или заболеваниях она становится чрезмерно чувствительной к воздействиям извне. Ослабленная нервная система не справляется с возросшей нагрузкой (в том числе из-за пертурбаций геомагнитного поля) и в результате возникает нервное расстройство или происходит обострение ранее имевшейся болезни.

Одним из авторов (В. И. Лебедевым) было высказано предположение, что изменение частоты ритма биопотенциалов головного мозга может влиять на субъективную оценку временных интервалов. Об этом свидетельствуют специально проведенные нами эксперименты (В. П. Лебедев, О. Н. Кузнецов, А. Н. Лицов, Р. Б. Богдашевский).

У испытуемых по электроэнцефалограмме уточнялась частота альфа-ритма. С той же частотой подавались различные раздражители (световые или звуковые). До этого на фоне неизменной электроэнцефалограммы испытуемые по сигналу воспроизводили временные отрезки. Точность воспроизведения регистрировалась на лентопротяжном устройстве. Затем с помощью указанных раздражителей ритм биопотенциалов головного мозга учащался или замедлялся. На таком измененном фоне испытуемые тоже воспроизводили временные отрезки. И вот оказалось, что при учащении ритма биотоков мозга обследуемые недооценивали временной интервал, а при замедлении — переоценивали. Так, один из испытуемых 20 — секундный промежуток воспроизвел соответственно за 18,2 и за 21,6 сек. Особенно страдала оценка временных интервалов при «сбоях», когда в самом ходе оценки врач, применяя раздражители, начинал изменять (то плавно, то резко) частоту альфа-ритма. Однако при введении коррекции ошибок обследуемые начинали точно воспроизводить временные отрезки и при измененном ритме биотоков мозга.

Из всего сказанного можно, на наш взгляд, заключить следующее. На нервную систему животных и человека влияют каким-то образом физические поля, в том числе и геомагнитное поле. Весьма вероятно, что с пульсацией последнего связана работа «биологических часов» организма, с ритмом которых соотносятся физиологические процессы. В таком случае нельзя не учитывать проблем, которые возникнут при выходе космонавтов за пределы земной магнитосферы. Отсутствие заметных магнитных полей на Луне и некоторых других небесных телах, прохождение при космических полетах участков с мощными магнитными полями, встреча с иными по сравнению с привычными на Земле ритмами магнитных явлений в космосе — все это может так или иначе повлиять на деятельность «биологических часов», а значит и на течение психофизиологических процессов человеческого организма. Сейчас трудно сказать, какова будет степень такого влияния и в чем оно выразится. Может быть, окажется реальной угроза разлаживания «биологических часов» и возникновения соответствующих серьезных расстройств психофизиологических функций. Тогда придется изыскивать пути и средства глубокого вмешательства в самые интимные внутриорганизменные процессы с целью искусственного их регулирования в нужном направлении, несмотря на неблагоприятную ситуацию. А может быть подобного разлаживания не произойдет, поскольку в процессе эволюции земной жизни выработались стойкие ритмы биохимических реакций, которые смогут в той или иной мере «справиться» с нарушениями ритмики в электрофизиологической области. Тогда дело может ограничиться лишь частными сдвигами в работе «биологических часов», сравнительно легко преодолимыми. В конечном итоге, как бы там ни было, ныне становится все более ясным, что обстоятельное изучение воздействия геомагнитного поля и его изменений, а также влияния амагнитной среды на человеческий организм (и на отражение человеком внешнего мира) включается логикой развития науки в повестку дня.

НАДО ПОНЯТЬ, ЧТО ТАКОЕ ЧЕЛОВЕК, ЧТО ТАКОЕ ЖИЗНЬ, ЧТО ТАКОЕ ЗДОРОВЬЕ И КАК РАВНОВЕСИЕ, СОГЛАСИЕ СТИХИЙ ЕГО ПОДДЕРЖИВАЕТ, А ИХ РАЗДОР ЕГО РАЗРУШАЕТ И ГУБИТ.

ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ

В процессе эволюционного развития у растений и животных выработались физиологические приспособления к периодическим геофизическим и метеорологическим изменениям, связанным с вращением Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца (к наступлению светлого периода суток и темноты, повышению температуры и увеличению космической радиации в дневное время, изменению влажности и барометрического давления воздуха в ночное время, смене времен года и т.д.). Одним из наиболее характерных таких

приспособлений является суточный ритм сна и бодрствования. При этом обнаруживается снижение температуры тела, пульса и дыхания, обменных процессов и других физиологических функций организма ночью и повышение их днем.

Даже такие явления, как рождение и смерть, подчиняются суточной периодичности. По данным Ф. Халберга, наибольшее их количество падает на время между 23–01 часами.

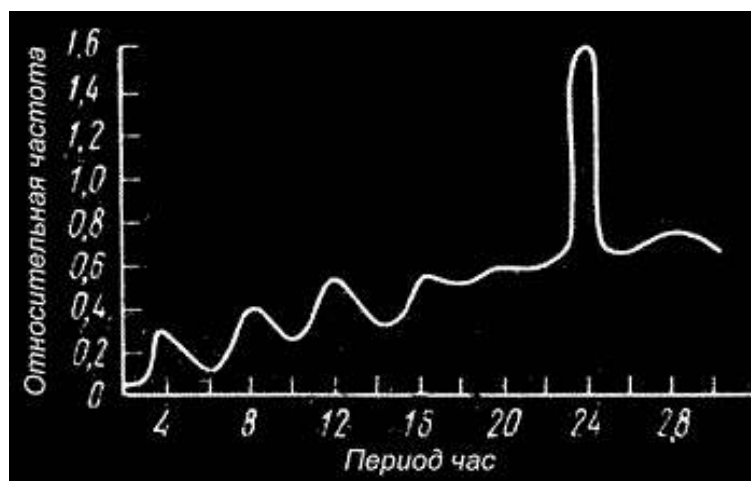


Рис.16 Распределение числа рождений в разное время суток, представленное в виде периодограммы.

