

© В. И. Лукьященко, В. В. Суворов,
М. М. Цимбалюк, Т. В. Васильева, А. В. Головинкин

Центральный научно-дослідний інститут машинобудування Федерального космічного агентства,
м. Корольов, Московська область, Росія

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКО-УКРАИНСКОЙ ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА РС МКС

Наводиться короткий огляд стану робіт російської сторони з підготовки та реалізації першорядних спільних російсько-українських досліджень на Російському сегменті Міжнародної космічної станції (РС МКС), а також обговорюються результати попереднього розгляду деяких потенційно можливих напрямків розвитку спільних російсько-українських експериментів з використанням інфраструктури наявних і перспективних космічних комплексів.

К настоящему времени объединенными усилиями российских и украинских специалистов разработана, согласована и подготовлена к утверждению «Долгосрочная программа совместных российско-украинских научных исследований и технологических экспериментов на Российском сегменте МКС» [1, 2].

Завершается подготовка к представлению на утверждение «Положения о порядке реализации «Долгосрочной программы совместных российско-украинских научных исследований и технологических экспериментов на Российском сегменте МКС» и использования полученных результатов» с учетом Межправительственного соглашения по Международной космической станции и действующим соглашениям по сотрудничеству в области космоса между правительствами России и Украины.

На российско-украинской рабочей встрече в Управлении пилотируемых программ Федерального космического агентства 27—28 мая 2004 года достигнута договоренность о том, что российская сторона дополняет своими предложениями «Положение о порядке реализации «Долгосрочной программы...» и передает его на согласование украинской стороне, имея в виду последующее его утверждение главами агентств.

Практическая реализация основных российско-украинских экспериментов первой очереди достигла этапов эскизного проектирования и создания научной аппаратуры (НА).

На совещании российских и украинских специалистов в НПО им. С. А. Лавочкина 19.04.2004 г. по обсуждению конструкции трибометра для совмест-

ного космического эксперимента (КЭ) «Материал-Трение» и в ходе последующих творческих дискуссий были согласованы основные характеристики бортового трибометра и составлена общая предварительная ведомость работ по подготовке КЭ «Материал-Трение» на 2004 г. К сожалению, достигнутые договоренности не в полной мере выполняются, что затрудняет подготовку и проведение бортового натурального эксперимента.

На техническом совещании, состоявшемся 29 июля 2004 г. в ЦНИИМАШ, был совместно рассмотрен проект технического задания ИПМ НАНУ на научную аппаратуру КЭ «Трубка» для испытаний тепловых труб (ТТ) внутри гермоотсека, а также обсуждены вопросы реализации единой системы измерения и управления для испытания ТТ внутри и вне гермоотсека.

Было принято решение, что для оптимизации затрат и сокращения сроков разработки НА для реализации КЭ «Трубка» российская и украинская стороны выпускают отдельные технические задания (ТЗ) на научную аппаратуру, размещаемую снаружи и внутри гермоотсека.

Рассматривается возможность изучения ТТ разработки Украины вне гермоотсека, то есть на научной аппаратуре, создаваемой российскими организациями. Предложено также для уменьшения массы, сокращения затрат и унификации НА совместно проработать и оценить возможность разработки и создания единой системы измерения и управления КЭ «Трубка» для НА вне и внутри гермоотсека.

Продолжаются работы по подготовке проектов Соглашений о совместных экспериментах и пла-

нов-графиков выполнения их первой очереди.

Практически завершено формирование межагентской рабочей группы по выработке процедуры и порядка передачи аппаратуры, поставляемой украинской стороной в ходе подготовки совместных экспериментов на РС МКС.

В соответствии с Решением совместного совещания Росавиакосмоса и НКАУ от 14.02.2003 г., российской стороной открыто финансирование работ российских организаций по следующим совместным экспериментам:

- | | |
|--|---|
| 1. «Обстановка-1» | — проводится разработка и отработка бортовой научной аппаратуры; |
| 2. «Планетный мониторинг — Спектрометр-Поляриметр» | — проводится разработка и отработка бортовой научной аппаратуры; |
| 3. «Материал-Трение» | — развернуты эскизное проектирование НА, разработка проектно-конструкторской документации, отработка элементов НА; |
| 4. «Трубка» | — завершается разработка ТЗ на НА; |
| 5. «Морфос» | — подготовлено и утверждено ТЗ на НА, проводится эскизное проектирование НА; |
| 6. «Пента-Усталость» | — осуществляется разработка методик исследований, выбор, подготовка и наземное изучение образцов материалов для натуральных экспериментов |

По экспериментам «Биополимер» и «Биосорбент» открытие финансирования предполагается в новом финансовом году.

