

Гимназия №201
Проект по физике
«Состояние невесомости»

Никонорова Анна, 8А

Москва, 2009

Содержание

- 1: Определение невесомости:
- 1.1: Примеры состояния невесомости
- 2: Тренировки и адаптация человека к состоянию невесомости
- 2.1: Тренировки в самолете
- 2.2: Тренировки в бассейне
- 2.2.1: Гидроневесомость
- 3: Реакция организма космонавтов на невесомость во время космических полетов.
- 3.1: Первые полеты в космос, реакция космонавтов на кратковременное пребывание в космосе.
- 3.2: Изменения в организме человека при длительном пребывании в невесомости.
- 3.3: Борьба с негативным влиянием невесомости.
- 4: Возвращение к силе тяжести.
- 5: Шаги космической технологии. Что можно делать на орбите.
- 6: Биотехнология на орбите.
- 7: Лечение в космосе.
- 8: Растения на орбите.

1:Определение невесомости;

Невесомость — состояние, наблюдаемое нами, когда сила взаимодействия тела с опорой или с подвесом (вес тела) отсутствует.

Довольно часто исчезновение веса путают с исчезновением гравитационного притяжения. Это не так. В качестве примера можно привести ситуацию на Международной космической станции (МКС). На высоте 350 километров (высота нахождения станции) ускорение свободного падения имеет значение $8,8 \text{ м/с}^2$, что всего лишь на 10 % меньше, чем на поверхности Земли. Состояние невесомости на МКС возникает за счёт движения по круговой орбите с первой космической скоростью

[В](#)
[начало](#)

1.1: Примеры состояния

При невесомости притяжение Земли (или другого небесного тела) не будет вмешиваться в перемещения предметов относительно корабля. Отсутствуют какие-либо внешние поверхностные силы, действующие на корабль. Наличие же внешних поверхностных сил (сила сопротивления среды, силы реакции опоры или подвеса) - обязательное условие существования состояния **невесомости**.

Итак, тело, свободно и поступательно движущееся под влиянием одних сил тяготения, всегда находится в состоянии невесомости. Примеры: корабль в мировом пространстве, падающий лифт, человек совершающий прыжок.

=> На наружной стене одного из зданий в Осаке появился развлекательный лифт Yabafo, предлагающий всем желающим испытать свободное падение с высоты 74 метров над землёй. Он поднимает шесть человек на высоту 74 метров (над уровнем земли), даёт им полюбоваться открывающейся панорамой города, после чего падает на 60 метров.

Разумеется, в конце путешествия аппарат мягко тормозится. Но максимальная скорость, развиваемая Yabafo в свободном падении внушительна — 22 метра в секунду или 79,2 километра в час.



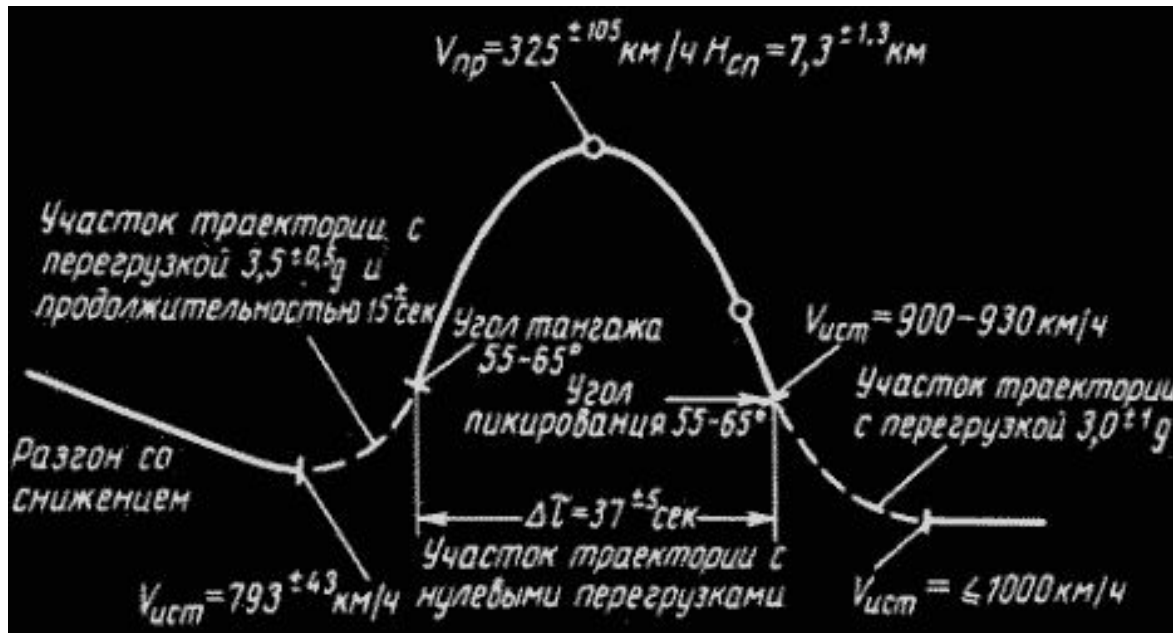
2:Тренировки и адаптация человека к состоянию невесомости

