

Н. А. Анфимов¹, В. И. Лукьященко¹, В. М. Ольшанский²,
В. В. Суворов¹, М. М. Цимбалюк¹

¹Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, Корольов, Московская обл., Россия

²Федеральное космическое агентство (Роскосмос), Москва, Россия

Основные результаты исследований, выполненных на российском сегменте Международной космической станции, и перспективы реализации российских экспериментов с участием Украины

Представлено 03.09.07

Подано основні результати досліджень, виконаних на російському сегменті Міжнародної космічної станції, та перспективи реалізації російських експериментів за участю України.

Исследования и эксперименты на РС МКС осуществляются в соответствии с утвержденной «Долгосрочной программой научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС».

К настоящему времени рассмотрено около 500 предложений на проведение исследований от почти 100 организаций-постановщиков экспериментов. Эта работа проводится на регулярной основе.

«Долгосрочная программа...» включает более 300 исследований и экспериментов. Исследования проводятся по более чем 60 экспериментам.

28 февраля—1 марта 2007 г. в ЦНИИмаш проведена конференция Координационного научно-технического совета Федерального космического агентства (КНТС Роскосмоса) по рассмотрению результатов исследований, проведенных на РС МКС.

В ее работе приняли участие более 150 ученых и специалистов из 25 научных организаций,

предприятий, учебных заведений.

Во время конференции заслушаны 45 докладов с результатами исследований.

На основе представленных материалов готовится к изданию специальный выпуск журнала «Космонавтика и ракетостроение».

Конференция дала возможность научной обществу оценить достигнутый уровень знаний по различным направлениям исследований и перспективы их использования для земных потребностей.

По научному направлению «Космическая технология и материаловедение» были представлены основные результаты проведенных исследований по кристаллизации биологических макромолекул и получению биокристаллических пленок в условиях микрогравитации.

Работы по кристаллизации белков на РС МКС реализуются с целью получения совершенных кристаллов для рентгеноструктурного анализа с качеством, недостижимым в наземных условиях

из-за влияния гравитации (реализуемое пространственное разрешение достигает 0.5—1 Å).

Информация о строении белков необходима при создании лекарственных, профилактических и диагностических препаратов для лечения многих болезней.

Она также востребована фундаментальными биологическими науками для изучения на молекулярном уровне многих биологических процессов, в том числе для сравнения природных (натуральных) белков, являющихся лекарственными препаратами, с их искусственными аналогами.

Космические эксперименты по выращиванию двумерных белковых пленок позволяют отработать технологии получения новых материалов для нанотехнологий и биоэлектроники.

Такие пленки с широким спектром уникальных электрических и оптических свойств перспективны для создания компьютеров нового поколения.

В ходе геофизических исследований изучены закономерности атмосферных оптических явлений естественного происхождения в ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной областях спектра. Получены систематические данные для уточнения и верификации существующих моделей и параметров верхней атмосферы Земли в зависимости от гелиофизических условий.

С целью обнаружения и изучения землетрясений, пожаров, наводнений и других катастрофических явлений с борта РС МКС проводятся визуальные наблюдения и съемка заданных районов Земли фото- и видеоаппаратурой с различными уровнями разрешения.

В ходе исследований осуществляется мониторинг нефтедобывающих районов, пожароопасной обстановки, селей и ледниковой опасности, загрязнения объектов городских агломераций и выявление потенциально опасных мест.

С 2001 г. на борту РС МКС ведутся медико-биологические исследования в области физиологии, биологии, медицинского обеспечения, радиационной безопасности.

Осуществляется сбор данных по изменениям в организме человека в условиях продолжительной невесомости.

Зафиксировано значительное влияние факторов пилотируемого космического полета на рост,

репродукцию и биологические свойства тестируемых бактерий и грибов. Установлено возрастание активности ферментов, характеризующих уровень потенциала патогенности, а также устойчивости микроорганизмов к антимикробным средствам.

Впервые показано, что растения гороха при культивировании в течение четырех последовательных циклов онтогенеза («от семени до семени») в условиях космического полета сохраняют репродуктивные функции и формируют при этом жизнеспособные семена без изменений в генетическом аппарате растений гороха.

Выполнены исследования реактивации покоящихся стадий и жизненного цикла водных ракообразных после 30-суточной экспозиции их покоящихся яиц на борту РС МКС.

Получены первые подтверждения воздействия факторов среды на эмбрион, которое приводит к изменению параметров жизненного цикла и адаптивности у развивающихся организмов, вышедших из этих организмов и их потомков.

Проведены сравнительные оценки физических средств для профилактики неблагоприятного воздействия факторов космического полета на организм человека, созданы новые средства медицинского контроля, усовершенствованы средства оказания медицинской помощи.

Исследованы закономерности формирования радиационных полей в теле человека в условиях космического полета и в отсеках орбитальных станций с использованием шарового фантома с учетом геофизических и радиационных условий в околоземном пространстве.