Завершается согласование ТЗ на КЭ и подготовка заключения о технической реализуемости космического эксперимента «Криокомплекс-Кипение».

Проводится научно-техническая экспертиза КЭ второй очереди. Продолжается формирование научно-технической и производственной кооперации для их реализации.

Разработаны предложения по развертыванию работ в области практической реализации перспективного многоразового космического корабля типа «Клипер» с применением ракеты-носителя (РН) «Зенит» и оценке возможностей его использования для выполнения совместных российско-украинских космических программ исследований и экспериментов.

В последнее время активно обсуждаются перспективы сотрудничества стран СНГ в проектах по рамочным программам исследований Европейского Союза. В период с 2002 по 2006 г. реализуется Шестая рамочная программа, в которой космические исследования были впервые выделены в самостоятельный раздел, хотя проблемы, решаемые в исследованиях на РС МКС, могут быть отнесены по крайней мере к пяти из семи разделов Шестой рамочной программы.

В январе 2003 г. в Москве прошел семинар по Шестой рамочной программе Европейского Союза, совместно организованный Европейской комиссией, Росавиакосмосом и ЕКА. Были проведены заседания по шести тематическим секциям, на которых выступали российские и европейские ученые, заинтересованные в развитии совместных исследовательских программ. В частности, докладывались материалы по состоянию подготовки эксперимента «Материал-Трение» по совместной российско-украинской программе исследований и экспериментов на РС МКС.

Достигнута принципиальная договоренность о том, что сопредседатели секций семинара с российской и с европейской стороны проведут работу по реализации совместных проектов и представят их на рассмотрение обоих агентств и Европейской комиссии. Для поддержки этой деятельности создается веб-сайт в интернете по совместным космическим исследованиям.

Следует отметить, что принципиальные договоренности по организации работ и подготовке совместных предложений пока не реализованы на уровне практических механизмов.

На сегодняшний день в вопросах участия российских научных и промышленных организаций в предполагаемых исследованиях не возникло большей определенности, чем имело место в период проведения семинара.

Для ряда экспериментов, предусмотренных проектом «Долгосрочной программы совместных российско-украинских научных исследований и технологических экспериментов на российском сегменте МКС», в частности для КЭ «Материал-Трение», «Трубка», «Пента-Усталость», «Криокомплекс-Кипение», российская сторона активно прорабатывает возможности внедрения отечественных достижений в области новых композиционных материалов, в том числе многослойных металлических материалов, полученных методом сварки взрывом.

Наши зарубежные партнеры широко применяют МКС для целей популяризации молодежных научно-технических достижений.

К сожалению, РС МКС недостаточно активно используются в интересах образования, а также проведения научных исследований школьников, студентов, молодых ученых в России и Украине.

С учетом широкого развития на Украине творчества школьников, студентов, молодых ученых, целесообразно использовать неисчерпаемый творческий потенциал, знания и энергию молодежи для повышения качества образования различных уровней, а также получения значимых практических и научных результатов путем введения отдельным

разделом на основе конкурсного отбора лучших из имеющихся предложений в проект «Долгосрочной программы совместных российско-украинских научных исследований и технологических экспериментов на Российском сегменте МКС» с разделением их по возрастным категориям.

В плазменном эксперименте «Тень», предусмотренном российской программой, на первом этапе предполагается отработка методики радиозондирования околоземного пространства с привлечением имеющегося на борту РС МКС комплекта радиолобительского оборудования и наземной мерной радиолобительской сети, формируемой с использованием возможностей интернета. На 18.02.2004 г. Восточно-Европейское мерное поле включало 52 заявки на участие в работах, Западно-Европейское мерное поле — 37 заявок, Северо-Американское мерное поле — 23 заявки, Австралийское мерное поле — 8 заявок. Всего поступило более 120 заявок. Работа по формированию наземной измерительной сети продолжается и имеет не только научное значение, но и пропагандирует достижения и потенциальные возможности пилотируемой космонавтики.

