

УДК 629.78
ББК 39.68

M43 **Международная конференция «Пилотируемое освоение космоса»:** abstract book. – Moscow: 2014. – 296 p.

ISBN 978-5-906519-38-2

This volume covers proceedings of IAA conference "Human Space Exploration-2016" (May 24-26, 2016, Korolyov, Russia).

The CD contains 236 paper abstracts by scientific and engineering community on the issues covering different aspects of current and future manned space flights, such as: international cooperation, biomedical problems, utilization, application of automatic and robotic systems, economics, management, etc.

УДК 629.78
ББК 39.68

ISBN 978-5-906519-38-2

©2016 International Academy of Astronautics or its licensors or contributors

International conference "Human space exploration"

May 24-26, 2016 | Korolyov



International conference "Human space exploration" organized by Roscosmos under the auspices of the International Academy of Astronautics (IAA) and with the support of JSC "RSC "Energia" S. P. Korolev" and Korolev city administration.

The conference is timed to the celebration of the **55th anniversary of the first manned flight into space** and will be held in preparation for the next Summit of heads of space agencies organized by the MAA. The Academy in conjunction with the Russian space Agency has decided to hold this event in Russia, in outer science city Korolev, where was born the history of cosmonautics.

Since 2010, IAA has organized and conducted three similar Summits, serving as a platform for "equal dialogue" on the prospects of space exploration. At the sites of these world forums space recognized leaders and beginners in this field to discuss current problems of cosmonautics. The fourth Summit of heads of space agencies is scheduled for 2017, devoted to the topic of manned space exploration and unmanned space systems.

Recommendations of conference participants will be the basis for the conclusions of the international Academy of Astronautics, which will be presented at the level of heads of space agencies.

ORGANIZERS



S. P. Korolyov
RSC «Energia»



International
Academy of Astronautics
(IAA)

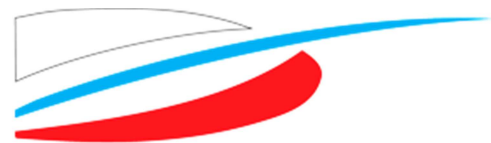


РОСКОСМОС
Roscosmos



Korolyov
Administration

SUPPORTED BY



NPO ENERGO MASH
NAMED AFTER ACADEMICIAN V. P. GLUSHKO

THE ORGANIZING COMMITTEE

CHAIRMAN

Solntsev Vladimir Lvovich
SC RSC Energia, President

DEPUTY CHAIRMAN

Mikrin Evgeny Anatolievich
JSC RSC Energia, General designer

MEMBERS

Afonin Andrey Yurievich
*Stock Company, Institute of Advanced Training
Mashpribor, General director*

Briukhanov Nicolay Albertovich
*JSC RSC Energia, Advanced space complexes
and systems, General designer*

Burenkov Igor Yurievich
*JSC URSC, Department of Information policy
and Mass media, Director*

Vinokurov Pavel Viacheslavovich
JSC RSC Energia, Vice President

Gorshkov Oleg Anatolievich
*Federal Government Unitary Company Central
research institute of machine building, General
director*

Derechin Alexander Gdalievich
JSC RSC Energia, Vice President

Ermakov Evgeny Alekseevich
JSC RSC Energia, Chief engineer

Kalery Alexander Yurievich
*JSC RSC Energia, Scientific and technical cen-
ter, Head*

Strelnikov Alexey Anatolievich
*Russian Federal Space Agency, Directorate of
Human program, Acting head*

Komarov Michael Victorovich
JSC RSC Energia, Vice President

Krikalev Sergey Konstantinovich
*Federal government unitary company Central
research institute of machine building, First
deputy of general director*

Lonchakov Yuriy Valentinovich
*Federal government financed institution Gaga-
rin cosmonaut training center, Head*

Lukiashko Anatoly Vasilievich
*JSC RSC Energia, Scientific and technical
board, Chief scientific secretary*

Medvedev Alexander Alekseevich
*Federal government unitary company
Khrunichev space scientific and production
center, First deputy of general director*

Merkulov Michael Yurievich
JSC RSC Energia, Vice President

Perminov Anatoly Nikolaevich
*Stock company Russian Space Systems, Deputy
of general director,
International aeronautics academy, Vice Presi-
dent on science*

Romanova Irina Georgievna
JSC RSC Energia, Head of Press center

Rybalov Alexey Pavlovich
*Company Limited International agency of con-
vention support, Commercial director*

Soloviev Vladimir Alekseevich
*JSC RSC Energia, First deputy of general de-
signer*

Khodyrev Alexander Nikolaevich
Korolev Urban District, Head

Uvarov Valentin Borisovich
JSC URSC, Department of Crewed Space complexes, Head

Shevchenko Alexander Anatolievich
JSC RSC Energia, Head of division

THE PROGRAM COMMITTEE

CHAIRMAN

Perminov Anatoly Nikolaevich

Stock company, Russian Space Systems, Deputy of general designer, International aeronautics academy, Vice President on science

MEMBERS

Alifanov Oleg Michailovich

Moscow aviation institute, Subdepartment of Space systems and rocket production, Head

Afonin Andrey Yurievich

Stock Company, Institute of Advanced Training, Mashpribor, General director

Barmin Igor Vladimirovich

*Federal Government Unitary Company, Operational center of ground space infrastructure, Deputy of general director
Tsiolkovsky Russian academy of cosmonautics, President*

Back-Impallomeni Elisabeth

University of Padua, Italy, Professor

Gerstenmaier William

NASA, Human operations and exploration, Deputy administrator

Zeleny Lev Matveevich

Russian academy of science, Vice president, Institute of space researches, Director