В орбитальном полете смена дня и ночи может быть очень частой. Так, Г. С. Титов в течение суток встретил 17 «космических зорь». В межпланетном же полете, который может продолжаться многие месяцы и даже годы, вообще не будет наблюдаться столь привычной для жизни на Земле суточной (и сезонной) периодики. Наконец, при посадке на то или другое небесное тело чередование дня и ночи также окажется существенно отличным от земного (на Луне, например, сутки длятся почти

месяц по земному счету). С другой стороны, космонавтам придется нести полетную вахту, вести научные исследования, поддерживать связь с Землей и т.д., для чего нужна определенная организация труда и отдыха во времени. В связи со всем этим

возникают проблемы влияния нарушений привычной земной ритмики на психофизиологические функции человека и создания нового оптимального ритма жизнедеятельности на межпланетном космическом корабле.

[Далее...](#)

*Надо полагать, что такое человек и что такое жизнь,
что такое здоровье и как равновесие, согласие светил
его поддерживает, а их раздор его разрушает и губит.*
Леонардо Да Винчи

В процессе эволюционного развития у растений и животных выработались физиологические приспособления к периодическим геофизическим и метеорологическим изменениям, связанным с вращением Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца (к наступлению светлого периода суток и темноты, повышению температуры и увеличению космической радиации в дневное время, изменению влажности и барометрического давления воздуха в ночное время, смене времен года и т.д.). Одним из наиболее характерных таких приспособлений является суточный ритм сна и бодрствования. При этом обнаруживается снижение температуры тела, пульса и дыхания, обменных процессов и других физиологических функций организма ночью и повышение их днем.

Даже такие явления, как рождение и смерть, подчиняются суточной периодичности. По данным Ф. Халберга, наибольшее их количество падает на время между 23–01 часами.

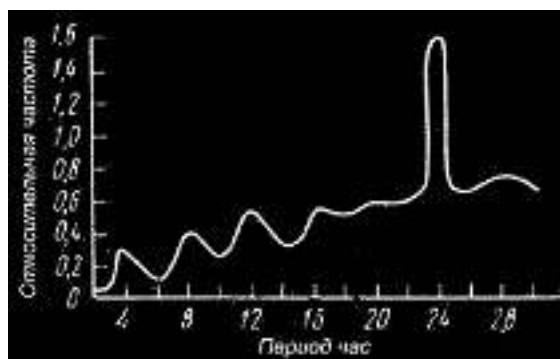


Рис.16 Распределение числа рождений в разное время суток, представленное в виде периодограммы.

В орбитальном полете смена дня и ночи может быть очень частой. Так, Г. С. Титов в течение суток встретил 17 «космических зорь». В межпланетном же полете, который может продолжаться многие месяцы и даже годы, вообще не будет наблюдаться столь привычной для жизни на Земле суточной (и сезонной) периодики. Наконец, при посадке на то или другое небесное тело чередование дня и ночи также окажется существенно отличным от земного (на Луне, например, сутки длятся почти месяц по земному счету). С другой стороны, космонавтам придется нести полетную вахту, вести научные исследования, поддерживать связь с Землей и т.д., для чего нужна определенная организация труда и отдыха во времени. В связи со всем этим возникают проблемы влияния нарушений привычной земной ритмики на психофизиологические функции человека и создания нового оптимального ритма жизнедеятельности на межпланетном космическом корабле.

[Далее...](#)

Суточные ритмы организмов

В 1729 г. астрономом де Мераном, которого особенно интересовало вращение Земли вокруг своей оси, было сделано открытие. Он обнаружил, что у растений, выдерживаемых в темноте и при постоянной температуре, наблюдается такая же периодичность движения листьев, как и у растений, выдерживаемых в условиях чередования света и темноты. Эксперименты подобного рода были продолжены в последующие годы над совершенно различными организмами — от одноклеточных до человека. В результате удалось установить, что даже простейшие живые существа, помещенные в условия постоянного освещения (или темноты), сохраняют ритм колебаний активности и покоя, роста, деления и т.д., приближающийся к 24-часовому циклу. Ритмы с таким периодом Ф. Халберг назвал «циркадными» (от латинских слов: «circo»-около и «dies»-день).

Так, серия опытов была поставлена с белкой-летагой, ведущей ночной образ жизни. Животных помещали в клетку с беличьим колесом, снабженным устройством для записи числа оборотов, и держали в полной темноте несколько месяцев. Графики активности летяг, полученные с помощью колеса, со всей очевидностью показали, что белки оживлялись каждый вечер. Беготня в колесе начиналась всякий раз через один и тот же промежуток времени, примерно равный суткам.

В серии экспериментов на мышах было установлено, что у шести поколений этих животных, непрерывно выдерживаемых при свете, сохраняется одна и та же спонтанная частота колебаний физиологических функций (двигательной активности, фаз сна и бодрствования и др.), приближающаяся к циркадному ритму. Небезынтересно сообщение Бюнинга о циркадных колебаниях, которые сохранялись в изолированной петле кишечника хомяка, помещенной в физиологический раствор. Имеются также данные о циркадной периодичности клеточного деления в тканевых культурах млекопитающих.

Таким образом, по современным научным представлениям, у всех видов растений и животных, помещенных в так называемые постоянные условия, проявляется физиологическая ритмичность циркадного типа. С этим фактором и связана идея о существовании в организмах «биологических часов», от которых зависит регулирование физиологических процессов.

В основе регуляции самих циркадных ритмов большей части одноклеточных организмов и растений лежат, очевидно, внутриклеточные биохимические процессы. Их ритмичность выработалась в многомиллионлетнем приспособлении к суточной периодичности дня и ночи на нашей планете. Здесь мы хотели бы лишь подчеркнуть, что у растений нет центральных механизмов, которые бы управляли всеми циркадными ритмами.

Немецкий ученый Г. Клюк в специальных экспериментах показал, что у червей, членистоногих и других беспозвоночных регуляция суточной ритмики физиологических функций осуществляется нервной системой, в частности подглоточным ганглием.

Наиболее четкие данные о центре, управляющем ритмом двигательной активности в течение суток, были получены английской исследовательницей Жанет Харкер в опытах с тараканами — типичными ночными насекомыми. Оказалось, что у этих насекомых роль главных «биологических часов» выполняет подглоточный ганглий, выделяющий определенные химические вещества. Так, у тараканов, ранее находившихся в условиях непрерывного освещения и потерявших заметно выраженный ритм двигательной активности, удалялся собственный подглоточный нервный узел и заменялся другим ганглием, взятым от ритмически активной особи. Через несколько дней активность оперированного насекомого становилась четко ритмичной, причем этот ритм соответствовал ритму таракана-донора.