Радиолобители Украины, известные своим высоким научно-техническим уровнем, могли бы более активно принимать участие в этих исследованиях.

В качестве положительной инициативы в области космического образования следует отметить появление первых российских предложений по научно-образовательным проектам на РС МКС («Кулоновский кристалл», «Светящаяся магнитосфера», МАИ-75), а также подписание Договора о совместной деятельности и Соглашения о сотрудничестве соответственно ЦНИИМАШ и РКК «Энергия» им. С. П. Королева с Московским городским дворцом детского (юношеского) творчества.

Мы надеемся, что совместно с украинскими учеными и специалистами в области образования, естественных и технических наук эта актуальная и перспективная область использования возможностей пилотируемой космонавтики будет интенсивно развиваться.

Как известно, эффективность бортовых исследований резко возрастает при их выполнении совместно с наземными средствами. С целью комплексного исследования плазменного окружения МКС как бортовыми, так и наземными устройствами при выполнении бортового космического эксперимента «Плазма-МКС» задействован радар некогерентного рассеяния Института солнечно-земной физики СО РАН (г. Иркутск) для измерения отражательных характеристик комплексного космического объекта «станция + плазменная оболочка», в том числе и в момент включения двигателей ориентации.

Целесообразно проработать возможность использования для подобных целей и наземных систем аналогичного назначения, имеющихся в распоряжении украинской стороны.

Находящееся на борту РС МКС оборудование для дистанционного зондирования Земли и его выходные (целевые) характеристики (пространственная разрешающая способность, полоса обзора, пропускная способность средств передачи информации на Землю и др.) в настоящее время позволяют выполнять только некоторую часть актуальных задач.

Для расширения располагаемых технических возможностей планируется доставка на борт новых цифровых фотокамер и длиннофокусных объективов.

Предусматривается также применение телевизионной аппаратуры высокой четкости с соответствующими средствами для наземной обработки информации, просмотра и копирования получаемых видеоматериалов. В дальнейшем предполагается оснащение РС МКС видеоспектрометрической аппаратурой высокого спектрального разрешения в широком диапазоне электромагнитного спектра — от видимого до инфракрасного.

Всего на РС МКС планируется использовать более 30 видов различной аппаратуры дистанционного зондирования Земли: многочастотные радиолокаторы с синтезированной апертурой, радиометры для различных диапазонов электромагнитного спектра, многодиапазонные сканеры и спектрометры, зондирующие лидары, спектрально-анализирующие датчики, оптико-электронные топографические камеры, видеоспектрометры, фотокамеры, газоаналитическую аппаратуру дистанционного зондирования и др.

Следует отметить, что мониторинг природной среды с борта РС МКС обеспечивается соответствующими программными средствами баллистико-навигационного отображения положения станции, трассы текущего витка, зоны видимости наземных измерительных пунктов, светотеневой обстановки на орбите, координат изучаемого района. Кроме того, имеется возможность прогнозирования момента и условий видимости заданных районов земной поверхности, а также оценки вероятности обнаружения и опознавания местности с учетом географических и метеорологических условий наблюдения (в том числе с учетом облачности). Все это повышает эффективность дистанционного зондирования Земли с борта РС МКС.

Значительный интерес вызывает использование РС МКС для проведения исследований и натурной отработки образцов перспективной аппаратуры, а также методов ее применения, в том числе аппаратуры, предназначенной для установки на беспилот-

ные космические аппараты.

Результаты выполнения исследований на РС МКС показывают, что повышение эффективности целевого использования РС МКС за счет оптимизации планирования при имеющемся объеме бортовых ресурсов ограничено.

Для дальнейшего наращивания исследовательского потенциала необходимо развитие инфраструктуры РС МКС с соответствующим ростом располагаемых бортовых ресурсов.