Krikalev Sergey Konstantinovich

Executive director of the manned space program of Roscosmos State Corporation

Contant Jean-Michel

International academy of astronautics, General secretary

Kosmodemyansky Evgeny Vladimirovich

Stock company, Rocket and space center Progress, Deputy of general designer on science

Lazutkin Alexamder Ivanovich

Scientific and production company Zvezda, Deputy of general designer

Lonchakov Yuriy Valentinovich

Federal government financed institution, Gagarin cosmonaut training center, Head

Makarov Yuriy Nikolaevich

Federal space agency, Head of department

Moiseev Nikolay Fedorovich

Federal space agency, Scientific and technical board, Chairman

Orlov Oleg Igorevich

Federal government unitary company, Government scientific center of Russian Federation – Russian academy of science, Institute of medical and biological problems, director

Osmolovsky Vladimir Efimovich

Senior Vice - President of JSC "RSC" Energia"

Pischel Rene

ESA Moscow office, Head

Savinykh Victor Pavlovich

Moscow state university of geodesy and Cartography, President

Solntsev Vladimir Lvovich

JSC RSC Energia, President

Tiulin Andrey Evgenievich

Stock company, Russian space systems, General director

Crocker James

Lockheed Martin company

Prof. Genta, Giancarlo

Polytechnic University of Torino

Suchet Lionel

CNES

CONTENTS

SECTION 1: INTERNATIONAL COOPERATION IN HUMAN SPACE MISSIONS: CURRENT STATUS AND FUTURE GOALS	9
SECTION 2: SCIENTIFIC RESEARCH CARRIED OUT BY HUMANS IN SPACE. OBJECTIVES AND PROSPECTS	32
SECTION 3-A: A BIOMEDICAL PROBLEMS OF HUMAN SPACE MISSIONS. SPACE FLIGHT INFLUENCE ON HUMAN BODY	75
SECTION 3-B: CREW TRAINING.....	137
SECTION 4: APPLICATION OF AUTOMATIC AND ROBOTIC SYSTEMS IN HUMAN SPACE MISSIONS	170
SECTION 5: FUTURE HUMAN SPACE PROJECTS. SCIENTIFIC APPROACH AND CONCEPTS.....	209
SECTION 6: FUNCTIONS OF STATE AND BUSINESS IN SPACE EXPLORATION. ECONOMICS AND MANAGEMENT	239
SECTION 7: HUMAN RESOURCES. TRAINING. EDUCATIONAL PROGRAMS. POPULARIZATION OF HUMAN SPACE EXPLORATION.	262
SPONSOR INFORMATION.....	291

**SECTION 1:
INTERNATIONAL COOPERATION IN HUMAN
SPACE MISSIONS: CURRENT STATUS AND FU-
TURE GOALS**

ОПЫТ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В ОБЛАСТИ КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ

Т.Н. Агапцева, Г.И. Самарин, В.Н. Сычев, М.С. Белаковский

ГНЦ РФ – ИМБП РАН

ИМБП имеет большой опыт сотрудничества с зарубежными космическими агентствами и организациями по реализации научных программ на МКС и в наземных аналоговых комплексах, и этот опыт дает основание с уверенностью говорить о важности, и даже необходимости международного сотрудничества в таких проектах.

Крупномасштабные научные программы могут быть успешно реализованы только за счет интеграции потенциалов, которыми располагают участники международной кооперации, к которым можно отнести накопленные знания, практический опыт, технические возможности сторон и финансовую составляющую.

Одним из примеров успешного сотрудничества является эксперимент «МАРС-500» (2010 – 2011 г.г.), который показал, что объединение усилий многих участников позволяет расширить задачи эксперимента, обогатить его новыми методиками и аппаратурой, решить вопросы материально-технического обеспечения с минимальным бюджетом. В проекте принимали участие ученые из более, чем 10 стран. Участники интегрировали свои ресурсы (добровольцы, материалы и оборудование, финансы) и получили уникальные результаты, которые непросто было бы получить при реализации эксперимента одной страной.

Такой же многосторонний подход показал свою эффективность и в исследованиях на МКС. Многие эксперименты, предлагаемые сегодня зарубежными учеными, уже имеют аналоги в российской программе, что позволяет объединить научные интересы обеих сторон без существенных дополнительных инвестиций и провести новый эксперимент, дополнив его новыми задачами, оснастив новым высокотехнологичным научным оборудованием на борту и для наземной обработки данных, и т.д.

В качестве примеров успешной реализации совместных проектов можно привести такие эксперименты, как «Иммуно» (совместно с ЕКА), «Кардиовектор» (совместно с ДЛР), «Аквариум-AQH» (совместно с JAXA).

Общие усилия многонациональной команды участников того или иного проекта в конечном счете будут направлены на обогащение теории и практики космической медицины и биологии новыми научными данными, которые сейчас находят и земное применение.

THE INTERNATIONAL DOCKING ADAPTER – ENABLING FUTURE JOINT MISSION CAPABILITIES

Aksamentov V.¹, Hoffman T.¹, Engle J.¹, Kelly S.², Pavlov V.³, Ryabko E.³

¹The Boeing Co., ²NASA, ³RSC Energia

The year 2016 will be a groundbreaking year in the history of the International Space Station (ISS) and also in the area of future space exploration. The first ever docking port compatible with the International Docking System Standard Interface Definition Document (IDSS IDD) will make its debut on the ISS. It is called the International Docking Adapter, or IDA. The IDA will be used by future vehicles docking to ISS, and it also brings with it the prospect of being able to expand on its capabilities such that it can support future space exploration missions.