2.1: Тренировки в самолете

Люди по-разному переносят кратковременную невесомость и по этому признаку делятся на три группы:

- 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 «горок» 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».
- Во вторую группу включаются лица, 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.

- К третьей группе относятся лица, у которых пространственная дезориентация и иллюзии выражены сильнее, продолжаются 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, произвольным криком и резким повышением двигательной активности. При этом наблюдается полная дезориентация в пространстве и потеря контакта с окружающими людьми



2.2: Тренировки в бассейне

С 1966 года американские космонавты начали тренироваться в специальных «бассейнах невесомости». Несмотря на сопротивление, которое возникает при движении тела в жидкости, методы нейтральной плавучести, создаваемой погружением в воду, позволяют ознакомить космонавтов с динамикой человеческого тела, имеющего три степени свободы (рис. 44). Космонавты, тренировавшиеся до полетов в космос в таких бассейнах невесомости, дают этому виду тренировок высокую оценку. Космонавт Э. Олдрин, сравнивая задания, выполнявшиеся им во время тренировок в бассейне, с заданиями, которые ему пришлось выполнять позже в космосе, утверждает, что «подводная имитация невесомости имеет значительные преимущества перед имитацией невесомости в самолете, так как в условиях бассейна мы можем последовательно осуществлять все операции, которые потом производим при выполнении заданий в космосе, и можем проверить весь план полета или по крайней мере ту его часть, которая связана с выходом из космического корабля».

При тренировках в «бассейнах невесомости» необходимо, чтобы космонавт был в том же скафандре и использовал то же оборудование, с которыми он будет работать во время космического полета. Для правильного воспроизведения динамики движений важно также, чтобы космонавт был соответствующим образом нагружен балластом. Эксперименты, проведенные в Научно-исследовательском центре ВМС США в Джонсвилле, штат Пенсильвания, показали, что если воду в бассейне заменить жидкостью на основе полидиметилсилоксана (кремнийорганическое соединение, входящее в состав кремов для кожи и косметических средств), то космонавты могут оставаться в состоянии нейтральной плавучести в течение нескольких дней или, может быть, даже недель. Такой бассейн невесомости будет особенно полезен для тренировок космонавтов перед полетами на космических станциях без искусственной гравитации.



2.2.1: гидроневесомость

Гидроневесомость - один из наиболее эффективных способов моделирования условий работы космонавта в открытом космосе. Этот способ основан на помещении объектов космической техники и космонавта в скафандре в гидробассейн и придания им нейтральной плавучести, безразличного равновесия и безопорного состояния.



В
начало

3:Реакция организма космонавтов на невесомость во время космических полетов.

3.1: Первые полеты в космос, реакция космонавтов на кратковременное пребывание в космосе.