В целях изучения биопродуктивности Мирового океана осуществлены многократные наблюдения в различные сезоны года акваторий, воды которых известны богатым содержанием биогенных веществ, контрастным проявлением гидрофизических, гидродинамических и гидробиологических факторов состояния морских экосистем.

Показаны возможности получения высокоэффективных штаммов микроорганизмов — продуцентов биологически активных веществ для практического использования в нефтедобывающей (биодегрантов нефти) и сельскохозяйственной отраслях (стимуляторов роста и средств защиты растений), а также в интересах экологии.

После длительного экспонирования в условиях орбитального полета выделены перспективные штаммы микоризных грибов-продуцентов стимуляторов роста растений, обладающих повышенной активностью по стимулированию роста корней и стеблей сельскохозяйственных культур.

Исследования пылевой плазмы, выполняемые в течение ряда лет под руководством академика В. Е. Фортова на РС МКС, вызывают большой интерес в связи с обнаружением ряда новых физических явлений и эффектов. Многие из этих результатов являются научной основой создания перспективных высокоэффективных плазменно-коллоидных технологий, новых технологий получения сверхтвердых материалов и др.

В обеспечение разработок перспективных пилотируемых космических средств проведены следующие исследования:

- изучены начальные этапы биодegradации и биоповреждений в космосе и разработаны рекомендации по их предотвращению на начальных этапах развития;
- осуществлен запуск с борта МКС и проведены летные испытания технологического наноспутника ТНС-0 № 1;
- разработаны и реализованы методы реконструкции несанкционированных внешних силовых воздействий на конструкцию МКС по телеметрическим каналам;
- создана и испытана система экспрессного мониторинга токсичности воды, воздуха и конденсата в условиях космического полета;
- осуществлялся мониторинг и регистрация ударов микрометеороидных и техногенных частиц;
- уточнены динамические характеристики МКС и условия выполнения исследований на станции;
- оценены возможности высокоточного прогнозирования движения МКС;
- подтверждена целесообразность использования транспортного грузового корабля (ТГК) «Прогресс» в качестве платформы для выполнения исследований в области микрогравитации, что обеспечивает достижение уровня микроускорений в инфраструктуре РС МКС порядка 10^{-6} g;

— уточнены электрофизические процессы в плазменном окружении МКС и ТГК «Прогресс»;

— изучена динамика загрязнения внешней поверхности служебного модуля МКС вблизи двигателей крена и подтверждена эффективность газодинамических защитных устройств, установленных на двигатели крена РС МКС с целью снижения уровня загрязнения.

Полученные на МКС результаты подтвердили наличие ряда новых эффектов в пространственно-временных вариациях радиационных полей ближнего космоса, связанных с необычными проявлениями солнечной активности после 2000 г. Они дополняют исходные данные, необходимые для создания прогностической модели радиационной обстановки на орбитах орбитальных пилотируемых космических станций.

Исследования космических лучей высоких энергий дали ценную информацию о наименее изученной компоненте энергичных космических лучей — ионах железа в спокойное время и во время солнечных вспышек.

За период эксплуатации РС МКС выполнены три научно-образовательных эксперимента «Коллибри-2000», «МАИ-75», «РадиоСкаф».

С 2004 г. МГУ им. М. В. Ломоносова и Московский городской Дворец детского и юношеского творчества реализуют научно-образовательную программу и конкурс проектов школьников «Эксперимент в космосе».

В 2005—2007 гг. прошла конкурсная защита более 150 проектов школьников из Москвы, Подмосковья и 15 регионов России. Отобраны 10 проектов экспериментов для постановки на РС МКС.

В течение ряда лет идет совместная работа российских и украинских ученых и специалистов.

Сейчас уже можно доложить научной общественности о некоторых завершенных этапах этой продолжительной и трудоемкой работы.

Так, в конце 2006 г. утверждена «Долгосрочная программа российско-украинских научных исследований и экспериментов на российском сегменте МКС», а на заседании КНТС Роскосмоса 5 июля 2007 г. принято решение о включении в «Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, плани-

руемых на российском сегменте МКС» следующих космических экспериментов с участием Украины: «Обстановка-1», «Обстановка-2», «Планетный мониторинг», «Биосорбент», «Биополимер», «Трубка», «Материал-Трение», «Пента-Усталость», «Трабант», «Морфос-В».

По сложившейся практике подготовки и проведения космических экспериментов на РС МКС, включение экспериментов в «Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС» открывает путь к их практической реализации.

Остальные первоочередные эксперименты с участием Украины планируется включить в «Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС» по мере подготовки

необходимой научно-технической документации.

Имеются весомые основания предполагать, что все первоочередные эксперименты с участием Украины будут подготовлены к практической реализации уже в ближайшее время.

**THE ESSENTIAL RESULTS OF THE INVESTIGATIONS
PERFORMED ON THE RUSSIAN SEGMENT
OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION AND
THE PROSPECTS FOR THE REALIZATION
OF RUSSIAN EXPERIMENTS WITH THE
PARTICIPATION OF UKRAINE**

*N. A. Anfimov, V. I. Lukiashchenko, V. M. O'lshanskii,
V. V. Suvorov, M. M. Tsybalyuk*