Особенно замысловаты физиологические механизмы циркадного ритма у высших позвоночных животных. Здесь обнаруживаются и более простые регуляторы, имеющие тесную связь с обменом веществ, и учет более сложных временных отношений, которые координируются корой больших полушарий. При этом суточная периодичности сна и бодрствования сохраняется у животных и после удаления коры. Точно так же остается и суточная ритмика колебаний температуры тела, обменных процессов, частоты пульса, кровяного давления, дыхания и других вегетативных функций. Отсюда следует, что поддержание циркадных ритмов относится к сфере безусловнорефлекторной деятельности, которая более устойчива к случайным колебаниям внешней среды, а центры циркадной регуляции находятся в подкорковых образованиях и в стволовой части головного мозга.

Из обыденной жизни известно, что некоторые люди обладают удивительной способностью чувствовать время. Они точно и безошибочно определяют час дня, хорошо различают временные промежутки, длительность пауз и т. д. Поскольку космонавты в межпланетном полете будут находиться, как правило, в постоянных

условиях, но без привычных геофизических воздействий, возникает вопрос, в какой степени человек сможет оценивать циркадную ритмику физиологических процессов, т.е. пользоваться «биологическими часами» в такой ситуации.

В отмеченном плане представляют большой научный интерес наблюдения за членами экспедиций, находящихся в Арктике, где такой фактор, как восход и заход солнца в течение суток, отсутствует. Из результатов, полученных М. Лоббаном, который проводил исследования на Шпицбергене в период полярного дня, явствует, что непрерывное двухмесячное дневное освещение не действует заметным образом на циркадную ритмику физиологических процессов людей, прибывших из средних широт.

Для имитации межпланетного полета используются, как известно, сурдокамеры. Они позволяют не только устранять некоторые геофизические факторы (смену светлого периода суток ночью, природный шум, перепады температуры и влажности воздуха, колебания радиации и т.д.), но и в какой-то мере исключать влияние социального окружения.

В сурдокамере Ф. Д. Горбов провел следующий опыт. Испытуемый знал о продолжительности эксперимента (7 суток), но у него не было часов для контроля за временем и отсутствовал распорядок дня. По инструкции он мог, когда хотел, ложиться спать, есть, вести записи в дневнике, заниматься гимнастикой и т.п. Через несколько суток испытуемый дезориентировался во времени, что было видно из его отчетов по радиопереговорному устройству. По представлению обследуемого время текло медленнее, чем на самом деле. Так, он подготовился к выходу из сурдокамеры на 14 час. раньше намеченного срока.

А. Ашофф в своем опыте помещал группу испытуемых в специально оборудованный бункер, находящийся глубоко под землей, что исключало проникновение звуков. Обследуемые лица сами готовили пищу и были полностью предоставлены самим себе.

Они гасили свет перед сном и включали его при пробуждении. За испытуемыми с помощью специальной аппаратуры велось постоянное наблюдение с регистрацией физиологических функций. За 18 суток обследуемые «отстали» от астрономического времени на 32,5 часа, т.е. их сутки состояли не из 24, а почти из 26 часов. В этом ритме к концу эксперимента у испытуемых и наблюдалось колебание всех физиологических функций.

Интересны также опыты французских спелеологов, которые вместо сурдокамеры использовали глубокие пещеры. Так, в 1962 г. Мишель Сиффр провел в одной из пещер 2 месяца. Из его отчета явствует, что в условиях одиночества и отсутствия связи с внешним миром для экспериментатора вскоре «распалась связь времени...»

Через 1000 час. (более 40 суток) ему казалось, что прошло всего лишь 25 суток. А когда необычный эксперимент закончился и друзья пришли за Сиффром, он заявил: «Если бы я знал, что конец так близок, я бы давно съел оставшиеся помидоры и фрукты».

3 года спустя опыт повторили еще двое ученых — Антуан Сонни и женщина — спелеолог Жози Лорез. Шесть месяцев провел под землей молодой французский спелеолог Жан-Пьер Мерете. Однако материалов, относящихся к восприятию времени и суточной

ритмике в этих экспериментах, нам найти не удалось.

В 1967 г. восьмерка венгерских исследователей провела под землей в одной из пещер Будайских гор ровно месяц. Члены экспедиции не имели ни часов, ни радиоприемника. И когда они получили по телефону приказ подняться на поверхность, то оказалось, что подсчеты времени, произведенные в пещере, на четверо суток отстали от действительности. При этом «биологические часы» первые 10 дней у всех членов экспедиции вели себя синхронно, а потом во временной ориентации начались расхождения.

Из сказанного можно заключить, что хотя физиологические процессы человека при постоянных условиях продолжают сохранять какое-то время циркадную ритмичность, однако ориентация без «времядатчиков» становится нереальной.

[Далее...](#)

Космическая вахта

Учитывая сказанное выше о циркадных ритмах психофизиологических процессов, казалось бы было целесообразным в длительных межпланетных полетах сохранить для членов экипажа привычную ритмику земных суток. Но, по всей вероятности, это будет невозможно.

Мы уже говорили, что в длительном полете люди при управлении межпланетным кораблем будут включены в систему «человек — автомат». Главной функцией оператора в этой системе при ее нормальной работе является наблюдение за показаниями приборов. Деятельность космонавта, однако, будет отличаться от обычной операторской деятельности, скажем, на пульте управления современной электростанцией. Оператор космического корабля должен выполнять параллельно несколько управленческих функций, которые могут быть связаны с весьма далекими друг от друга областями науки и техники. Например, контроль за работой аппаратуры замкнутого или полужамкнутого экологического цикла требует биологических знаний, а контроль за режимом и траекторией полета — астрономических и навигационных знаний. В общем виде функции оператора-космонавта будут в основном заключаться в компенсирующем слежении по многим индикаторам, операциях контроля за величинами регулируемых параметров объекта, математической и логической обработке поступающей от приборов и сигнализаторов информации, обобщении результатов контроля и сравнении их с программой, выработке решения по управлению объектом и реализации этого решения.

