

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

С.К. Крикалёв

РЕДАКЦИОННАЯ  
КОЛЛЕГИЯ

Б.И. Крючков –  
заместитель  
главного редактора,

А.В. Кальмин –  
ответственный секретарь,

Ю.М. Батурич,

М.Н. Бурдаев,

Л.К. Васильева,

С.П. Власенков,

Н.В. Волкова,

О.С. Гордиенко,

П.П. Долгов,

В.М. Жуков,

С.А. Жуков,

О.В. Котов,

Г.Д. Орешкин,

В.И. Почуев,

В.Н. Саев,

И.Г. Сохин,

М.В. Сураев,

М.М. Харламов,

В.М. Усов,

В.И. Ярополов.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС ..... 5

Основные итоги подготовки и деятельности экипажа МКС-30/31 при выполнении программы космического полета.  
*О.Д. Кононенко* ..... 5

### ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ В КОСМОС ..... 16

Развитие модельного ряда компьютерных специализированных тренажеров транспортных пилотируемых кораблей.  
*Ю.А. Виноградов, И.Н. Основенко, А.А. Пискунов* ..... 16

Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов (*окончание*). *В.А. Соловьёв, В.Е. Любинский, Е.И. Жук* ..... 25

Алгоритмическое и программное обеспечение системы имитационного моделирования на основе И-сетей.  
*Е.В. Полунина, В.Н. Саев* ..... 34

Антропоцентрический подход в организации совместной деятельности космонавтов ПКК и робота-помощника андроида типа.  
*Б.И. Крючков, В.М. Усов* ..... 42

Космический эксперимент «СВС».  
*О.К. Камынина, А.Е. Сычев, С.Г. Вадченко* ..... 58

Соотношение индекса массы тела космонавтов и уровней их профессионально значимых физических качеств. *О.В. Котов, В.Г. Назин* ..... 78

Современное состояние социально-политической поддержки перспективных проектов освоения космического пространства в России. <i>М.В. Серов</i> .....	88
Вопросы развития личности космонавта-профессионала. <i>Р.Б. Богдашевский, И.Б. Соловьёва</i> .....	100
ДИСКУССИИ.....	113
О расселении человечества вне Земли. <i>М.Н. Бурдаев</i> .....	113
НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ .....	115
Первому советско-французскому космическому полету – 30 лет.....	115
К 80-летию со дня основания МАТИ .....	117
VII Международный аэрокосмический конгресс, посвященный 55-летию запуска первого искусственного спутника Земли .....	118
Международный молодежный форум «Опека Земли» .....	119
Четвертый Международный специализированный симпозиум «Космос и глобальная безопасность человечества» .....	120
Сорок седьмые научные чтения, посвященные памяти К.Э. Циолковского .....	122
VIII Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, технике и образовании» .....	123
14 ежегодная Международная научно-практическая конференция летчиков-испытателей, космонавтов, инженеров и специалистов авиационно-космической промышленности государств – участников СНГ .....	125
ИСТОРИЯ. СОБЫТИЯ. ЛЮДИ .....	126
«Оставить на память людям ...» (посвящается памяти Б.Е. Чертока). <i>Ю.М. Батулин</i> .....	126
Информация для авторов и читателей .....	132

## CONTENTS

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS .....	5
The Main Results of the ISS-30/31 Crew Training and Activity When Performing the Mission Program. <i>O.D. Kononenko</i> .....	5
THEORY AND PRACTICE OF HUMAN SPACE FLIGHTS .....	16
Development of the Lineup of Special-Purpose Computer-Based Simulators of Manned Transport Spacecraft. <i>Yu.A. Vinogradov, I.N. Osnovenko, A.A. Piskunov</i> .....	16
Spacecraft Mission Control Systems' Current State and Development Prospects ( <i>the final part</i> ). <i>V.A. Solovyov, V.E. Lyubinskiy, Ye.I. Zhuk</i> .....	25
Algorithmic and Programming Support for the Simulation Modeling System on the Base of I-Nets. <i>E.V. Polunina, V.N. Sayev</i> .....	34
Anthropocentric Approach to the Organization of Joint Activity of Cosmonauts and an Android-Type Robotic Assistant Aboard a Manned Space Complex. <i>B.I. Kryuchkov, V.M. Usov</i> .....	42
Space Experiment "SHS". <i>O.K. Kamynina, A.E. Sychov, S.G. Vadchenko</i> .....	58
The Ratio of Body Mass Index and the Level of Professionally Significant Physical Qualities of Cosmonauts. <i>O.V. Kotov, V.G. Nazin</i> .....	78
The Current Status of Social-Political Support of the Promising Space Exploration Projects in Russia. <i>M.V. Serov</i> .....	88
Issues of the Development of a Professional Cosmonaut Personality. <i>R.B. Bogdashevsky, I.B. Solovyova</i> .....	100
DISCUSSIONS .....	113
About Space Colonization. <i>M.N. Burdayev</i> .....	113
SCIENTIFIC-INFORMATION SECTION .....	115
The First Soviet French Space Flight is 30 Years Old .....	115
On the 80 <sup>th</sup> Anniversary of the Founding of MATI .....	117
VII International Aerospace Congress Dedicated to the 55 <sup>th</sup> Anniversary of the Launch of the First Artificial Earth Satellite .....	118
International Youth Forum "Caring the Earth" .....	119
IV International Specialized Symposium "Space and Global Security of Mankind" .....	120
Forty-Seventh Scientific Conference, Dedicated to the Memory of K.E. Tsiolkovsky .....	122

VIII International Scientific and Technical Conference “Information Technologies in Science, Engineering and Education” .....	123
14 <sup>th</sup> Annual International Scientific Conference for Test Pilots, Astronauts, Engineers and Aerospace Industry of CIS Member States.....	125
HISTORY. EVENTS. PEOPLE.....	126
“Leave for People’s Memory ...” (Devoted to the Memory of B.E. Chertok). <i>Yu.M. Baturin</i> .....	126
Information for Authors and Readers.....	132

# ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

## RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

### ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ПОДГОТОВКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-30/31 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

О.Д. Кононенко

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт РФ О.Д. Кононенко  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Рассматриваются результаты деятельности экипажа МКС-30/31 на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз ТМА-03М» и Международной космической станции (МКС). Дается сравнительный анализ и оценивается вклад экипажа в общую программу космических полетов на МКС. Особое внимание уделяется проведению научно-прикладных исследований и экспериментов на борту станции. Даются замечания и предложения по совершенствованию российского сегмента (РС) Международной космической станции.

**Ключевые слова:** задачи подготовки экипажа, космический полет, Международная космическая станция, научно-прикладные исследования и эксперименты.

#### **The Main Results of the ISS-30/31 Crew Training and Activity When Performing the Mission Program. O.D. Kononenko**

The article considers the results of the ISS crew activity aboard the TV “Soyuz-30/31” and the ISS. The comparative analysis and estimation of the crew’s contribution into the common space flight program are given. The focus is on science-applied research and experiments, executed aboard the ISS. The comments and suggestions for development of the ISS RS are given as well.

**Key words:** crew training tasks, space flight, International space station, science-applied research and experiments.

### Состав экипажа и основные результаты полета

Основной экипаж длительных экспедиций МКС-30/31 в составе (рис. 1):

Кононенко Олег Дмитриевич	командир ТПК «Союз ТМА-03М» бортинженер экспедиции МКС-30 командир экспедиции МКС-31 (Роскосмос, Россия);
Кауперс Андрэ	бортинженер ТПК «Союз ТМА-03М» бортинженер МКС-30/31 (ЕКА, Нидерланды);
Петтит Дональд Рой	бортинженер-2 ТПК «Союз ТМА-03М» бортинженер МКС-30/31 (НАСА, США)

выполнил космический полет длительностью 192 суток с 21 декабря 2011 года по 1 июля 2012 года. Позывной на ТПК «Союз ТМА-03М» – «Антарес».



Рис. 1. Экипаж экспедиций МКС-30/31

### Опыт полетов членов экипажа

Все члены экипажа МКС-30/31 уже имели опыт космических полетов:

Кононенко О.Д. в отряде космонавтов Роскосмоса с 1996 года. До назначения в экипаж имел опыт одного космического полета длительностью 199 суток в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА» и бортинженера МКС-17 с 8 апреля по 24 октября 2008 года.

Андрэ Кауперс в отряде астронавтов Европейского космического агентства с 1999 года. До назначения в экипаж имел опыт одного космического полета длительностью 11 суток в качестве бортинженера-1 ТПК «Союз ТМА» 6-й экспедиции посещения МКС с 19 по 30 апреля 2004 года.

Дональд Петтит в отряде астронавтов НАСА с 1996 года. До назначения в экипаж имел опыт двух космических полетов суммарной длительностью 179 (163+16) суток в качестве астронавта-исследователя НАСА в составе экипажа МКС-6 с ноября 2002 года по май 2003 года и в составе экипажа шаттла STS-126 с 14 по 30 ноября 2008 года.

### Основные итоги полета

Старт транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА-03М» с экипажем на борту был произведен 21 декабря 2011 года,  $T_{КП} = 16:16:14$ ;  $T_{КО} = 16:25:03$  декретного московского времени (ДМВ) с космодрома Байконур (Казахстан). Параметры орбиты выведения: период  $T = 88,87$  мин, наклонение  $i = 51,65$  град., высота  $h \times H = 198,93$  км  $\times$  267,02 км.

В процессе космического полета экипажа МКС-30/31 выполнены следующие работы:

- доставка экипажа экспедиции МКС-30/31 на борт МКС, завершившаяся стыковкой 23 декабря 2011 года ТПК «Союз ТМА-03М» в автоматическом режиме с МКС к стыковочному узлу (-Y) модуля МИМ1 ( $T_{КАСЛНИЯ} = 18:19:19$  ДМВ);
- расстыковка транспортного грузового корабля (ТГК) «Прогресс М-13М» от СО1 выполнена 24 января 2012 года (время расстыковки – 01:09:35 ДМВ);
- стыковка ТГК «Прогресс М-14М» к СО1 осуществлена 28 января 2012 года ( $TМ.З. = 03:08:52$  ДМВ);

- стыковка европейского грузового корабля ATV3 с МКС к АО СМ произведена 29 марта 2012 года в 01:51 ДМВ;
- расстыковка ТК «Прогресс М-14М» от СО1 выполнена 19 апреля 2012 года (время расстыковки – 14:03:38 ДМВ);
- стыковка ТК «Прогресс М-15М» к СО1 осуществлена 22 апреля 2012 года (ТМ.З. = 17:39:32 ДМВ);
- стыковка ТПК «Союз ТМА-04М» к стыковочному узлу (+Y) модуля МИМ2 выполнена 17 мая 2012 года (ТМ.З. = 07:35:58 ДМВ);
- научные исследования и эксперименты в соответствии с программой научно-прикладных исследований и экспериментов (НПИиЭ);
- техническое обслуживание бортовых систем, дооснащение, ремонтно-восстановительные работы, проведение телевизионных репортажей, видео- и фотосъемок;
- сближение корабля SpaceX «Dragon» с МКС и зависание на расстоянии 30 метров, перемещение и установка корабля к модулю Node 2 АС МКС осуществлены 25 мая 2012 года (ТМ.З. = 20:10 ДМВ);
- расстыковка корабля SpaceX «Dragon» от МКС выполнена 31 мая 2012 года (время расстыковки – 11:07 ДМВ);
- возвращение экипажа экспедиций МКС-30 и МКС-31 на Землю, расстыковка ТПК «Союз ТМА-03М» от стыковочного узла МИМ1 и спуск выполнены 1 июля 2012 года (время расстыковки – 07:45:00 ДМВ, время посадки – 11:15:40 ДМВ).

### **Основные задачи подготовки экипажа к полету**

С января 2010 года по июнь 2011 года О. Кононенко, Д. Петтит и А. Кауперс проходили подготовку в качестве дублирующего экипажа МКС-28/29 ТПК «Союз ТМА-М». Подготовка основного экипажа МКС-30/31 (О. Кононенко, Д. Петтит, А. Кауперс) проходила с июня по декабрь 2011 года.

Программа подготовки была разработана с учетом задач полета, уровня подготовленности и функциональных обязанностей членов экипажа.

Основными задачами подготовки по МКС и ТПК «Союз ТМА-03М» являлись:

- теоретическая и практическая подготовки, направленные на приобретение членами экипажа знаний, необходимых для выполнения ими функциональных обязанностей в составах экипажей ТПК «Союз ТМА-М»;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при управлении бортовыми системами и агрегатами ТПК на всех этапах полета (в штатных и нештатных ситуациях);
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при выполнении сближения, причаливания, стыковки, перестыковки транспортного корабля «Союз ТМА-М» на все стыковочные узлы РС МКС;
- подготовка экипажа к совместной работе в полете с экипажем МКС-29/30 и МКС-31/32, к консервации и расконсервации ТПК;
- подготовка экипажа к операциям по обеспечению готовности ТПК к спуску в случае срочного покидания МКС;
- подготовка членов экипажа к эксплуатации бортовых систем РС МКС (модули ФГБ, СМ, СО1, МИМ1, МИМ2) в соответствии с распределением функциональных обязанностей, утвержденным комитетом МСОР (рис. 2);



Рис. 2. Подготовка экипажа МКС-30/31 на тренажере РС МКС

- подготовка членов экипажа по задачам технического обслуживания, ремонта и дооснащения систем в объеме их функциональных обязанностей;
- подготовка экипажа к выполнению телеоператорного режима управления (ТОРУ) ТК «Прогресс-М»;
- подготовка членов экипажа по мониторингу сближения и причаливания европейского грузового корабля ATV;
- отработка действий при выполнении разгрузочно-погрузочных работ на грузовых кораблях, укладке снаряжения и личных вещей, возвращаемых грузов на пилотируемые корабли, подготовка к замене индивидуальных ложементов и к изменению режима нагружения амортизаторов кресел;
- подготовка экипажа по задачам внекорабельной деятельности по программе ВКД-30;
- подготовка экипажа к выполнению программы научных экспериментов на российском сегменте МКС;
- подготовка членов экипажа к действиям в случае срочного покидания МКС при разгерметизации и пожаре;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при выполнении расстыковки ТПК с неориентированной и нестабилизированной МКС в соответствии с функциональными обязанностями;
- отработка действий по выполнению срочного спуска с орбиты в случае срочного покидания МКС в соответствии с функциональными обязанностями;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа в случае нештатной посадки в различных климато-географических зонах;
- подготовка организмов членов экипажа к перенесению факторов космического полета, отработка навыков оказания само- и взаимопомощи и эксплуатации бортовых медицинских средств.

Экипаж выполнил подготовку в НАСА по американскому сегменту МКС, в Европейском центре астронавтов – по европейскому модулю «Columbus» и по транспортному кораблю ATV, проведена подготовка по японскому модулю JEM.

С членами экипажа проводились мероприятия по программе медико-биологической подготовки, направленные на обеспечение контроля состояния здоровья и подготовку к воздействию факторов космического полета. Уровень физической подготовленности членов экипажа высокий.

По результатам Главной медицинской комиссии от 17 ноября 2011 года все члены экипажа признаны годными к космическому полету по состоянию здоровья.

На заключительном этапе с экипажем проведены:

- экзаменационные тренировки на тренажере «АСТ Light» по мониторингу сближения и стыковки европейского грузового корабля ATV3;
- экзаменационные тренировки на тренажере «Дон-Союз» по оценке готовности экипажей к выполнению режимов ручного управления сближением;
- экзаменационные тренировки на тренажере «Дон-Союз» по оценке готовности экипажей к выполнению режимов ручного управления причаливанием и перестыковкой;
- экзаменационные тренировки по ручному управляемому спуску с орбиты на тренажере «ТС-18»;
- экзаменационные тренировки на тренажере «Телеоператор» по оценке готовности экипажей к выполнению телеоператорного режима управления ТГК «Прогресс-М»;
- комплексные экзаменационные тренировки на тренажерах ТДК-7СТ № 4 и РС МКС по оценке готовности экипажей к выполнению в целом программы полета на ТПК «Союз ТМА-М» и РС МКС.

### **Полет на борту транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА-03М»**

Старт транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА-03М» был произведен 21 декабря 2011 года в 16:16:14 ДМВ с космодрома Байконур.

В процессе предстартовой подготовки замечаний к работе бортовых систем не выявлено.

Программа работы первых суток полета выполнена полностью.

Программа работы вторых суток полета выполнена полностью.

23 декабря 2011 года на 32–34 витках полета выполнен режим автоматического сближения и стыковки со станцией (рис. 3). Время формирования признака «КАСАНИЕ» – 18:19:19 ДМВ.

Во время автономного полета экипаж наблюдал выпадение конденсатной влаги на элементах конструкции корабля. Предложение экипажа: необходимо ввести средства для сбора конденсата с элементов конструкции.

После стыковки экипаж выполнил контроль герметичности отсеков корабля, контроль герметичности стыка, выравнивание давления между отсеками ТПК и МКС и открытие переходных люков. Выполнив консервацию транспортного корабля, экипаж завершил первый этап программы автономного полета ТПК.

1 июля 2012 года, завершив программу полета на МКС, экипаж МКС-30/31 приступил к подготовке к возвращению на Землю. На 11-суточном витке была выполнена расконсервация корабля. Переход в корабль и закрытие переходных люков выполнили 1 июля 2012 года в 04:42:00 ДМВ на 12-суточном витке. Подготовка к расстыковке проводилась по штатной программе полета. Проверка герметичности скафандров и люка СА-БО прошла без замечаний. Расстыковка выполнена на 14-суточном витке. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа выдана экипажем в 07:45:00.



Рис. 3. Сближение корабля ТПК «Союз ТМА-03М» со станцией

Спуск выполнялся по штатной программе с запуском динамического режима на 15-суточном витке и посадкой на следующем первом суточном витке. Разделение ТПК на отсеки прошло штатно в 10:47:38 ДМВ. После разделения отсутствовала связь ЦУПа с экипажем. Спуск в атмосфере выполнен в режиме автоматического управляемого спуска. Посадка осуществлена в расчетной точке в 11:15:40 ДМВ. После срабатывания двигателей мягкой посадки СА находился вертикально.

Взаимодействие с поисково-спасательной службой было хорошее. Работа по эвакуации экипажа началась непосредственно после приземления.

### Полет на борту МКС

Экипаж МКС-30/31 работал на борту МКС 190 суток с 23 декабря 2011 года по 1 июля 2012 года. Экипаж на российском сегменте МКС выполнил обширный объем работ по техническому обслуживанию и дооснащению бортовых систем МКС, программу научных исследований и экспериментов, провел ремонтно-восстановительные работы, осуществил выход в космос ВКД-30, провел большое число телевизионных репортажей, видео- и фотосъемок.

В период работы экипажа на борту станции конфигурация МКС включала следующие состыкованные объекты:

- ТПК «Союз ТМА-22»;
- ТПК «Союз ТМА-03М»;
- ТПК «Союз ТМА-04М»;
- ТГК «Прогресс М-13М»;
- ТГК «Прогресс М-14М»;
- ATV-3 «Эдоардо Амальди»;
- ТГК «Прогресс М-15М»;
- SpaceX «Dragon».

В процессе экспедиции экипажем выполнены работы по стыковке, разгрузке, укладке удаляемого оборудования и расстыковке грузовых кораблей.

### **Совместный полет с другими экипажами МКС**

Во время полета проводились совместные работы с экипажами МКС-29/30, МКС-31/32.

С 23 декабря 2011 года по 27 апреля 2012 года – совместный полет с экипажем МКС-29/30 в составе:

- Шкаплеров Антон Николаевич (бортинженер МКС-29/30, Роскосмос, Россия);
- Иванишин Анатолий Алексеевич (бортинженер МКС-29/30, Роскосмос, Россия);
- Бёрбэнк Дэниел Кристофер (бортинженер МКС-29, командир МКС-30, НАСА, США).

С 17 мая 2012 года по 1 июля 2012 года – совместный полет с экипажем МКС-31/32 в составе:

- Падалка Геннадий Иванович (бортинженер МКС-31, командир МКС-32, Роскосмос, Россия);
- Ревин Сергей Николаевич (бортинженер МКС-31/32, Роскосмос, Россия);
- Акаба Джозеф Майкл (бортинженер МКС-31/32, НАСА, США).