В начальном периоде пребывания космонавта в состоянии невесомости отмечается большое поступление жидкости из тканей в кровяное русло, приводящее к увеличению объема циркулирующей крови и растяжению центральных вен и предсердий. Это является поводом к сигналу в центральную нервную систему о включении механизмов, способствующих уменьшению избытка жидкости в крови. В результате возникает ряд рефлекторных реакций, приводящих к увеличению выведения жидкости, а вместе с ней и солей из организма. В конечном итоге может снизиться вес тела и измениться содержание некоторых электролитов, в частности калия, а также измениться состояние сердечно-сосудистой системы.

Изменения двигательной функции в полете характеризуются выработкой в течение первых трех суток пребывания в невесомости нового стереотипа движений. В первые сутки полета обычно возрастает время выполнения некоторых рабочих операций и затрудняется оценка мышечных усилий, необходимых для выполнения ряда движений. Однако уже в течение нескольких первых суток полета эти движения вновь обретают необходимую точность, уменьшаются необходимые усилия для их выполнения и эффективность двигательной работоспособности возрастает.

3.2:Изменения в организме человека при длительном пребывании в невесомости.

В условиях длительного пребывания на орбите, например, на борту Международной космической станции /МКС/, кости астронавта теряют свою прочность быстрее, чем считалось до сих пор. Новые изыскания американских ученых позволяют сделать вывод, что в среднем данный показатель сокращается на 14 проц за полгода на орбитальной лаборатории. У трех из 13 астронавтов, за состоянием которых наблюдали американцы, показатель сократился на 30 проц и стал эквивалентен прочности костей престарелой женщины, живущей на Земле и страдающей остеопорозом /разрежение костного вещества/.

Было установлено, что за каждый месяц пребывания на орбите такие показатели прочности кости, как плотность костного минерала, сокращаются на 0,6 - 5 проц. Прежние исследования показывали иной результат - 0,4 - 1,8 проц.

Давно известно, что во время длительного пребывания в условиях невесомости привычные к земным нагрузкам мышцы человека постепенно теряют свою силу, а упругость костной ткани сокращается. Поэтому чтобы свести эти негативные последствия к минимуму, космонавты обязаны во время миссии заниматься физическими упражнениями не менее двух часов в день и проходить длительный курс реабилитации после возвращения на Землю.

[В
начало](#)

3.3: Борьба с негативным влиянием невесомости.

В ходе исследований испытывались многочисленные методы для профилактики неблагоприятного влияния невесомости, не связанные с применением ИСТ. К ним относятся, например, физические методы, направленные на уменьшение перераспределения крови в организме космонавта во время или после окончания полета, а также на стимуляцию нервно-рефлекторных механизмов, регулирующих кровообращение в вертикальном положении тела. Для этого используются приложение отрицательного давления к нижней части тела, накладываемые на руки и ноги надувные манжеты, костюмы для создания перепада положительного давления, вращение на центрифуге малого радиуса, инерционно-ударные воздействия, электростимуляция мышц нижних конечностей, эластичные и противоперегрузочные костюмы и т.д.

Среди других методов подобной профилактики отметим физические нагрузки, направленные на поддержание тренированности организма и стимуляцию некоторых групп рецепторов (физические тренировки, нагрузочные костюмы, нагрузка на скелет); воздействия, связанные с регуляцией питания (добавление солей, белков и витаминов в пищу, нормирование питания и водопотребления)

Профилактические средства против каких-либо неблагоприятных сдвигов в организме космонавта могут быть эффективны лишь в том случае, если они назначаются с учетом механизма этих нарушений. Применительно к невесомости профилактические средства должны быть направлены в первую очередь на восполнение дефицита мышечной активности, а также на воспроизведение эффектов, которые в условиях Земли обуславливаются весом крови и тканевой жидкости.