Необходимо подчеркнуть, что в длительном космическом полете отнюдь не исключена возможность выхода из строя тех или иных устройств и систем, возможность возникновения непредвиденных осложнений, которые потребуют от космонавта экстренного перехода от наблюдения к действиям. Практически вообще невозможно предусмотреть все варианты отклонений в режиме работы механизмов, все неисправности и аварийные ситуации. Только разумными мероприятиями человека, обладающего большими знаниями и опытом, можно своевременно справиться с неожиданностями и случайностями. Поэтому космонавт, несущий вахту, всегда должен будет находиться в состоянии высокой готовности к действию. От степени такой готовности прямо зависит эффективность вмешательства человека в ход событий. Говоря языком кибернетики, оператор-космонавт должен выполнять роль «ждущей схемы». Именно готовность к действию является важным фактором надежности человека как звена в системе «человек-автомат», обуславливает насущную необходимость несения вахты членами экипажа межпланетного корабля.

Здесь сразу же возникает вопрос: как долго космонавт, несущий вахту, может находиться в состоянии достаточной готовности к действию, или другими словами, когда у него разовьется утомление, которое может отразиться на качестве операторской деятельности? В настоящее время с полной определенностью ответить на этот вопрос невозможно. Однако, используя данные, накопленные физиологией и психологией труда, ученые уже сейчас ищут пути к определению оптимального времени несения вахты в космическом полете.

Характеризуя трудовой процесс, К. Маркс писал: «Кроме напряжения тех органов, которыми выполняется труд, во все время труда необходима целесообразная воля, выражающаяся во внимании, и притом необходима тем более, чем меньше труд увлекает рабочего своим содержанием и способом исполнения...» (Капитал, т. I, стр. 185). Из различных качеств внимания к наиболее профессионально значимым относятся: интенсивность (точнее, сосредоточенность), устойчивость, быстрота переключения и широта распределения. Само оно «обусловлено такой организацией деятельности, при которой определенные восприятия, мысли или чувства нами сознаются отчетливо, — в то время как другие отходят на второй план или вовсе сознательно не воспринимаются» (К. К. Платонов, 1962, стр. 41).

Профессии оператора в автоматических системах свойственна именно высокая интенсивность внимания почти на всем протяжении несения вахты. Двигательные акты имеют для этой профессии гораздо меньшее значение. Но еще К. Маркс отмечал, что «непрерывная монотонность работы ослабляет напряженность внимания и подъем энергии, так как лишает рабочего того отдыха и возбуждения, которые создаются самым фактом перемены деятельности» (Капитал, т. I, стр. 348). Эта мысль нашла подтверждение в специально проведенных экспериментах и при исследовании протекания трудовых процессов у лиц так называемых наблюдательных профессий.

Например, по В. В. Суворовой, Ю. В. Идашкину и С. С. Гаджиеву, опыт дежурств на современных автоматизированных электростанциях показывает, что даже такие на первый взгляд легкие дежурства, в течение которых персонал не производил никаких операций, а был занят исключительно надзором и ожиданием каких-либо аварийных нарушений, приводят к исключительно сильному нервному напряжению. По окончании смены операторы оказываются не в состоянии осуществлять какую-либо умственную деятельность, плохо спят, у них резко повышается раздражительность и т.д. Многочисленные данные советских и зарубежных ученых свидетельствуют о том, что через 5–6 час. наблюдения даже при нормальной работе автоматических устройств бдительность человека постепенно снижается. Соответственно уменьшается его надежность как звена в системе «человек — автомат». Исследователями также отмечается, что на процесс утомления большое влияние оказывают отрицательные эмоции.

Если учесть, что на космонавта будет действовать ряд неблагоприятных факторов (в том числе и большая продолжительность полета), то, видимо, утомление на космической вахте будет развиваться раньше, чем через 5–6 часов. Следовательно, наиболее оптимальным временем работы в этих условиях явится срок, не превышающий четырех часов (с обязательным предварительным отдыхом и сном). Такой вывод в какой-то мере подтверждается практикой длительных автономных плаваний подводных лодок, когда моряки несут каждый четырехчасовую вахту.

[Далее...](#)

Космические сутки

В первых межпланетных полетах число членов экипажа будет, надо полагать, невелико. Поэтому организовать несение четырехчасовой вахты в течение земных суток будет трудно (если вообще возможно). Выход из такой ситуации мыслим по линии изменения продолжительности суток, изменения ритма жизнедеятельности людей на межпланетном корабле.

Обратимся прежде всего к фактам, полученным гигиеной труда и связанным с влиянием работы при различных расписаниях дня на психофизиологические процессы. В. П. Соловьева и Г. М. Гамбашидзе провели наблюдения за работниками метрополитена, которые длительное время (от 6 до 22 лет) выходили только в ночную смену. Исследовались температура тела, частота пульса, кровяное давление, устойчивость внимания и другие психофизиологические явления. В результате выяснилось, что, несмотря на многолетний стаж работы исключительно в ночное время, почти у всех обследуемых не произошло перестройки суточного ритма физиологических функций. Изменения последних носили синусоидальный характер с максимумом днем (в 12 — 16 час.), т.е. когда наблюдаемые отдыхали, и минимумом ночью (в 02 — 04 часа), т.е. когда наблюдаемые работали. Иными словами, их кривые в основном совпадали с известными классическими кривыми, подученными у людей с обычным режимом сна и бодрствования.

Для выявления психофизиологических сдвигов под влиянием восьмичасовой работы в ночную, вечернюю и дневную смены у линотипистов Г. П. Волхина и Р. И. Крюк изучали состояние их внимания по методу корректурных таблиц. Определялись также пороговая чувствительность слуха и другие функции организма. Оказалось, что наиболее низкие данные по перечисленным методикам были получены в ночную смену, наиболее высокие — в дневную, а функциональные сдвиги в вечернюю смену занимали промежуточное положение. Короче говоря, и в этом случае не происходило перестройки психофизиологических функций из-за ночной работы.

Э. И. Брантом и О. И. Марголиной были обследованы бригады локомотивов и кондукторские бригады, сопровождающие товарные поезда. У людей этого профиля сутки раздроблены последовательным чередованием сна и работы, причем без строгого графика (или по разным графикам). Иными словами, здесь налицо типичный пример нарушения суточного стереотипа. Наблюдения показали, что в течение ряда лет такого необычного чередования работы и отдыха организм приспосабливается к отсутствию постоянного режима. Это приспособление выражается в способности рабочих локомотивных и кондукторских бригад быстро засыпать в любое время суток, даже тогда, когда дневному сну при отдыхе на станции «оборота» предшествовал нормальный ночной сон дома. Однако и такая ситуация не изменяет обычных кривых суточных колебаний физиологических функций.

