

Секция 20

Космическая биология и медицина**ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА НА СЕМЕНА***М.А. Левинских, В.Н.Сычев, Т.А.Дерендяева,**Е.Л.Нефедова, Н.Д.Новикова***ГНЦ РФ – ИМБП РАН**ritalev@imbp.ru

Исследование устойчивости покоящихся стадий различных биологических объектов к воздействиям факторов открытого космоса является одной из актуальных проблем современной космической биологии. Проведенный эксперимент «Биориск-МСН-1», предусматривающий длительное экспонирование различных микроорганизмов на внешней оболочке Международной космической станции (МКС), показал, что споры отдельных бактерий и грибов устойчивы к комплексу негативных факторов, присущих космическому пространству, таким, как вакуум, значительные колебания температуры и космическая радиация. В марте 2010 г. закончен эксперимент «Биориск-МСН-2» по экспонированию покоящихся стадий различных организмов, включая воздушно-сухие семена, в условиях открытого космоса. Для проведения космических экспериментов по длительному экспонированию покоящихся стадий различных организмов на внешней стороне Российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС) создана аппаратура «Биориск-МСН». Аппаратура «Биориск-МСН» состоит из трех металлических контейнеров, содержащих внутри пластиковые чашки Петри, в которых размещаются исследуемые организмы. Контейнеры закрепляются на специальной платформе на внешней оболочке стыковочного узла «Пирс». В данном оборудовании отсутствует температурный датчик. При этом известно, что колебания температуры на внешней поверхности МКС могут быть весьма значительны – от – 100-150°С до +100-150°С. Впервые показано, что семена некоторых видов растений сохранили жизнеспособность после 31 месяца экспозиции в космическом пространстве, несмотря на воздействие высоких температур, по косвен-

ным оценкам, около 90°C и других факторов космического полета. Однако, состояние семян в контейнере №3 (31 мес. экспонирования в открытом космосе) существенным образом отличалось по сравнению с семенами из контейнеров №1 (13 мес.) и №2 (18 мес.): всхожесть и энергия прорастания семян были снижены. Растения, выросшие из «космических» семян по генетическим, биохимическим, физиологическим и морфологическим свойствам не отличающиеся от растений из «земных» семян.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ КАРТИНА РАЗВИТИЯ СПИННОГО МОЗГА У ПТЕНЦОВ
ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА, РАЗВИВШИХСЯ В УСЛОВИЯХ
НЕВЕСОМОСТИ И ЗЕМНОЙ ГРАВИТАЦИИ**

Т.С.Гурьева, О.А.Дадашева, А.В.Филатов

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

gurieva@imbp.ru

Исследование влияния факторов космического полета на эмбриональное развитие японского перепела показали возможность развития и выведения птенцов. Птенцы, весь цикл эмбриогенеза которых проходил в условиях невесомости, имели все признаки нормального развития. Птенцы вылупились, как и на Земле на 17-ые сутки инкубации. Птенцы были подвижны, в первые сутки хорошо реагировали на свет, звук и пищу. Известно, что японский перепел относится к зрелорождающим видам, которым свойственно самостоятельное передвижение и питание. Стремление птенцов в условиях невесомости сохранить генетически заложенные рефлексы привело к активному беспорядочному движению птенца в условиях невесомости. Это связано с нарушением привычной вертикальной ориентации организма в гравитационном поле, с исчезновением весовой нагрузки на опорно-мышечный аппарат. Исследования сравнительной гистологической картины 5-ти суточных выявили значительные различия. У контрольных птенцов в спинном мозге произошла окончательная дифференцировка всех типов клеток. Гистологическая картина спинного мозга у птенцов, начальный постнатальный период (не более 5 суток) которых пришелся на условия невесомости, выявили значительные изменения в структуре нейронов и проводящих путей. В вентро-латеральных ядрах передних рогов и в заднелатеральном отделе спинальных ганглиях спинного мозга встречаются «темные» нейроны с базофильноокрашенной цито-кариоплазмой. По классификации Клоссовского Б.Н. эти клетки находятся в

состоянии функционального торможения. Выявленные изменения являлись реакцией нервных клеток на функциональное состояние организма, находящегося в условиях невесомости. Это связано с тем, что у птиц первой системой афферентной активизации является сенсорная импульсация мышечно-суставного аппарата, которая при уменьшении афферентации приводит к выключению нервных структур из взаимодействия и ведет биологическую систему к регрессу. В данном случае наблюдается снижение порога чувствительности в двигательном анализаторе. В результате чего нарушается координация движений.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА
ПОСЛЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