### **Внекорабельная деятельность**

Во время полета экспедиции МКС-29/30 был совершен один выход в открытый космос.

Выход в открытый космос ВКД-30 состоялся 16 февраля 2012 года продолжительностью 6 ч 15 мин в скафандрах «Орлан-МК».

Выход совершили космонавты из состава экспедиции МКС-30 О. Кононенко, А. Шкаплеров.

Открытие выходного люка стыковочного отсека «Пирс» проведено 16 февраля 2012 года в 17:31 ДМВ, закрытие – в 23:46 ДМВ.

Основные задачи выхода:

- перенос грузовой стрелы (ГСтМ) с СО1 на МИМ2;
- установка дополнительных противометеороидных панелей (ДПП) на РО

СМ.

Дополнительные задачи (при наличии времени):

- КЭ «Тест» – взятие проб с поверхности РО СМ;
- КЭ «Выносливость» – установка двух панелей с образцами материалов на МИМ2;
- установка подкосов выносного рабочего места (ВРМ) на СО1.

Особенности выхода:

- установка подкосов ВРМ на СО1 не выполнена из-за дефицита времени.

### **Основные задачи экипажа при выполнении научной программы**

В процессе полета экипажем на борту российского сегмента МКС выполнялись исследования и эксперименты в соответствии с российской «Долгосрочной программой научно-прикладных исследований и экспериментов...».

В ходе полета экипаж выполнял 30 из 38 экспериментов, проводимых в это время на МКС. Остальные эксперименты выполнялись в автоматическом режиме. Структура российской научной программы МКС-30/31 представлена в табл. 1.

Структура российской научной программы МКС-30/31

№ п/п	Направления исследований	Сокр.	Всего	С участием экипажа
1	Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса	ФХП	2	2
2	Геофизические исследования	ГФИ	6	4
3	Медико-биологические исследования	МБИ	7	6
4	Дистанционное зондирование Земли	ДЗЗ	3	3
5	Исследование Солнечной системы	ИСС	1	0
6	Космическая биотехнология	БТХ	11	10
7	Технические исследования и эксперименты	ТЕХ	7	4
8	Астрофизика и фундаментальные физические проблемы	АФ	0	0
9	Исследование физических условий в космическом пространстве на орбите МКС	ФИЗ	1	1
10	Образование и популяризация космических исследований	ОБР	0	0
ИТОГО:			38	30

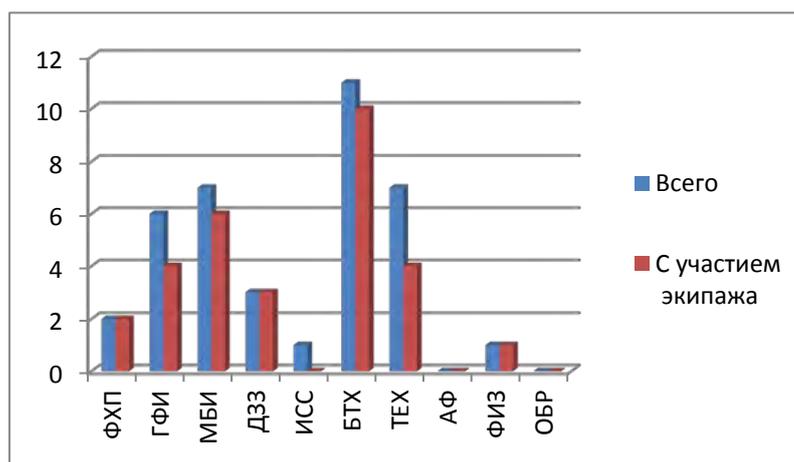


Диаграмма 1. Распределение научных экспериментов в полете МКС-30/31 по направлениям исследований

Распределение выполненных научно-прикладных исследований и экспериментов на борту МКС-30/31 по направлениям представлено на диаграмме 1.

Наибольшее количество экспериментов было проведено по направлениям «Космическая биотехнология», «Медико-биологические исследования», «Геофизика» и «Технические исследования и эксперименты» (рис. 4).



Рис. 4. Проведение эксперимента «Ураган»

Большое внимание при выполнении полета уделялось отработке наземно-космической системы прогнозирования, снижения ущерба и ликвидации последствий природных и техногенных катастроф. В процессе полета экипаж проводил многократную детальную съемку различных характерных объектов геосферы, что позволит ученым прогнозировать аномальные природные и техногенные ситуации в других районах земной поверхности, а также на территории нашей страны. Полученные в полете фотоснимки переданы для дешифрирования и обработки на Землю.

В полете была отработана технология выведения микроспутника (массой до 50 кг) с транспортного грузового корабля «Прогресс-М» для проведения исследования физических процессов при атмосферных грозовых разрядах.

В процессе проведения эксперимента была отлажена безопасная баллистическая схема отделения микроспутника от ТГК «Прогресс-М», а также произведена технология его поднятия и выведения на более высокую орбиту (примерно 500 км) с помощью грузового корабля. Микроспутник в дальнейшем выполнял свой полет автономно без взаимодействия с МКС, ТГК и управлялся с Земли.

### **Сравнительный анализ деятельности экипажей МКС по научной программе**

Время, которое затрачивается на проведение экспериментов на МКС, неуклонно растет и напрямую зависит от количества российских членов экипажа на борту. Причем, существенное увеличение произошло с экспедиции МКС-23/24, когда на станции стали постоянно работать 3 космонавта Роскосмоса (диагр. 2).

Общий объем времени на проведение научных экспериментов на РС МКС во время полета экспедиций МКС-30/31, в состав которой в разное время входили Антон Шкаплеров, Анатолий Иванишин, Геннадий Падалка и Сергей Ревин, составил более семисот часов.

Начиная с 7-й экспедиции, количество экспериментов, выполняемых на борту МКС, не опускается ниже сорока (для экипажа МКС-30/31 этот показатель со-

ставил 38), а процент экспериментов, проводимых с участием космонавтов, от общего числа экспериментов был не менее 80%, начиная с 10-й экспедиции.

В последних экспедициях процент рабочего времени на проведение экспериментов на МКС неуклонно приближается к 30%, причем большой объем научных исследований космонавты выполняют в личное время, уделяя больше всего внимания экспериментам по дистанционному зондированию Земли.



Диаграмма 2. Динамика роста длительности российской научной программы (час) в процессе экспедиций

## Заключение

Подводя итоги результатов подготовки и выполнения программы полета экипажа длительной экспедиции МКС-30/31, можно сформулировать следующие основные выводы:

1. Уровень подготовленности экипажа МКС-30/31 по транспортному кораблю «Союз ТМА-03М» и российскому сегменту МКС позволил экипажу успешно выполнить запланированную программу космического полета.

2. Программа полета экипажа МКС-30/31 на борту транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА-03М» и Международной космической станции выполнена полностью.

3. Полет экипажа МКС-30/31 продолжил этап эксплуатации МКС международными экипажами из шести человек, в числе которых 3 космонавта Роскосмоса.

4. Объем научной программы, выполняемой космонавтами на борту РС МКС, неуклонно растет, однако существующая программа полета позволяет увеличить число экспериментов на борту с участием экипажа.

5. В процессе послеполетного разбора экипажем высказаны замечания и предложения, которые необходимо использовать при создании перспективных КА, совершенствования существующей космической техники, повышения качества подготовки космонавтов и деятельности экипажа в ходе выполнения программы полета по следующим актуальным направлениям:

- развитие российской программы НПИиЭ;
- решение проблемы размещения грузов внутри орбитального комплекса;

- проведение работ в открытом космосе;
- передача данных с борта на Землю;
- внедрение современных информационных технологий;
- модернизация грузового корабля «Прогресс»;
- создание на перспективных орбитальных комплексах функционально-специализированных модулей и пр.

# ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА ПИЛОТИРУЕМЫХ ПОЛЕТОВ В КОСМОС

THEORY AND PRACTICE OF HUMAN SPACE FLIGHTS

## РАЗВИТИЕ МОДЕЛЬНОГО РЯДА КОМПЬЮТЕРНЫХ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОРАБЛЕЙ

Ю.А. Виноградов, И.Н. Основенко, А.А. Пискунов

Канд. техн. наук Ю.А. Виноградов; канд. техн. наук И.Н. Основенко; А.А. Пискунов (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье рассматривается развитие модельного ряда компьютерных специализированных тренажеров транспортных пилотируемых кораблей в ЦПК на примере создания нового компьютерного мобильного тренажера подготовки экипажей МКС по динамическим режимам полета ТПК «Союз-ТМА» серии 700. Показаны основные особенности нового тренажера и перспективы его применения в подготовке космонавтов. Сделан вывод о том, что создание нового компактного мобильного тренажера с широкими функциональными возможностями позволит повысить качество подготовки экипажей МКС как в ЦПК, так и на космодроме Байконур и является новым шагом в направлении непрерывного развития модельного ряда специализированных тренажеров транспортных пилотируемых кораблей в ЦПК.

**Ключевые слова:** тренажер, компьютерный тренажер, транспортный пилотируемый корабль, подготовка космонавтов.

### **Development of the Lineup of Special-Purpose Computer-Based Simulators of Manned Transport Spacecraft. Yu.A. Vinogradov, I.N. Osnovenko, A.A. Piskunov**

The paper deals with the development of special-purpose computer-based simulators of manned transport vehicles at the CTC by the example of a new mobile computer-based simulator designed to train the ISS crews for the dynamic flight control modes of the MTV Soyuz TMA, version 700. Also, the paper illustrates the features of a new simulator and the prospects of its usage for cosmonaut training. It is concluded that the creation of a new compact in size mobile simulator with many functional capabilities would improve the ISS crew training both at the CTC and Baikonur launch site. Besides, it is a new achievement in continuous development of the lineup of special-purpose computer-based simulators of manned transport spacecraft at the CTC

**Key words:** simulator, computer-based simulator, manned transport vehicle, cosmonaut training.

Развитие системы управления движением и навигацией (СУДН) и системы отображения информации пультов транспортных пилотируемых кораблей (ТПК) привело к формированию мощного бортового вычислительного комплекса, построенного на базе современных вычислительных средств, таких, как ЦВМ 101, КС020, вычислительной системы пульта «Нептун-МЭ». Новый ТПК «Союз-ТМА» серии 700 по праву может быть назван «цифровым».

Эта существенная особенность корабля ТПК «Союз-ТМА» серии 700 вносит новые черты в облик современных тренажерных средств подготовки космонавтов по ТПК. Одной из основных задач при создании тренажерных средств ТПК ста-

новится адекватное моделирование бортового вычислительного комплекса (БВК). В свою очередь, использование адекватной модели БВК в совокупности с набором разработанных компьютерных форматов приборов и пультов кабин спускаемого аппарата (СА) и бытового отсека (БО) делают актуальным создание новых специализированных компьютерных тренажеров, приближающихся к комплексным тренажерам ТПК по объему решаемых задач подготовки космонавтов.

В данных тренажерах при использовании новейших достижений современной вычислительной техники моделирование БВК, движения ТПК и МКС, компьютерных форматов приборов и пультов кабин СА и БО выполняется на базе компьютеров типа ноутбук, объединенных в локальную сеть при минимальном использовании штатного оборудования или его макетов в тренажерном исполнении [1].

В статье рассматривается развитие модельного ряда компьютерных специализированных тренажеров ТПК в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина на примере создания нового компьютерного мобильного тренажера подготовки экипажей МКС по динамическим режимам полета ТПК «Союз-ТМА» серии 700 (рис. 1).

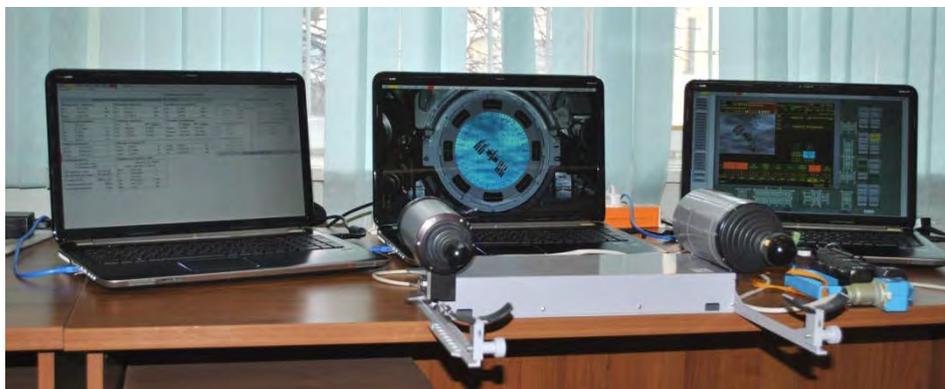


Рис. 1. Общий вид компьютерного мобильного тренажера подготовки экипажей МКС по динамическим режимам полета ТПК «Союз-ТМА» серии 700

Компьютерный мобильный тренажер подготовки экипажей МКС по динамическим режимам полета ТПК «Союз-ТМА» серии 700 (далее – тренажер) для предстартовой подготовки космонавтов на космодроме Байконур и в ЦПК предназначен для поддержания у космонавтов профессионально важных качеств, необходимых практических навыков и умений, позволяющих эффективно действовать на всех этапах программы полета ТПК «Союз-ТМА» серии 700 в штатных, нештатных и аварийных ситуациях, эксплуатировать и контролировать состояние бортовых систем, обеспечивать безопасность полета.

В состав тренажера входят:

- рабочее место экипажа ТПК;
- рабочее место инструктора;
- вычислительная система тренажера;
- система компьютерной генерации изображения (СКГИ) тренажера;
- штатные органы управления.

Вычислительная система тренажера состоит из:

- трех ноутбуков типа HP dv7-6152er;
- сетевого коммутатора TEG-959G.

Штатные органы управления ТПК «Союз-ТМА» серии 700 представлены:

- ручкой управления ориентацией (РУО) ТПК вокруг центра масс;
- ручкой управления движением (РУД) центра масс ТПК;
- ручкой управления спуском (РУС) ТПК на атмосферном участке спуска с орбиты.

Рабочее место экипажа ТПК содержит в своем составе:

- компьютерный пульт космонавтов «Нептун-МЭ»;
- рабочее место космонавта по ручному сближению, причаливанию, стыковке и перестыковке ТПК «Союз-ТМА»;
- рабочее место космонавта для работы с форматами приборов кабин СА и БО.

Компьютерный пульт «Нептун-МЭ» содержит в своем составе два рабочих места:

- интегрированный пульт управления бортинженера (ИнПУ-1) (рис. 2);
- интегрированный пульт управления командира корабля (ИнПУ-2) (рис. 3).



Рис. 2. Пульт «Нептун-МЭ» ИнПУ-1



Рис. 3. Пульт «Нептун-МЭ» ИнПУ-2

Рабочее место космонавта по ручному сближению, причаливанию, стыковке и перестыковке ТПК «Союз-ТМА» содержит в своем составе формат прибора визира космонавта специального ВСК-4 (рис. 4) и оборудовано штатными органами управления ТПК «Союз-ТМА» серии 700 (рис. 5) – РУО, РУД и РУС.

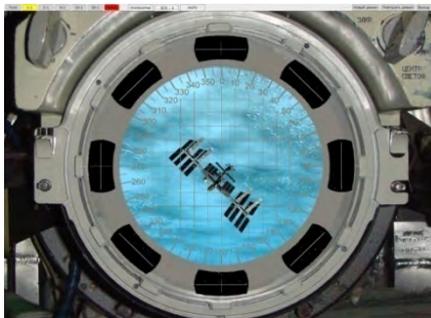


Рис. 4. Формат прибора ВСК-4

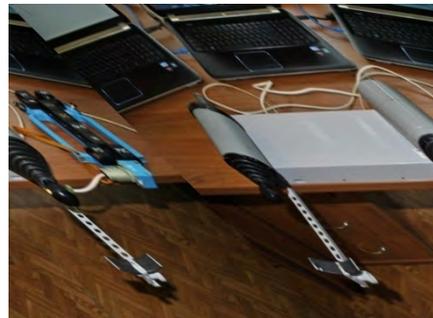


Рис. 5. Ручки РУО, РУД, РУС

Рабочее место космонавта для работы с форматами приборов кабин СА и БО, интегрированное в рабочие места бортинженера и командира корабля, содержит анимированные форматы приборов кабин СА и БО ТПК. Примеры данных форматов представлены на рис. 6–7.

Тренажер имеет рабочее место инструктора, которое с целью уменьшения оборудования совмещено с рабочими местами бортинженера и командира корабля и вызывается с этих рабочих мест при необходимости. Примеры форматов рабочего места инструктора представлены на рис. 8–11.

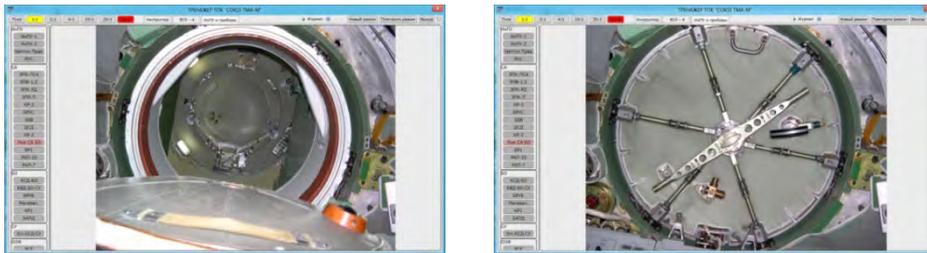


Рис. 6. Люк СА-БО

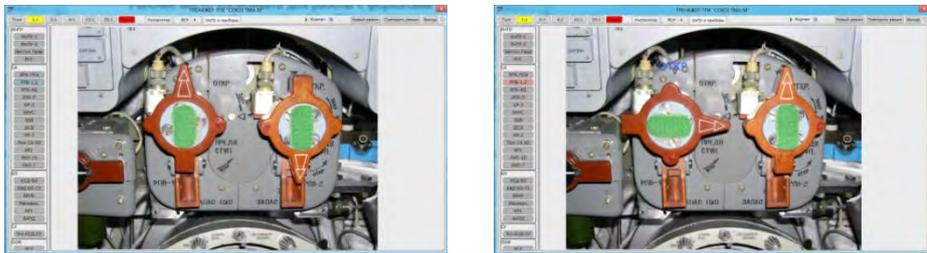


Рис. 7. Прибор РИВ 1, 2

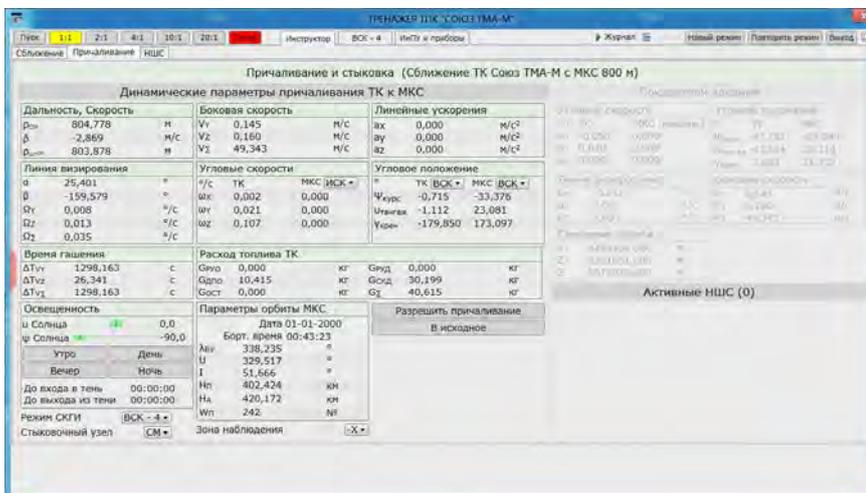


Рис. 8. Формат причаливания и стыковки ТПК

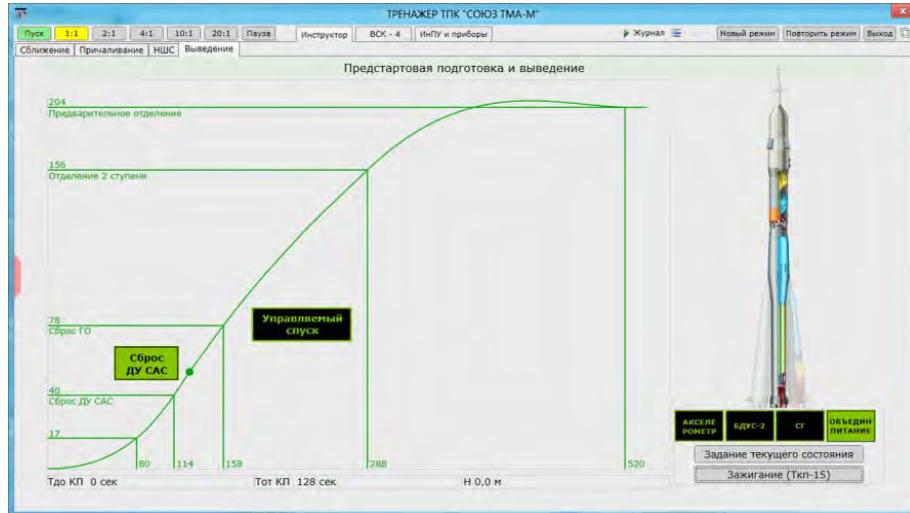


Рис. 9. Формат предстартовой подготовки и выведения ТПК на орбиту



Рис. 10. Формат спуска ТПК с орбиты

Новый тренажер обладает мощной полнофункциональной трехканальной системой компьютерной генерации изображения (СКГИ) (рис. 12), обеспечивающей формирование трехмерного изображения актуальной конфигурации связки МКС (модули МКС, находящиеся на стыковочных узлах МКС транспортные корабли: пилотируемые, грузовые, в том числе, европейский корабль ATV), Земли, Солнца, звездного неба для формирования форматов:

- прибора ВСК-4;
- телевизионного окна (ТВ-врезки) для форматов ИнПУ-1 и ИнПУ-2 компьютерного пульта «Нептун МЭ».