Since 2009, engineers from ISS partnering nations including United States, Russia, Europe, Canada, and Japan have been coordinating efforts in development of the standard set of parameters which define the IDA interface. Initially, implementations of the standard interface were intended to include on-orbit rescue missions and joint collaborative endeavors utilizing different spacecraft. Features in the design enable missions to ISS and with the potential for expansion to beyond Low Earth Orbit (LEO) and including deep space.

The interfaces enabling future endeavors are based on existing proven design technology but they also leave the door open for development of new capabilities which enhance performance during docking and mating. This paper highlights the key design features and interface parameters which allow for implementation of new equipment and designs. These are the key elements necessary in order to further the mission to explore beyond LEO and to reach destinations into deep space.

ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ПРИ СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ ВНУТРИ АСТЕРОИДОВ И МАЛЫХ СПУТНИКОВ ЮПИТЕРА И САТУРНА

С. В. Антоненко¹, С. И. Барцев², А. Г. Дегерменджи²

¹ ООО «ЭйЭсВи-Технологии», ² Институт биофизики СО РАН

Развитие современной технологической цивилизации угрожает существованию человечества на Земле экспоненциальным ростом населения, постепенным истощением ресурсов и растущим загрязнением окружающей среды. Также не стоит забывать и вероятность глобальных природных катаклизмов: падение крупного астероида, супервспышка на Солнце, извержение траппа, взрыв Йеллоустонской кальдеры и пр.

Кардинальным решением проблем выживания могло бы стать освоение в Солнечной системе территорий с параметрами жизненного пространства, пригодными для размещения значительной части населения Земли. Такие территории должны иметь транспортную доступность, обладать запасами полезных ископаемых для промышленного производства и источниками дешевой энергии. При этом не просто должна быть в принципе осуществимой конечная цель – необходимо, чтобы и путь к ней был неразрывен, мог начаться уже сейчас на базе достижений современной цивилизации и поэтапно продолжаться по мере совершенствования ее научно-технического потенциала.

В качестве такого пути в докладе предложено создание космических поселений с близкими к земным искусственными средами обитания - сначала внутри астероидов, сближающихся с Землей, затем внутри астероидов из состава Главного пояса астероидов и, наконец, внутри малых спутников в системах Юпитера и Сатурна. Анализ известных особенностей перечисленных природных объектов позволяет сформировать комплекс критичных технологий, используемых для создания внутри них поселений. Международный проект, объединяющий все эти технологии, не только приблизит человечество к фундаментальной цели освоения космоса, но и окажет огромное положительное влияние на экономику, социальную сферу стран-участниц проекта и в целом на мировое сообщество.

Россия может стать инициатором реализации предложенного проекта, поскольку имеет практический опыт использования и значительный потенциал развития многих космических компонентов проекта: средств выведения, транспортных кораблей, долговременных обитаемых станций, автоматических межпланетных аппаратов, компактных ядерных источников электроэнергии и др. Кроме того, Россия является лидером в области технологии создания замкнутых экологических систем, которые могут стать основой для биосферы космического поселения.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ПИЛОТИРУЕМОГО ОСВОЕНИЯ КОСМОСА

А.Е. Дадашян, Д.В. Коробушин, А.Г. Мордвинцев, С.Ф. Генин

ФГУП ЦНИИмаш

Одним из основных проектов, осуществляемых в настоящее время Госкорпорацией «Роскосмос» в рамках международного сотрудничества, является дооснащение и эксплуатация Международной космической станции (МКС), в котором принимает участие 14 государств. Реализация этого проекта способствует укреплению и расширению международного сотрудничества в области освоения космического пространства посредством установления долгосрочных отношений между странами - партнерами в проведении исследований на МКС, представляющих взаимный интерес для всех участников, и использовании космического пространства в мирных целях.

Являясь уникальной орбитальной лабораторией, МКС предоставляет беспрецедентные возможности для проведения в условиях микрогравитации длительных научных исследований и экспериментов, технологических разработок, реализации общеобразовательных и гуманитарных проектов, что способствует:

- созданию на борту станции высокотехнологичных продуктов со свойствами, недостижимыми в земных условиях;
- использованию полученных в космосе результатов для принципиального совершенствования технологий наземного производства таких продуктов;
- предоставлению широкого спектра платных услуг для удовлетворения потребностей представителей различных областей бизнеса и общества в целом;
- повышению интереса мировой научной общественности и коммерческих заказчиков к использованию станции.

В настоящее время в рамках международного сотрудничества Россия предоставляет участникам программы МКС традиционные транспортно-технические услуги и ресурсы российского сегмента, а именно:

- использование на компенсационной основе российских кораблей «Союз» для ротации членов экипажа стран-партнеров по МКС;
- предоставление услуг с использованием российского корабля «Прогресс» по транспортно-техническому обеспечению МКС;
- использование ресурсов российского сегмента МКС для осуществления научно-прикладных исследований заинтересованных стран;
- использование ресурсов российского сегмента МКС для осуществления опытного производства в условиях космической среды уникальных материалов, необходимых различным отраслям народного хозяйства и медицине.

Конкурентоспособный научно-технический задел России в области пилотируемых полетов и российский опыт длительного пребывания человека в космическом пространстве при эксплуатации модулей космических станций позволяет сформулировать общие рекомендации для расширения международного сотрудничества при осуществлении пилотируемого освоения космоса:

- участие в создании международной интегрированной многофункциональной космической системы для осуществления пилотируемых полетов в дальний космос, в т.ч. к Марсу;
- создание в будущем с учетом опыта эксплуатации МКС, постоянно обитаемой орбитальной околоземной научно-технологической станции (возможно высокоширотной) после прекращения эксплуатации МКС;
- использование российского корабля нового поколения при осуществлении перспективных программ;
- совместная разработка бортовых ядерных энергоустановок пилотируемых кораблей для межпланетных полетов;
- создание объединенных комплексов контроля, управления и связи, объединяющих функциональные национальные средства при осуществлении межпланетных полетов.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ.