А.В.Филатова, Т.С.Гурьева, В.Н.Сычѳв

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

afilatova80@mail.ru

Проблема содержания птенцов японского перепела, как основного компонента гетеротрофного звена СЖО человека, в настоящее время остаѳтся открытой., это связано с нарушением привычной вертикальной ориентации организма в гравитационном поле, а также исчезновением весовой нагрузки на опорно-двигательный аппарат, что, по мнению Атькова О.Ю. и др. приводит к депривации гравирецепторных раздражителей. Стремление птенцов в условиях невесомости сохранить генетически заложенные рефлексy приводило к активному хаотичному движению. В связи, с чем можно предположить, что наличие специальных приспособлений, способствующих закреплению птенцов, позволит им расти и развиваться в условиях невесомости.

Данная работа посвящена изучению возможности осуществления пищевого поведения у птенцов японского перепела после пребывания в условиях вертикального вращения (клиностаტიрования), начиная со второй половины эмбриогенеза и до установленного срока в постнатальном периоде развития (0-1, 4, 6 и 8 ч). Клиностат - вертикальное колесо диаметром 40 см (скорость вращения 2 об/мин.) с жестко закрепленными 16-ю индивидуальными камерами (50×68×49 мм), в которые на 12-е сутки эмбрионального развития перекладывали яйца. Клиностат помещался в термостате «Бруве». Затем для определения наступления пищевой реакции птенца пересаживали из индивидуальных камер клиностата в экспериментальный стенд.

Было установлено, что практически у 50 % исследуемых птенцов в каждой из серий экспериментов пищевая реакция наступала в первые 125 секунд. Выявлен значительный разброс в формировании реакции клевания корма, что указывает на неоднородность выборочной совокупности новорожденных птенцов, а значит, на индивидуальные особенности новорожденных птенцов. Отмечались нарушения позы и двигательной активности, которые, по нашему мнению, были связаны со снижением порога чувствительности в двигательном анализаторе в период вращения. Однако все эти изменения носили обратимый характер.

**ПЛАСТИЧНОСТЬ МОЗГА В ИЗМЕНЯЮЩЕМСЯ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ
(НЕВЕСОМОСТЬ, 1G)**

*Г.И. Горгиладзе, Э. Хорн**

*ГНЦ РФ – ИМБП РАН, *Институт зоологии, Карлсруэ, Германия
gio119193@mail.ru, eberhard.horn@uni-ulm.de*

Подытоживая результаты экспериментов на околоземной орбите, можно прийти к обоснованному выводу: на потерю веса ЦНС реагирует структурными и функциональными изменениями на поведенческом, рефлексорном, клеточном и молекулярном уровнях. Было обнаружено: хаотическая бурная двигательная активность и атаксия, затем их ослабление и появление видоспецифической локомоторной активности у тритонов; возрастание фоновой и вызванной в ответ на линейные ускорения импульсации нейронов вестибулярных ядер и вестибуло-мозжечка в течение 1-ой недели полета с последующим снижением в сторону предполетных показателей в опытах на обезьянах; увеличение количества синапсов на чувствительных клетках нейроэпителия вестибулярного аппарата и на нейронах вестибулярных ядер крыс и рыб; увеличение количества Fos- и FRA-маркированных эфферентных вестибулярных нейронов в вестибулярных ядрах крыс. После полета были выявлены: полное отсутствие самостоятельной локомоции с последующей атаксией у тритонов, усиление вестибуло-глазодвигательного рефлекса у рыб, лягушки и появление симптомов декомпенсации на одно-сторонне делабиринтированных тритонах; возрастание фоновой импульсации и максимальной активности чувствительных клеток на изменения положения тела в пространстве, ее смещение на 30° в сторону от гравитационной вертикали, инактивация эфферентной системы в статоцистах улиток и возрастание импульсации 8-го нерва на линейные

ускорения у рыб; переориентация и конструктивные изменения дендритной массы гигантских мультиполярных нейронов ретикулярной формации ствола мозга, дегенерация одних и образование новых синаптических связей в сенсомоторной и зрительной областях коры головного мозга крыс; увеличение инерциальной массы в статоцистах улиток и в отолитовом аппарате рыб; высокий уровень активности сукцинатдегидрогеназы и изменения в показателях содержания связанного кальция в клеточных элементах статоцистов улиток. Реедаптация к 1g наступает в течение от нескольких суток до 1,5 мес. Вышеперечисленные факты, по всей видимости, являются следствием сенсбилизации нейрональных и сенсорных систем, участвующих в регуляции позных и двигательных реакций.

**ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МИКРОМИЦЕТОВ
К ПРЕПАРАТУ «ВЕЛТОГРАН»**

Л.Н.Ленкова, С.А.Харин, С.В.Поддубко, Н.Д.Новикова
ГНЦ РФ ИМБП РАН
poddubko@imbp.ru

В процессе эксплуатации человеком космических объектов постоянными его «соседями» являются микроорганизмы: бактерии и грибы. Поддержание адекватной потребностям человека среды обитания неминуемо приводит к обеспечению благоприятных условий для жизнедеятельности различных микроорганизмов. Микромицеты достаточно широко представлены в среде обитания пилотируемых космических объектов, хотя в отличие от бактерий, микромицеты, являющиеся обитателями природных резервуаров, попадают в космический корабль в основном при сборке и комплектации космических аппаратов, а также при осуществлении грузопотока. Грибы могут стать одним из источников аллергенов для человека, особенно в герметично-замкнутом пространстве. Помимо вреда для здоровья, они способны повреждать конструкционные материалы, являясь основными агентами микробиологических повреждений, что диктует необходимость разработки антифунгальных средств. В связи с вышеизложенным, целью работы являлась оценка чувствительности микромицетов к препарату «Велтогран» (ЗАО «Велт»). При проведении тестирования использовали доминирующие на борту Международной космической станции в отсеке Функционального грузового блока штаммы микромицетов: *Aspergillus sydowii*, *Penicillium expansum*, *Penicillium chrysogenum*. Для исследования было вы-

брано новое перспективное дезинфицирующее средство «Велтогран», планирующееся на замену имеющемуся штатному средству «Фунгистат», отрицательным качеством которого является – окисление металла, в частности алюминия. «Велтогран» - четвертичное аммониевое соединение, обладающее антикоррозионным действием, в производстве, которого использовались нанотехнологии, безопасный препарат для использования в герметично замкнутых обитаемых объектах. Для проведения исследования были отобраны следующие материалы различного химического состава, применяемые в МКС: алюминиевая фольга и резина. Установлено, что все тестируемые микромицеты оказались чувствительны к данному средству и их рост подавлялся препаратом «Велтогран» в концентрации 0,2 %.

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА
МИКРОФЛОРЫ ЧЕЛОВЕКА В УСЛОВИЯХ, МОДЕЛИРУЮЩИХ
ВОЗДЕЙСТВИЕ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА**

З.О.Соловьева, М.А.Скедина, Л.Г.Папп, В.К. Ильин

ГНЦ РФ - ИМБП РАН

ilyin@imbp.ru, soloviova@imbp.ru, skedina@imbp.ru

Проблема оперативного контроля и передачи информации о состоянии микробного статуса человека является весьма актуальной, особенно в условиях длительного космического полета, когда исключается возможность диагностики микробиологических сдвигов у членов экипажа наземными службами.

В наземных условиях в ряде экспериментов (14, 105-суточная изоляция в рамках проекта «Марс-500» и “сухая” иммерсия) применялся метод автоматизированного анализа изображений бактериальных клеток с последующим получением информации по трем оцениваемым показателям: морфологическим, тинкториальным и количественным. Анализ осуществлялся при помощи автоматизированной системы цифровой микроскопии предназначенной для автоматического распознавания микробных клеток на препарате.

Целью наших исследований являлась оценка перспективного метода получения оперативной информации о микрофлоре человека, находящегося в условиях, моделирующих воздействие факторов космического полета.

С помощью автоматизированной системы был проведен анализ серии мазков, приготовленных из проб, проанализированных стандарт-

ным бактериологическим способом. Динамика количественных характеристик микрофлоры исследуемых биотопов подтверждает концепцию периодического накопления потенциала патогенности в системе человек-микроб в длительном космическом полете. Полученная информация дает возможность оценить один из барьеров резистентности, сформированный комменсальной микрофлорой и при необходимости провести его коррекцию.

В целом, исследования показали соответствие в рамках одного порядка результатов автоматизированного анализа результатам бактериологических исследований.