Как видим, геофизические факторы (дневной свет и т.д.), а также социальное окружение (ритм жизни семьи, работа государственных, увеселительных и других учреждений) имеют для человека гораздо большее значение, чем собственный ритм работы, отдыха, приема пищи и т.п.

Очень важную роль в осуществлении физиологических функций играет мышление, которое позволяет определять отношение к текущему моменту суток (окажем, в освещенном метрополитене ночью).

Здесь уместно напомнить о результатах наблюдений за лицами, совершившими перелеты в другие районы Земли со сдвигом времени в 6 — 12 час. Под влиянием смещенного ритма геофизических факторов и жизни окружающих людей у этих лиц в течение нескольких дней (обычно не более 15) происходит перестройка всех физиологических процессов применительно к новым условиям существования. Между тем при измененном режиме суток, но в привычной среде такая перестройка, как мы уже видели, не наблюдается даже в течение многих лет.

Большое количество экспериментов свидетельствует о том, что на перестройку ритма физиологических функций растений и животных основное воздействие оказывают свет и температура. Хотя живые организмы и способны поддерживать циркадную ритмику, это вовсе не означает неизбежность сохранения постоянной ее частоты при любых условиях жизни. Ведь организм — «открытая система», он все время находится под влиянием окружающей среды и приспосабливается к ее изменениям. В частности, такие факторы, как свет и температурные воздействия, служат в условиях Земли своеобразными датчиками времени. Они являются как бы сигналами для синхронизации циркадного ритма физиологических функций с астрономическим временем.

Еще И. П. Павлов показал, что чем выше организовано животное, тем быстрее и лучше оно приспосабливается к изменяющимся условиям внешней среды. Такое приспособление совершается посредством образования временных связей в коре головного мозга. Именно с помощью механизма условных рефлексов происходит подлаживание к изменяющейся ситуации также безусловнорефлекторной деятельности, к которой относится и циркадная ритмика физиологических функций. «Самая общая характеристика живого существа, — писал Павлов, — состоит в том, что живое существо отвечает своей определенной специфической деятельностью не только на те внешние раздражения, связь с которыми существует готовой со дня рождения, но и на многие другие раздражения, связь с которыми развивается в течение индивидуального существования, иначе говоря, что живое существо обладает способностью приспосабливаться» (1951–1952, т. 3, стр. 77–78).

Весьма ценны для изучения приспособления физиологических функций высших животных к измененным ритмам жизнедеятельности опыты О. П. Щербаковой, проведенные на обезьянах. Эксперименты осуществлялись в течение года в специально оборудованном домике с искусственным освещением. Изучались физиологические функции при двухфазном, укороченном, удлинённом и других суточных режимах. Оказалось, например, что при установлении двухфазного суточного ритма у большинства обезьян уже на третий день возникает соответствующий ритм двигательной активности, а затем, на 6 — 13-й день, образуется двухфазность в температурной кривой, в частоте пульса, дыхания, в динамике других физиологических процессов.

С развитием космической техники в Советском Союзе и за рубежом были начаты эксперименты по изучению различных режимов суточной деятельности в условиях, имитирующих космический полет. У нас пионером в этой области явился коллектив ученых, возглавленный Ф. Д. Горбовым.

Нами (О. Н. Кузнецов, В. И. Лебедев, А. Н. Липов) были проведены опыты в условиях сурдокамеры по изучению «перевернутого» (бодрствование в ночное время, а сон — в дневное), дробного и других режимов. Исследование осуществлялось при полном одиночестве, изоляции от внешних световых и звуковых раздражителей, отсутствии двухсторонней речевой связи. В эксперименте участвовали мужчины в возрасте от 26 до 38 лет, прошедшие полное клиническое обследование. У испытуемых был строго регламентированный распорядок дня, который включал выполнение операторской деятельности, активный отдых и сон. При двухфазном ритме обследуемые занимались всем этим дважды в сутки, при трехфазном — трижды.

В результате экспериментов выяснилось, что чем больше отклоняется режим жизнедеятельности человека от привычного, тем тяжелее это переносится. Особенно трудным оказался трехфазный ритм. Вообще при смене обычного режима новым у испытуемых на вторые — пятые сутки восстанавливается исходный уровень работоспособности и они начинают засыпать в отведенные новым распорядком часы. Но соответственная перестройка вегетативных функций (пульс, дыхание, температура тела, обменные процессы и др.) наступает лишь на 8 — 15-й день и не всегда полностью заканчивается даже к концу пятнадцатых суток. Из всех измененных режимов, изучавшихся Горбовым и нами, наиболее приемлем, по-видимому, дробный с двухфазным сном. Однако у всех испытуемых

при этом ритме субъективно не отмечалось законченности каждого цикла. Они продолжали отсчитывать время обычными земными сутками. По всей вероятности, и на межпланетном корабле будет бортовое и московское время. В какой-то степени с подобной системой отсчета сталкиваются многие люди на нашей планете и ныне. Например, обитатели Владивостока, живя по местному (поясному) времени, при необходимости соотносят его с московским временем.

В целом, если для животных при перестройке суточного режима основное значение имеют физические воздействия (свет, температура и др.), то для человека, как справедливо подчеркивает О. Н. Кузнецов, существенной оказывается психическая деятельность, волевая направленность на выполнение распорядка дня, умение быстро переорганизоваться в соответствии с изменением ситуации. Нами было установлено, что приспособление физиологических функций к новому ритму особенно затруднялось у тех людей, которые постоянно старались представить себе, что происходит в текущий момент суток вне камеры.

Надо полагать, что при разработке распорядка дня для каждого конкретного межпланетного полета будут учитываться число членов экипажа, объем работы, наличие помещений для отдыха и т.д. Не исключена возможность, что ритм космических суток будет выглядеть примерно так: 4 часа операторской деятельности, 4 часа активного отдыха и 4 часа сна. В период активного отдыха космонавты не ограничатся физическими тренировками. Для ликвидации утомления необходима рационально организованная смена вида деятельности. Поэтому, вероятно, часть времени после несения вахты у космонавтов будет занята научными экспериментами, обобщением полученных результатов и т.д.