А.Г. Деречин, Н.В. Максимовский

ОАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва»

Космическая деятельность, особенно в области пилотируемых комплексов, в силу своей специфики имеет глобальный характер и большое международное значение.

Сотрудничество стран в изучении космоса началось еще в октябре 1957 года, сразу после запуска первого искусственного спутника Земли.

В апреле 1967 года была принята Программа совместных работ в области исследования и использования космического пространства в мирных целях, положившая начало практической реализации программы «Интеркосмос».

В июле 1975 года произошла историческая стыковка кораблей «Союз» и «Аполлон».

На орбитальных станциях «Салют» и «Мир» было выполнено множество международных проектов, в том числе полёты зарубежных космонавтов и астронавтов, проведение совместных космических экспериментов, первые коммерческие проекты.

Конечно, самым масштабным международным проектом стала программа Международной космической станции (МКС). В ней участвуют 16 стран, а пользователями станции являются организации более 95 стран мира.

В настоящее время космические агентства и головные предприятия стран-партнеров по программе МКС интенсивно обсуждают контуры будущих международных программ за пределами низко околоземной орбиты (Луна, Марс, астероиды). В этих программах будет максимально использоваться опыт программы МКС, но необходимо значительно углубить и расширить рамки сотрудничества.

Необходимо создать общие стандарты и унифицированные интерфейсы. Применяющийся на МКС «сегментный» подход будет использоваться внутри модулей на уровне подсистем. Перспективные системы, такие как система обеспечения жизнедеятельности, система управления и другие, планируется разработать совместно.

Совершенно новое значение придаётся международно-правовым вопросам, таким как жесткость и «безотзывность» обязательств, права на собственность на других планетах и другие.

В докладе рассматриваются различные аспекты международной деятельности по перспективным космическим проектам в области пилотируемой космонавтики.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ РН СЕМЕЙСТВА «СОЮЗ» В ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПИЛОТИРУЕМЫХ ПРОГРАММ

Космодемьянский Е.В.

АО «РКЦ «Прогресс»

За время существования Центра создано 9 модернизаций ракеты среднего класса Р-7, открывшей космическую эру кораблем «Восток».

Ракеты-носители «Восток», «Восход», «Союз», «Союз-ФГ» обеспечили выполнение отечественной пилотируемой программы.

Ракета-носитель «Союз-ФГ» является очередным этапом развития РН семейства «Союз». Модернизация заключается в использовании на центральном блоке и боковых блоках двигателей с улучшенными энергетическими характеристиками. Модернизированная РН «Союз-ФГ» позволяет повысить энергетические возможности и увеличить количество членов экипажа до 3 человек на ТПК «Союз-ТМА». Первый пуск РН «Союз-ФГ» в рамках летных испытаний проведен в 2001 году. На апрель 2016 произведено 55 пусков РН данного типа. Подтвержденный показатель эксплуатационной надежности ракеты-носителя «Союз-ФГ» – 0,985.

РН «Союз-ФГ» является основным средством выведения пилотируемых транспортных кораблей типа «Союз» для обеспечения функционирования международной космической станции.

В настоящее время ведутся работы по адаптации РН «Союз-ФГ» к запускам модернизированного ТПК «Союз МС», созданного на базе ТПК «Союз ТМА» на современной элементной базе с расширенными функциональными возможностями. Эксплуатация РН «Союз-ФГ» предусмотрена до 2020 г., к которому планируется перевод пусков по пилотируемой программе на РН «Союз-2» этапа 1а.

РН «Союз-2» была создана с целью повышения грузоподъемности, точности выведения на орбиту, гибкости управления, перехода на комплектующие изделия отечественного изготовления. На ракете впервые применена СУ с БЦВМ в качестве центрального звена, новая СИ, а также модернизированная ДУ на III ступени.

В настоящее время РН «Союз-2» (этапов 1а и 1б) успешно прошли летные испытания и проводятся работы по сдаче в серийное производство. На май 2016 года на РН «Союз-2» было осуществлено 58 пусков (из них 28 на РН «Союз-2» этапа 1а и 30 на РН «Союз-2» этапа 1б) из них четыре пуска грузовых кораблей «Прогресс-М» и «Прогресс-МС». В дальнейшем планируется перевод пилотируемых пусков на РН «Союз-2» этапа 1а.

ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА «РЫВОК» ДЛЯ ПОЛЕТОВ К МЕЖДУНАРОДНОЙ ОКОЛОЛУННОЙ ПЛАТФОРМЕ

Макушенко Ю.Н., Муртазин Р.Ф., Ковалев И.И., Мурашко А.В.

РКК «Энергия» им. С.П. Королева

Основываясь на положительном опыте многолетнего сотрудничества по программе международной космической станции (МКС), партнеры по МКС приняли решение совместно разработать поэтапную программу пилотируемых полетов за пределы низкой околоземной орбиты. В настоящее время сделан вывод, что на раннем этапе создание у Луны международной посещаемой платформы (МПП) поможет накопить опыт работы человека в условиях дальнего космоса и решать многие задачи национальных программ. Созданная по решению Глав агентств стран-партнеров по МКС международная рабочая группа разрабатывает облик МПП и сценарий её развертывания. Доставка экипажей на МПП планируется с помощью кораблей, стартующих с Земли на сверхтяжелых ракетах-носителях (РН). Основная роль при этом на начальном этапе отводится транспортной системе (ТС), основанной на американском пилотируемом космическом корабле (КК) «Орион» и сверхтяжелой РН SLS.