Достигнутый на современном этапе технический уровень пилотируемой космонавтики может обеспечить МКС и перспективным космическим комплексам значительные возможности в осуществлении программ научных и прикладных исследований на основе использования робототехнических устройств и манипуляторов, трехосных стабилизируемых платформ (в том числе ориентируемых по вектору остаточных микроускорений), длинных выдвижных штанг и ферм, тросовых систем различного назначения, малых спутников, средств измерения микроускорений и устройств для их эффективного демпфирования (пассивных и активных), а также автономных обслуживаемых специализированных модулей, используемых совместно с инфраструктурой орбитального пилотируемого комплекса.

Большое значение имеет наличие на борту криогенных устройств как для изучения физических явлений в криогенных жидкостях, так и для улучшения характеристик научной аппаратуры различных классов (в том числе с использованием микрокриогенных систем замкнутого цикла на температурный уровень 20 и 80 К).

В качестве конкретных шагов в этом направлении следует отметить разработку виброзащитной платформы с ориентацией по вектору остаточных микроускорений, а также использование грузового корабля типа «Прогресс» в качестве научной платформы для проведения широкого класса экспериментов. Оценки показывают, что с использованием кораблей типа «Прогресс» может быть выполнено в режиме «свободного дрейфа» с уровнем микроускорений (10^{-5} — 10^{-6})g более 10 % экспериментов, заявленных в российской «Долгосрочной программе научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на Российском сегменте МКС».

Проведение экспериментов в режиме «пассивной гравитационной стабилизации» с ориентацией солнечных батарей в сторону Солнца (как подтвердили натурные эксперименты в мае 2004 г.) позволяет при том же уровне микроускорений выполнить на грузовом корабле типа «Прогресс» значительное количество технологических исследований, в том числе и по совместной российско-украинской про-

грамме, в частности прорабатывается возможность реализации по этой схеме совместного эксперимента «Криокомплекс-Кипение».

Предварительные оценки показывают, что возможности РС МКС обеспечивают проведение исследований по более чем 40 перспективным технологиям в интересах развития более 20 отраслей.

Имеются технически обоснованные предложения по созданию перспективной многоцелевой космической станции (МЦКС). По существующим представлениям МЦКС является высокоширотной обслуживаемой орбитальной станцией, главное отличие которой состоит в том, что наклонение ее рабочей орбиты составляет 65—73°. В отличие от МКС, с борта высокоширотной посещаемой станции можно изучать практически всю территорию России и высокоширотных регионов земной поверхности для решения широкого круга научно-технических и социальных задач как в беспилотном, так и в пилотируемом режимах полета.

Это позволит существенно расширить круг фундаментальных и прикладных геофизических исследований в высокоширотных областях околоземного космического пространства, где наблюдается высокая геомагнитная активность и связанные с ней явления-возмущения ионосферы, высыпания частиц, полярные сияния и т.д.

Ожидаемые результаты, по мнению ученых и специалистов, позволят лучше понять фундаментальные проблемы приполярной геофизики и физики солнечно-земных связей.

Указанный диапазон широт представляет значительный интерес при исследованиях природных ресурсов Земли, поскольку содержит основные энергоактивные зоны взаимодействия океана и атмосферы, районы землетрясений, геотермальной и вулканической активности, а также наиболее важные области землепользования, растительности, бассейнов крупных рек. Появляется возможность наблюдения практически всей заселенной территории Земли, что способствует осуществлению широкого международного сотрудничества в ходе целевого использования МЦКС.

Ожидается, что эксплуатация орбитальных пилотируемых комплексов — это лишь первый шаг по пути к планируемой активной деятельности человека в космосе.

Накопленный технический потенциал в недалеком будущем позволяет создать крупногабаритные космические платформы-аппараты нового поколения, с использованием которых можно проводить на качественно новом уровне фундаментальные исследования эволюции Вселенной и Солнечной системы, изучать принципиальные вопросы проис-

хождения жизни и ее распространения в космическом пространстве, развивать такие научные направления как астрофизика, исследование солнечно-земных связей, геофизические исследования, изучение природных ресурсов Земли, метеорология, физика невесомости, медицина и биология.