Большое значение для восстановления работоспособности имеет смена эмоционального состояния. И. М. Сеченов указывал, что важными факторами здесь могут быть оживление настроения, музыка и т. п. Космонавты, безусловно, будут просматривать специально подобранные цветные фильмы, слушать музыкальные произведения, записанные на пленку, читать книги. Весьма существенную роль сыграют радио и сверхдальнее телевидение. С помощью этих средств космонавты смогут постоянно следить за жизнью на Земле, «бывать» в театрах, кино, на стадионах, общаться с родственниками и друзьями.

Важно, чтобы все члены экипажа (или, по крайней мере, большинство) прием пищи осуществляли одновременно, и чтобы их активный отдых протекал, как правило, не в одиночестве. Внутрикollectивные контакты не только в процессе работы, но и в свободное время будут благотворно сказываться на тоне нервной системы, на настроении космонавтов.

Напряженная работа головного мозга в часы бодрствования, его постоянное реагирование на бесчисленные раздражители внешней среды, как известно, приводят к истощению многие клетки коры головного мозга. Восстановление их работоспособности происходит в период сна. Вот почему на межпланетном корабле необходимо будет создать условия для полноценного сна космонавтов.

Опыт восьмисуточного полета американского корабля «Джеминай-5» показал, что спать по очереди в рабочем помещении весьма трудно. Космонавты Г. Купер и Ч. Кондрад, осуществлявшие такой распорядок сна, жаловались на то, что малейший шум, даже перелистывание бортового журнала, будил их, поскольку в кабине было вообще-то очень тихо. Отсюда необходимость специального помещения-спальни на межпланетном корабле. Если все же в него будут проникать мешающие сну звуки, то в таком случае мыслимо создание «звукового подпора», т.е. генерации монотонного шума или шума, напоминающего морской прибой, дождь с ветром и т. д. Этот шум заглушит нежелательные звуковые явления и поможет засыпанию. Но дело не только в специальном помещении и звуковой изоляции. Космонавты должны выработать в себе способность при необходимости быстро засыпать. Такая способность была обнаружена во время сурдокамерных испытаний, например, у Ю. А. Гагарина. Он показал умение расслабляться даже в короткие паузы, отведенные для отдыха, моментально засыпать и самостоятельно пробуждаться в заданный срок.

Как выявили наши исследования, четырехчасовой сон после 8 часов бодрствования позволяет в условиях сурдокамеры восстановить работоспособность человека полностью. Вместе с тем при организации распорядка на космическом корабле важно будет установить для каждого члена экипажа строгие постоянные часы вахт, отдыха и сна. Несомненно, что дальнейшие эксперименты на Земле, а также опыт орбитальных полетов позволят уточнить и отработать оптимальные ритмы космических суток.

[Далее...](#)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К. Э. Циолковский еще на заре воздухоплавания писал: «Верю в блестящее будущее человечества, верю, что человечество не только наследует Землю, но и преобразует мир планет. Отсюда, из сферы Солнца, начнется расселение человечества по всей Вселенной. В этом я глубоко убежден. Это удел земного человека. Он должен преобразовать многие планетарные системы».

Научные предвидения основоположника космонавтики начинают сбываться в наши дни. Человечество готовится к преодолению все новых и новых рубежей в великом деле освоения космоса. Расширяется фронт возникающих здесь сложнейших научно-технических проблем, над решением которых трудятся тысячи и тысячи ученых, конструкторов, инженеров, техников и рабочих.

Одной из таких проблем является выяснение возможностей человека адекватно отражать пространство и время вне Земли. Мы попытались обобщить научный материал, относящийся лишь к некоторым сторонам этой проблемы. Здесь предстоит еще огромная исследовательская работа. Особняком стоят почти неизученные вопросы восприятия пространства и времени при полетах с околосветовыми скоростями. Но нет сомнения в том, что какие бы трудности ни ожидали людей, участвующих в штурме космоса, все препятствия будут преодолены, и космическое будущее человечества станет фактом.

[Далее...](#)