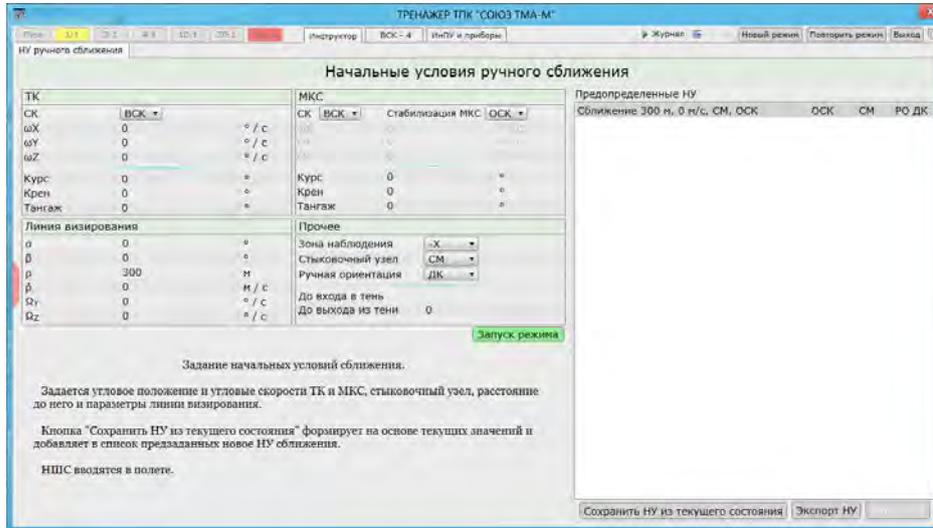


Рис. 11. Формат начальных условий ручного сближения

Каналы СКГИ функционируют на каждом из трех рабочих мест (ноутбуков) тренажера без привлечения для решения задач генерации изображения сложного дополнительного оборудования, используемого в комплексных и специализированных тренажерах ТПК [2].

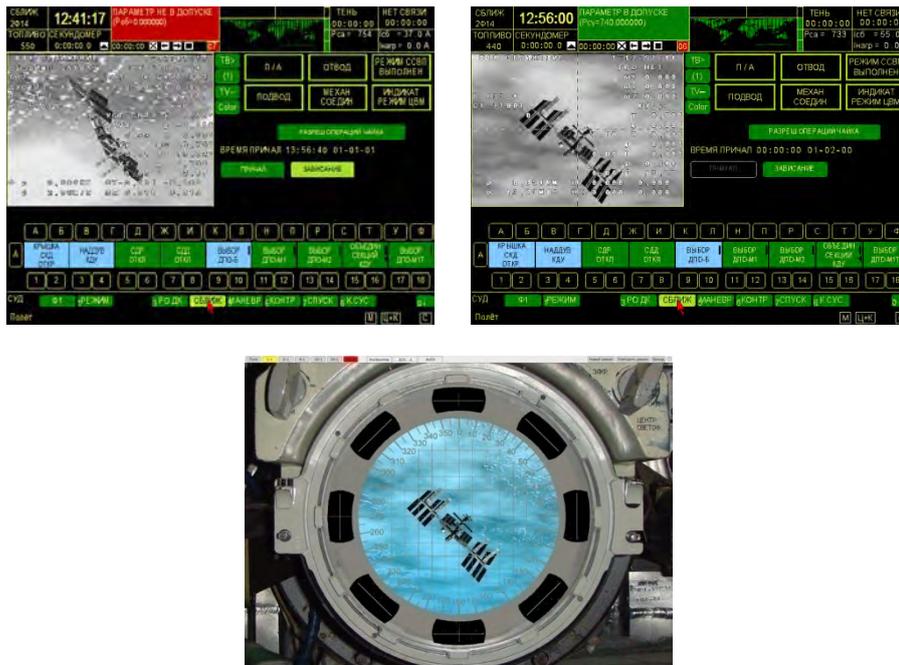


Рис. 12. Трехканальная система компьютерной генерации изображения

Отличительными особенностями нового тренажера являются:

- широкий диапазон моделируемых режимов полета ТПК при относительно небольшом объеме штатного оборудования;
- уменьшение стоимости изделия за счет широкого применения моделирования бортовых спецвычислителей и систем;
- обеспечение широкого спектра вариантов применения тренажера в подготовке космонавтов;
- расширение традиционной сферы применения тренажерной техники в ЦПК;
- повышение эффективности подготовки за счет возможности ускоренного моделирования любого из этапов программы полета ТПК;
- высокая мобильность и скорость развертывания тренажера.

Тренажер способен обеспечить широкий диапазон моделируемых режимов полета ТПК при относительно небольшом объеме штатного оборудования на всех этапах программы полета ТПК:

1. На этапе предстартовой подготовки и выведении ТПК на орбиту:
  - предстартовая подготовка и выведение ТПК на орбиту.
2. На этапе автономного полета ТПК:
  - тест системы управления движением и навигации (СУДН) № 1;
  - двухимпульсный маневр коррекции орбиты;
  - двухимпульсный маневр с переходом в солнечную ориентацию и закрутку;
  - автоматическое сближение ТПК с дальности до МКС, равной 800 км;
  - автоматическое сближение ТПК с дальности до МКС, равной 5000 м и 800 м;
  - ручное сближение ТПК при ручной ориентации в дискретном контуре (РО ДК) и ручной ориентации в аналоговом контуре (РО АК).
3. На этапе совместного полета ТПК в связке с МКС:
  - проверка герметичности стыка между ТПК и космической станцией;
  - консервация транспортного корабля;
  - расконсервация ТПК;
  - проверка герметичности переходных люков;
  - подготовка к расстыковке;
  - проверка герметичности люка между бытовым отсеком и спускаемым аппаратом;
  - тест СУДН № 2;
  - штатная перестыковка ТПК в режиме РО ДК и резервная в режиме РО АК;
  - штатная расстыковка в автоматическом режиме с одним и двумя импульсами увода;
  - резервная расстыковка в ручном режиме.
4. На этапе спуска ТПК с орбиты:
  - штатный автоматический управляемый спуск № 1 «ГЦ+СКД+БО»;
  - срочный спуск «ГЦ+БС (Пр5)»;
  - срочный спуск «РО АК+БС»;
  - резервный спуск № 2 «ГЦ+ДПО-БТ»;
  - резервный спуск № 3 «ГЦ+РО ДК+СКД+БО»;
  - резервный спуск № 4 «Пр9+АК»;
  - режим ручного управляемого спуска (РУС) с момента разделения;

– баллистический спуск (БС) и баллистический спуск резервный (БСР) с возможностью перехода на них по нештатным ситуациям (НШС) или с ручки РУС.

Значительное уменьшение стоимости изделия достигается за счет широкого применения моделирования бортовых спецвычислителей и систем. Вместо штатных вычислительных средств ТПК и оборудования бортовых систем ТПК в тренажере используются их программные модели, в том числе:

- программная модель цифровой вычислительной машины ЦВМ 101;
- программная модель спецвычислителя КС020, предназначенного для управления движением ТПК на этапе спуска;
- программная модель вычислительной системы пульта «Нептун-МЭ»;
- программные модели оборудования других бортовых систем ТПК.

Моделирование бортовых вычислителей и систем производится в объеме, достаточном для решения задач подготовки космонавтов по управлению ТПК «Союз-ТМА» серии 700, его системами и устройствами при выполнении всех этапов программы полета ТПК, определенных в техническом задании на тренажер.

Предполагается широкий спектр возможных вариантов применения тренажера в подготовке космонавтов и астронавтов как в ЦПК, так и за его пределами:

- подготовка основных и дублирующих экипажей МКС к тренировкам, промежуточным зачетным тренировкам, комплексным тренировкам на комплексных и специализированных тренажерах ТПК;
- предстартовая подготовка экипажей МКС на космодроме Байконур;
- формирование и поддержание профессиональных навыков космонавтов из состава основных и дублирующих экипажей МКС в ходе проведения практических занятий на тренажере и самостоятельной подготовки по программе полета ТПК;
- обеспечение проведения лекционных занятий, проведение практических занятий и самоподготовки космонавтов в составе групп специализации и совершенствования навыков по учебным курсам СУДН ТПК;
- обеспечение проведения лекционных занятий, проведение практических занятий и самоподготовки с кандидатами в космонавты по учебным курсам по ТПК на этапе общекосмической подготовки кандидатов в космонавты.

Новый тренажер способен расширить традиционные сферы применения тренажерной техники в ЦПК:

1. Тренажер позволяет использовать демонстрационно-обучающие возможности, сравнимые с комплексными тренажерными средствами ТПК, которые могут быть задействованы при проведении лекционных и практических занятий с группами обучаемых более двух человек в непосредственном тесном контакте с преподавателем.

Это позволяет преодолеть ограничения при работе с группой обучаемых в кабине СА комплексных и специализированных тренажеров ТПК, возникающие из-за практической невозможности проведения в макете кабины СА эффективных практических занятий более чем с двумя обучаемыми.

2. Тренажер дает новую возможность самостоятельного проведения космонавтами практических занятий типа «самоподготовка» по учебным курсам СУДН ТПК.

Тренажер обеспечивает повышение эффективности подготовки космонавтов за счет возможности ускоренного моделирования любого этапа полета ТПК.

На комплексных тренажерах ТПК методически сложно построить подготовку, обеспечивающую формирование устойчивых навыков действий космонавтов

при всех НшС, изучаемых в курсах СУДН ТПК в пределах учебного времени, отводимого на данные курсы подготовки.

Штатные бортовые вычислители, устройства сопряжения ЦВМ 101 с датчиковой аппаратурой и другими системами, применяемые в комплексных тренажерах ТПК, работают с определенным рабочим тактом, нарушение которого может привести к нестабильной работе бортового вычислительного комплекса. Это является причиной того, что моделирование ряда этапов полета ТПК на комплексных тренажерах ТПК возможно только в реальном масштабе времени.

Для привития устойчивых навыков действия экипажа ТПК при быстро развивающихся НшС (например, НшС, возникающие при спуске ТПК с орбиты) необходимо многократное практическое рассмотрение и практическое изучение данных НшС на тренажере. Новый компьютерный тренажер не имеет в своем составе штатной ЦВМ и спецвычислителей ТПК, что позволяет моделировать все этапы полета ТПК в ускоренном масштабе времени.

Повышение эффективности проведения учебных занятий возможно за счет ускоренного моделирования этапов полета ТПК в масштабе времени (1:2, 1:4, 1:10) и применения «коротких» начальных состояний для моделирования этапов полета ТПК (например, для изучения НшС спуска применяются начальные состояния: после разделения отсеков ТПК, перед входом ТПК в атмосферу). Это позволит значительно увеличить количество практических отработок выходов из НшС на тренажере при неизменном объеме общего планируемого учебного времени, отводимого на курсы СУДН ТПК, что будет способствовать получению устойчивых навыков действий экипажа ТПК при быстро развивающихся НшС СУДН ТПК.

Новый тренажер обладает возможностью быстрой передислокации и развертывания за пределами ЦПК силами одного обслуживающего специалиста. Эта особенность тренажера позволяет в первую очередь обеспечить проведение предстартовой подготовки экипажей МКС на космодроме Байконур.

При необходимости новый тренажер способен обеспечивать поддержание профессиональных навыков космонавтов ЦПК при их длительном нахождении за пределами ЦПК, например, проведение специалистами ЦПК занятий по поддержанию профессиональных навыков космонавтов при их длительном командировании по плану подготовки в NASA или ESA.

Создание нового компактного компьютерного мобильного тренажера подготовки экипажей МКС по динамическим режимам полета ТПК «Союз-ТМА» серии 700 с широкими функциональными возможностями стало возможным благодаря использованию при его разработке последних достижений в области аппаратного и программного обеспечения тренажерных средств.

Ввод в строй данного тренажера позволит повысить качество подготовки экипажей МКС как в ЦПК, так и на космодроме Байконур, и является новым шагом в направлении непрерывного развития модельного ряда специализированных тренажеров транспортных пилотируемых кораблей в ЦПК.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Шукшунов В.Е., Циблиев В.В., Потоцкий С.И., Безруков Г.В. и др. Тренажерные комплексы и тренажеры. Технологии разработки и опыт эксплуатации. – М.: Машиностроение, 2005.
- [2] Масалкин А.И., Пекарский А.В. Моделирование визуальной обстановки в космических тренажерах / Аэрокосмический курьер. – 2002. – № 6.

## ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТАМИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ (окончание)

В.А. Соловьёв, В.Е. Любинский, Е.И. Жук

Дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР, лауреат Государственной премии в области науки и техники, докт. техн. наук, профессор В.А. Соловьёв; докт. техн. наук В.Е. Любинский; лауреат Государственной премии в области науки и техники, доктор политических наук, канд. техн. наук, профессор Е.И. Жук (ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва»)

В статье рассматриваются особенности методического обеспечения действий экипажа. Представлена существующая технология разработки, сопровождения и использования бортовой документации экипажем при выполнении заданной программы полета. Дана сравнительная оценка состава и принципов построения бортовой документации транспортных пилотируемых кораблей и Международной космической станции. С учетом накопленного опыта выполнения пилотируемых космических полетов, в статье предложены основные направления совершенствования разработки и принципов использования бортовой документации на базе современных информационных технологий. Представлена общая структура многофункциональной информационной системы поддержки деятельности экипажа и принятия решений.

**Ключевые слова:** бортовая документация, многофункциональная информационная система, методическое обеспечение, электронная документация.

### **Spacecraft Mission Control Systems' Current State and Development Prospects (the final part). V.A. Solovyov, V.E. Lyubinskiy, Ye.I. Zhuk**

The article considers the peculiarities of methodological support of crew actions. The current technology of development, maintenance and use of onboard documentation by the crew in implementation of defined flight program is represented. The comparative assessment of the content and arrangement principles of transport vehicles and the ISS onboard documentation are given. Taking into account the experience of manned space flights, the article suggests guidelines to improve the design and usage of the onboard documentation, based on modern information technologies. The general structure of multifunction informational support system of crew activity and decisionmaking is represented.

**Key words:** onboard documentation, multifunction informational support system, methodological support, on-line documentation.

## 7. Методическое обеспечение действий экипажа

*Экипаж пилотируемого космического аппарата* является непосредственным исполнителем полетных операций, которые не могут быть однозначно осуществлены бортовыми системами, например обслуживание и ремонт систем, выполнение многих научных исследований и экспериментов. Как звено системы управления космическим полетом, экипаж совместно с бортовым комплексом автоматического управления (БКАУ) образует бортовой контур управления (БКУ).

Возможности экипажа как звена системы управления полетом определяются следующими факторами:

- 1) интеллектуальным потенциалом космонавтов;
- 2) уровнем специальной подготовки к полету;

- 3) способностью оценивать обстановку и принимать решения в условиях дефицита информации и времени;
- 4) уровнем развитости средств поддержки, в число которых входят:
  - бортовая документация (бортовые инструкции);
  - персональные компьютеры, программное обеспечение которых содержит необходимую базу данных, математические модели систем и операций, алгоритмы решения поставленных задач, экспертную систему для использования при выработке решения в нестандартных ситуациях;
- 5) наличием интерфейса между экипажем и БКАУ, позволяющим экипажу инициировать алгоритмы автоматического управления системами КА;
- 6) наличием связи с наземным комплексом управления (НКУ) для получения от специалистов Главной оперативной группы управления (ГОГУ) рекомендаций, указаний и необходимых данных;
- 7) возможностью самостоятельного получения исходной информации, необходимой для выполнения функций управляющего звена при отсутствии связи с НКУ.

При анализе роли экипажа в различных конфигурациях контура управления полетом необходимо помнить, что возможности экипажа ограничиваются его физиологическими особенностями: утомляемостью, пониженной быстротой реакции на изменение контролируемых параметров, низкой способностью правильной оценки параметров при большом объеме и высокой частоте их поступления, тенденцией затягивания принятия решений, присущей человеку-оператору. Однако космонавт в отличие от БКАУ способен выявлять необычные взаимосвязи в состоянии контролируемых параметров, оценивать полетную ситуацию комплексно, находить решения в непредусмотренных ситуациях, вырабатывать стратегию продолжения полета после их ликвидации.

При этом в ходе пилотируемого космического полета необходимо учитывать требования космической медицины, направленные на сохранение здоровья и работоспособности космонавтов в длительном полете. Период бодрствования космонавтов должен приходиться, за редкими исключениями, как, например, выполнение некоторых динамических операций и проведение выходов в открытый космос, на одно и то же время суток, чтобы сохранить 24-часовой цикл; не допускается также монотонность в работе космонавтов; периодически проводятся тренировки по выполнению ответственных операций для восстановления навыков и т.д.

Располагаемое рабочее время космонавта в каждые сутки полета, кроме выходных, составляет 8,5 часов. Если по какой-либо причине первоначально планируемые затраты времени экипажа превышают его возможности, приоритет в объеме и очередности проведения отдается работам, более важным с точки зрения выполнения задач полета и обеспечения его безопасности. Часть заданий при этом может быть отложена на последующие периоды планирования.

Время, выделенное экипажу на управление полетом, должно быть сбалансировано с затратами времени на другие виды работ. Кроме выполнения экипажем регламентированных работ, в ходе полета неизбежно возникает необходимость работ, вызванных непрогнозируемыми событиями. Очередность их устанавливается в соответствии с важностью и срочностью.

Для того чтобы выполнить в необходимом объеме функции управления полетом современных КА, экипаж должен отвечать следующим основным требованиям:

- 1) знать устройство, принципы действия и правила эксплуатации бортовых систем КА, уметь управлять ими;
- 2) знать принципы управления на базе бортовых вычислительных систем (БВС), также технологию наладки и обслуживания, уметь выполнять замену и отладку ее элементов, безопасную проверку и корректировку программного обеспечения;
- 3) знать механику космического полета;
- 4) уметь планировать свою деятельность на борту КА и контролировать космический полет;
- 5) знать методики выполнения полетных операций КА с участием космонавтов, уметь ими пользоваться;
- 6) уметь работать в любых аномальных ситуациях (нештатных ситуациях).

До начала полета экипаж должен быть подготовлен к выполнению всех функций управления, а в ходе полета – поддерживать приобретенные навыки путем регулярных тренировок, в том числе на случай утраты дееспособности НКУ и (или) БКАУ.

Распределение функций между НКУ, БКАУ и экипажем в значительной степени зависит от состава целевых задач и типа КА, текущего состояния основных звеньев автоматизированной системы управления космическим полетом (АСУ КП) и возможности выполнения этих функций.