Альтернативным средством доставки экипажа на МПК может стать ТС «Рывок», возможность создания которой рассматривается в настоящее время. ТС «Рывок» включает вновь разрабатываемый многоразовый пилотируемый корабль (МПК), базирующийся на низкоорбитальной пилотируемой космической станции, например, МКС, а также на уже существующих отечественных космических средствах.

Поскольку пилотируемый корабль постоянно базируется на орбитальной станции, его масса может быть значительно уменьшена за счет исключения из конструкции средств системы посадки. Для возвращения МПК после лунной миссии на орбитальную станцию используется аэроторможение, заключающееся в повторных погружениях при входе в атмосферу Земли для торможения со второй космической скорости до орбитальной скорости МКС. Этот метод позволяет сэкономить топливо и дополнительно снизить массу корабля.

Как показывают расчеты, ТС «Рывок» в составе РН «Ангара-5», модернизированного разгонного блока типа ДМ, а также МПК массой до 7 тонн (не включая массу топлива), позволит обеспечить регулярные перелеты 4 членов экипажа с МКС на международную посещаемую платформу. При этом доставка экипажей на МКС и возвращение на Землю выполняется по штатной схеме на КК типа «Союз» или с использованием ТС партнеров. Использование сверхтяжелых РН для полетов к Луне в ТС «Рывок» не требуется.

В докладе представлен сценарий использования ТС «Рывок» для полёта к МПП, а также результаты сравнения эффективности использования этой системы по сравнению с традиционной.

Обеспечивая полеты международных экипажей к международной окололунной платформе с международной околоземной космической станции, ТС «Рывок» станет важным инструментом нового этапа сотрудничества стран-партнеров.

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ ЗА ПРЕДЕЛЫ НИЗКОЙ ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЫ – НОВЫЙ ЭТАП МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА В КОСМОСЕ

Макушенко Ю.Н.

РКК «Энергия» им. С.П. Королева

Успешное сотрудничество стран-партнеров по программе международной космической станции (МКС) показало неоспоримое преимущество совместного продвижения за пределы низкой околоземной орбиты, несмотря на разные приоритеты национальных программ.

Поставив перед собой основной долгосрочной целью полет на поверхность Марса, партнеры по МКС пришли к заключению об эффективности поэтапного подхода к решению задач в дальнем космосе на базе опыта и заделов по МКС. Полеты на раннем этапе в окололунное пространство, создание окололунной международной посещаемой платформы помогут накопить опыт и создать инфраструктуру для решения национальных задач. Созданной по решению Глав агентств стран-партнеров по МКС осенью 2014 года международной рабочей группе было поручено исследовать возможность создания окололунной инфраструктуры, определить ее облик и разработать сценарий миссий.

В настоящее время партнерами определены основные фазы программы, цели и задачи каждой фазы и программы в целом. Выбран сценарий развертывания окололунной станции, использующий малые (до 10 тонн) модули, выводимые на PH SLS совместно с кораблем Orion. Разрабатывается концептуальный проект окололунной станции, который включает облик модулей, их основные параметры. Сделан вывод о принципиальной реализуемости проекта. Планируется определить роли и ответственность партнеров в интегрированной инфраструктуре и в программе в целом.

В докладе рассматриваются преимущества участия в международной программе, а также примеры возможного использования международной инфраструктуры для решения задач российской национальной программы.

CONCEPTS FOR JOINT INTERNATIONAL EXPLORATION MODULES

Anastasia Murashko¹, Matthew Duggan², Andrey Lobykin¹

¹ S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia, Russia, ² The Boeing Company, Houston, TX

Space agencies and companies around the world are examining concepts for human exploration of lunar space and beyond. International collaboration, as demonstrated so well by the ISS program, will be important to the success of these future exploration missions through cost sharing and leveraging the strengths of various partners. RSC Energia & Boeing believe that it is technically feasible to design and build a joint habitat using existing and developing technologies and processes. In this paper, we will describe our current concept for an joint early exploration mission architecture which emphasizes international elements and systems extensibility for future missions.

Starting with an early habitation module that extends mission durations in lunar space, additional elements and systems are added over time to increase vehicle functionality. This platform could provide opportunities for deep space systems maturing, including those for deep space habitation and crew support, science and human performance evaluation. A cislunar platform provides better conditions for many kinds of scientific experiments, for example, microgravity research, during uncrewed periods, due to the absence of crew and Earth-related disturbance torques. This concept provides the flexibility to accomplish near term objectives, such as lunar surface interactions and asteroid exploitation while steadily developing deep space capability. The concept provides the possibility of small modules built by each company and a larger module that is jointly built. We will describe a set of vehicle concepts within a proposed mission sequence, discuss required capabilities and key features and examine the importance of common standards in cooperative human space exploration.

КОМПЕНСАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ВНЕШНЕ-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ В ОБЛАСТИ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА (НА ПРИМЕРЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)

Е.В. Парфенова

ОАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва»

Ракетно-космическая промышленность Российской Федерации – наиболее высокотехнологичная и наукоемкая отрасль, одна из передовых, стабильно и динамично развивающихся [1]. Однако в условиях политической нестабильности и ограничений со стороны развитых государств сотрудничество в ракетно-космической отрасли для России находится под угрозой. В результате санкций со стороны США и ЕС, а также Канады, за 2014 год экспорт в эти страны сократился на 30%, импорт на 13% [2]. Однако официальной информации относительно прекращения сотрудничества нет.

Главные проблемы на сегодняшний момент – это ограничения на экспорт ракетных двигателей РФ, что снижает эффективность экономики Канады и ставит под угрозу срыва 50 запусков РФ совместно с Францией, а также запрет на ввоз бортовой техники из США в Россию, что делает невозможным завершить производство космических кораблей и спутников [3].