- Маркс К. Капитал, т. I, 1953.
- Энгельс Ф. Диалектика природы, 1955.
- Ленин В. И. Полное собрание сочинений, т. 18, 29.
- Айрапетьянц Э. Ш., Ананьев Б. Г. Мозговые механизмы и эволюция восприятия пространства. Тезисы докладов на 17-м съезде психологов в Москве. Симпозиум 19. М., 1966.
- Алякринский Б. С. Зрительные восприятия в условиях дефицита времени. В сб. «Вопросы авиационной медицины». М., 1957а.
- Алякринский Б. С. К проблеме пространственной ориентировки в сложных метеорологических условиях. Тезисы докладов на совещании по вопросам психологии труда. М., 1957б.
- Алякринский Б. С. Пути и принципы развития биоритмологии и ее роль в организации космических полетов. Материалы симпозиума «Биологические ритмы и разработка режимов труда и отдыха» (20–21 июня 1967). М., 1967.
- Ананьев Б. Г. Теория ощущений. Л., Изд-во ЛГУ, 1961.
- Анохин П. К. Особенности афферентного аппарата условного рефлекса и их значение для психологии.— Вопросы психологии, 1956, №6.
- Армстронг Г. Авиационная медицина. М., ИЛ, 1954.
- Аскин Я. Ф. Проблема времени. М., изд-во «Мысль», 1966.
- Башкова Э. М., Захарьянц Е. М. Психосенсорные расстройства в детском возрасте.— Невропатология и психиатрия, 1940, 9, вып. 11.
- Бернштейн Н. А. О построении движений. М., Медгиз, 1947.
- Бехтерев В. М. Значение органов равновесия в образовании представлений о пространстве. СПб., 1896.
- Борисов В., Горлов О. Жизнь в космосе. М., изд-во «Советская Россия», 1961.
- Брант Э. И., Марголина О. И. Суточная периодика физиологических процессов при многофазном рабочем дне. В сб. «Опыт изучения регуляции физиологических функций в естественных условиях существования», т. 3. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1954.
- Браун Ф. Геофизические факторы и проблема биологических часов. В сб. «Биологические часы». М., изд-во «Мир», 1964.
- Быков К. М., Слоним. А. Д. Кортикальные механизмы физиологии «времени» в организме животных и человека. В сб. «Опыт изучения периодических изменений физиологических функций в организме». М., Изд-во АН СССР, 1949.
- Быковский В. Ф., Лебедев В. И. Полетная вахта космонавтов.— Авиация и космонавтика, 1967, № 6.
- Вейднер-Дубровин Л. А., Матюшкина Н. А. О влиянии острого нарушения суточного ритма жизненных функций на профессиональную работоспособность человека.— Вопросы психологии, 1964, № 4.
- Волхина Г. П., Крюк Р. И. Некоторые данные физиологического анализа трехсменной работы ленточистов. В сб. «Вопросы физиологии труда». Третья научная конференция. Тезисы докладов. М., 1960.
- Воробьев Л. М. Навигация космических кораблей. М., Воениздат, 1964.
- Гагарин Ю. А., Лебедев В. И. Освоение Луны человеком.— Вопросы философии, 1966, № 3.
- Гагарин Ю. А., Лебедев В. И. Ориентация по приборам в космосе.— Авиация и космонавтика, 1967, № 12.
- Геллерштейн С. Г. Чувство времени и скорость двигательной реакции. М., Медгиз, 1958.
- Герасимов В. Месяц под землей.— «Правда», 3.IV 1967.
- Гератеволь З. Психология человека в самолете. М., ИЛ, 1956.
- Головин В. Сурдокамера под землей.— «Известия», 7.VII 1966.
- Горбов Ф. Д. К вопросу о пространственной ориентировке.— Вестн. воздушного флота, 1955, № 3.
- Горбов Ф. Д. Как понимать основы пространственной ориентировки.— Вестн. воздушного флота, 1956, № 4.
- Горбов Ф. Д., Кузнецов О. Н., Лебедев В. И. О моделировании психосенсорных расстройств в условиях воздействия кратковременной невесомости.— Журн. невропатологии и психиатрии, 1966, 66, вып. 1.
- Гребенников Е. А., Демин В. Г. Межпланетные полеты. М., изд-во «Наука», 1965.
- Грибак Л. Психологическая подготовка парашютиста. М., Изд-во ДОСАФ, 1965.
- Денисов В. Г. Космонавт летает на Земле. М., изд-во «Машиностроение», 1964.
- Десятое В. Нужна профилактика.— Знание-сила, 1967, № 4.
- Егоров В. Важные эксперименты в космосе.— Авиация и космонавтика, 1964, № 12.
- Еремин А. В., Касьян И. И., Колосов И. А., Копанев В. И.; Лебедев В. И. Работоспособность человека в условиях невесомости.— Изв. АН СССР, Серия биол., 1965, № 3.
- Еремин А. В., Колосов И. А., Копанев В. И., Лебедев В. И., Попов Н. И., Хлебников Г. Ф. Подготовка человека к невесомости.— Авиация и космонавтика, 1965, № 1.
- Касьян И. И., Колосов И. А., Копанев В. И., Лебедев В. И. Физиологические реакции космонавтов в безопорном пространстве.— Изв. АН СССР, Серия биол., 1966, № 1.
- Касьян И. И., Колосов И. А., Копанев В. И., Лебедев В. И., Хлебников Г. Ф. На самолете в невесомость (результаты исследований).— Авиация и космонавтика, 1965, № 11.
- Касьян И. И., Колосов И. А., Лебедев В. И. Исследования с созданием кратковременной невесомости на самолетах. Раздел в кн. «Второй групповой космический полет и некоторые итоги полетов советских космонавтов на кораблях «Восток». М., изд-во «Наука», 1965.
- Касьян И. И., Колосов И. А., Лебедев В. И., Юров В. Н. Реакции космонавтов во время параболических полетов на самолетах.— Изв. АН СССР, Серия биол., 1965, № 2.
- Касьян И. И., Красовский А. С., Колосов И. А.; Лебедев В. И., Ломова М. А., Юров В. Н. Некоторые физиологические реакции человека в условиях кратковременной невесомости.— Изв. АН СССР, Серия биол., 1965, № 5.
- Катаев А. Ф. О восприятии времени у молодого летчика.— Вестн. воздушного флота, 1949, № 11.
- Кирилов А. И. Умственно-эмоциональное напряжение за пультом управления. М., изд-во «Медицина», 1967.
- Кигаев-Смык Л. А. Человек в невесомости.— Наука и жизнь, 1964, № 9.
- Колосов И. А., Чекирдя И. Ф., Лебедев В. И., Хлебников Г. Ф., Касьян И. И. Вращательная проба как метод выявления скрытых форм укачивания. В сб. «Проблемы космической медицины» (Материалы конференции 24–27 мая 1966 г.). М., 1966.
- Комаров Ф. П., Захаров П. В., Лисовский В. А. Суточные ритмы физиологических функций у здорового и больного человека. М., изд-во «Медицина», 1966.
- Комендантов Г. Л. Физиологические основы пространственной ориентации. Л., 1959.
- Кузнецов О. Н., Лебедев В. И. К вопросу о псевдопсихопатологии в условиях длительной изоляции с относительной сенсорной депривацией.— Журн. невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова, № 3. 1965а.