В настоящее время можно прогнозировать создание на орбите предприятий, производящих уникальные материалы, сверхчистые кристаллы, медицинские препараты. В перспективе можно представить созданные на орбите гигантские электростанции, которые позволят эффективно использовать солнечную энергию и оперативно передавать выработанную на орбите электроэнергию в различные районы Земли.

Новые аппараты потребуют проведения в космосе уникальных работ с участием человека по сборке и монтажу, техническому обслуживанию больших конструкций и дорогостоящего оборудования.

При решении научных и прикладных задач пилотируемые космические комплексы (ПКК) имеют ряд преимуществ по сравнению с автоматическими аппаратами.

К этим преимуществам относятся:

- налаженный грузопоток «Земля — ПКК — Земля»;
- развитая технология внекорабельной деятельности (ВнеКД) экипажа, что обеспечивает возможность установки и обслуживания целевой аппаратуры вне гермоотсеков;
- наличие унифицированных рабочих посадочных мест как внутри, так и на внешней поверхности гермоотсеков, обеспеченных интерфейсами электропитания, телеметрии, командно-информационного обмена;
- возможность использования сенсорных и интеллектуальных способностей человека-оператора при решении целевых задач;
- возможность в относительно сжатые сроки с высокой эффективностью провести летную отработку экспериментальной целевой аппаратуры.

В последнее время, в связи с катастрофой «Колумбии» и возникшими трудностями в завершении строительства МКС, в средствах массовой информации идут дискуссии по проблеме оценок сравнительной целевой эффективности пилотируемых космических комплексов и автоматических специализированных космических аппаратов.

Опыт развития космической техники показывает, что в настоящее время основными стратегическими целями космической деятельности являются:

— обеспечение безопасности жизнедеятельности человечества;

- использование ресурсов космоса;
- улучшение качества жизни;
- осмысление роли человека во Вселенной;
- расширение ареала обитаемости и экспансия человечества во Вселенной.

Достижение этих стратегических целей осуществляется в соответствии с основными последовательными этапами космической деятельности:

- исследование возможностей освоения и использования космического пространства;
- экспериментальные исследования с целью определения первоочередных работ;
- фундаментальные и научно-прикладные исследования для практического использования;
- освоение околоземного космоса и планет Солнечной системы;
- исследования и поиск возможностей достижения других планетных систем.

Указанные цели на каждом из отмеченных этапов достигались, и их предполагается осуществлять в будущем, оптимальным использованием автоматических и пилотируемых космических средств, выполняющих земные и космические миссии.

Так, околоземные искусственные спутники Земли (ИСЗ), наряду с решением фундаментальных задач, обеспечивают социально-экономические потребности в области связи, телевидения, дистанционного зондирования, экологии, навигации.

Стержнем и венцом перспективной космической деятельности для достижения стратегических целей Человечества являются пилотируемые космические комплексы.

Очередным шагом продвижения в космическое пространство является детальное изучение и освоение планет и их естественных спутников, в первую очередь, Луны и Марса.

На основе полученных на МКС результатов возможна разработка и практическая подготовка конкретных программ пилотируемых экспедиций к Луне и Марсу, поскольку имеется опыт реализации пилотируемых полетов продолжительностью свыше одного года и существуют методики отбора, подготовки и тренировок членов экипажа к таким полетам в сочетании с эффективной системой медицинской поддержки в ходе полета, опирающейся на знания в области физиологии и психологии человека, которые позволяют сохранить состояние здоровья и работоспособность экипажа на должном уровне.

Межпланетные автоматические космические аппараты могут выполнять основные рекогносцировочные исследования при облете небесных тел, посадке и изучению их поверхности, доставке на Землю образцов внеземного вещества.

По имеющимся представлениям мировой научной

общественности, пилотируемой экспедиции на Марс должна предшествовать обширная программа исследований Луны и Марса автоматическими средствами с орбиты и поверхности с целью отработки основных технических решений и конструкций элементов (в т.ч. на орбите ИСЗ и в атмосфере Земли) межпланетного экспедиционного комплекса (МЭК) и, что самое главное, выбора наиболее интересных в научном отношении и безопасных районов посадки, возможно с наличием оазисов предполагаемой внеземной биологической активности.