Целесообразно использовать рациональное распределение функций между всеми звеньями контура управления полетом. Для обеспечения необходимого уровня безопасности экипажа, надежности и полноты достижения цели космического полета должны удовлетворяться следующие условия:

1. Реализация каждой функции процесса управления полетом должна осуществляться тем звеном из сохраняющих дееспособность, которое располагает наибольшими возможностями в выполнении данной функции и обеспечивает наилучшее ее качество, остальные должны служить дублирующими или вспомогательными: например, планирование полета наиболее полно и эффективно выполнит НКУ; управление в рассмотренных штатных ситуациях, требующих быстрого реагирования, наиболее качественно выполнит БКАУ или экипаж и т.д.

2. Загрузка экипажа управлением полетом сверх необходимого уровня (по возможностям космонавта как оператора или по его подготовленности) не допустима.

3. Необходимо обеспечить постоянную готовность любого звена к переходу от текущей конфигурации контура управления полетом к работе в субконтуре более низкой градации, например, при утрате дееспособности некоторых звеньев системы управления.

Для выполнения *первого условия* необходимо учитывать особенности экипажа, БКАУ и НКУ как звеньев контура управления полетом.

*Второе условие* по отношению к экипажу в некоторой степени противоречит первому, однако это противоречие предлагается разрешить следующим образом.

Необходимый уровень загрузки экипажа управлением полетом в любой конфигурации контура управления должен включать в качестве инвариантной составляющей функции, связанные с обнаружением и ликвидацией возможных штатных ситуаций. Дополнительная загрузка экипажа функциями управления полетом зависит от конкретной конфигурации контура на рассматриваемый период. В частности, при потере дееспособности НКУ или БКАУ экипаж должен взять на себя утраченные ими функции, и время на целевые задачи предоставляется по остаточ-

ному принципу. Очевидно, что наибольшими возможностями для решения целевых задач экипаж КА располагает в совмещенном контуре управления полетом.

Для выполнения третьего условия необходимо при работе в составе текущей конфигурации периодическое совмещение каждым звеном тех функций, которые оно вынуждено будет взять на себя при выходе из строя других звеньев. С этой целью регулярно проводят соответствующие наземные и бортовые тренировки.

Исходя из вышесказанного, следует, что важное место в системе управления космическим полетом занимает методическое обеспечение действий космонавтов (экипажа). При этом экипаж снабжается различными видами информации (см. рис. 35).

**Методическое обеспечение действий экипажа** – предоставление экипажу информации, необходимой для безошибочного и безопасного выполнения заданной программы полета и эксплуатации бортовых систем (б/с).

Среди прочих видов информации особое место в деятельности космонавтов при подготовке к полету и в ходе выполнения заданной программы космического полета занимает бортовая документация (б/д), общие принципы разработки которой представлен на рис. 36.



Рис. 35. Виды информации, предоставляемой экипажу



Рис. 36. Общие принципы разработки бортовой документации

Бортовая документация представляет собой комплект инструкций, регламентирующих действия экипажей по управлению служебными системами и целевыми нагрузками. Бортовая документация разработана с использованием специальных приемов представления информации, основная цель и назначение которых сведены к тому, чтобы максимально уплотнить смысловую нагрузку в тексте бортовых инструкций.

Структура бортовой документации для российского сегмента МКС и транспортных пилотируемых кораблей различна и в обобщенном виде представлена на рис. 37 и 38.



Рис. 37. Структура бортовой документации РС МКС

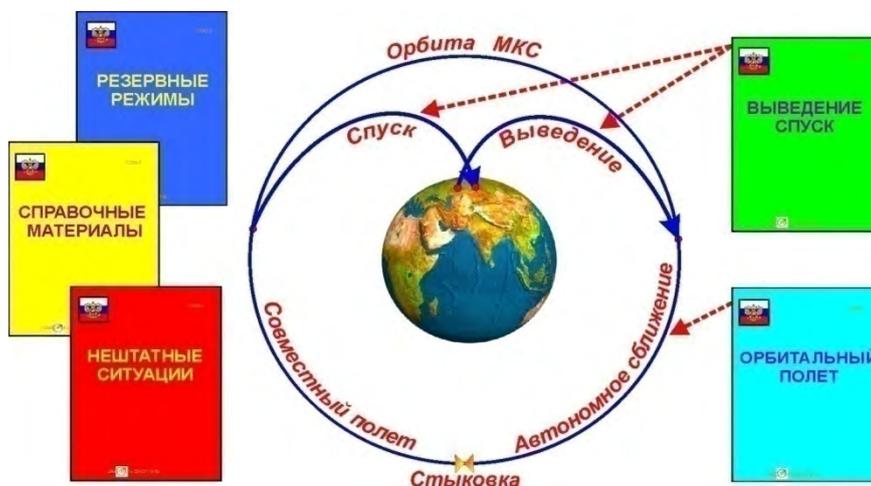


Рис. 38. Структура бортовой документации транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА»

Разработка бортовой документации представляет собой сложный технологический цикл (рис. 39). В настоящее время сложилась стройная система, проверенная на практике космических полетов, разработки и использования (сопровождения) бортовой документации (рис. 40).

В целом, можно отметить, что существующая система в части разработки, сопровождения и использования бортовой документации на РС МКС показала свою

Рис. 39. Жизненный цикл бортовой документации

Рис. 40. Особенности существующей системы разработки и сопровождения бортовой документации

эффективность и надежность. Это в значительной степени определяется тем, что создаваемая документация является хорошо структурированной, полной и достаточной.

Однако электронная бортовая документация в настоящее время используется в редких случаях, а традиционное использование бумажной версии бортовой документации имеет ряд преимуществ и недостатков.

Недостатки бумажной версии бортовой документации:

- ограниченный срок службы при постоянном применении;
- затруднен быстрый поиск информации во всем массиве б/д;
- существующие ссылки, используемые в б/д, замедляют ориентирование в бортовых процедурах;
  - архитектура и метод разработки существующей бортовой документации на бумаге не позволяют разделить ее на уровни и подуровни (процедуры при нештатных ситуациях, графическая информация, справочная информация и др.), что затрудняет ее использование;
  - нет возможности предоставления более информативной графической информации (3d анимация, видеоинформация, фото в большом разрешении и т.п.);
  - большая масса и занимаемый объем при доставке на МКС;
  - обновление версий б/д на борту КА происходит, как правило, только путем доставки актуальных версий на транспортных кораблях, что затрудняет оперативную корректировку б/д на борту МКС;
  - усложнены разработка и согласование б/д по сравнению с системой электронного согласования документов;
  - нет удобной электронной связи с бортовым планом полета, системой инвентаризации, с фотобазой;
  - нет возможности использования компьютерной обработки методической и других видов информации с использованием современных методов и алгоритмов с целью выработки своевременных решений (подсказок) для экипажа;
  - нет возможности на программном уровне взаимодействовать с другими информационными системами и т.д.

Преимущества бумажной версии бортовой документации:

- удобство использования в любой точке МКС;
- для работы с бумажной версией не требуется никаких технических средств;
- независимость от электропитания и, следовательно, повышенная надежность в случае парирования критических нештатных ситуаций.

Бортовая документация в электронном виде, которая в настоящее время используется как резервный источник б/д, представляет собой CD-диск на котором размещены файлы с бортовой документацией в формате pdf. Каждый файл представляет собой полную бортовую инструкцию (часть бортовых инструкций разбита по разделам на несколько файлов) и, по сути, ничем не отличается от бумажной версии кроме типа носителя.

Недостатки существующей электронной версии бортовой документации:

- большой объем файлов, что предъявляет повышенные требования к используемой вычислительной технике;
- файлы большого объема, что затрудняет быстрый поиск;
- невозможность использования в любой точке МКС;
- зависимость от электропитания;

– обновление CD-дисков возможно только после доставки на транспортных кораблях;

- отсутствие связи с бортовым планом полета;
- отсутствие быстрого поиска информации;
- отсутствие перекрестных ссылок.

Преимущества существующей электронной версии бортовой документации:

- малая масса и объем носителей (два CD-диска);
- при необходимости (при износе, при нехватке б/д на всех членов экипажа) любой фрагмент документации можно распечатать на бортовом принтере;
- длительный срок службы при постоянном применении.

Применение современных информационных технологий открывает широкие возможности качественного улучшения процесса информационной поддержки деятельности экипажей в космическом полете.

Таким образом, с учетом накопленного опыта выполнения пилотируемых космических полетов, назрела острая необходимость совершенствования разработки и принципов использования бортовой документации на базе современных информационных технологий.

Поэтому в настоящее время специалистами ГОГУ для поддержки деятельности экипажа на борту ПКА и принятия решений в штатных и нештатных ситуациях разрабатывается многофункциональная информационная система (МИС). Целью создания многофункциональной информационной системы является эффективное решение задачи методического обеспечения действий экипажа на основе предоставления экипажу информации, необходимой для эффективной эксплуатации комплекса РС МКС, а также для безошибочного и безопасного выполнения программы полета.

Структурная схема многофункциональной информационной системы поддержки деятельности экипажа и принятия решений представлена на рис. 41.

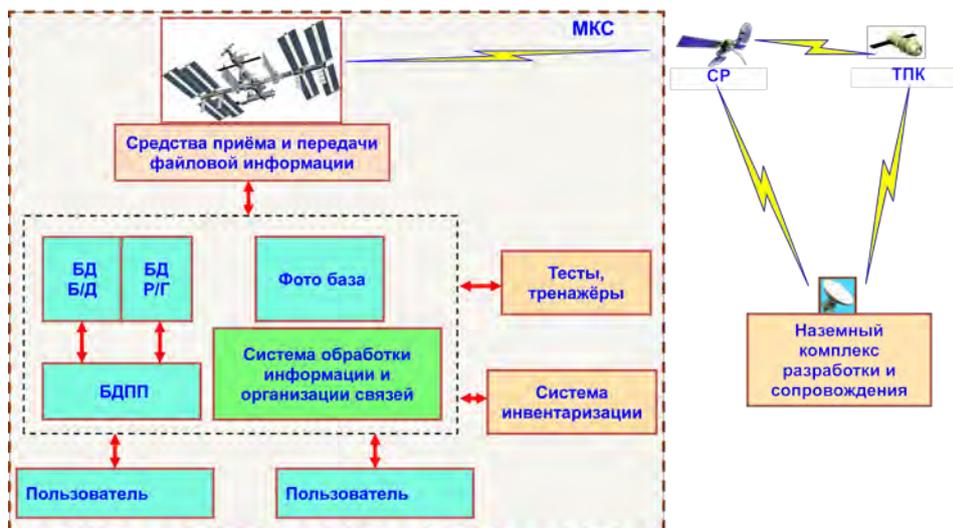


Рис. 41. Структурная схема многофункциональной информационной системы поддержки деятельности экипажа и принятия решений

Основные принципы разработки МИС заключаются в следующем:

- использование современных программных средств типа «искусственный интеллект»;
- решение логических задач для обеспечения принятия решений экипажем;
- минимизация обмена информацией «борт–Земля» при условии полного соответствия процедур на борту и на Земле;
- разработка б/д в виде отдельных процедур, направленных на выполнение отдельных операций;
- обеспечение связей процедур с бортовым планом полета и между собой;
- этапность ввода в эксплуатацию;
- постоянное сопровождение бортового модуля МИС наземным комплексом;
- органичное слияние с информационной системой, сопровождающей разработку и использование документации генерального конструктора.

Основные задачи бортовой составляющей МИС можно представить следующим образом:

- быстрый поиск информации на базе использования связей процедур с бортовым планом полета и между собой;
- автоматическое внесение переменной информации в бортовые процедуры;
- решение логических задач для принятия решений;
- возможность редактирования б/д;
- связь с фотобазой и системой инвентаризации МКС;
- управление многоуровневой электронной бортовой документацией с выходом на мультимедийные средства, справочные материалы и т.д.;
- возможность выдачи управляющих воздействий непосредственно из полетных процедур;
- проведение консультаций, тестов и бортовых тренировок.

В свою очередь, на наземную часть МИС могут быть возложены следующие функции:

- разработка бортовых процедур и их взаимосвязей;
- оперативное сопровождение бортового модуля МИС, управление обменом файловой информации с бортом;
- обеспечение отработки бортовых процедур на наземном комплексе отладки, стендах и тренажерах;
- оперативная разработка переменной информации для бортовых процедур;
- синхронизация данных в бортовом и наземном модулях;
- обеспечение взаимодействия с информационной системой корпорации.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Соловьёв В.А. Управление космическими полетами: учеб. пособие: в 2 ч. / В.А. Соловьёв, Л.Н. Лысенко, В.Е. Любинский. – Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
- [2] Кравец В.Г. Автоматизированные системы управления космическими полетами. – М.: Машиностроение, 1995.

## АЛГОРИТМИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ И-СЕТЕЙ

Е.В. Полунина, В.Н. Саев

Канд. техн. наук, доцент Е.В. Полунина; канд. техн. наук, доцент В.Н. Саев  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Статья посвящена разработке алгоритмического и программного обеспечения системы имитационного моделирования сложных систем на основе И-сетей, включающего в себя входной язык, структуру данных сетевой модели, алгоритм имитации И-сети во времени, программное обеспечение системы имитации и технологию создания И-сетевой модели.

**Ключевые слова:** тренажеры, бортовые вычислительные комплексы, имитационное моделирование, сети Петри, программные средства.

### **Algorithmic and Programming Support for the Simulation Modeling System on the Base of I-Nets. E.V. Polunina, V.N. Sayev**

The paper deals with the development of algorithmic and programming support for the simulation modelling system on the base of I-nets (Petri networks) that include the input language, data structure of the network model, I-net simulation algorithm in time, simulation system software, and I-net model technology.

**Keywords:** simulators, onboard computational complexes, simulation modeling, Petri networks, programming tools.

### **Введение**

В работе [1] описаны модифицированные сети Петри – И-сети (имитационные сети), разработанные для формализованного описания и имитационного моделирования бортовых вычислительных комплексов (БВК) в космических тренажерах. И-сети разработаны на основе Е-сетей путем введения модификаций, направленных на увеличение мощности моделирования, сокращения объемов сетевых моделей и концептуальной дистанции между моделью и реальной системой.

Формализм И-сетей позволяет адекватно единым образом описывать и имитировать процесс функционирования программно-аппаратной платформы БВК совместно с выполнением рабочих программ полета. И-сетевая модель отражает как структуру и функциональные связи моделируемой системы (топология сети), так и динамику системы (движение меток по сети и изменение их атрибутов в процессе движения) и позволяет непосредственно наблюдать функционирование модели во времени, осуществлять доступ к любому динамическому параметру, управлять процессом функционирования модели.

Введение в переходы сети вычислительных процедур, вызванное необходимостью моделирования выполнения рабочих программ бортовых вычислительных комплексов, позволяет описывать и моделировать И-сетями не только дискретные системы, на что направлены классические сети Петри и известные модификации сетей Петри, но и сложные системы, включающие в себя как дискретные, так и непрерывные части.

Данная статья посвящена алгоритмическому и программному обеспечению системы имитационного моделирования сложных систем на основе И-сетей, включающего в себя входной язык, структуру данных сетевой модели, алгоритм имитации И-сети во времени, программное обеспечение системы имитации и тех-

нологию создания И-сетевой модели. Разработка алгоритмических и программных средств имитационного моделирования была направлена на реализацию всех возможностей И-сетей и велась по принципам: близость математической модели алгоритмической, алгоритмической – программной; минимизация затрат пользователя на программирование модели.

### Входной язык

Входной язык является описательным и повторяет на естественном языке формальное описание И-сети. Собственно программируются – записываются на алгоритмическом языке общего назначения – только вычислительные части процедур переходов, если они имеются, и алгоритмы, являющиеся атрибутами меток.

Синтаксис входного языка приведен в форме Бэкуса. В частности:

а) слова, заключенные в скобки <>, обозначают синтаксические понятия;

б) заглавными буквами обозначаются зарезервированные слова, например, *СЕТЬ*, *ПОЗИЦИИ*;

в) в квадратных скобках помещаются элементы, которые могут отсутствовать, например, [*< имяq >*] *< логический оператор >* *< имяq >* ;

г) повторяющиеся элементы заключаются в фигурные скобки.

Кроме того, в синтаксических правилах, описывающих конструкцию с выраженной структурой, используется упорядоченность (расположение описаний, отражающее структуру понятий).

1) *< программа > ::= СЕТЬ < имя >*

{< блок позиций>}  
 [{< блок информационных позиций>}]  
 {< блок перехода >}  
 [{< блок разметки >}]  
*ВСЕ СЕТЬ* [*< имя >*]

2) *< блок позиций > ::= ПОЗИЦИИ < имя > (< Бц >, < Бц >) {< имя > (< Бц >, < Бц >)}*;

3) *< блок информационных позиций > ::= ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОЗИЦИИ < имя > {< имя >}*;

4) *< имя > ::= < идентификатор >*;

5) *< идентификатор > ::= буква { Бц }*;

6) *< Бц > ::= буква | целое*;

7) *блок перехода ::= ПЕРЕХОД < Nr > < имяp >*

*< наступает > < принимает > < выполняет >*

*ВСЕ < Nr > | < имяp >*;

8) *< наступает > ::= НАСТУПАЕТ ЕСЛИ < L >*;

9) *< L > ::= {< имяq > | < логическая операция > < имяq >}*;

10) *< принимает > ::= ПРИНИМАЕТ МЕТКИ [ЕСЛИ < L > ТО] < имяq > {< имя >} [ИНАЧЕ < имяq > {< имяq >}]*;

11) *< выполняет > ::= ВЫПОЛНЯЕТ [( < список параметров > )]*;

текст на алгоритмическом языке, включающий предложение: *ТАУ* = арифметическое выражение, и хотя бы одно из предложений:

*< метка\* > → < имяq > {< имяq >}*;

*0 → < имяq > {< имяq >}*;

*МЕТКА → < имяq > {< имяq >}*;

*< имяq > → < имяq > {< имяq >}*;

- 12) < блок разметки > ::= *РАЗМЕТКА* < имяq >  
     < метка > {< имяq >:< метка >};  
 13) < метка > ::= {< идентификатор >(< значение >)};  
 14) < значение > ::= < строка символов > | число | идентификатор;  
 15) < строка символов > ::= {< символ >};  
 16) < идентификатор > ::= идентификатор | *PRG*;  
 17) < метка\* > ::= {< идентификатор > (<идентификатор >|<значение>)}.

### Транслятор

Транслятор переводит описание сети на входном языке во внутреннее представление – структуру данных, являющуюся программной реализацией И-сетевой модели, с которой затем работают все остальные комплексы программ.

Модель, введенная на языке сетей, после трансляции представляет собой три таблицы: таблицу позиций (TQ), таблицу связей (ТС), таблицу переходов (ТР) и три библиотеки подпрограмм с объектными модулями: условий наступления переходов (*L*), приема меток (*PM*) и вычислительных процедур переходов (*PROC*).

Таблица позиций – *TQ*, состоит из *l*-строк, где *l* – число позиций сети. В каждой строке содержатся сведения об одной позиции. Позициям не присваиваются номера, они располагаются в таблице по мере появления в описании сети.

*TQ* содержит следующие столбцы:

- 1) имя позиции;
- 2) статус позиции – *ST* (*ST*=1, если позиция содержит метку, *ST*=0 в противном случае);
- 3) признак информационной позиции – *ПР* (*ПР*=1, если позиция информационная, иначе *ПР*=0);
- 4) текущая разметка – содержит изображение текущей метки, находящейся в позиции в текущий момент;
- 5) начальная разметка – содержит изображение метки, введенной при задании сети.

Запоминание начальной разметки позволяет в случае необходимости повторить реализацию модели с теми же начальными условиями.

Содержимое столбцов 1, 2, 3, 5 не меняется в процессе реализации модели. В начальный момент времени реализации текущая разметка равна начальной.

Таблица связей – *ТС*, отражает топологию сети. В силу того, что каждая позиция И-сети может иметь не более одной входной и не более одной выходной дуги [1], функции инцидентности *I* и *O* могут быть заданы с помощью квадратной матрицы размером  $(n+1)*(n+1)$  (*n* – число переходов сети), где на пересечении *p<sub>i</sub>* строки и *p<sub>j</sub>* столбца находятся позиции, являющиеся выходными позициями перехода *p<sub>i</sub>* и входными позициями перехода *p<sub>j</sub>*. Нулевой столбец содержит выходные периферийные позиции сети, нулевая строка – входные периферийные позиции сети. Соответственно *p<sub>i</sub>*-я строка таблицы содержит все выходные позиции перехода *p<sub>i</sub>*, *p<sub>i</sub>*-й столбец – все входные позиции перехода *p<sub>i</sub>*.