- Кузнецов О. Н., Лебедев В. И. К проблеме нервно-психической надежности оператора в условиях длительного одиночества. Проблемы психофизиологии безопасности и надежности работы человека (Тезисы докладов), М., 1965б.
- Кузнецов О. Н., Лебедев В. И. Одиночество.— Наука и жизнь, № 5, 1966.
- Кузнецов О. Н., Лебедев В. И., Лицов А. Н. К вопросу об индивидуально-психологических особенностях приспособления человека к измененным суточным режимам. Материалы симпозиума «Биологические ритмы и вопросы разработки режимов труда и отдыха» (20–21 июня 1967 г.). М., 1967.
- Кузнецов О. Н., Лебедев В. И., Лицов А. Н., Хлебников Г. Ф. К вопросу о методических особенностях длительных сурдокамерных испытаний для изучения закономерностей приспособления человека к измененным режимам. Там же.
- Лебедев В. И. К проблеме адинамии в космическом полете,— Авиация и космонавтика, 1963, № 9.
- Лебедев В. И. Состояние невесомости и «гибель мира».—Наука и техника, 1965, № 8. Рига.
- Лебедев В. И. Изменится ли психология человека на Луне?—Наука и техника, 1966, №3. Рига.
- Леонов А. А., Лебедев В. И. Об ориентации человека в космическом пространстве.— Космические исследования, 1965, 3, вып. 6.
- Леонов А. А., Лебедев В. И. Проникновение в космос и отражение человеком пространства вне Земли.— Вопросы философии, 1966, № 1.
- Деонтьев А. Н. Проблемы развития психики. М., изд-во «Мысль», 1965.
- Десгафт П. Ф. Собрание педагогических сочинений, т. 2, ч. 2. М., изд-во «Физкультура и спорт», 1952.
- Лоббан М. Затягивание циркадных ритмов у человека. В сб. «Биологические часы». М., изд-во «Мир», 1964.
- Ломов Б. Ф. Человек и техника. Л., Изд-во ЛГУ, 1963.
- Магарам А. Е. Об обитаемости миров. «Наука и жизнь», 1960, № 4.
- Манъенан А. Полгода под землей.— «Известия», 7.XII 1966 г.
- Манцетова А. Х., Орлова В. Ф., Трубникова В., Фрейдберг И., Неумывакин И. П. Исследование почерка. Раздел в кн. «Второй групповой космический полет и некоторые итоги полетов советских космонавтов на кораблях «Восток». М., изд-во «Наука», 1965.
- Меерович Р. И. Расстройства «схемы тела» при психических заболеваниях. Л., Медгиз, 1948.
- Меграбян А. А. Деперсонализация. Ереван, Арм. госиздательство, 1962.
- Оксенгендер Г. И. О влиянии работы за пультом управления на функциональное состояние центральной нервной системы корабельных специалистов.— Военно-мед. журн., 1962, № 5.
- Павлов И. П. Полное собрание сочинений. Изд. 2, т. 3, кн. 2; т. 4. М.— Л., Изд-во АН СССР. 1951–1952.
- Платонов К. Н. Психология летного труда. М., Воениздат, 1960.
- Платонов К. К. Вопросы психологии труда. М., Медгиз, 1962.
- Полосухин П. И. Записки спортсмена-воздухоплователя и парашютиста. М., изд-во «Физкультура и спорт», 1958.
- Пономарев М. Ф. Экспериментальное исследование некоторых видов двигательных реакций и их значение для профессиональной деятельности. (Дисс.). Л., 1958.
- Пресман А. Электромагнитное поле и жизнь.— Наука и жизнь, 1965, № 5.
- Попов В., Бойко Н. Зрение в космосе.— Авиация и космонавтика, 1967, № 3.
- Проблемы восприятия пространства и пространственных представлений. Сборник под ред. Б. Г. Ананьева и Б. Ф. Ломова. М., Изд-во АПН РСФСР, 1961.
- Ребров М. Там, где «делают» космос.— «Красная Звезда», 10. VII 1966 г.
- Сеченов И. М. Избранные произведения, т. 1. М., Изд-во АН СССР. 1952.
- Соловьева, В. П., Гамбашидзе Г. М. Динамика работоспособности и суточного ритма физиологических функций у длительно работающих исключительно в ночное время.— «Вопросы физиологии груди». Третья научная конференция, Тезисы докладов. М., 1960.
- Суворова В. В., Идашкин Ю. В., Гаджиев С. С. Опыт психологического изучения деятельности операторов.— Вопросы психологии, 1961, № 3.
- Теплое Б. М. К вопросу о практическом мышлении. Уч. зап. МГУ, 1945, вып. 90.
- Ухтомский А. А. Доминанта как рабочий принцип нервных центров. Собрание сочинений, т. 1. Л., Изд-во ЛГУ, 1950.
- Феоктистов К. Первые выводы.— Авиация и космонавтика, 1964, № 12.
- Фролов Ю. Д. Физиологическое учение И. П. Павлова о времени как своеобразном раздражителе нервной системы.— Журн. высшей нервной деятельности, вып. 6, 1964.
- Аалберг Ф. Временная координация физиологических функций. В сб. «Биологические часы». М., изд-во «Мир», 1964.
- Хлебников Г. Ф., Лебедев В. И. О динамике эмоционально-волевых процессов при парашютных прыжках у космонавтов.— Вопросы психологии, 1964, № 5.
- Хилов К. Л., Колосов И. А., Лебедев В. И.; Чекирда И. Ф. Об изменении порогов акцелерационной чувствительности в условиях кратковременной невесомости.— Военно-мед. журн., 1966, № 8.
- Холодов Ю. А. О биологическом действии магнитных полей. «Проблемы космической медицины». Материалы конференции 24–27 мая 1966 г. М., 1966.
- Циммерман Г. С. Клиническая отоневрология. М., Медгиз, 1952.
- Циолковский Э. К. Труды по ракетной технике. М., Оборонгиз, 1947.
- Циолковский Э. К. Путь к звездам. М., Изд-во АН СССР, 1960.
- Цион П. Об отправлениях полукружных каналов и об их роли при образовании представлений в пространстве.— Военно-мед. журн., 1879, кн. 5, ч. 135.
- Чаидзе Л. В. Координация произвольных движений в условиях космического полета. М., изд-во «Наука», 1965.
- Щербакова О. П. Экспериментальное изучение ритма физиологических функций у обезьян. В сб. «Опыт изучения периодических изменений физиологических функций в организме». М., Изд-во АН СССР, 1949.
- Элькин Д. Г. Восприятие времени. М., Изд-во АПН РСФСР, 1962.
- Эмме А. Часы живой природы. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Юганов Е. М., Горшков А. И., Касьян И. И., Брянов И. И., Колосов И. А., Лебедев В. И., Попов Н. И., Солодовник Ф. А. Вестибулярные реакции космонавтов при полете на корабле «Восход».— Изв. АН СССР, Серия биол., 1965, № 6.
- Юганов Е. М.; Касьян И. И., Асямолов Б. Ф. Биоэлектрическая активность скелетной мускулатуры в условиях перемежающего действия перегрузок и невесомости.— Изв. АН СССР, Серия биол., 1963, № 5.
- Юганов Е. М., Касьян И. И., Гуровский Н. Н., Коновалов А. И., Якубов В. А.,
- Яздовский В. И. Сенсорные реакции и состояние произвольных движений в условиях невесомости.—Изв. АН СССР, Серия биол., 1961, № 6.

