



Леонов А.А., Лебедев В.И.

**Восприятие пространства и времени в космосе**

## 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

## ВВЕДЕНИЕ

*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 явятся, 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 потребуются создание орбитальных околоземных станций. При этом не обойтись без решения задач управления сближением и стыковкой 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 годичную 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. Магарамы (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.

## КОСМИЧЕСКИЙ КОРАБЛЬ КАК ОБЪЕКТ УПРАВЛЕНИЯ

*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, немислимой без достаточно адекватной пространственно-временной ориентировки.

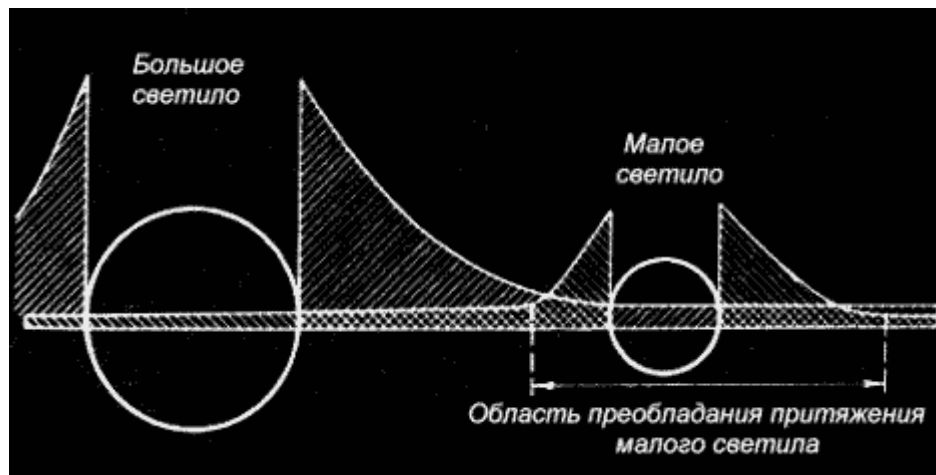


Рис. 1 Области преобладания притяжения каждого из двух гравитационно-взаимодействующих планетных тел в данном случае большого и малого

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 безопасность 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 дольше 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 считаться с фактом все 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 известное 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 Маскели уволил астронома Киннбрука, так как он с опозданием на полсекунды отмечал прохождение звезд через меридиан.

Ошибки Киннбрука в наблюдениях Маскелин 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 Маскелин. 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, втрое 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 па четвертый день имитированного полета наметилось 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.

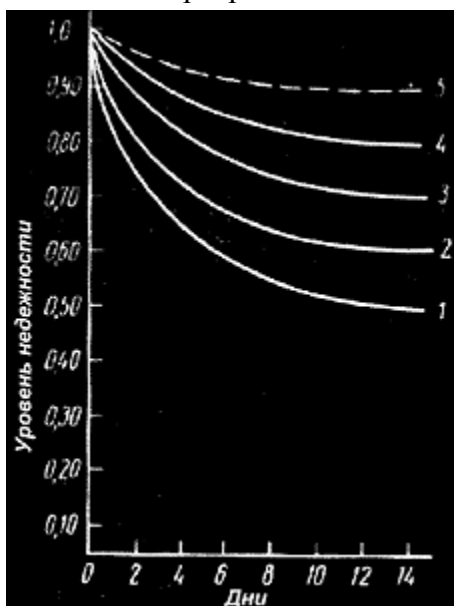


Рис.2 Изменение надежности систем управления космических кораблей, полностью автоматизированных (с двух-, трех-, четырех- и пятикратным дублированием; кривые 1 - 4) и включающих человека (кривая 5)

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.

## ОРИЕНТАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*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.

## ВОСПРИЯТИЕ ВРЕМЕНИ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

*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 эмпатическое 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.

## **КОСМИЧЕСКАЯ ПОЛЕТНАЯ ВАХТА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ РИТМЫ**

*Надо полагать, что такое человек и что такое жизнь, что такое здоровье и как равновесие, согласие светил его поддерживают, 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.

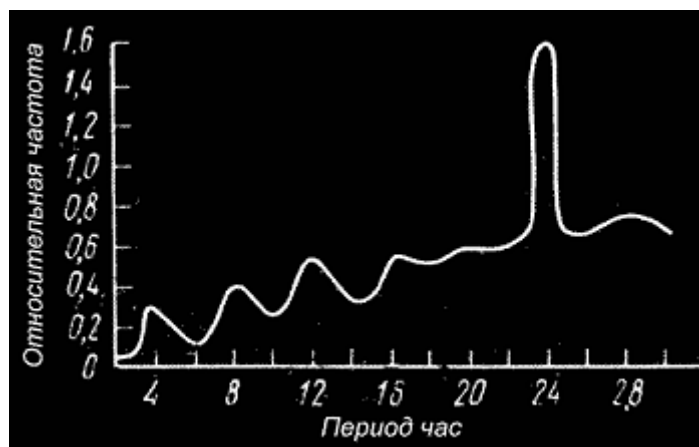


Рис. 16 Распределение числа рождений в разное время суток, представленное в виде периодаграммы.

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 высадке 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.

## 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.

## ЛИТЕРАТУРА

- 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. Психоэмоциональные 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.
- Гератевольт 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.
- Гримак 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.
- Николов 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., Чекирда 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 адиамии 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. 11. 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 акселерационной 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.
- Чхаидзе 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., Бряннов 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.