Поэтому в данной ситуации возникает потребность на первоначальном этапе в поиске каналов поставок комплектующих и потребность в кардинальных изменениях рынков сбыта. Такие действия становятся адекватной мерой минимизации политических рисков, заключающихся в международных санкциях, путем переориентации и диверсификации контрагентов.

Альтернативные варианты развития событий в кратко- и долгосрочной перспективе целесообразно рассмотреть, оценивая и соотнося между собой три компенсационных экономических эффекта: вытеснения, замещения и объема, позволяющих оценить масштабы приобретенных и потерянных возможностей для данной отрасли. Назначение описанных эффектов не столько диагностировать сложившуюся ситуацию на сегодняшний момент, сколько на их основе разработать своеобразную «дорожную карту» антикризисной программы для ракетно-космической отрасли.

1. Данные с официального сайта Федеральной таможенной службы Российской Федерации // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://customs.ru/> (дата обращения: 01.06.2015)

2. Данные с официального сайта Европейского космического агентства // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.esa.int/> (дата обращения: 15.03.2015)

3. Федеральная космическая программа РФ до 2020 года, утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 22 октября 2005 года №635 // Электронный ресурс. Режим доступа: <http://base.consultant.ru/> (дата обращения: 04.06.2015)

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМФОРТНЫХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ ЭКИПАЖА НА СЛУЖЕБНОМ МОДУЛЕ «ЗВЕЗДА» МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ.

А.И.Спирин, И.А.Ушаков, Д.Н.Рулев, М.А.Скуратова

ОАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва»

Служебный модуль (СМ) «Звезда» Международной космической станции (МКС) является основным местом работы и проживания российских членов экипажа МКС. В нем также размещается значительная часть научной аппаратуры (НА), служебных бортовых систем и средств жизнеобеспечения Российского сегмента МКС. Бортовые системы и НА при работе, а также космонавты во время нахождения на станции выделяют тепловую энергию, которая должна удаляться в окружающее космическое пространство системой обеспечения теплового режима (СОТР) для поддержания в жилых отсеках и каютах экипажа комфортных температурных условий.

Тепловой баланс СМ «Звезда» достигается за счет достижения равновесия между приводящей тепловой энергией (сумма внутреннего тепловыделения бортовой аппаратуры, тепловыделения экипажа и теплопритока от Солнца) и исходящей тепловой энергией (сумма излучаемой тепловой энергии через радиационные теплообменники (РТО) СОТР и через неосвещенные Солнцем участки корпуса). Наиболее критичными, с точки зрения теплового баланса, являются периоды «солнечной орбиты», когда в течение 3-7 суток Солнце непрерывно освещает МКС.

В докладе приведены основные результаты анализа теплового режима в жилых отсеках СМ «Звезда» в периоды «солнечных орбит» за 15 лет полета и предложены пути обеспечения комфортных температурных условий для экипажа при последующей эксплуатации МКС.

С целью поддержания необходимого теплового режима в периоды «солнечных орбит» на основе специально выработанных эксплуатационных критериев (эффективность работы РТО и величина внутреннего тепловыделения) предложено регламентировать режимы работы бортовой аппаратуры и обеспечивать сброс максимально-возможного объема тепла из СМ «Звезда» изменяя режимы работы составных частей СОТР. Учитывая пространственную конфигурацию и ориентацию МКС, а также относительно большие размеры солнечных батарей американского сегмента (АС), предложено в периоды «солнечных орбит» затенять РТО СОТР СМ «Звезда» от Солнца солнечными батареями АС МКС, задавая соответствующий режим работы их приводов.

**WORKING TOGETHER ACROSS AN ORGANIZATIONAL DIVIDE:
AN ANALYSIS OF COOPERATION IN ISS OPERATIONS**

William Bianco¹, Eric Schmidt¹, Robert Landis²

¹ Dept of Political Science of Indiana University, ²NASA

The International Space Station is often described as an exemplar of effective international cooperation, confirming that self-interested agents can secure mutually beneficial outcomes despite disagreement and organizational constraints. Our research uses data on crew activities, interactions between flight controllers, and interviews with NASA and Roscosmos managers to characterize the details of the relationship between the international partners. The analysis shows that ISS day-to-day operations take the form of truncated cooperation, where working together involves maintaining a significant degree of separation between the two programs, acting in concert only when it is absolutely necessary. We draw on the ISS experience to offer some insights into how future joint space exploration efforts can be designed to minimize conflict between international partners.

CURRENT STATUS AND FUTURE DEVELOPMENT OF MAINTAINABILITY AND SUPPORTABILITY WITH MANNED SPACECRAFT

Zhang Dapeng, Yang Hong

China Academy of Space Technology

The technology in maintainability and supportability is as one of key space technologies along with the development of manned spacecraft. Such as in China, with the manufacture of China Space Station recently, maintenance technology has been rapidly progressed, and the maintainability design, maintenance strategy, and verification with test or simulation are formed. With human space exploration will be extended to the deep space, the maintainability and supportability of manned spacecraft in deep space should be research, and the relevant research topic had been applied to IAA with the national experts. How to analyze and implement the maintenance of manned spacecraft in deep space will be resolved in the research. This paper settles the problems need to be solved with the maintainability and supportability of manned spacecraft in deep space, sums up the research purpose and methods, and briefly introduces the technology approaches in analysis and implementation of the maintainability and supportability. At the end, the expected results of the research are discussed.