**ПРОБЛЕМА «ТРЕТЬЕГО ВОЗРАСТА» И АКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ:
ПРИМЕНЕНИЕ РАЗРАБОТОК В СФЕРЕ КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И
МЕДИЦИНЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ АДАПТАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ
ПОЖИЛЫХ ЛЮДЕЙ**

Л.С. Раткин

Агентство безопасности по инвестициям и бизнесу в России

rathkeen@bk.ru

Термин «третий возраст» относится к геронтологии. Он характеризует пожилого человека, активное долголетие которого – залог самореализации личности и передачи опыта последующим поколениям.

Для решения проблемы «третьего возраста» применимы разработки в сфере космической биологии и медицины. В рамках программы МАРС-500 проводились исследования адаптационных возможностей, которые могут быть использованы для пожилых людей. «Третий возраст» традиционно относится к периоду жизни, когда адаптационные возможности человека снижаются, поэтому их дополнительное развитие предполагает не только создание благоприятной среды, но дополнительное стимулирование их творческой активности.

В докладе представлены результаты исследований, проводимых в Европейской академии естественных наук (г. Ганновер) по Программе EuroMedica. Полученные данные свидетельствуют о положительном опыте реабилитации пожилых людей с помощью разработок в сфере космической биологии и медицины. Благодаря внедрению разработок в повседневную практику и персонализированному подходу удалось добиться положительной динамики в лечении ряда заболеваний.

Выводы:

1. В России технологии адаптации пожилых людей недостаточно развиты, несмотря на имеющийся научный потенциал в медицинской сфере. Необходимо формирование отечественной Программы «Третий возраст», в рамках которой возможна научная кооперация с Программой Euromedica.

2. Российские разработки в сфере космической биологии и медицины востребованы на мировом рынке. Сотрудничество с Европейскими научными центрами позволит увеличить финансирование отечественных медицинских центров и обеспечить инвестирование инновационных высокотехнологичных проектов.

**ИССЛЕДОВАНИЯ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ В РАМКАХ
ДЛИТЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ГЕРМООБИТАЕМЫХ ОБЪЕКТАХ**

*Левинских М.А., Сычев В.Н., В.И.Гущин,
Кареткин А.Г., Сигналова О.Б.*

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

ritalev@imbp.ru

С целью разработки системы жизнеобеспечения (СЖО) межпланетных экспедиций с включением биологического звена на основе оранжереи, начиная с 60-ых годов XX века, в нашей стране и за рубежом неоднократно проводились эксперименты по культивированию растений в условиях наземных модельных экспериментов в гермообитаемых объектах. В данной работе особое внимание уделено результатам экспериментов с высшими растениями в условиях Наземного экспериментального комплекса ГНЦ РФ ИМБП. Впервые возможность роста высших растений в замкнутом объеме с человеком была доказана в годовом медико-биологическом эксперименте с тремя испытуемыми, который проходил в 1968-1969 г.г. Исследования с высшими растениями в рамках 520-суточного моделируемого полета на Марс являются продолжением проведенных ранее международных экспериментов ЭКОПСИ-95, SFINCSS-99 и 105-суточного эксперимента, направленных на изучение исследования роста, развития и метаболизма растений в условиях длительного непрерывного культивирования в обитаемом гермообъекте, диетологических предпочтений членов экипажа при наличии выбора растительных культур и разработку технологических аспектов их выращивания. В программу исследований также включено изучение экопсихологических особенностей взаимодействия человека и

растений в условиях гермоодема. На основании проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы. Продуктивность растений не отличалась или была недостоверно выше по сравнению с аналогичными показателями, отмеченными в предварительно проведенных лабораторных контрольных экспериментах. Анализ качества растительной биомассы выявил ее соответствие принятым нормативам по показателям микробиологической безопасности и содержанию нитратов и витаминов. Выявлены диетологические предпочтения членов экипажа. Выявлена высокая заинтересованность членов находящегося в гермокамере экипажа в растениях, которые можно использовать в качестве добавок к рациону питания и как средство релаксации.

УСЛОВНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОЛИРОВАННЫХ МАЛЫХ ГРУПП

К.Н. Еськов

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

eskov@imbpr.ru eskovkn@gmail.com

Внутригрупповые процессы, протекающие в условиях продолжительной изоляции, являются предметом особого внимания специалистов в области космической психологии. В Институте и за рубежом (с участием сотрудников Института) проведен ряд наземных экспериментов с камерной изоляцией различной продолжительности. В отдельных экспериментах исследование межличностного инструментального взаимодействия осуществлялось с использованием методики «Гомеостат».

Цель исследования. Оценка возможности использования в качестве критерия условной классификации изолированных малых групп результативности взаимосвязанной операторской деятельности.