Таблица связей используется при проверке модели на корректность (по определению процедуры перехода могут использовать имена только тех позиций, которые являются входными или выходными позициями данного перехода) и построения графа сети.

Таблица переходов – *TP*, содержит информацию о переходах сети. Под каждый переход отведена одна строка таблицы, в которой содержатся номер, имя перехода, тип перехода, фаза перехода.

Библиотека *L* содержит *n* объектных модулей процедур условий наступления переходов. Библиотека *PM* содержит *n* объектных модулей процедур приема меток переходов. Библиотека объектных модулей *PROC* содержит процедуры переходов и программы, являющиеся атрибутами меток.

Предложение *СЕТЬ* транслируется в строку, содержащую имя сети.

Предложение *ПОЗИЦИИ* формирует *ТС* и *ТQ*, в которой заполняется первый столбец, остальным столбцам *ТQ* присваивается нулевое содержание.

При обработке предложения *ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПОЗИЦИИ* в соответствующие перечисленным позициям строки *ТQ* заносятся признаки информационных позиций (ПР=1).

При обработке блока *ПЕРЕХОД* формируются строка таблицы *TP* и тексты процедур *L<sub>i</sub>*, *PM<sub>i</sub>* и *PROC<sub>i</sub>*. Затем процедуры транслируются и записываются в библиотеки *L*, *PM* и *PROC*.

При обработке блока *РАЗМЕТКА* изображения меток заносятся в четвертый столбец таблицы позиций *ТQ*.

При обработке *ВСЕ СЕТЬ* сформированная структура данных сети вместе с исходным текстом – описанием модели на языке сетей – записывается в архив.

### Программа имитации

Имитация функционирования сетевой модели во времени осуществляется программой имитации. Программа имитации осуществляет: счет модельного времени; циклический просмотр логических функций наступления переходов, нахождение переходов, для которых выполняются условия наступления, управление реализацией этих переходов в модельном времени.

Исходными данными для программы имитации являются структура данных сетевой модели и задание на моделирование, в котором задаются: время имитации, режим работы программы, режим пересчета времени, точки вывода состояния модели и подключения программ анализа. Программы анализа модели пишутся пользователем на алгоритмическом языке разработки системы имитации и подключаются к модели с помощью имеющихся в системе средств.

Предусмотрены два режима работы программы имитации – диалоговый и автоматический. В диалоговом режиме в начале каждого цикла имитации программа выходит на диалог с пользователем. В процессе диалога могут быть выведены на печать или монитор текущая разметка и граф сети; изменена разметка, закончена имитация.

Пересчет времени в процессе имитации может вестись либо «по шагам», обеспечивающий заданный масштаб времени, либо «по событиям» – используется для обеспечения минимально возможного времени установки начального состояния модели. В процессе имитации возможно подключение программ анализа и графического отображения модели.

Блок-схема программы имитации представлена на рис. 1.

Программа имитации дополнительно к структуре данных сетевой модели в процессе имитации формирует и использует таблицу активных переходов (*ТРА*).

Блок 1. Перед началом цикла устанавливается нулевое значение модельного времени, таблица активных переходов пуста.

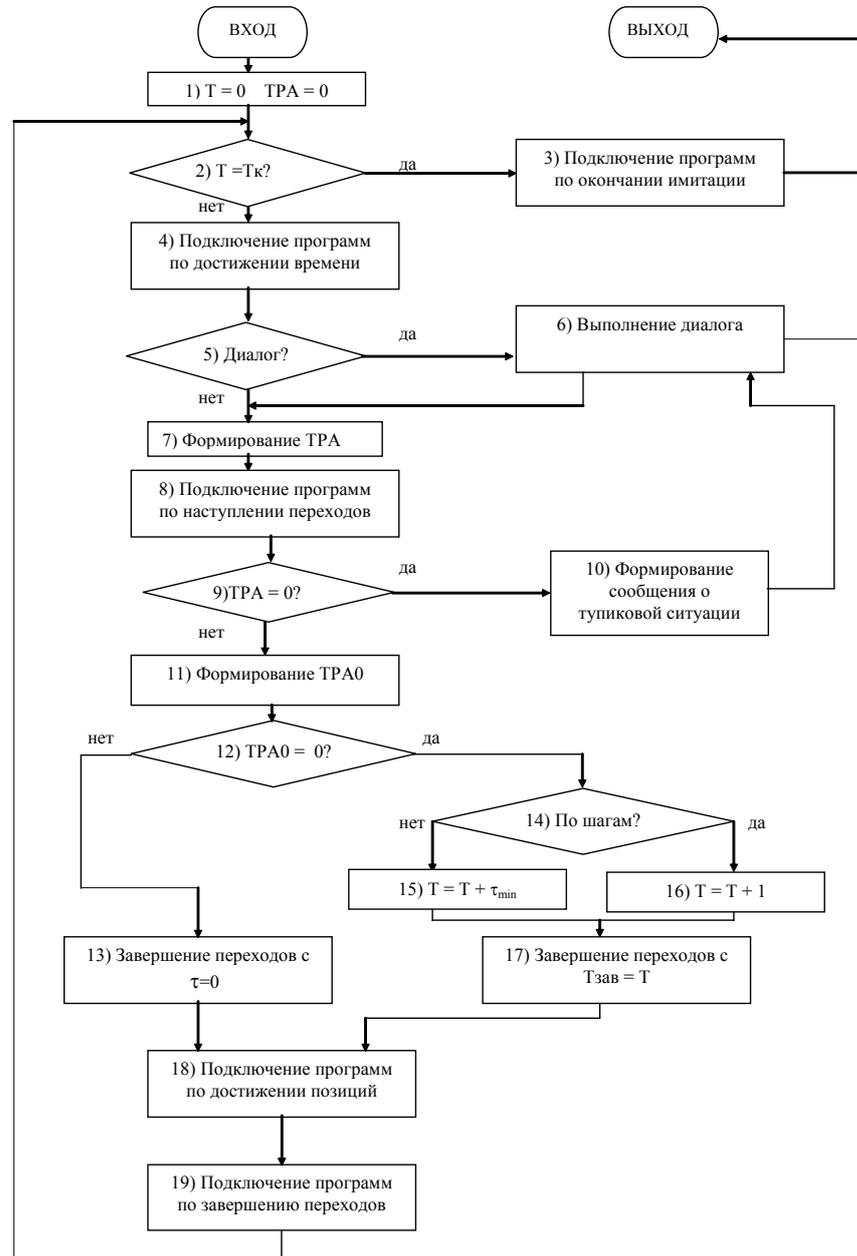


Рис. 1. Блок-схема алгоритма имитации И-сети

Блок 2. Проверяется достижение заданного времени имитации. Если  $T=T_k$ , подключаются программы анализа, которые должны работать по окончании имитации, и программа имитации заканчивает свою работу. Если время имитации еще не истекло, управление передается блоку 4.

Блок 4. Подключаются программы отображения сети и анализа, которые должны быть подключены при достижении данного модельного времени.

Блок 5. Проверяется наличие диалога. В случае диалогового режима выполняется диалог (блок 6), после чего выполняется блок 7. В автоматическом режиме управление сразу передается блоку 7.

Блок 7. Формируется таблица активных переходов – *TPA*.

Для всех переходов, у которых  $\text{ФАЗА}=0$ , выполняются процедуры *L*. Если  $L_i=1$ , т.е. наступили условия запуска перехода  $p_i$ , в *TP*, фаза перехода  $p_i$  устанавливается в единицу и в *TPA* формируется строка данного перехода.

Выполняется процедура приема меток  $PM_i$ , которая переписывает изображения принятых меток из *TQ* в *TPA* в строку перехода  $p_i$ .

Выполняется процедура перехода  $PROC_i$ . Выходные данные процедуры перехода – временной параметр  $\tau_p$ , и изображения меток, которые переход выдает в выходные позиции, вместе с именами этих позиций также заносятся в *TPA* в строку перехода  $p_i$ .

Программа имитации при реализации переходов, преобразующих атрибуты принятых меток и формирующих новые метки, предварительно формирует символьную вставку, в которой используемым в процедуре атрибутам присваиваются их значения, взятые из изображений принятых меток. Затем транслирует текст процедуры со вставкой и полученный объектный модуль помещает в библиотеку *PROC*. После выполнения данной процедуры этот модуль из библиотеки уничтожается.

Блок 8. Подключаются программы анализа при наступлении указанных в задании на моделировании переходов.

Блок 9. Проверка *TPA* на ноль. Если *TPA* не содержит ни одной строки, что означает, что при данной разметке не может наступить ни один переход, программа выходит на диалог. Пользователь может либо изменить разметку и продолжить имитацию, либо закончить имитацию. Если *TPA* не пуста, управление передается блоку 11.

Блок 11. В блоке находятся все переходы из *TPA*, у которых  $\tau_p=0$ , и из них формируется таблица активных переходом с нулевым временным параметром – *TPA0*.

Блок 12. Проверка *TPA0* на ноль. Если *TPA0* не содержит ни одной строки, управление передается на блок 14, в противном случае выполняется блок 13.

Блок 13. Завершение переходов из *TPA0*. Изображения меток из *TPA0* переписываются в *TQ* соответствующих строк, при этом статусы выходных позиций перехода, в которых переданы метки, устанавливаются в единичное состояние. Фазы завершенных переходов в *TP* обнуляются, и управление передается на начало цикла без изменения модельного времени.

Блок 17. Завершение переходов из *TPA* с минимальным временным параметром. Блок работает аналогично блоку 13. Управление передается на блок 15.

Блок 14 анализирует порядок пересчета времени. Если «по шагам», то выполняется блок 16, в котором модельное время увеличивается на единицу, иначе выполняется блок 15, в котором модельное время увеличивается на временной параметр завершаемого на данном цикле перехода.

Блоки 18 и 19 подключают программы анализа и отображения модели по достижении меток заданных позиций и по завершении указанных в задании на моделирование переходов. Управление передается на начало цикла.

Блоки 3, 4, 8, 18 и 19 однотипны. Они подключают указанные в задании на моделирование программы анализа и отображения модели по достижении задан-

ного времени, наступлению и завершению переходов, достижении заданных позиций, окончании имитации.

Программы анализа модели не входят в систему имитации. Они пишутся пользователем и подключаются к модели с помощью имеющихся в системе средств.

Разработанные средства имитационного моделирования соответствуют определению И-сетей и полностью реализуют их моделирующие возможности.

Основные преимущества предлагаемых средств имитационного моделирования: быстрое и надежное конструирование модели; интерфейс пользователя на всех этапах проектирования, отладки и функционирования модели; расширенные возможности средств отладки и контроля; графическое отображение и управление процессом функционирования модели; возможность предварительного анализа модели без ее реализации и подключения программ анализа модели в процессе реализации.

### Технология создания модели БВК

При сетевом моделировании БВК элементы программно-аппаратной платформы представляются вершинами-переходами сети, данные – вершинами-позициями, алгоритмы управления – метками, содержащими в качестве атрибутов имя и характеристики программы алгоритма, используемые операционной системой для ее управления и подлежащие моделированию.

Процесс создания И-сетевой модели БВК включает ряд этапов. Это содержательное описание, разработка И-сетевой модели, создание программной модели (рис. 2).



Рис. 2. Технология создания И-сетевой модели БВК

На этапе содержательного описания определяется требуемая степень детализации модельно отображаемых свойств и характеристик системы. После определения назначения моделируемой системы и составляющих ее элементов, выявляется перечень функций, выполняемых элементами системы. На этапе содержательного описания также определяются все внешние связи элементов, тип и назначение передаваемой информации.

Функции БВК и нештатные ситуации, подлежащие моделированию, определяются, исходя из задач подготовки экипажей на тренажере.

Основываясь на принципе достаточности (не избыточности моделирования), глубина (степень подробности) моделирования БВК определяется составом моделируемых функций, нештатных ситуаций, а также составом и точностью отображаемой экипажу информации в процессе функционирования. Точность моделирования временных характеристик вычислительного процесса – время реакции на введенное воздействие, длительности отработки алгоритмов – определяется, исходя из диагностических возможностей космонавта.

На этапе содержательного описания определяется состав моделируемых алгоритмов управления, аппаратных средств и средств ОС, участвующих в организации вычислительного процесса. Определяются характеристики алгоритмов, используемых операционной системой при управлении их выполнением. К таким характеристикам относятся: приоритетность, цикличность выполнения, признак разрешения прерывания, признак маскирования алгоритма, потребное процессорное время и пр.

Содержательное описание включает в себя описание организации вычислительного процесса, временные характеристики моделируемых процессов, условия ввода и снятия нештатных ситуаций, контролируемые и изменяемые в процессе реализации параметры, описание внешней среды, исходное состояние и варианты исходного состояния модели БВК.

Исходя из содержательного описания, разрабатывается И-сетевая модель БЦВК: структура И-сети (граф сети); структуры меток, движущихся по сети; условия наступления каждого перехода; действия, выполняемые при наступлении перехода; временные параметры переходов.

Далее осуществляется разработка программной модели. Программируются: И-сеть – на входном языке сети, алгоритмы рабочих программ – на алгоритмическом языке среды разработки. Затем описание И-сети с входного языка транслируется в структуру данных сети, в которую помещаются также объектные модули рабочих программ полета, полученные после трансляции с алгоритмического языка.

Начальную разметку можно вводить как вместе с описанием И-сети, включив туда блок «Разметка», так и отдельной директивой «Ввести разметку», но обязательно до начала имитации сети.

Таким образом, в рамках предложенной технологии программирование И-сети на входном языке и разработка программ алгоритмов управления на алгоритмическом языке может вестись параллельно разными группами разработчиков. На завершающем этапе объектные модули программ алгоритмов управления включаются в структуру данных сети. Полученный программный продукт вместе с программой имитации включается в состав программного обеспечения тренажера.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Полунина Е.В. И-сети для моделирования бортовых вычислительных комплексов в космических тренажерах // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(4). – 2012. – С. 88–101.

## **АНТРОПОЦЕНТРИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИИ СОВМЕСТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТОВ ПКК И РОБОТА-ПОМОЩНИКА АНДРОИДНОГО ТИПА**

Б.И. Крючков, В.М. Усов

Докт. техн. наук Б.И. Крючков; докт. мед. наук В.М. Усов  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Рассматриваются принципы и предпосылки организации совместной деятельности космонавта и робота-помощника экипажа на пилотируемых космических комплексах, формулируются концептуальные подходы к определению их роли и места не только при внекорабельной, но и при внутрикорабельной деятельности, описан выбор интеллектуального многомодального интерфейса, предпочтительного для управления и контроля робота-помощника экипажа.

**Ключевые слова:** внекорабельная и внутрикорабельная деятельность, роботизация, робот-помощник экипажа, мобильный робот-андроид, многомодальный интерфейс.

### **Anthropocentric Approach to the Organization of Joint Activity of Cosmonauts and an Android-Type Robotic Assistant Aboard a Manned Space Complex. B.I. Kryuchkov, V.M. Usov**

The paper considers the principles and prerequisites for planning joint activity of a cosmonaut and a robotic assistant for crew support aboard the manned space complexes, defines the conceptual approaches to their role and place both extra- and intravehicular activity (EVA & IVA), and also describes the selection process of the preferred intellectual multimodal interface to monitor and control a robotic assistant for crew support.

**Key words:** extravehicular and intravehicular activity, robotics, robotic assistant for crew support, android-type mobile robot, multimodal interface.

## **Введение**

МКС стала базой для реализации революционных решений в сфере робототехники. Целое семейство роботов уже выполняет опасные, трудоемкие и сложные операции в открытом космосе. Проводится тестирование роботов для внутрикабинной деятельности. В помощь традиционным роботам приходят антропоморфные, которые могут взять на себя, кроме того, выполнение значительного числа рутинных операций, задач информационной, а возможно, и психологической поддержки деятельности космонавтов.

В настоящее время достаточно отчетливо выявились две тенденции в создании роботов андроидного типа – помощников человека.

Одна из них выражает стремление производителей продвижения на рынок множества различных «утилитарных» роботов (преимущественной направленности на поддержание быта, домашнего хозяйства – в англ. варианте HouseKeeping), которые представляют собой специализированные устройства, запрограммированные, по существу, на какую-то одну конкретную операцию, что вытекает из их прямого предназначения, например, «интеллектуальный пылесос» (типа iRobot Roomba), «автоматический газонокосильщик» (типа Robotics RL1000 Robomower) и др. Большинство специализированных роботов могут быть, при желании, стилизованы на вкус потребителя для придания им некой «андроидности» – что не более чем дань моде. По существу, узкая исполнительная функция приводит к необ-

ходимости создания у этого класса роботов узкоспециального исполнительного рабочего органа, максимально приспособленного под конкретный вид и объект труда, но без возможности выполнения других задач за рамками предназначения.

Другая тенденция – попытка реального преодоления разрыва между уникальными возможностями человека освоить любую сколь угодно сложную исполнительную деятельность и тем функционалом, который удастся придать роботу, если перед разработчиком стоит задача достичь у него убедительного уровня универсальности.

Вторая из указанных тенденций в перспективе может привести к созданию персональных универсальных роботов – HouseKeeping Robots, которые возьмут на себя выполнение всевозможной домашней рутины.

Задачи построения робота, который «вписывается» в привычную для человека среду, имеет сенсоры и запрограммированные способы автономной ориентации в рабочем пространстве, умеет понимать естественные речь и жесты, вынуждают исследователей заниматься разработкой различных имитаторов человеческих рук, ног, голоса, зрения и т.д., что, в свою очередь, естественным образом приводит к идеологии антропоморфности, так как в процессе своей эволюции биологический вид *Homo sapiens* достиг высочайшего развития функций и гармонии строения тела.

Следовательно, для того чтобы определиться с вопросом, нужен ли в какой-то конкретной области робот андроидного строения или некий другой по внешнему виду и принципам функционирования механизм, необходимо в первую очередь оценить, можно ли позволить себе иметь несколько десятков интеллектуальных устройств по числу тех операций, которые выполняет конкретный профессионал, или же ситуация диктует необходимость стремиться к универсализму.

На Земле можно ориентироваться на оба варианта построения роботов и их применения.

В космосе из-за жестких требований к весовым характеристикам выводимого на орбиту оборудования и с учетом того факта, что космонавт сегодня должен уметь выполнять тысячи различных манипуляций, предпочтительным оказывается ориентация на универсализм робота, что практически является синонимом «истинной» андроидности. Универсализм и широту постановок задач для поддержки роботом необходимо ограничивать лишь тем, что часть функций вообще не будет поручаться роботу, так как при выполнении сложных (творческих) операций испытательного, исследовательского или научного характера предусматривать использование автомата любого уровня интеллектуальности будет нецелесообразно, это задачи для экипажа.

Еще один источник ориентации на «подлинную андроидность», по мнению Хироши Ишигуро (Hiroshi Ishiguro) – профессора Osaka University и ведущего разработчика лаборатории «ATR Intelligent Robotics and Communication Laboratories» – это воплощение в реальных разработках идеи дистанционного «телеприсутствия» посредством использования робота-двойника. Большинству представителей из рода «человека разумного» (*Homo sapiens*) совсем не все равно, какой двойник его представляет. В случае реального управления роботом в сложной производственной среде, с большой долей уверенности можно полагать, что робот будет воплощать стратегию поведения того конкретного индивида-оператора, который им управляет, и, более того, весьма вероятно, что при этом ему будут приданы черты с фотографически высоко реалистичным подобием облику этого оператора. Этот путь выбрал Хироши Ишигуро, создав подобие самого себя.

Роботы-андроиды, являясь, по сути, искусственными «подобиями человека» лишь в отдельных видах присущей ему функциональности и адаптивности к среде, на самом деле претендуют в будущем на более высокий, «интеллектуальный» статус благодаря тому, что именно человек способен определить для них ту нишу, в рамках которой они способны к определенной автономности, мобильности, несомненной «полезности», рациональности реакций на сигналы внешней среды, но при этом полной контролируемости и управляемости со стороны человека.