[В](#)
[начало](#)

4: Возвращение к силе тяжести

При возвращении на Землю субъективно увеличивается вес предметов и собственного тела, изменяется регуляция вертикальной позы. При послеполетном исследовании двигательной сферы у космонавтов выявляется уменьшение объема нижних конечностей, некоторая потеря мышечной массы и субатрофия антигравитационной мускулатуры, главным образом длинных и широких мышц спины.

В послеполетном периоде в условиях Земли кровь снова обретает свой вес и устремляется к нижним конечностям и вследствие снижения у космонавтов тонуса сосудов и мышц здесь может скапливаться больше крови, чем обычно. В результате происходит отток крови от мозга.

Все изменения, которые наблюдаются у космонавтов в полете, являются обратимыми, они бесследно исчезают в разное время после полета. Необходимо все же сказать, что мы еще не все знаем о реакциях космонавтов в длительном полете, не со всеми неблагоприятными явлениями можем бороться. Работы в этом плане предстоит еще много.



5: Шаги космической технологии. Что можно делать на орбите.

У нас и в США технологическая деятельность в невесомости приобрела такой размах, что по своему разнообразию приблизилась к технологии в самом широком смысле слова, освоенной в земной практике. Сегодня в реальных условиях космического полета не только выращивают полупроводниковые кристаллы, варят стекло, изготавливают сплавы, но и проводят сборочно-монтажные и ремонтно-профилактические работы, напыляют покрытия, испытывают материалы, узлы, оборудование. Результаты, полученные на борту советских пилотируемых и автоматических аппаратов, направлены на удовлетворение научных и хозяйственных потребностей человека. Вместе с тем они оказывают влияние на облик и технический уровень самих изделий космического машиностроения.

Нельзя сказать, что все свойства космической среды привлекают внимание технологов. Первое место здесь занимают солнечные лучи.

Преобразуемые в электроэнергию, они питают все бортовые системы, включая печи для выращивания кристаллов, оборудование для напыления поверхностей в вакууме.

А вот из остальных космических "благ" пока "задействована" только невесомость. Изредка находит применение космический вакуум. Остальным свойствам пока не пришел черед.

Космическая технология родилась лишь в 1969 г. На корабле "Союз-6" Валерий Кубасов сваривал детали плазменной дугой низкого давления и плавящимся электродом, резал металл электронным лучом. Тогда впервые в космическом полете прошли экспериментальную проверку основные металлургические процессы — плавка материалов, формовка жидких масс, их охлаждение и кристаллизация. Было практически доказано, что в невесомости и в вакууме можно выполнять технологические операции. Одновременно выяснилось: протекают они там иначе, чем на Земле, так как на орбите решающую роль играют силы поверхностного натяжения, диффузия, капиллярные эффекты и другие межмолекулярные взаимодействия.

С тех пор прошло два десятилетия. На счет космической технологии уже записаны успехи, которых ждали, которые прогнозировали. На первых советских орбитальных станциях "Салют", на американской станции "Скайлэб" и в совместном полете кораблей "Союз" и "Аполлон" были поставлены опыты, позволившие специалистам сделать оптимистический вывод: продукция космических цехов в ряде случаев по качеству превзойдет земные образцы и сможет успешно служить в различных отраслях народного хозяйства и в науке.

Не обходилось и без разочарований. Некоторые советские и зарубежные специалисты под влиянием первых успехов сделали поспешное заключение: достаточно вынести производство в космос — и получаемая там продукция будет в обязательном порядке более высококачественной по сравнению с земными изделиями. Все оказалось, однако, гораздо сложнее.

Так, некоторые подготовленные на Земле однородные сплавы после переплавки и кристаллизации в невесомости потеряли однородность, в них местами обнаружались скопления отдельных фракций.

На борту станций "Скайлэб" американским астронавтам не удалось добиться нужных качеств у кристаллов антимонида галлия. А в кристаллах, выращенных из растворов на "Салюте-5", содержалось больше газожидкостных включений, чем в аналогичных земных образцах.