Результаты. Обоснован выбор критерия условной (выполнение взаимосвязанной операторской деятельности) классификации изолированных малых групп. На примере нескольких экспериментов с продолжительной изоляцией дана характеристика малым группам испытуемых с использованием предложенного критерия. Подтверждена универсальность данного критерия для условной классификации (первого плана) малых групп в психодиагностической практике.

Поддержано грантом РФФИ (проект № 10-06-00566а).

РЕАКЦИИ ГЕМОПОЭЗА И СОСТАВ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКОГО И РАДИАЦИОННОГО ФАКТОРА НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ

С.В.Татаркин, М.Ю.Баранцева

ГНЦ РФ - ИМБП РАН

mukhamedieva@imbp.ru

Исследования проводились на 160 мышах-самцах массой 20-23г линии F1 bleak (СВАХС57BL6) с соблюдением норм и правил биомедицинской этики. Контрольная группа составила 40 животных. Воздействие факторов длилось по 70 суток, 90 суток изучался период последействия. Изучалась динамика количества кариоцитов в костном мозге и ретикулоцитов, эритроцитов, лейкоцитов в периферической крови животных, исследовалось содержание гемоглобина. Эффективная остаточная доза гамма излучения составила 25сГр. Затравочная смесь состояла из ацетона, ацетальдегида и этанола. Концентрации этих веществ в гермокамере в течение всего экспериментального периода не превышали ПДКпкка. При хроническом радиационном воздействии изменения гемопоэза сопровождались статистически значимым ($p < 0,02$) уменьшением количества делящихся клеток в костном мозге. Негативный эффект нарастал по мере увеличения длительности воздействия и при накоплении эффективной остаточной дозы 75сГр количество пролиферирующих клеток костного мозга уменьшилось на 28,2%. Отмечено угнетение красного ростка кроветворения, что отразилось в снижении концентрации гемоглобина -5,3% ($p < 0,05$) и ретикулоцитов (-34,84%) в периферической крови, при этом количество эритроцитов статистически значимо не изменялось. Наблюдалось развитие лейкопении. Снижение количества лейкоцитов в периферической крови на 70 сутки воздействия составило -32,49% ($p < 0,001$). В отличие от радиационного фактора, при хроническом химическом ингаляционном воздействии изменения в красной крови обнаружены не были. Концентрация гемоглобина и количество эритроцитов оставались в норме. Лейкопения, напротив, была выражена в большей степени, чем при гамма-облучении, отклонение от группы виварного контроля составило -52,53% ($p < 0,001$). Пролиферативная активность в костном мозге была выше, по сравнению с группой контроля. Процесс носил волнообразный характер, так на 28, 70 и 90 сутки воздействия количество ядродержащих клеток в костном мозге превышало контрольные значения на 13,01%, 26,7% и 18,95% соответственно ($p < 0,05$).

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПОВЫШЕННУЮ
ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО
ВБЛИЗИ РАЙОНОВ ПАДЕНИЯ ВТОРЫХ СТУПЕНЕЙ РАКЕТ НОСИТЕЛЕЙ**

Я.Т. Шатров, И.Н. Матюшенко

ФГУП «ЦНИИМАШ»

Алтайский край находится на первом месте по общей заболеваемости (для мужчин и женщин) экологически зависимых и некоторых др. патологий в Алтае-Саянском регионе. Показатели заболеваемости Алтайского края не только превосходят показатели других республик Алтае-Саянского региона, но и общий показатель по Сибирскому Федеральному Округу, особенно по следующим заболеваниям, по которым число больных в Алтайском крае почти в 2 раза больше, чем в среднем для СФО: бронхит хронический и неуточненный, эмфизема; болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением; болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ; болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм. Анализ данных медицинской статистики, результатов медицинских экспедиционных исследований специальных медико-экологических и экологических исследований Алтайского края, данных Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю, социологический опрос населения, проживающего вблизи расположения района падения вторых ступеней ракеты-носителя "Протон" и материалов о РКД на территории Алтайского края, где расположены четыре района падения ОЧРН "Протон" и "Союз", позволили определить основные факторы, определяющие повышенную заболеваемость населения, проживающего в зоне влияния РКД: социально-экономические проблемы; плохая обеспеченность сельского населения централизованным водоснабжением; природные факторы (естественный радиационный фон и содержание свинца, кадмия, хрома, кобальта и цезия – 137 в почве.); загрязненность атмосферы (относительно высокие выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, в первую очередь от предприятий электроэнергетики, металлургии и автомобильного транспорта); загрязненность территорий отходами сельского хозяйства (пестицидами), отходами ЖКХ и техногенными отходами; возможное влияние РКД. Таким образом, высокий уровень заболеваемости в районах, находящихся в зоне влияния РКД в Алтайском крае определяется совокупностью всех природных, природно-антропогенных, антропогенных и социальных факторов.