Перечислим наиболее важные аргументы в пользу антропидных конфигураций роботов-помощников экипажа (РПЭ):

- конструкция орбитальной станции отвечает антропометрии человека;
- хорошо изучена биомеханика различных двигательных актов человека;
- управление движением робота по схеме экзоскелетона является одним из наиболее изученных и сегодня интенсивно развивается, например, в медицине; важно, что по этой схеме управления человек-оператор может скорректировать неточности автономного функционирования робота;
- взрывное развитие технологий 3D моделирования привело к развитию программных средств и технологий, позволяющих с высокой точностью и реалистичностью проектировать мобильные объекты в виртуальной среде;
- внутреннее представление или картина мира в психическом отражении человека допускает бесконфликтное взаимодействие не со всеми живыми или реализованными как их мехатронными моделями объектами, что особенно важно в аспектах длительного автономного существования экипажа ПКК, и в этом отношении робот-андроид есть наиболее приемлемое решение, при условии выполнения определенных эстетических соглашений и регламентов использования роботов;
- опыт интернет-общения и практика распространения компьютерных игр, в которых пользователь погружается в виртуальную среду в переоплавленном виде аватара, показывает, что и в этом случае он преследует определенные тактические задачи самовыражения и выражения определенных реакций на окружение; очевидно, что более естественно выражение от андроида, чем от любого другого воплощения – тележки, многоножки, цилиндра и пр.

Помимо этих, достаточно простых с точки зрения физиологии и психофизиологии соображений, существуют и более фундаментальные. Исследования выдающихся отечественных физиологов (в их числе П.К. Анохин, М.Ф. Иваницкий, Н.А. Бернштейн и др.) доказали исключительное совершенство двигательной сферы человека и широту возможностей приспособления к сложнейшим двигательным задачам. Не случайно, что после многих попыток построения захватывающих устройств роботов, большинство конструкторов приходит к идее воплощения в той или иной модификации руки человека.

Достаточно детально и на высоком научном уровне вопросы антропоморфности роботов рассмотрены в работе [10].

Реальность антропоморфного подхода, по мнению авторов этой работы, основывается на базовом принципе: повышение изоморфности структуры повышает возможности реализации и соответствующей этой структуре функции. При этом необходимо учитывать, что требуется еще немало усилий, чтобы создаваемые роботы-гуманоиды достигли уровня «технических характеристик» человека как их прототипа (рис. 1).



Рис. 1. Современные антропоморфные роботы

### Область применения технологий робототехники

Исследования перспективных технологий робототехники в пилотируемой космонавтике предполагают изучение:

- 1) вариантов и специфики применения конкретных типов роботов в приложениях пилотируемой космонавтики;
- 2) нового класса роботов – РПЭ и потенциальных сценариев их применения в зависимости от типа планируемых операций, видов полетных ситуаций и условий среды, в том числе, применительно к внекорабельной (ВнеКД) и внутрикорабельной деятельности (ВнуКД) космонавтов в полете;
- 3) сравнительных вариантов инженерно-психологических и эргономических решений для достижения взаимно полезного «симбиоза» человека и РПЭ при решении полетных задач посредством органичного «встраивания» исполнительных действий РПЭ в состав и структуру совместной деятельности членов экипажа как сработанной и сплоченной малой рабочей группы;
- 4) различных вариантов построения интерфейсов членов экипажа с РПЭ, в том числе тех, при которых управление РПЭ реализуется через привычные «естественные» для человека способы построения диалогового взаимодействия в экипаже (такие, как речь, жесты), что в настоящее время принято обозначать термином – многомодальный интерфейс [5, 6].

Общие представления о роли и назначении РПЭ вытекают из представлений о том, что значительную роль в темпах реализации перспективных космических проектов играет фактор полноценного обеспечения испытательной и исследовательской деятельности космонавтов. Проектируемые и вводимые в «обиход» жизнедеятельности экипажа на орбите технологии должны, в первую очередь, служить улучшению качества жизни, безопасности и надежности деятельности космонавтов.

К настоящему времени большинство специалистов достаточно определенно связывают свои ожидания с применением РПЭ при ВнеКД космонавтов [8].

Несколько меньше определенности высказывается относительно РПЭ при ВнуКД.

При орбитальных полетах такие операции, как погрузочно-разгрузочные работы при доставке грузов, складирование и инвентаризация грузов и расходных материалов, утилизация отходов, мониторинг санитарно-гигиенического состояния рабочих зон и удаленных отсеков разных сегментов МКС, очистка среды в замкнутых помещениях, некоторые работы по техническому обслуживанию и ремонту бортовых систем могут выполняться с использованием РПЭ. Для этого необходимо рационально строить совместную деятельность экипажа и РПЭ, правильно задавать уровень автономности РПЭ и контролировать его действия с учетом требований безопасности полета [3].

На рис. 2 сопоставлены такие категории, как предназначение РПЭ, потенциальная сфера применения на ПКК и описание существующих возможностей, которые вытекают из концепции применения РПЭ и достигнутого уровня развития робототехники для решения аналогичных задач в наземных приложениях.

Обратимся к вопросу выбора характеристик РПЭ и возможных ограничений с учетом сценариев их применения в составе экипажа ПКК.

К совокупности требований, предъявляемых к РПЭ, с учетом условий применения РПЭ на ПКК, представленных на рис. 2, можно отнести следующие:

1) РПЭ должен быть многофункционален, иметь широкий набор запрограммированных для него исполнительных действий (манипуляций), допускать различную степень автономности применения на борту ПКК;

2) РПЭ должен быть мобильным, чтобы самостоятельно перемещаться по предписанным директивам и в соответствии с принятой системой позиционирования внутри гермообъекта, при этом строго соблюдая намеченные маршруты движения в стесненной среде, имеющей постоянные или временные ограничения (по соображениям безопасности для экипажа и сохранности оборудования);

3) РПЭ должен уметь в рамках естественного для человека способа общения сообщать о полученных предписаниях и намеченных сценариях активности;

4) источником активности РПЭ должны быть не только занесенные сведения в его базах данных (БД) и базах знаний (БЗ), спроектированных в соответствии с логикой применения РПЭ и получаемых команд от членов экипажа на борту ПКК, но и ряд специфичных, доступных для восприятия сенсорами и распознавания алгоритмами идентификации данных на основе БЗ РПЭ сигналов;

5) РПЭ не должен быть источником дополнительных угроз по критериям безопасности для экипажа и/или повреждений целостности бортовых систем, агрегатов, приборов и т.д.

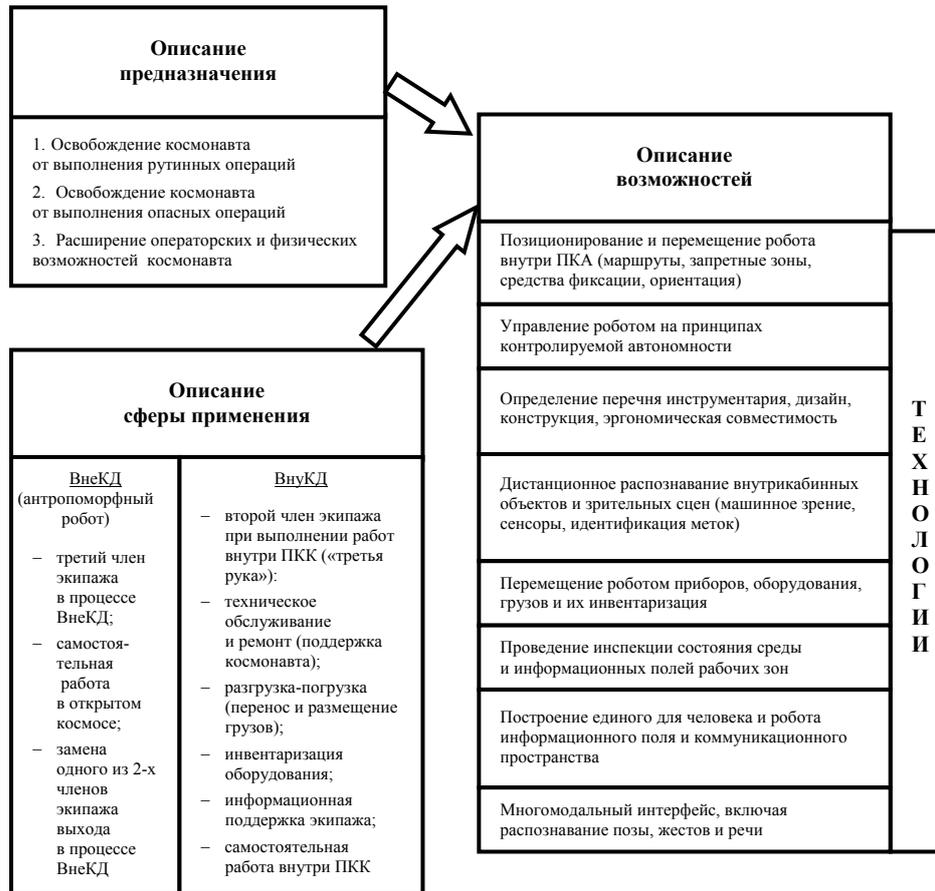


Рис. 2. Направленность и общая характеристика условий применения РПЭ на ПКК

Исходя из перечисленных свойств, предпочтительным вариантом является создание антропоморфных, мобильных, манипуляционных и способных к автономному функционированию РПЭ, обладающих высокоселективными способностями опознания предметов, агрегатов и окружающих людей, а также – способных к диалогу на ограниченном диалекте естественного языка (в форме речевых сообщений и семантически значимых «запрограммированных» жестов). Выбор РПЭ антропоморфного типа вытекает из того факта, что конструкция большинства узлов и модулей на ПКК оптимизирована для антропометрических характеристик человека. Кроме того, в этом варианте легче реализовать управление посредством экзоскелетона.

Сегодня существуют объективные трудности, прежде всего, фактографического порядка, из-за недостатка опытных данных о применении РПЭ, однако на основе анализа человеческого фактора, условий и ограничений с позиций обеспечения безопасности работ с РПЭ, можно составить общее представление о факторах и условиях, определяющих облик РПЭ и его функциональность, что отражено на рис. 3.



Рис. 3. Систематизация факторов и условий, определяющих облик РПЭ и его функциональность (для двух вариантов: ВнеКД и ВнуКД)

### Отбор ситуаций на ПКК, в которых ожидается применение РПЭ при ВнуКД

Практика в земных условиях показала, что мобильные антропоморфные роботы, построенные по схеме экзоскелетона, сегодня с известной степенью автономности способны к выполнению задач при поддержке двигательных функций лиц с ограниченными физическими возможностями, для проведения спасательных работ. Имеются попытки их применения в военном деле, изучаются возможности сервисного обслуживания посетителей торговых центров и музеев по типу «говорящая голова» и др.

Можно ожидать, что роботы могут быть использованы на ПКК, когда требуется:

1) постоянная готовность к действию «24 часа в сутки и 7 дней в неделю» (в то время как для экипажа необходима специальная организация режима труда и отдыха);

2) выполнение простых и однообразных операций (известно, что у человека в условиях монотонии, однообразия и повторяемости простых по составу операций могут развиваться дремотные состояния со снижением интереса и мотивации);

3) в ситуациях, связанных с неблагоприятными или опасными для здоровья работающего человека воздействиями или высоким риском инцидентов.

Следует учитывать, что автономное перемещение в гермоотсеках и модулях ПКК мобильного антропоморфного робота, который рассматривается как один из предпочтительных вариантов построения РПЭ для работ на ПКК и которому предполагается делегировать достаточно широкий набор исполнительных функ-

ций, может повлечь нарушения сложившейся системы отношений между членами экипажа. В числе таких нарушений могут выступать различия в восприятии сложности ситуации и текущих условий деятельности, а также различная степень «осведомленности» в экипаже о предписанных РПЭ действиях в конкретный момент времени.

На рис. 4 в обобщенном виде представлена возможная трактовка позиционирования РПЭ на ПКК, включая базовое определение и отличительные признаки.



Рис. 4. Определение и отличительные признаки позиционирования РПЭ на ПКК

Методология системного исследования позиционирования РПЭ в эргономической системе «экипаж–РПЭ» предполагает:

- 1) реализацию принципа приоритетности интересов человека в эргономической системе «экипаж–РПЭ»;
- 2) антропоцентрический подход к оптимизации системы «космонавт–робототехническое средство–среда обитания», в рамках которого РПЭ предлагается рассматривать как высокотехнологичное *средство труда*, качественно нового уровня с *элементами искусственного интеллекта (ИИ)*.

### **Направления работ для снижения рисков при использовании РПЭ при ВнуКД**

Большинство авторов склонны полагать, что до тех пор, пока запрограммированные функции робота будут достаточно «узкими», а сфера применения ограничена простыми, понятными и легко контролируруемыми человеком операциями, складывающаяся ситуация особых опасений не должна вызывать. В тех случаях, когда можно предусмотреть вполне «посильные интеллекту» робота режимы автономного применения, очевидно, что необходимо обучать экипаж контролю активности робота в интеллектуально-насыщенной среде управления ПКК. В то же время, роботы должны «сами заботиться» о безопасности своего перемещения в стесненной сложно конфигурированной обстановке, избегая столкновений с предметами, ограничительными панелями и др. препятствиями, и, главное, с членами экипажа, заранее рассчитывая траекторию движения, идентифицируя все неподвижные и движущиеся предметы в определенной области обзора, отличая «красную» зону опасности для человека от рассчитанной траектории собственного движения. Кроме того, необходимо предусмотреть средства запретительного характера для перемещения роботов в опасную для их активности зону и выработать решения, как изменить конфигурацию средств идентификации предметов и рабочих зон, чтобы локализовать максимальную активность робота именно в этих заданных зонах.

Многие преимущества, но одновременно и ограничения (как источники профессионально-психологических проблем обеспечения надежности и безопасности деятельности космического экипажа) связаны с расширенными функциональными возможностями роботов, построенных на основе технологий новых поколений. В их числе:

- 1) высокая мобильность робота в условиях выполнения движения в стесненном рабочем пространстве герметически замкнутого объекта, со сложной конфигурацией рабочих зон и с присутствием экипажа;
- 2) высокий уровень интеллектуальных и сенсорных функций, позволяющих разработчику проектировать автономное выполнение запрограммированных действий со сложной циклограммой работ;
- 3) возможность дистанционного управления роботом из разных источников (по командам экипажа, по командам операторов ЦУПа, при получении роботом сигналов от бортовых систем, бортовых сигнализаторов, речевых информаторов и др.);
- 4) настройка в широком диапазоне технических и пользовательских характеристик робота, в частности, по параметрам речевой информации и жестов.

Все эти факторы вместе и каждый по отдельности могут приводить к нарушению организации совместной деятельности членов экипажа и изменению психологического климата на борту ПКК в условиях изоляции и длительного автономного пребывания в космосе.

Рассмотрим каждый из приведенных выше вариантов прогнозирования риска для совместной деятельности экипажа с РПЭ и направления его снижения.

**1. Высокая мобильность робота и сложная кинематика его частей**

*Риски* в условиях выполнения движения РПЭ в стесненном рабочем пространстве, со сложной конфигурацией рабочих зон и с присутствием людей включают повреждение аппаратуры, бортовых систем, предметов рабочего интерьера, нанесение травм космонавтам, нарушение герметичности замкнутого помещения.

*Методы обеспечения безопасности.* Необходимы: контроль досягаемости конкретных объектов посредством использования датчиков скорости; установка радиометок на характерных опорных точках в гермообъекте; повышение точности системы позиционирования внутри помещений; применение цифровой карты рабочих зон с указанием областей, запрещенных для доступа РПЭ и разрешенных маршрутов движения РПЭ с ограничением по скорости и ускорениям; применение системы предупреждения о недопустимом сближении с живыми объектами и экстренного приведения РПЭ в стабилизированное в пространстве состояние; контроль за распределением полномочий в экипаже по управлению РПЭ.

**2. Высокий уровень реализованных когнитивных и сенсорных функций РПЭ**

*Риски* в условиях недостаточного контроля со стороны командира экипажа и со стороны управляющего РПЭ конкретного члена экипажа правильности и своевременности выполнения предписанных операций – выпадение правильных по сути автономных действий РПЭ из контекста единой целевой задачи экипажа на том или ином участке полета, несвоевременность предпринимаемых РПЭ видов активности в ситуации наличия более приоритетных задач, выполнение работ в штатном варианте при высоком риске нештатной или опасной ситуации на борту ПКК.

*Методы обеспечения безопасности.* Необходимы: разработка и выполнение регламента и процедур синхронизации действий всех членов экипажа и РПЭ при выполнении совмещенной деятельности; использование естественных форм взаимодействия с РПЭ посредством речи и жестов для ускоренного ввода командной информации; жесткий контроль за исполнением полномочий по управлению РПЭ.

**3. Возможность дистанционного управления РПЭ из разных источников**

*Риски* в условиях инициирования активности РПЭ из разных источников – по командам от членов экипажа, по командам от специалистов ЦУПа при получении роботом сигналов от бортовых систем, бортовых сигнализаторов, речевых информаторов и др. При этом возможно возникновение нештатной или опасной ситуации на борту ПКК из-за несогласованности действий экипажа и специалистов ЦУПа, особенно в тех случаях, когда управление осуществляется по типу «экзоскелетона» и в дистанционном режиме с достаточно большими задержками реагирования человека-оператора.

*Методы обеспечения безопасности.* Использование динамически изменяемого уровня автономности управления РПЭ; преимущественная ориентация на использование естественных форм взаимодействия с РПЭ посредством речи и жестов для ускоренного ввода командной информации; минимальное применение режимов опосредованного прохождения команд на управления РПЭ через несколько участников диалога, особенно не прошедших совместных тренировок с экипажем на наземных стендах и тренажерах.

**4. Настройка в широком диапазоне технических и пользовательских характеристик РПЭ и сложность выбора варианта построения интерактивного диалога из множества доступных средств многомодального интерфейса**

*Риски* предоставления членам экипажа излишних полномочий по перенастройке параметров РПЭ «под себя», включая параметры речевой информации (например, мужской и женский голоса различного тембра и высоты) и жестов (удобных только конкретному пользователю), а также по синтезу выражения «лица РПЭ» на технологиях «фоторобота», исходя из индивидуальных предпочтений только одного члена экипажа, состоят из возможности возникновения потенциальных конфликтов и нарушения психологического климата в экипаже по причине разных мотивационных установок на применение роботов.

*Методы обеспечения безопасности.* На борту ПКК необходимы: четко регламентированный контроль за исполнением полномочий по управлению РПЭ со стороны командира экипажа; согласование всеми членами экипажа внешних параметров РПЭ; понимание экипажем потенциальной опасности появления в длительных полетах «раздражающего» своей непредсказуемой активностью и внешним видом интеллектуального мобильного агента; использование задания разрешенных маршрутов, запретительных мер по зонам и времени проявления активности (циклограмма включения РПЭ) и др.

С учетом рассмотренных выше рисков применения РПЭ возможно широкое применение в искусственной среде гермообъектов средств маркировки предметов, инструментария рабочих мест, рабочих зон, отсеков (в том числе, для контроля и/или запрещения доступа), маркировки ориентиров для организации маршрутов перемещений роботов по заданным траекториям, маркировки самих роботов. На технологиях маркировки может быть построена вся «топология» внутренней среды гермообъекта. Возможны и другие технологии обеспечения движения РПЭ по разрешенным маршрутам.

На основе вышесказанного можно представить обобщенную схему анализа рисков применения РПЭ на ПКК (рис. 5).

При подготовке необходимых исходных данных к задаче управления движением маневренного мобильного робота в стесненных условиях внутри отсеков и модулей ПКК необходимо будет выполнить ряд мультидисциплинарных исследований.

В их числе выделим следующие направления [1]:

- Исследование и разработка методов управления движением мобильного робота, обладающего высокой маневренностью и, одновременно, высокой степенью контроля «помех» движению.
- Создание методов информационного обеспечения управления движением такого робота, а также аппаратуры для внешнего управления двигательными функциями РПЭ.
- Разработка методов и средств верификации сложных алгоритмов автоматического управления движением автономного мобильного РПЭ среди препятствий в стесненной среде.
- Разработка методов и алгоритмов машинного зрения и идентификации предметов окружающей среды.
- Очувствление робота при сенсорных тактильных воздействиях.
- Очувствление робота по обнаружению примесей в искусственной воздушной среде и идентификации сигналов от речевых информаторов, устройств оповещения отказов техники, средств жизнеобеспечения экипажей, нарушения герметичности отсеков, возникновения возгорания и др.
- Оснащение робота средствами опознавания предметов и устройств, снабженных метками по типу штрихкодов и метками радиочастотной идентификации.