Все эти неожиданности, преподнесенные невесомостью, свидетельствовали о том, что в космосе вещества во время фазовых превращений ведут себя по-разному и не всегда так, как мы рассчитываем, исходя из земного опыта и земных теорий. Вывод был однозначен — нужно разрабатывать основы нового раздела физики — "физики невесомости". Потребовались соответствующие полетные эксперименты, исследовательская и регистрирующая аппаратура.

За два десятилетия от первых затвердевших в космосе жидких масс металла и выросших кристаллов мы подошли почти вплотную к хорошо налаженному промышленному производству полупроводников и оптических стекол, однородных сплавов, беспримесных лекарств и вакцин.

В целом экипажами "Салюта-6" на технологических установках "Кристалл" и "Сплав" проведено почти 200 плавов, изготовлено около 300 образцов полупроводниковых материалов, сплавов, стекол, из них свыше 50 — по интернациональным методикам.

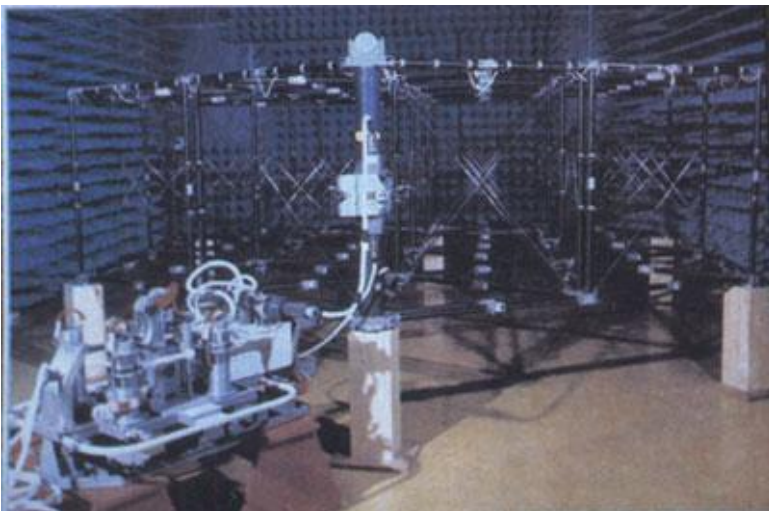
Впервые в практике были выращены сравнительно крупные трехкомпонентные кристаллы КРТ — соединения, состоящего из атомов кадмия, ртути и теллура. В земных условиях получить такие крупные экземпляры не удастся из-за быстрого расслаивания расплава. Кристаллы КРТ находят применение в приемниках инфракрасного (теплого) излучения. Диапазон "зрения" этих приемников весьма широк — от 1 до 30 мкм.

Был выращен и ряд других кристаллов, превосходящих по своим свойствам земные аналоги. Более упорядоченная внутренняя структура, чистота, большие размеры — таковы особенности космической продукции. Вот что значит "выключить из игры" столь мощную силу, как земная тяжесть.

Плотность дефектов кристаллической решетки германия и антимонида индия, выращенных в невесомости, в сто-тысячу раз меньше, чем у земных образцов. Подобные космические "изделия" обладают и более высокими электрофизическими параметрами. Следовательно, и радиоэлектронные приборы, работающие на таких кристаллах, отличаются повышенными техническими характеристиками.