ИНКУБАТОР-ЦЕНТРИФУГА**В.С.Дудников****Днепропетровский национальный университет**dudnikovvs@rambler.ru

Автором разработан прибор для изучения биологического действия гравитационного поля в условиях космического полета, когда в качестве средства профилактики неблагоприятных эффектов невесомости создается искусственная сила тяжести, например с помощью центрифуг. В частности, для космической биологии и медицины представляет интерес изучение влияния ориентации гравитационного поля на развитие организма. По сравнению с известными устройствами предлагаемый инкубатор-центрифуга имеет следующие технико-экономические преимущества:

- 1) позволяет изменять угол наклона держателей биологических объектов во время вращения ротора центрифуги без его остановки;
 - 2) угол наклона держателей задается оператором принудительно независимо от величины угловой скорости ротора;
 - 3) обеспечивается возможность реверсирования наклона держателей при неизменном направлении вращения ротора;
 - 4) обеспечивается возможность изменения ориентации гравитационного поля искусственной силы тяжести относительно биологических объектов (организмов) в пределах от 0° до 360°;
 - 5) возможность задания различных углов первоначальной установки соседних держателей;
 - 6) управление поворотом держателей осуществляется снаружи корпуса вращающейся центрифуги, что не отражается на микроклимате внутри корпуса, необходимом на данной стадии развития организма.
- Конструкция признана изобретением.

**КОСМИЧЕСКИЕ ПРИБОР «АКВАРИУМ», СОЗДАННЫЙ НА КАФЕДРЕ
ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ ДНЕПРОПЕТРОВСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА (ДГУ)****Г.И. Сокол, Е.В. Горбенко****Днепропетровский национальный университет, Украина**

Перспективы значительного увеличения длительности пребывания человека за пределами Земной биосферы, ставят вопрос о методах и средствах обеспечения жизнедеятельности людей в космосе. При создании замкнутых систем жизнеобеспечения в космических полетах, в

состав которых входят водные животные, особое значение имеет исследование физиологического состояния гидробионтов. Поэтому необходимо постановить эксперимент для исследования таких показателей, которые хорошо отражают воздействие среды обитания на жизненные функции подопытных животных. Была поставлена задача конструирования научной аппаратуры для изучения динамики развития живого организма в условиях невесомости и искусственно создаваемой силы тяжести при заданном температурном режиме, в атмосфере регулируемого газообмена и влажности. Этими вопросами с 1979 года занимался молодой и перспективный коллектив кафедры прикладной механики ДГУ, ныне Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара. За период с 1976 по 1978гг была поставлена серия опытов по излучению различных водных компонентов замкнутых экологических систем, которые позволила спроектировать конструкцию «Гидробиостата» для содержания рыб в космических аппаратах сроком до шести и более месяцев. Сотрудники кафедры прикладной механики под руководством И.К.Косько разработали конструкцию прибора «Аквариум», что позволило провести эксперименты в условиях космического полета по содержанию рыб в герметичной емкости с целью изучения влияния фактора невесомости на генетику развития водных организмов. Конструкция имеет повышенные прочностные характеристики, и стала более удобной в эксплуатации. Эксперимент на работоспособность прибора и подтверждение жизнедеятельности системы проводились сотрудниками кафедры Н.А.Заяц, А.И.Варакута. Работы по разработке прибора «Аквариум» велись по техническому заданию Института Космических Исследований (ИКИ). Аквариум участвовал в биологических экспериментах, проводившихся при полете биоспутника № 9 серии «Космос».

**ЭТОЛОГИЯ ДВИЖЕНИЙ И РАБОЧИХ ОПЕРАЦИЙ В СКАФАНДРЕ ПРИ
МОДЕЛИРОВАНИИ ВЫСАДКИ ЧЕЛОВЕКА НА ДРУГУЮ ПЛАНЕТУ**

С.Н. Филипенков

ОАО «НПП «Звезда» имени академика Г.И. Северина»

Sergay.Filipenkov@npp-ZVEZDA.ru

Концепция скафандра космонавта (СК) предложена К.Э. Циолковским, который четверть века обдумывал реализацию выхода человека из межпланетного корабля (МК) в космос, а также высадку на поверхность Луны, Марса и астероидов, работая над повестью «Вне Земли» (начата 28 декабря 1896 г., закончена в апреле 1917 г., полностью опу-

ликована в 1920). Основоположник космонавтики проанализировал варианты работы в СК вне МК и требования к системе обеспечения жизнедеятельности (СОЖ). Именно об этой работе, как о научном предвидении, отозвались главный конструктор пилотируемых космических кораблей С.П. Королев и летчик-космонавт А.А. Леонов, совершивший первый выход в космос.