По мнению ученых и специалистов, при поиске следов внеземной жизни и восстановлении геологической истории планет ни один автомат не заменит биолога с микроскопом и геолога с молотком, поскольку наиболее точным биологическим тестом является рождение, развитие и естественная гибель биологических объектов, а практический опыт геолога в области сравнительной минералогии и петрографии до настоящего времени и, вероятно, в ближайшем будущем не удастся передать автоматическим устройствам из-за возможных ограничений по массе, энергопотреблению и габаритам.

Изучение планет и других небесных тел, кроме достижения перспективных стратегических целей Человечества, может дать конкретную практическую отдачу и в ближайшее время в виде новых эффективных методов поиска полезных ископаемых на больших глубинах, более точных методов долгосрочного прогнозирования погоды, а также выявления фундаментальных закономерностей в области сравнительной планетологии и др.

В связи с этим должна быть, в первую очередь, с единых системных позиций разработана детальная концепция первой межпланетной экспедиции (скорее всего на Марс), количественно обоснованы основные этапы ее реализации, подкрепленные четким и конкретным формулированием целей и задач каждого этапа, а также реальной привязкой к срокам и затратам ресурсов.

В ходе стратегического планирования этой наиболее крупной к настоящему времени научно-технической операции в истории человечества должен быть использован весь арсенал методов системного анализа, опыта разработки и применения больших технических систем для оптимального вложения гигантских объединенных финансовых и материальных ресурсов и рациональной загрузки производственных мощностей большинства развитых государств мирового сообщества.

По уточненному прогнозу развертывания РС МКС в рамках предполагаемой конфигурации МКС предусматривается выведение на РН «Протон» российского многоцелевого лабораторного модуля

(МЛМ) в конце 2007 г., научно-энергетического модуля на многоэтажном транспортном космическом корабле «Шаттл» в 2009 г. и российского исследовательского модуля на РН «Протон» в 2010 г. После запуска МЛМ с начала 2008 г. российская сторона будет иметь возможность реализовывать свою программу тремя российскими членами экипажа.

Российская сторона исходит из того, что наряду с решением задач по строительству станции НАСА продолжит выполнять свои обязательства по обеспечению интегрированного экипажа в части его ротации и снабжения необходимыми грузами.

В дальнейшем возможности российского сегмента будут наращиваться посредством использования в его инфраструктуре малых модулей, микроспутников и свободнороторных обслуживаемых платформ.

Многоцелевую высокоширотную посещаемую космическую станцию предполагается развернуть на орбите после завершения эксплуатации МКС. На ней может быть реализована обширная программа всепогодного круглосуточного мониторинга природных ресурсов, зон природных и техногенных катастроф, экологического состояния различных регионов, а также научно-прикладных исследований в таких областях, как космическое материаловедение, биотехнология, медико-биологические исследования, технические исследования, геофизика, астрофизика.

Реализация МЭК ожидается в период после 2020 г.

1. Анфимов Н. А., Лукьященко В. И., Синельщиков М. В. и др. Основные результаты предварительного рассмотрения проекта «Долгосрочной программы совместных российско-украинских научных исследований и технологических экспериментов на российском сегменте МКС» // Космічна наука і технологія.—2002.—8, № 5/6.—С. 9—14.
2. Анфимов Н. А., Лукьященко В. И., Синельщиков М. В., Суворов В. В., Цимбалюк М. М. Современное состояние и перспективы развития работ в обеспечение эффективной реализации совместных российско-украинских экспериментов на РС МКС // Космічна наука і технологія.—2003.—9, № 5/6.—С. 6—11.

THE PROSPECTS FOR FURTHER DEVELOPMENT OF THE JOINT RUSSIAN-UKRAINIAN PROGRAM OF INVESTIGATIONS AND EXPERIMENTS ABOARD THE RUSSIAN SEGMENT OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION

V. I. Lukiaschenko, V. V. Suvorov, M. M. Tsimbaliuk, T. V. Vasilieva, A. V. Golovinkin

A brief review of Russian activities aimed at preparation and implementation of Russian-Ukrainian experiments of the first priority on the Russian Segment of the International Space Station is presented. The paper also addresses some potential areas of further development of joint Russian-Ukrainian research with usage of current and perspective space infrastructures.