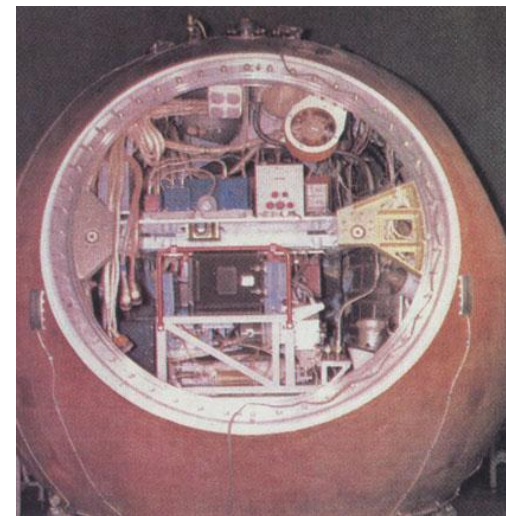
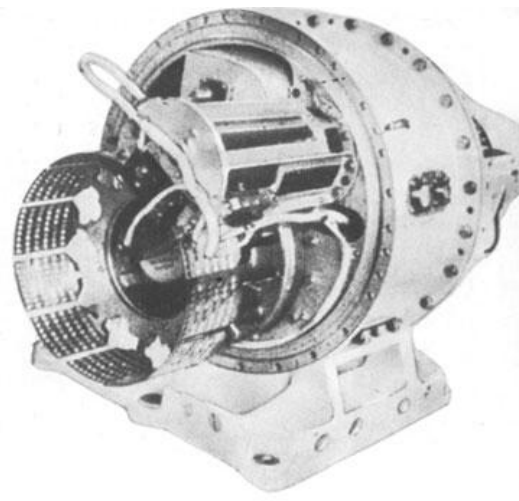
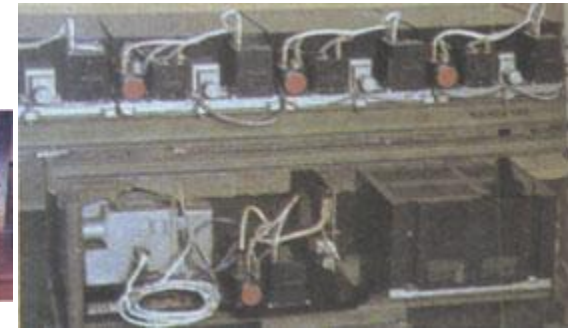
С помощью установки "Испаритель" в условиях космического вакуума проводилось свыше 200 напылений золота, серебра, меди и различных сплавов на стеклянные, полимерные и металлические поверхности.

Освоение этой технологии позволяет восстанавливать блеск зеркальных объективов и отражателей, не возвращая их на Землю, а значит, не затрачивая времени и средств на транспортировку.



[В начало](#)

На станции "Салют-7" впервые были начаты эксперименты в области биотехнологии. На установке "Таврия" методом электрофореза подвергались разделению клетки костного мозга крыс, сывороточный альбумин человека, гемоглобин человека, смесь белков. Выделенные фракции отличались высокой чистотой. В последующем на станции наряду с "Таврией" применялась еще одна электрофоретическая установка "Геном". На ней получен ряд ценных для медицинской и ветеринарной практики лекарств



[В
начало](#)

6: Биотехнология на орбите.

Только российская часть научной программы 20-й экспедиции включала 42 различных эксперимента, пять из которых на МКС еще не проводились. Космонавты привезли на Землю пробы и кассеты с результатами проведенных на борту экспериментов, а также биореактор с полученными в невесомости субстратами. Их получил на орбите сменщик экипажа МКС-20 - Максим Сураев, а Падалка и Барратт доставили биореактор обратно. Эксперимент "Биоэмульсия" по культивированию бактериальных культур и микоризных грибов прошел на МКС в период пересменки экипажей уже седьмой раз, к тому же ученые впервые провели в биореакторе новый эксперимент "Каскад".

Кроме того, космонавты привезли восемь пробирок с "космическими долгожителями" - штаммами клеток женьшеня и тиса среднего, которые путешествовали на МКС два месяца. Для клеток тиса это было второе орбитальное путешествие, для женьшеня - третье. По словам руководителя эксперимента "Женьшень-2" Татьяны Крашенинниковой, исследования показали, что "после воздействия факторов космического полета, продуктивность клеток женьшеня стала на 20-30 процентов выше, чем в контрольной группе на Земле". Новым полетом ученые хотели "закрепить эти свойства, чтобы получить более эффективную линию клеток", из которой впоследствии можно будет производить новые чудо-лекарства, спасающие человечество от многих серьезных болезней, в том числе от рака.