Межпланетный полет - реальная перспектива XXI века, поэтому в настоящее время исследуются медико-биологические и эргономические аспекты обеспечения безопасности экипажа при выполнении операций на поверхности планеты в СК. В России первым шагом в этом направлении стала имитация высадки в эксперименте «Марс-500» на базе ГНЦ РФ-ИМБП РАН. ОАО НПП «Звезда» обеспечило разработку и эксплуатацию экспериментального СК «Орлан-Э» массой 32 кг с вентиляционной СОЖ, обеспечивающей расход воздуха до 250 л/мин и поддерживающей в СК избыточное давление до 0,2 ат. В испытаниях СК «Орлан-Э» участвовало 11 кандидатов в эксперимент «Марс-500», 5 испытателей НПП «Звезда», имеющих большой опыт работы в полужестких СК типа «Орлан», а также космонавт-исследователь из РКК «Энергия». Однако 2 из 16 человек скафандр, созданный на основе кирасы от СК «Орлан ДМА», оказался недоступен по антропометрии из-за сочетания высокого роста (187,5-190 см) с большим периметром груди (114-123 см).

В процессе испытаний по имитации высадки были проведены тесты СОЖ на велоэргометре в вывешенном СК с средней теплопродукцией организма 200 ккал/ч в течение 120 минут выполнения циклической физической нагрузки (15 мин работы, 15-20 мин отдыха перед следующим циклом нагрузки). Мощность механической нагрузки составляла 50, 100, 150 и 200 Вт, а энерготраты в процессе работы достигали 5-11 ккал/мин и составляли 1-2 ккал/мин в периоды отдыха. Температура тела (ТТ) испытателя изменялась в пределах 36,5-37,5^oС. При этом была проверена экспериментальная система контроля «Somnomed», параметры которой непрерывно регистрировались и сравнивались с данными штатной системы оперативного медконтроля «Бета-08» разработки СКТБ «Биофизприбор» по ЭКГ, ТТ и частоте пульса. Отработка ходьбы в СК «Орлан-Э» и ручных операций с инструментами выполнялась с участием 4-х испытателей НПП «Звезда» и 3-х представителей РКК «Энергия» в 2009 г. После чего выполнены 2-часовые тренировки на марсодроме с участием 4-х кандидатов эксперимента «Марс-500» (3

из них позднее участвовали в имитации высадки на планету и 1 был их дублером).

Исследование биомеханических характеристик локомоции при ходьбе и способов страховки перемещения по поверхности марсодрома, а также изучение этологических аспектов операторской деятельности в СК «Орлан-Э» завершились с положительным результатом в мае 2010 г. При этом проверялись и закреплялись навыки входа/выхода из скафандра с помощью второго оператора или самостоятельно, определялась скорость перемещения и устойчивость ходьбы с фиксацией положения страховочных карабинов и вентиляционного шланга, оценивалась возможность самостоятельного размещения в кресле для отдыха, выбиралась оптимальная по устойчивости и нагрузке на тело поза отдыха в положении стоя, определялась возможность вставания на одно колено и вставания из положения лежа, при использовании подручных инструментов или с поддержкой другого оператора. Оценивалось по видеозаписи пешее перемещение, а также все рабочие операции по разрушению конгломератов реголита альпенштоком, автоматическим электроотбойником, взятию проб грунта и песка с помощью совка и захвата, упаковки их в капсулы и контейнер.

Полученные при тренировках навыки выполнения движений в скафандре помогли участникам эксперимента «Марс-500» успешно выполнить три операции высадки одновременно двух членов экипажа на поверхность марсодрома в феврале 2011 г. Этологические исследования необходимо продолжить в условиях пересеченного рельефа местности и при существенно большем режиме избыточного давления СК вплоть до 0,4-0,5 ат, когда сопротивление напряженных мягких оболочек и энергетика операций могут повыситься в несколько раз.