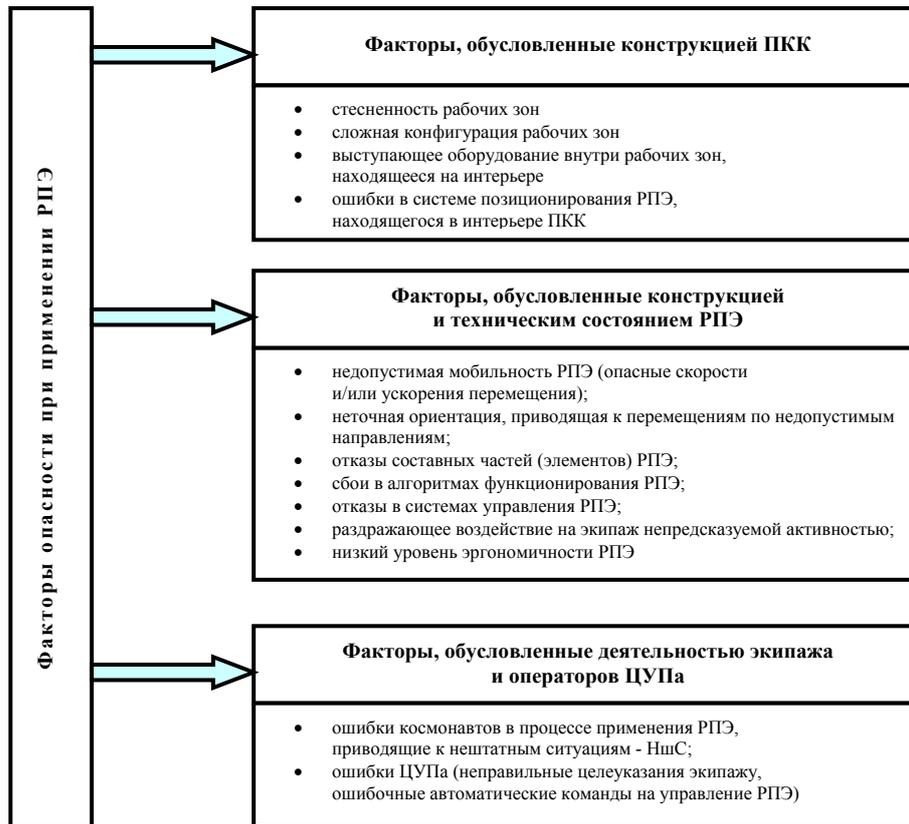


Рис. 5. Контролируемые факторы риска при использовании РПЭ на ПКА (для варианта ВнуКД)

Спроектировать совместную деятельность космонавтов с РПЭ для выполнения различных полетных задач предстоит таким образом, чтобы не нарушить, а, напротив, улучшить коммуникацию в экипаже.

В этой связи особый интерес представляет изучение психологического содержания совместной деятельности в космическом экипаже, которое имеет ряд специфических особенностей. В отношении позиционирования РПЭ в экипаже на МКС следует исходить из психологической трактовки понятия «взаимодействие» в группе лиц [7].

Применительно к летным профессиям термин «взаимодействие» традиционно употребляется в деятельностном контексте: «порядок взаимодействия при выполнении операций полета», «распределение обязанностей членов экипажа», «организация работы», «ответственность за конкретные ее виды и контроль исполнения». Совместная деятельность предполагает межсубъектные отношения и общение между членами группы – участниками совместной деятельности.

Совместная деятельность часто выступает и как *совмещенная* деятельность, в которую вместе с включением в выполнение деятельности другого члена экипажа входит выполнение собственных функций, а также контроль обстановки на

борту с позиций обеспечения безопасности работ. В большей мере это относится к командиру экипажа, так как для многих операций предусмотрен активный контроль с его стороны за деятельностью каждого члена команды и особые права при ведении коммуникации с ЦУПом. Такой порядок может быть распространен и на контроль за активностью РПЭ.

Следуя перечисленным признакам, при выполнении полетных операций и проектировании совместной деятельности членов экипажа с участием РПЭ в выполнении работ необходимо предусматривать:

1) построение специальным образом организованной коммуникационной среды для экипажа с участием РПЭ;

2) наличие у РПЭ «способностей» к поддержанию с космонавтами «диалога» в объеме предписаний бортовой документации по каждой из полетных операций.

Коммуникативные функции и правильно организованное интерактивное взаимодействие, которое базируется на развитом интерфейсе с РПЭ, являются значимыми факторами достижения высокой оперативности и надежности выполнения совместных действий членов экипажа и обеспечения благоприятного психологического климата в экипаже, использующего РПЭ.

Проблемы обеспечения эффективного взаимодействия космонавта и РПЭ достигаются решением следующих вопросов:

- разделение функций между человеком и роботом:
  - а) по задачам, с учетом космических программ,*
  - б) по способам управления РПЭ,*
  - в) по действиям в штатных ситуациях и НшС;*
- определение необходимой степени интеллектуальной организации работа и его сенсорных возможностей (т.е. определение «внутренней модели» внешнего мира и моделирование получения сигналов внешней среды с помощью «органов чувств»);
  - создание условий адаптации человека к РПЭ (восприятие сигналов рецепторами и анализаторами человека, эргономическая и антропометрическая совместимость человека и РПЭ, управления двигательными функциями РПЭ с помощью экзоскелетов), психологические возможности «вживания» человека в логику управляемого им РПЭ;
  - определение границ применения автономного самостоятельного РПЭ на ПКК вместо космонавта при ВнеКД и ВнуКД;
  - определение рациональных способов управления роботами (копирующий – без ЭВМ, полуавтоматический – ЭВМ рассчитывает управление приводами, супервизорный – ЭВМ планирует траектории движения и управляет движением робота, автономный);
  - организация взаимодействия человека и РПЭ в рамках единой космической миссии, исследование закономерностей и особенностей такого взаимодействия, исследование возможностей «перепрограммирования» РПЭ космонавтами в ходе выполнения конкретных, в том числе, автономных миссий;
  - формирование коммуникационной сферы на ПКК – создания совокупностей условий для совместного функционирования членов экипажа ПКК и РПЭ;
  - определение состава задач, в решении которых РПЭ будет помогать космонавту;
  - разработка аппаратно-программных и алгоритмических решений для общения человека с РПЭ;
  - разработка методов оценивания эффективности применения роботов;

- разработка тренажных вариантов РПЭ и технических средств подготовки космонавтов;
- проблемы обеспечения безопасности при взаимодействии человека и РПЭ.

Как уже отмечалось, одной из наиболее серьезных угроз безопасности работ, возникающих при использовании РПЭ на ПКК, является проблема нарушения «синхронизации во времени и пространстве» действий членов экипажа и РПЭ, работающих в герметически замкнутой и ограниченной по объему среде гермообъекта. Это означает, что выполнение любой операции экипажем имеет не только «внутреннюю логику», которая вытекает из предписаний бортовой документации, но из принятого распределения функций в экипаже, подчиненности, квалификации относительно конкретных типов работ тех или иных космонавтов, а также из оперативно поступающих данных по каналам обмена информацией. Все это требует понимать общую картину ситуации и формировать сходные представления у членов экипажа о тенденциях ее изменения, а также поддерживать в актуальном состоянии диалог на наиболее значимых информативных признаках и событиях. Это же в полной мере касается того члена экипажа, который управляет РПЭ и контролирует его активность. При определении глубины такого контроля необходимо принимать во внимание существующие подходы к управляемой автономности роботов. Фактически именно соотношение мобильности и уровня контролируемой или переключаемой автономности дает понимание того, как должен действовать космонавт, управляя РПЭ с учетом сложности задачи и текущей ситуации.

Известно, что контролируемая («скользящая») автономность, когда допускается оперативное изменение способа управления роботом от копирующего и супервизорного режима до полной автономии, включает, помимо пространственно-временного контроля робота, контроль синхронизации операций согласно стратегически определенной командиром экипажа цели деятельности. Для контроля пространственных перемещений и взаиморасположения участников взаимодействия необходимо функционирование системы позиционирования внутри герметически замкнутого объекта и отображение на многофункциональном индикаторе типа цифровой карты всех участников «событий» на ПКК для взаимного информирования и контроля удаленности друг от друга и от опасных зон (зон, запрещенных для доступа робота). Взаимную удаленность участников, в частности, РПЭ от людей, необходимо контролировать как средствами внешнего контроля (для РПЭ это выполняется со стороны управляющего им члена экипажа), так и собственными средствами РПЭ с помощью его сенсоров – дальномеров и средств определения живых объектов, что диктуется требованиями обеспечить безопасность экипажа при двигательной активности мобильного робота.

Одна из новых и важных задач – регламентация процедур передачи полномочий от одного члена экипажа к другому при необходимости управления РПЭ разными исполнителями. Этот процесс должен проходить под непосредственным контролем командира экипажа, сопровождаться «персонификацией робота», что должно явно индцироваться на электронной карте помещения (виртуальном представлении рабочих зон ПКК), предназначенной для визуального контроля активности РПЭ.

В качестве резюме можно сформулировать положение, что только органичное сочетание эргономических, инженерно-психологических и психолого-педагогических мероприятий с учетом всех составляющих человеческого фактора

может обеспечить ускоренное внедрения РПЭ в практику длительных пилотируемых космических полетов.

**Основные направления внедрения РПЭ в практику пилотируемых полетов связаны с решением следующих актуальных задач:**

- 1) Проектирование совместной деятельности членов экипажа ПКК и РПЭ.
- 2) Проектирование естественной для человека коммуникативной среды, допускающей задание предписаний РПЭ и получение значимой информации от РПЭ в привычной и удобной для человеческого восприятия форме.
- 3) Проведение испытаний РПЭ в модельных и натуральных условиях с участием опытных космонавтов (как наиболее глубоко и реалистично представляющих себе потенциальные условия применения РПЭ) и испытателей-добровольцев (специально отобранных и обученных применению роботов).
- 4) Обучение космонавта методам и способам коммуникации с РПЭ как командно-информационных, так и в естественной речевой форме и с помощью жестов на основе интеллектуального многомодального интерфейса.
- 5) Комплексная подготовка экипажа ПКК в полном составе для применения РПЭ.
- 6) Отработка правил безопасности труда при применении РПЭ.

## **Выводы**

Космическая робототехника находится только в начале своего пути широкого и активного применения, а потому с первых шагов важно обеспечить согласование характеристик РПЭ с возможностями человека, обратив особое внимание на проблемы совместной деятельности экипажа ПКК при применении РПЭ, исходя из методологии антропоцентрического подхода к оптимизации сложной системы «экипаж–ПКК–среда».

Основная теоретическая и методическая посылка данной работы состоит в том, что с позиций антропоцентрического подхода к системе «космонавт–робототехническое средство–среда обитания», включенный в состав экипажа РПЭ выступает как высокотехнологичное *средство труда* космонавтов, хотя и качественно нового уровня развития высокоавтоматизированного многопользовательского инструментария с элементами искусственного интеллекта на борту ПКК. Это положение в полной мере отвечает принципу приоритетности интересов человека в эргономической системе «экипаж–ПКК–внешняя среда» и означает, что при выполнении сложных полетных задач только высокоподготовленный человек с его возможностями профессионального интеллекта способен к выявлению и осознанию новых, ранее не исследованных в полной мере ситуаций. В рамках такого подхода предполагается, что РПЭ предназначен исключительно к реализации запрограммированных действий в заранее просчитанных вариантах развития ситуаций и событий, хотя допускается известная степень его автономности под контролем задающего команды для РПЭ члена экипажа. Другими словами, за человеком (в условиях работы на ПКК, прежде всего, в лице командира экипажа) остается стратегический уровень управления поведением не только каждого члена экипажа, но и «поведением» РПЭ в любой ситуации. Для РПЭ всегда должен быть предусмотрен подчиненный и контролируемый человеком иерархически более низкий уровень управления исполнительными действиями.

Необходимо сформировать адекватные условия для того, чтобы обеспечить «симбиоз» экипажа с РПЭ при решении полетных операций путем следования принципам антропоцентрического подхода. Суть такого подхода можно конкре-

тизировать применительно к РПЭ в экипаже ПКК следующим образом: за человеком, в лице командира экипажа, должен быть закреплён *стратегический уровень организации совместной деятельности* и контроля как каждого члена экипажа, так и «исполнительной активности» РПЭ в обычной и, особенно, в проблемной ситуации на борту ПКК [7]. При передаче управления РПЭ от командира одному из членов экипажа за последним сохраняются приоритеты инициирования «исполнительной активности» РПЭ с постоянным ее контролем и задействованием средств информирования командира и других членов экипажа о предпринимаемых с помощью РПЭ действиях. При этом РПЭ всегда остается *объектом иерархически более низкого уровня управления*, его «поведенческая» активность должна быть инициирована задающим команды – предписания космонавтом (или оператором ЦУПа), а исполнительные действия должны происходить под непрерывным контролем членов экипажа, в первую очередь – командира экипажа ПКК.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бобровский С.Н. Навигация мобильных роботов [Текст] / С.Н. Гончаров // Журн. PC Week. – 2004. – № 9. – С. 60–63.
- [2] Крикалёв С.К. Пилотируемые полеты: от Ю.А. Гагарина к МКС и полетам в дальний космос / С.К. Крикалёв, Б.И. Крючков, А.А. Курицын // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(2). – 2011. – С. 6–20.
- [3] Крючков Б.И. Человек и робот на пилотируемом космическом аппарате / Б.И. Крючков, С.К. Крикалёв, А.М. Салаев, В.М. Усов // Сб. научных статей по материалам докладов на Первом российско-германском семинаре по космической робототехнике, 20–23 февраля 2012 г., Германия, г. Штутгарт.
- [4] Ревко П. Искусственные интеллектуальные системы и повседневная жизнь человека. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 130 с.
- [5] Ронжин А.Л. Автоматическое распознавание русской речи / А.Л. Ронжин, И.В. Ли // Вестник Российской Академии наук. – 2007. – Т. 77. – № 2. – С. 133–138.
- [6] Ронжин А.Л. Разработка многомодального информационного киоска. / Ронжин А.Л., Карпов А.А., Леонтьева А.Б., Костюченко Б.Е. // Труды СПИИРАН. – Вып. 5. – Т. 1. – СПб: Наука. – 2007. – С. 227–245.
- [7] Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология. – М.: «Академия»; Высшая школа, 2001. – 360 с.
- [8] Эргономика: Учебник / Под ред. А.А. Крылова, Г.В. Суходольского – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – 184 с.
- [9] Цыганков О.С. Заменит ли робот космонавта в операциях внекорабельной деятельности / О.С. Цыганков, Д.В. Бабайцев // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(4). – 2012. – С. 74–87.
- [10] Шевченко А.И. Антропоморфно-гуманоидные роботы: эволюция, проблемы, перспективы / А.И. Шевченко, И.С. Сальников, Р.И. Сальников // Искусственный интеллект. – № 3. – 2006. – С. 52–60.

**КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «СВС»**

О.К. Камынина, А.Е. Сычев, С.Г. Вадченко

Канд. физ.-мат. наук О.К. Камынина; канд. техн. наук А.Е. Сычев; С.Г. Вадченко (ФГБУН ИСМАН, г. Черноголовка)

Представлены результаты космических экспериментов по самораспространяющемуся высокотемпературному синтезу (СВС), проведенных на российском сегменте Международной космической станции в 2005–2010 годах в рамках ОКР «МКС-Эксперименты». Получены принципиально новые данные, имеющие фундаментальное и прикладное значение о механизме протекания процессов горения, формирования фазового состава и структуры образующихся продуктов в условиях длительной микрогравитации. Проведенные эксперименты показали возможность использования СВС-сварки, СВС-наплавки и СВС-пайки в условиях микрогравитации для решения технологических и ремонтно-восстановительных задач на борту МКС.

**Ключевые слова:** самораспространяющийся высокотемпературный синтез, микрогравитация, космический эксперимент, материаловедение, фазообразование, структурообразование.

**Space Experiment “SHS”. O.K. Kamynina, A.E. Sychov, S.G. Vadchenko**

The paper presents the “SHS” experiment results, carried out aboard the ISS RS within the framework of the “ISS-Experiments” program during 2005–2010. The received crucially new data on the combustion process mechanism, formation of the phase composition and the structure of resultant products under conditions of prolonged micro-gravity is of great interest for both basic and applied research. The carried out experiments have demonstrated the feasibility of performing SHS welding, SHS surfacing, and SHS soldering under micro-gravity to accomplish maintenance and repair works aboard the ISS.

**Keywords:** SHS (Self-spreading High temperature Synthesis), micro-gravity, space experiment, materials sciences, phase formation, structure formation.

Космический эксперимент «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез» (КЭ «СВС») выполнялся на российском сегменте Международной космической станции (РС МКС) с 2005 по 2010 годы в рамках «Долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС». Эксперимент явился продолжением работ, которые проводились в 1997–98 годах на ОПС «Мир». Первый эксперимент на борту РС МКС в период экспедиции МКС-11 (2005 г.) выполнил С.К. Крикалёв. Далее КЭ «СВС» проводился в период экспедиций МКС-13, МКС-16, МКС-18, МКС-19/20 и МКС-21/22.

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез – получение материала в результате экзотермической реакции между двумя или более компонентами. Выделяют два различных режима СВС – режим послойного горения и режим теплового взрыва. В первом случае экзотермическая реакция начинается после ее точечного инициирования коротким тепловым импульсом, и волна горения распространяется по образцу, во втором – образец нагревается до температуры самовоспламенения, и во всем объеме образца одновременно происходит реакция. Это позволяет проводить процесс с минимальным использованием энергии внешних источников тепла, в любой атмосфере или в вакууме, с использованием простого технологического оборудования. Проведение технологических операций на борту космического корабля ограничено отсутствием мощных источников электрической энергии и рабочего пространства. Учитывая это, СВС-технологии являются перспективными для решения технологических задач, связанных с полу-

чением необходимых материалов и осуществлением восстановительного ремонта непосредственно в условиях космической станции. Основными преимуществами данного процесса являются: энергетическая «самодостаточность», т.е. возможность реализации высоких температур без привлечения дополнительных источников энергии; возможность протекания процесса в различных условиях (окислительной и инертной среде, в вакууме); возможность получения широкого круга материалов (интерметаллидов, карбидов, силицидов, боридов и композиционных материалов) [1, 2]. Высокотемпературное химическое взаимодействие для ряда СВС-систем протекает за короткое (менее секунды) время. Поэтому, первые работы по исследованию влияния микрогравитации на закономерности СВС были выполнены с использованием методов «*Parabolic flight*» («Параболический полет») [3] и затем «*Drop tower*» («Башня невесомости») [4–6].

Эти методы позволяют создавать условия микрогравитации на короткие промежутки времени (от нескольких секунд до нескольких десятков секунд) и могут быть использованы для исследования быстротекущих процессов, со временами меньшими, чем время реализации условий микрогравитации. Однако продолжительность структурообразования продуктов синтеза СВС может существенно превышать время синтеза и достигать нескольких минут.

Большая длительность процесса характерна для высококалорийных СВС-систем с полным плавлением всех или части компонентов в процессе синтеза [7, 8]. Жидкофазное состояние продуктов синтеза определяет высокую чувствительность таких систем к воздействию гравитации. Созданная в работе [9] интерполяционная методика диагностики поведения СВС-систем в условиях микрогравитации показала, что чувствительность к уровню гравитации возрастает по мере увеличения концентрации жидкой фазы в продуктах реакции. Эти результаты были подтверждены первыми экспериментами, выполненными на орбитальной станции «Мир». При исследовании СВС-системы термитного типа (NiO+Ni+Al), с полностью плавящимися продуктами горения, было обнаружено формирование ряда необычных структур продуктов реакции [10–11].