В последние годы быстрыми темпами стало развиваться такое новое направление исследований, как космическая биотехнология, основной задачей которой является разработка методов получения в невесомости особо чистых лекарственных препаратов и биологически активных веществ (гормонов, витаминов, ферментов). Несмотря на небольшой срок существования, космическая биология и космическая медицина заняли прочные позиции среди других медико-биологических наук. Это объясняется бурными темпами развития этих областей, новизной решаемых задач и впечатляющими достижениями, которые привлекают внимание специалистов и широкой научной общественности. Большой объем накопленных знаний о жизнедеятельности организма в условиях воздействия факторов космического пространства, динамических факторов полета и искусственной среды обитания, а также достижения космической техники являются реальными предпосылками для интенсивного освоения космического пространства в XXI в.

7: Лечение в космосе.

Вопреки стереотипу о том, что в космос отправляются люди с богатырским здоровьем, случалось всякое. Безусловно, перед полетом космонавт должен быть максимально здоров, но... реакция организма на невесомости и полет при таких физических и психологических нагрузках непредсказуема. При заболевании на орбите кого-либо из членов экипажа вариантов два - или прекращать полет или лечить дистанционно, с Земли. Недавно опубликовала некоторые анонимные рассказы космонавтов о том, как достаточно серьезные болезни "замалчивались", чтобы полет не был прерван.

Переговоры членов экипажа с врачами ведутся по закрытой линии связи, в которой сигналы передаются в закодированном виде. Эти сигналы расшифровываются непосредственно в ЦУПе - в строгой секретности. По мнению некоторых аналитиков, в такой секретности могут быть заинтересованы и сами врачи, чтобы можно было скрыть собственные ошибки - и при отборе кандидатов в космонавты, и при проведении их тренировок, и особенно при лечении своих пациентов в полете. Тем не менее, это не так, просто болезни космонавтов - это их личное дело. Полеты прекращались из-за болезни членов экипажа три раза. Первый, на орбитальной станции "Салют-7" в 1985 году. Командир - 33-летний подполковник ВВС Владимир Васютин, бортинженер Виктор Савиных и космонавт-исследователь Александр Волков должны были проработать в космосе полгода. Но уже через два месяца тяжело заболел командир Васютин. Поскольку состояние его здоровья быстро ухудшалось, а снизить остроту заболевания с помощью имеющихся на борту лекарств оказалось невозможно, было принято решение: срочно прекратить полет. Экипаж вернулся на Землю не через полгода, а через 65 суток.

Пришлось прервать полет Бориса Волинова и Виталия Жолобова, которые приступили к работе на орбитальной станции "Салют-5" в июле 1976-го. Через некоторое время космонавты почувствовали странный запах: было подозрение, что во время выброса наружу через шлюз контейнера с бытовыми отходами в жилое помещение звездного дома проникли пары ядовитого гептила. Самочувствие экипажа заметно ухудшилось. После того, как в августе произошло еще одно ЧП - выключился свет, отключились приборы, вентиляторы, станция стала похожа на мертвый дом и потеряла ориентацию. Экипаж сумел вернуть "Салют-5" в рабочий режим, но сильнейший стресс плюс странные пары не прошли бесследно для Виталия Жолобова: у него начались мучительнейшие головные боли, он потерял аппетит, перестал спать, работать не мог. Тогда с Земли пришел приказ: срочная посадка! Вместо 60 суток полет продолжался 49.

Во время космического полета у бортинженера Александра Лавейкина были зафиксированы отклонения в работе сердца. Бортинженер вернулся на Землю досрочно... В космосе все болезни обостряются непредсказуемо: в связи с этим экипаж обучен даже работе с медицинскими приборами, например, дефибриллятором. Некоторые космонавты сами вставляли пломбы на орбите взамен выпавших. На станциях всегда шумно: непрерывно работают вентиляторы, перемешивая воздух, иначе могут образоваться опасные для жизни застойные зоны с повышенным содержанием выдыхаемого космонавтами углекислого газа. В итоге и днем, и ночью не прекращается сильный гул: 80 - 95 децибелов. У космонавтов нередко снижается острота слуха, хотя инструкция и предписывает носить беруши. Возможно, в ближайшее время станет возможным проводить операции космонавтам, нуждающимся в хирургическом вмешательстве, прямо на орбите. А с развитием эры космического туризма специалисты не исключают возможности принимать роды в невесомости