CONCEPT OF CREW-TENDED PLATFORM IN CIS-LUNAR SPACE: INITIAL CONFIGURATION

*Joshua B. Hopkins¹, Todd Chapman¹, Nikolay Bryukhanov², Alexey Bideev²,
Rushan Beglov², Alexander Vorobiev²*

¹ Lockheed Martin Space Systems Company, United States, ² S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia, Russia

Deep space exploration as a next step of human space activities is widely discussed on international, governmental and industry levels, such as by the International Space Exploration Coordination Group (ISECG). An outpost, or crew-tended platform, in cis-lunar space is considered to be the first step towards deep space exploration. Lockheed Martin and RSC Energia have together studied several concepts of such a platform; one of them is presented in this paper. This concept is based on the systems and elements planned to be available in the early 2020s and assumes utilization of Orion/SLS space transportation capability and relatively small pressurized modules developed on the basis of ISS heritage for the initial phase. These small modules would be launched co-manifested with Orion spacecraft on the SLS Block 1B launch vehicle. The modular platform configuration provides gradually improving habitability and resources to initially perform 30-60 days stays in the lunar neighborhood and later increasing to missions of 300-400 days or longer to test out capabilities needed for Mars missions.

HOW FUTURE OF HUMAN SPACE EXPLORATION IS DEPENDENT ON THE HISTORY OF SPACE

Jossec Julie Patarin

Centre Emile Durkheim

“Why do nations undertake spaceflights, and why should they?” It is a question equally important for understanding the history of spaceflights and for divining its future. And it is a question that history is in a unique position to illuminate.” [1] Indeed, one can really understand present decisions studying past one, and how repetition in history can influence plans to come in the future. Political science calls this historical relativeness the institutional “path dependence” [2], meaning that a political decision by a government is dependent on its past orientations.

The same phenomenon can be observed in programs of space agencies: indeed, governments involved on the international space stage have different institutional, technical and scientific background concerning how to build and drive a space program. Since current space operations implicate an international coordination, managing these programs (such as the International Space Station) is a matter of transferring, translating and trading skills between space powers involved in the partnership. Despite of it, governmental decisions also lay on cultural background and advanced reflections about space engineering and astronautics. That is precisely why Russia remains one of the most powerful space power upon the international stage, from the cognitive breakthroughs of Konstantin Tsiolkovsky to the construction of the Vos-tochny space port.

This paper proposes to give a look backward in the sociopolitical history of manned space achievements since the epic flight of Yuri Gagarin, in order to better look to future possibilities of human space exploration, being aware of this “historical dependence” on the past of future manned space programs. This reflexivity is important especially today, as human space exploration is at a turning point where long-duration spaceflights are at agencies’ fingertips. Most of all, this is important especially today, as words of the President Vladimir Putin during its Speech at the Meeting of Russia’s Security Council on the Federal Space Policy in 2001 are even truer in 2016: “(...) it would be no exaggeration to say that today space exploration ensures global stability.”

1. Dick Steven J. and Launius Roger D. (eds.) Critical issues in the history of spaceflights, Washington, NASA Office of External Relations, History Division, 2006.
2. Pierson Paul, “Increasing returns, path dependence and the study of politics”, American Political Science Review, Vol. 94, No. 2, p. 251-267, 2000.

CHINA MANNED SPACE PROGRAMME ACHIEVEMENT AND FUTURE DEVELOPMENT

Mr. Liwei Yang

China Manned Space Agency

China has been conducting its national human space programme since 1993 following three-step-strategy. Up to now, eleven space flight missions have been accomplished, sending ten Chinese astronauts into space and returning them safely. China is establishing its Space Station scheduled to be put into full utilization in around 2022. The programme has set up international cooperation areas and basic principles to promote cooperation with rest of the world on utilizing China's Space Station to benefit all mankind. As one of the main areas, the planned experiments facilities for cooperation onboard the Station will be introduced. In particular, the international cooperation with Russia Space Agency, European Space Agency and the United Nations Office for Outer Space Affairs will be presented.

JAPANESE SPACE EXPLORATION STATUS AND FUTURE SCENARIO

Masuda Koichi

Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA)

In Japan, intensive discussion had been made for the strategy and scenario for future space exploration at ISS & Space Exploration subcommittee under the MEXT until June 2015, and then the subcommittee published the 2nd report. In the report, step-by-step approach from the ISS to the Moon and Mars was set as the key strategy for implementing space exploration. As for the ISS, it was recommended to continue to participate in the ISS until 2024, and utilize it for demonstration of new technologies. Key technologies to be researched and developed for future space exploration were also clarified. Those are Landing and exploration technology on gravity planets, Deep space resupply technology, Habitation technologies in deep space such as environment control and life support, Radiation protection, Health management.

On the other hand, we have been conducting several robotic missions which demonstrate technologies and survey data for future exploration. Those robotic missions include Kaguya, Hayabusa, Hayabusa-2, and Akatsuki. Also, we have been participating in the International Space Station (ISS) program by providing Japanese Experiment Module (KIBO), H-II Transfer Vehicle as the Logistic Vehicle (KOUNOTORI), and Japanese Astronauts. Through the ISS program, human space habitation technologies and human rated RVD technologies were obtained and accumulated. Also, technologies for future space exploration will be demonstrated on the ISS.

Based on the report and achievements so far, JAXA is conducting the internal technical studies for the comprehensive scenario and plan for the space exploration considering developing and fostering the key technologies identified. The comprehensive scenario and plan for the space exploration includes objectives, goals for science and human activity expansion, comprehensive architecture, high level system requirements, system concepts, roadmap for science and technologies, and proposed missions. The study will be iterated by being reviewed within JAXA and being consulted with stakeholders, and considering the international coordination on the space exploration.

WATER ICE DEPOSITS ON THE SURFACE OF THE MOON ACCORDING TO THE SPACE PROBES.