РАЗРАБОТКА КОРМА ДЛЯ МОНГОЛЬСКИХ ПЕСЧАНОК

ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ НЕВЕСОМОСТИ

Е.И. Медникова, П.Э. Солдатов, Т.С. Гурьева, З.О. Соловьева,

*А.Ю. Тюрин-Кузмин, О.А. Медникова**

Учреждение Российской академии наук ГНЦ РФ- ИМБП РАН

** РУДН*

Характерной особенностью песчанок (*Meriones unguiculatus*) является то, что они в обычных вольерных условиях могут обходиться без воды, используя влагу сочных кормов. Исходя из имеющихся наработок в области создания кормов для животных, экспонированных в условиях

реального космического полета, был предложен рацион, имеющий в своем составе 18,6% протеина, 5,3% жира, 60,1 % углеводов и 362,3 кал. Разработанный корм имеет твердую консистенцию с влажностью от 17 до 28% и оформленный в виде брикетов. Корм многократно испытывался в экспериментах на песчанках, а также оценивался на сохранность в течение 28 дней с определением влажности и микробиологического состояния. Результаты показали, что корм поедается полностью. При его хранении в течение 28 суток его влажность уменьшается на 40%, однако влагосодержание было достаточным для обеспечения животных водой. Общая микробная обсемененность не превышала установленных норм для замкнутых обитаемых объектов (ГОСТ В 24159-80, ГОСТ 23749-78).

Выбранный корм для песчанок были использован в 12-ти суточном полетном эксперименте на 12 песчанках в автономной научной аппаратуре «КОНТУР-Л» (далее по тексту модуль) на КА «ФОТОН-М» №3 в 2007 году. Количество съеденного корма составило 50%, что обусловлено большим количеством искрошенного корма, который проваливается через сетчатый пол клетки. При этом усвояемость корма составила 97,7%. Расчетный режим кормления составлял 2 брикета в сутки. Состояние животных после полета хорошее. Средняя масса животных перед полетом составила 51,6 г, а после полета 45,3 г. Потеря массы была связана с отказом одной из двух кормушек в середине полета, когда вместо двух брикетов подавался только один.

Для будущего 30-ти суточного эксперимента модуль для содержания песчанок будет модернизирован. Количество животных снижено до 8 голов, запланированный режим кормления один брикет в 36 часов. Экспериментальным путем подобран состав и консистенция кормовых брикетов, которые обеспечат животных необходимым питанием.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ ЯПОНСКОГО
ПЕРЕПЕЛА ПОСЛЕ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВРАЩЕНИЯ
В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

*А.В. Филатова, Т.С. Гурьева, В.Н.Сычёв
(ГНЦ РФ – ИМБП РАН)
afilatova80@mail.ru*

В норме поведение новорожденных птенцов формируется под влиянием восприятия земной гравитации на основе адаптиро-

ванной к ней сенсорно – моторной системы. При изменении свойств гравитационной среды следует ожидать и изменения поведения, в том числе и пищевого.

В настоящей работе ставилась задача исследовать влияние горизонтального вращения (с применением центрифуги короткого радиуса) на пищевое поведение перепела в раннем онтогенезе. Центрифуга - цилиндрический блок с вращающейся платформой (V вращения – 109 об./мин.), где закреплены индивидуальные камеры на расстоянии 9,5 см от оси вращения. При таких условиях перегрузка составила 1,3 g. Проведены эксперименты на птенцах после их вывода в обычных условиях с последующим воздействием горизонтального вращения в течение 0,5, 0,75 и 1,0 часа. Наступлением пищевой реакции в опытных и контрольной группах считался временной интервал от момента пересадки птенца в экспериментальный стенд до начала клевания корма.

Выявлено, что птенцы начинали проявлять пищедобывающую активность быстрее после нахождения в индивидуальных камерах центрифуги в течение 0,75 часа. Пребывание птенцов в условиях горизонтального вращения в раннем постнатальном периоде более или менее 0,75 ч приводит к задержке формирования пищевого поведения. По нашему мнению, причиной большого временного разброса в наступлении пищевой реакции могли быть вестибулярные расстройства (особенно в группе 0,5 часового вращения). С увеличением продолжительности пребывания в стенде прослеживалась тенденция плавного снижения количества птенцов, начавших осуществлять пищевое поведение.

Полученные данные позволяют сделать вывод об использовании искусственной силы тяжести, как фактора, обеспечивающего выживание и последующую адаптацию (в частности, формирование пищевого поведения) птенцов японского перепела в невесомости.