Быт на орбите. Как живут космонавты на МКС



Количество калорий в день - не меньше 3000

500 из них «съедают» физические упражнения

Служебный модуль «Звезда» (СМ)

Функционально-грузовой блок «Заря» (ФГБ)

Энергетический модуль «Дестини» (Р6)

Лабораторный модуль «Дестини» (СО-1)

Стыковочный отсек «Пирс» (СО-1)

Модуль для размещения экипажа в американском сегменте - (НАВ)

ЗАВТРАК:

Творог с орехами, десерт из яблок, печенье «Восток», молоко коровье, кофе с сахаром

ОБЕД:

Суп харчо, мясо цыплят в белом соусе, крекер «Визит», сок яблочно-черносмородиновый с мякотью, чай без сахара

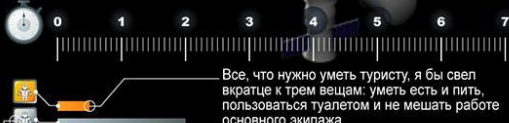
ПОЛДНИК:

курица в кисло-сладком соусе, вареники по-итальянски, фруктовая смесь, арахис глазированный, чай зеленый

УЖИН:

салат куриный с ананасом, лепешка, чай зеленый

Время на подготовку космонавтов



Для космонавта-исследователя достаточно подготовки в 1, 5 - 2 года. Ему нужно обязательно знать конструкцию и эксплуатацию некоторых систем корабля и станции. Плюс - работа по научной программе

Самая длительная подготовка требуется для командира экипажа и бортинженера! В среднем до 7 лет, для впервые летящих операторов включая и этап дублирования

06:00-06:10

Утренний осмотр

07:40-08:20

Завтрак

08:25-12:30

Научная и исследовательская деятельность

12:30-13:30

Обед

19:35-20:05

Ужин. (Repal: прием таблеток)

20:05-20:35

Приготовление еды на день



13:30-19:35

Научная и исследовательская деятельность

21:30-06:00

Сон

8: Растения на орбите

- При длительных космических полетах доставка на борт продуктов питания в больших количествах затруднена, продуктовые запасы с течением времени могут портиться, существует также проблема регенерации кислорода и удаления продуктов жизнедеятельности человека. Поэтому, если эксперименты по выращиванию и содержанию растений в условиях космоса увенчаются успехом, многие вопросы по обеспечению длительных космических полетов будут отчасти разрешены. Когда человечество перейдет от околоземных к межпланетным полетам, на борту пилотируемых космических аппаратов наличие растений будет обязательным, и не только как одного из источников питания, но и в качестве одного из средств психологической поддержки космонавтов, на длительное время оторванных от привычной земной среды обитания.
- В нашей стране созданию искусственных экологических систем в условиях космического полета придавалось большое значение, и в 60-е и 70-е годы эта отрасль космической биологии успешно развивалась, американские же специалисты этой проблемой начали заниматься относительно недавно.
- Ученые пытаются культивировать различные высшие растения в условиях космоса, но особенно интересны эксперименты по выращиванию в космосе пшеницы, которая является одним из важнейших источников питания человека.

- В 1993 г. ученые Космического центра имени Кеннеди провели эксперимент по выращиванию суперкарликовой пшеницы из пророщенных на Земле семян в установке PGU на борту шаттла. Растения выращивались в течение десяти дней. Результаты послеполетных измерений показали, что в условиях космического полета происходит снижение уровня фотосинтеза у растений, что, в свою очередь, приводит к снижению массы растений, побывавших в космосе, на 25% по сравнению с контрольными растениями.

[В](#)
[начало](#)





[В](#)
[начало](#)