S.G. Pugacheva, E.A. Feoktistova, V.V. Shevchenko

Sternberg Astronomical Institute Moscow University

During long time of the Moon investigation, the conviction that there can be no volatile matters, and certainly no water on the dry lifeless Moon, prevailed in the scientific world. The environmental conditions of the Moon, such as weak gravity and absence of the atmosphere, inevitably lead to evaporation and diffusion of the volatile matters. First implicit data on the deposits of frozen volatile matters were found by the American Clementine spacecraft in the southern polar of the Moon. Reanalysis of the ranges of chemical content in the samples of lunar soil, delivered to the Earth by the Apollo space missions and Luna-24 space station, also shows weak line of hydrogen. Although the lunar samples were delivered from the areas located close to the Moon equator, where the surface temperature reaches 400°K. The new sensational data concerning the presence of hydrogen in the soil of the Moon were received by the American lunar probes and confirmed by the space missions of the Lunar Prospector and LRO spacecrafts, Indian Chandrayaan-1 lunar probe, and Japanese Kaguya lunar probe. Investigations of the Chandrayaan-1 orbital space vehicles and American Deep Impact vehicle found the spectral signs of water on the Moon. The task to search for water in the polar caps was successfully solved by means of the space scientific apparatus – Russia neutron spectrometer installed at the American space vehicle Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO). Neutron spectroscopy method for the assessment of water presence in the near-surface layer of the polar caps of the Moon was applied in the space research practice for the first time in this experiment. The lunar neutron detector aboard LRO orbiter evaluated the neutron flux from the particular areas of its surface. Neutron penetration strength depends on the soil composition and hydrogen presence in the composition of the soil material – even a slight share of hydrogen in the soil's fractions of 100ppm leads to significant changes of the neutron nuclear emission. The calculations show that addition of 0.1% hydrogen weight fraction to the matter of the near-surface layer of the planet will be enough to reduce the epithermal neutron flux twice, and increase the thermal neutron flux 10 times. The epithermal neutron flux attenuation from the surface area of the planet is an evidence of hydrogen availability in the soil. Availability of 3-5 weight fraction of hydrogen in the soil is equal to the content of water in the soil of 30-50 weight fraction. The neutron flux fluctuation in the areas makes ~20%. The areal variability on the Moon appears as a result of the distinction in the soil rock forming element content and slight changes in the hydrogen concentration (50-100 ppm).

STATUS REPORT ON HUMAN SPACEFLIGHT AND MICROGRAVITY RESEARCH IN THE CZECH REPUBLIC

Michal Vaclavik

*Czech Space Office, Human Spaceflight, Microgravity and Exploration Department,
Czech Republic*

Research in the microgravity conditions and human spaceflight related research in the Czech Republic have been reborn recent years. More than 30 experiments have been accomplished from mid seventies, with the significant decrement in the nineties. Czech scientists are the most experienced in research of the human factors and physiology, astrobiology, radiation dosimetry, fundamental physics and crystallization.

The biggest Czech contribution to microgravity research is the dedicated optical link for synchronization of a pair of extremely precise atomic clock on board the International Space Station (ISS) with stations on the ground. This experiment called European Laser Timing is part of the Atomic Clock Ensemble in Space instrument setup, which will be launched and attached to the ESA's Columbus laboratory in 2017. Instruments will allow clock comparisons, time transfer and ranging experiments in the optical domain. Several dosimetry experiments were done during past years on ISS. One of the latest one, which included a three-dimensional survey of the radiation environment in all segments of the station, started in 2012. Czech experts prepared sets of passive dosimeters attached to the side walls of Columbus laboratory module. Onboard the Orion spacecraft / Exploration Flight Test 1 (EFT-1) was located an active detector measured and recorded real values of space radiation penetrated inside the spacecraft. The Mars-500 mission simulation conducted by Russia, ESA and China, includes three Czech research experiments that are to explore the dynamics of relationships in a small group of people, changes in perception and memory related to long-term isolation and to examine the source of human endurance in critical situations.

Others physiological, biological, medical, material and sociological experiments in microgravity conditions will be implemented after 2016 using ISS, small satellites and ground based facilities. A unique underwater experimental facility for scientists and a base for training astronauts is being finished. It will enable a wide range of research studies and experiments in controlled conditions. Also a new facility for microgravity and hypergravity education and research will be finished next years.

International cooperation is particularly important for small countries. The Czech Republic cooperates especially with ESA member states, Russian Federation, United States of America, Japan and commercial providers.

INTERNATIONAL COOPERATION IN HUMAN SPACE MISSIONS: THE HERITAGE OF ITALIAN SCIENTIFIC EXPERIMENTS ON ISS

Simona Di Ciaccio, Fabrizio Perrelli, Maria Cristina Falvella

Italian Space Agency (ASI)

By virtue of international cooperation, Italy is among the main countries in the construction and utilization of the ISS. In fact, Italy benefits from a double level of access to the ISS: through ESA for the realization of the Columbus Orbital facility (COF) program and for the utilization Programme for Life and Physical Sciences in Space, and through a bilateral protocol with NASA (1997). According to it, in exchange for three Multi-Purpose Logistic Modules (Leonardo, Raffaello e Donatello) to NASA, ASI acquired rights for the utilization of the resources of the ISS and for at least six shuttle flights. Today more than 40% of the habitable volume of ISS is Italian manufacture.

Since 2001 the Italian Space Agency has selected and supported 121 experiments and 202 researchers, mainly in the fields of human physiology and Biology and Biotechnology, but also in Physical Science and Technology development and demonstration. Seven Italian astronauts in ten space missions have spent 627 days in space, of which 587 after 2001. A recent study analyses the effects of this heritage in three main fields: the communication and dissemination of the culture of space (through web, social media and educational programs), scientific progress and the industrial involvement.