Основной научной целью проведения КЭ «СВС» на борту РС МКС являлось изучение влияния длительной микрогравитации на процессы высокотемпературного синтеза и формирования структуры продуктов. В задачи КЭ «СВС» входило следующее: определить закономерности горения и формирования макро- и микроструктуры конденсированных продуктов реакции, структуры парового пространства и переходных областей в местах соединения (сварки) образцов с различной пористостью и химическим составом, механизма и кинетики образования интерметаллидов и тугоплавких неорганических соединений на границах металлов с компонентами СВС-систем. В дальнейшем использование полученных результатов позволит получать тугоплавкие материалы с уникальной структурой пен или зернистых каркасов, которые являются эффективными теплоизолирующими материалами для применения в космической технике, а также решать технологические задачи по монтажу, демонтажу и ремонту аппаратуры в условиях микрогравитации (МГ).

Для проведения СВС-экспериментов в условиях длительной МГ совместно с федеральным государственным унитарным предприятием «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» была сконструирована и изготовлена специальная научная аппаратура «Исследовательская камера СВС» (ИК СВС), не имеющая аналогов.

Совместно с ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королёва» была разработана документация по КЭ «СВС», проведены испы-

тания научной аппаратуры (НА), реализованы все 24 сеанса запланированных экспериментов КЭ «СВС» на борту РС МКС (с предварительной наземной подготовкой и последующим анализом материалов).

Первые эксперименты по горению высокоэнтальпийных СВС-систем в условиях пилотируемой космической станции были выполнены на установке «Оптизон-1» [14]. Установка позволяла осуществить поджиг образца при помощи мощного теплового импульса путем концентрации светового потока на поверхности образца. Поскольку установка имела ряд недостатков (большие размеры и вес, высокое энергопотребление, длительность при подготовке и проведении экспериментов, требующая установки отдельного образца, сложное программирование режимов нагрева и т. д.), для проведения экспериментов на ней космонавт затрачивал длительное время.

Поэтому при планировании новых экспериментов на МКС большое внимание было уделено созданию экспериментальной установки для реализации и исследования СВС-процессов [12], отвечающей всем требованиям для работы на МКС [13]. Новая установка включает три основные части: (1) – реакционный блок, (2) – блок питания и управления (БПУ) и (3) – космический комплекс (*Telescience*) для регистрации видеосигнала. Конструкция реакционного блока позволила минимизировать участие космонавта в подготовке экспериментов и существенно упростить их проведение на МКС. Реакционный блок состоит из внешнего защитного корпуса (1) (рис. 1а), внутри которого располагаются четыре независимые экспериментальные ампулы (2) (рис. 1б), две микровидеокамеры (3) и зеркальные панели (4), позволяющие проводить одной камерой запись видеозображения сразу с двух экспериментальных ампул (рис. 1в), имеющих прозрачные кварцевые окна (5). Такая конструкция обеспечивает максимальную компактность блока, что упрощает доставку оборудования на орбитальную станцию и его возвращение после проведения экспериментов.

Для регистрации процесса эксперимента на видеомэгнитофон и передачи информации на Землю в реальном времени в период экспедиций МКС-11 и МКС-13 была задействована аппаратура «Телесайенс» из состава оборудования «Плазменный кристалл-3». В период экспедиций МКС-16, МКС-18, МКС-19/20 и МКС-21/22 для видеорегистрации КЭ использовался камкордер Sony HVR-Z1J, видеокассеты DVD CAM. Общий вид аппаратуры показан на рис. 2.

Для работы НА «ИК СВС» на борту РС МКС не требуется применения специальных средств измерения, испытательного и другого оборудования, необходимого для контроля, настройки, выполнения работ по текущему ремонту.

Контроль температуры и давления в сменном контейнере, исходного состояния образца, подача инициирующего импульса и передача сигнала с видеокамер на регистрирующее устройство осуществлялся с помощью блока питания и управления. Эксперименты проводились последовательно в различных капсулах с небольшими (5–10 мин) перерывами для частичного охлаждения сменного контейнера.

На Землю возвращался сменный контейнер (СК) СВС, содержащий экспериментальные капсулы с полученными в процессе КЭ «СВС» материалами, и видеокассеты с записанной на них информацией о ходе СВС-процесса в экспериментальных капсулах. Синтезированные СВС-методом материалы, на Земле подвергались рентгенофазовому, микроструктурному и химическому анализам. Проводились также физико-механические исследования образцов (прочность, твердость и др.) и сравнительный анализ результатов, полученных при исследовании земных и космических образцов.

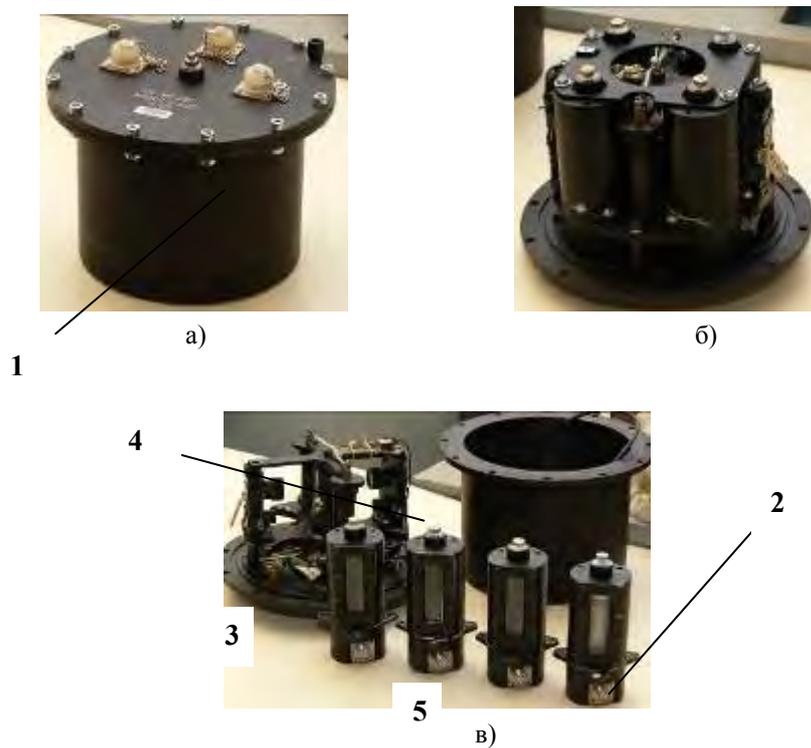


Рис. 1. Внешний вид экспериментального блока в сборе (а), после демонтажа защитного корпуса (б) и после демонтажа экспериментальных капсул (в)



Рис. 2. Научная аппаратура «ИК СВС» в интерьере модуля

На рис. 3 представлены космонавты, реализовавшие КЭ «СВС».

Результаты экспериментов, полученные в период экспедиций МКС-11–МКС-18, опубликованы в отечественных и зарубежных журналах, представлены на конференциях и симпозиумах [8–11, 14–15, 18–29].



а)



б)



в)



г)



д)



е)

Рис. 3. Космонавты при проведении экспериментов по СВС на РС МКС:  
а) С. Крикалёв (МКС-11, 2005 г.); б) П. Виноградов (МКС-13, 2006 г.);  
в) Ю. Маленченко (МКС-16, 2007 г.), г) Ю. Лончаков (МКС-18, 2008 г.);  
д) Р. Романенко (МКС-19/20, 2009 г.); е) М. Сураев (МКС-21/22, 2010 г.)

В период МКС-19/20 было запланировано проведение четырех экспериментов: образцы № 1 и № 2 – исследование влияния длительной микрогравитации на процессы СВС-реакций в объеме, формирования СВС-покрытий и получение пористых функциональных материалов в условиях длительной микрогравитации; образцы № 3 и № 4 – исследование влияния длительной невесомости на взаимодействие расплавленных продуктов СВС с металлическими подложками.

Для решения поставленных задач были усовершенствованы методики крепления образцов (рис. 4), оптимизированы реакционные составы и проведена наземная отработка экспериментов.

Инициирование реакции горения осуществлялось подачей импульса электрического тока на вольфрамовую поджигающую спираль. Время инициирования – 5–7 секунд. Раскаленная спираль вызывала самопроизвольное распространение экзотермической реакции в нижней таблетке, сопровождающейся ярким свечением, затем, в результате экзотермической реакции, в нижней части образца происходили реакции в объеме (тепловой взрыв) в промежуточной и верхней таблетках.

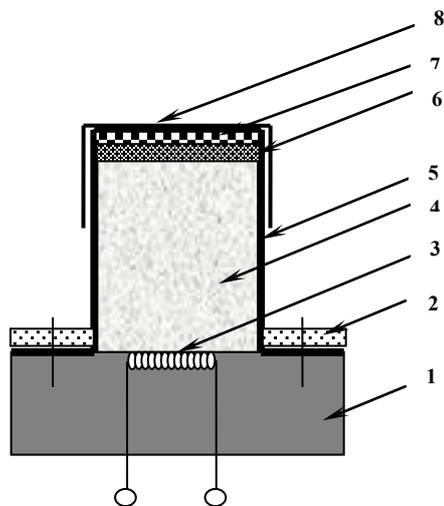


Рис. 4. Схема проведения экспериментов синтеза пористых функционально-градиентных материалов в космосе (1 – пьедестал; 2 – прижимное кольцо, фиксирующее образец; 3 – поджигающая спираль; 4 – образец (нижняя таблетка); 5 – алюминиевая фольга, защищающая образец при транспортировке; 6 – образец (промежуточная таблетка); 7 – образец (верхняя таблетка); 8 – фиксатор верхних таблеток)

В ходе экзотермических реакций образовывались расплавленные продукты, которые в условиях гравитации могли образовывать уникальную пористую структуру и фазовый состав, формировать покрытия и соединения. Образец № 1 состоял из трех таблеток: базовая –  $0.35\text{NiO}+0.66\text{Ni}+0.29\text{Al}+\text{Ti}$ , промежуточная –  $\text{Ti-Al}$  и верхняя –  $\text{Ti-Ni}$  с запрессованными в них различными подложками, заключенными в оболочку из алюминиевой фольги (рис. 5).

Ожидалось, что при проведении эксперимента с данным образцом будет получен пористый функциональный материал на основе сплава  $\text{TiNi}$  и изучено влияние длительной микрогравитации на формирование защитного покрытия из титановых сплавов в условиях теплового взрыва.

Образец № 2, аналогично первому образцу, состоял также из трех таблеток, заключенных в оболочку из алюминиевой фольги. Однако в отличие от первого образца, планировалось изучить влияние длительной микрогравитации на формирование покрытия из сплавов на основе алюминия в условиях теплового взрыва. Особое внимание при проведении данных экспериментов было уделено исследованиям влияния длительной микрогравитации на протекание основных реакций (образование жидкой фазы, примесное газовыделение, кристаллизация) в условиях теплового взрыва.



Рис. 5. Внешний вид образцов № 1 и № 2 после вскрытия капсул

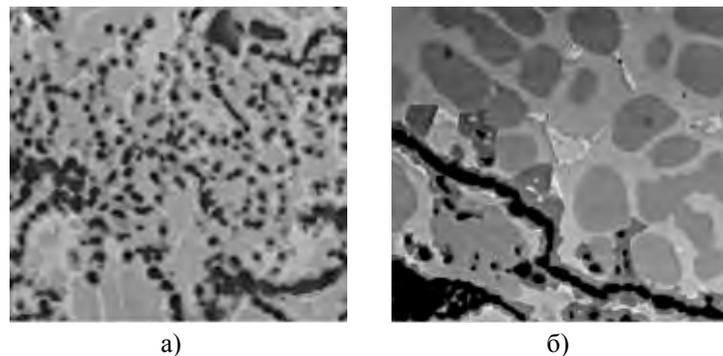


Рис. 6. Микроструктура образцов № 1 (а) и № 2 (б), синтезированных в условиях микрогравитации

В результате проведенных экспериментов на основе базовой таблетки (NiO-Ni-Al-Ti) был синтезирован пористый композиционный материал, характеризующийся глобулярной структурой (рис. 6) с равномерным распределением округлых зерен с преобладающей фазой монооксида титана (черная фаза).

По границам зерен находится никелид титана (серая кольцевая структура), далее твердый раствор Ti-Ni-Al (светлая фаза). Такая микроструктура материала позволяет предположить хорошие прочностные характеристики синтезированного материала. Основное внимание в эксперименте было уделено процессам теплового взрыва и формированию покрытий и соединений в условиях длительной микрогравитации. Как уже отмечалось выше, в первом образце изучалось формирование покрытий на основе титановых сплавов. Таблетка Ti-Al с запрессованными

металлическими проволоками, фольгами и пластинками различных металлов (Ta, Mo, Ti, Nb) после реакции в объеме (теплового взрыва) представляла собой пористый материал на основе сплавов TiAl и Ti<sub>3</sub>Al.

Из рис. 7 видно, что в данном случае образование пористой структуры препятствует взаимодействию титана и алюминия. Формирование покрытий (Ti-Al) на фольгах ниобия, молибдена и тантала не зафиксировано, в результате реакции образуется только пористый TiAl.

На небольших участках титана видны следы взаимодействия, состоящие из фазы Ti<sub>3</sub>Al, образовавшейся за счет частичного реагирования титана (рис. 8б). При протекании реакции теплового взрыва в образце Ti-Ni формируются покрытия на молибденовой и танталовой подложках с хорошими адгезионными свойствами (рис. 9). Об этом свидетельствуют зерна фазы TiNi<sub>2</sub>, обогащенные вблизи соединений молибденом и танталом, соответственно.



Рис. 7. Микроструктура образца титан-алюминий с запрессованными фольгами титана и молибдена

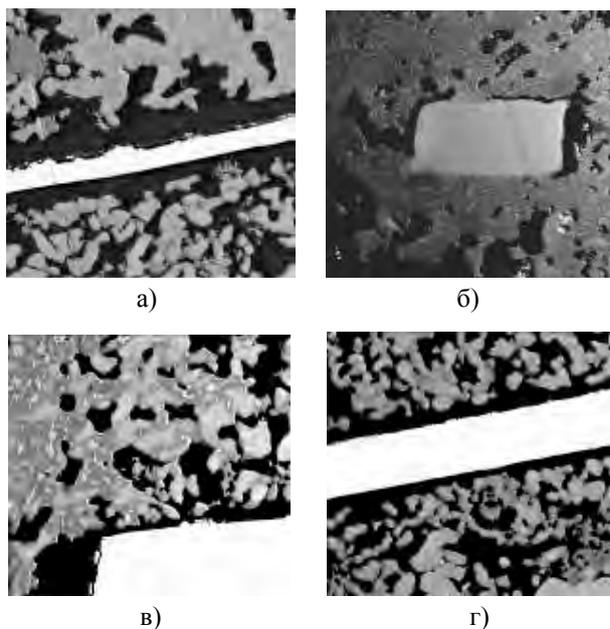


Рис. 8. Микроструктура образца Ti-Al с фольгами: а) ниобий; б) титан; в) молибден; г) тантал

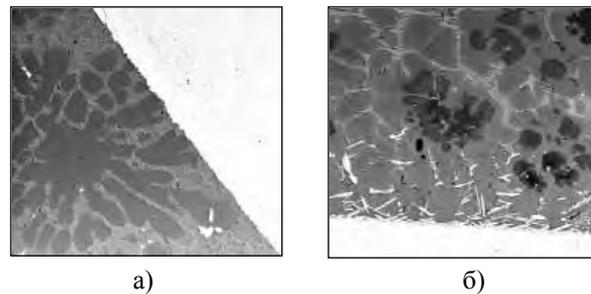


Рис. 9. Микроструктура образца Ti-Ni с фольгами:  
а) молибден; б) тантал

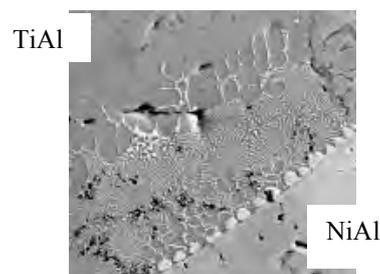


Рис. 10. Микроструктура реакционного соединения двух образцов

На примере образца № 2 изучалось взаимодействие в условиях теплового взрыва. В отличие от первого образца, в этом образце произошло реакционное соединение двух таблеток: NiAl и TiAl. Это можно объяснить большим количеством жидкой фазы и достаточно длительным временем ее жизни (рис. 10).

На рис. 10 представлена микроструктура градиентного материала, полученного методом теплового взрыва за счет реакционного соединения двух образцов никелида алюминия и алюминид титана. Между ними образуется промежуточный слой за счет диффузии никеля из нижней таблетки в верхнюю, что возможно только в условиях микрогравитации.

В условиях теплового взрыва в системе Ni-Al образующийся расплав взаимодействует с молибденовой и танталовой подложками (рис. 11а, 11в). В условиях космической гравитации формируются покрытия на основе фазы NiAl, которая характеризуется более высокой жаропрочностью, в образцах, синтезированных в условиях земной гравитации, – Ni<sub>3</sub>Al.

Покрытие, сформированное на ниобиевой фольге, непрочное, однако в некоторых местах заметно формирование промежуточного слоя (рис. 11в). Таким образом, в результате проведенных экспериментов показана перспективность использования процессов теплового взрыва для синтеза градиентных материалов, соединений и покрытий на основе интерметаллидов. На основании проведенных экспериментов может быть предложен следующий механизм формирования покрытий. Известно, что никель практически не растворяется в молибдене, но быстро диффундирует по границам зерен. Можно предположить, что в условиях реакции теплового взрыва происходит отрыв зерен металлов от подложки и растворе-

ние их в расплаве. Об этом свидетельствуют неровные границы между фольгами и покрытиями и образование вблизи границы крупных зерен фаз, обогащенных зернами фольг. Кроме того, концентрация металлов подложки в покрытии монотонно уменьшается от границы к его поверхности.

В задачи космического эксперимента, реализуемого с образцами № 3 и № 4, входило определение условий получения расплавленных неорганических материалов, образующихся в ходе СВС и их взаимодействие с металлическими подложками с целью образования на них покрытия (рис. 12). Составной частью эксперимента является изучение влияния невесомости и фазового состава продуктов СВС на характеристики покрытия, сформировавшегося на поверхности металлических подложек.

Образцы № 3 и № 4 были приготовлены с использованием системы Ni-Al-NiO, рассчитанные на образование расплавленных продуктов СВС следующих составов:  $Al_2O_3$ -NiAl и  $Al_2O_3$ -NiAl<sub>3</sub>.

В образце № 3 основное внимание было уделено влиянию микрогравитации на образование оксидных фаз, в образце № 4 – интерметаллидных (рис. 13).

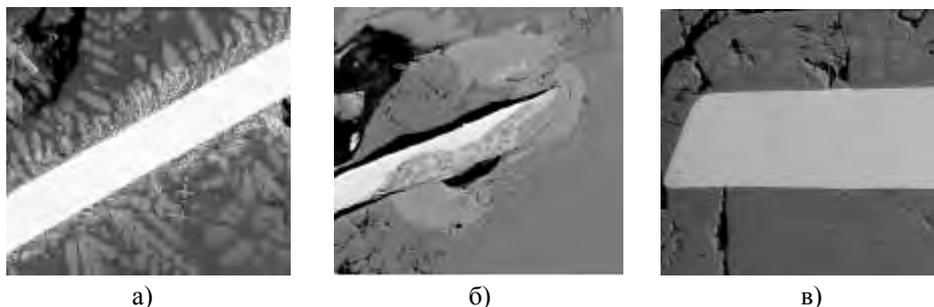


Рис. 11. Микроструктура образца Ni-Al с фольгами: а) тантал; б) ниобий; в) молибден

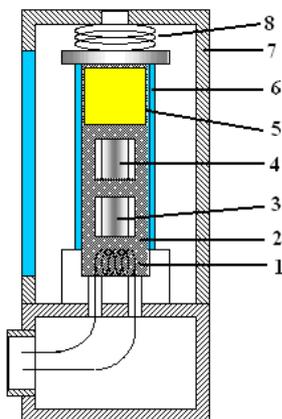


Рис. 12. Схема эксперимента по изучению взаимодействия расплавленного продукта СВС с металлическими подложками в невесомости: 1) поджигающая спираль; 2) реакционная смесь; 3, 4) металлические подложки (титан, дюраль); 5) теплоизолятор ( $SiO_2$ ); 6) кварцевая трубка; 7) корпус камеры; 8) стальная пружина, фиксирующая кварцевую трубку в



Рис. 13. Внешний вид образца № 3 после вскрытия капсул

Исследования образца № 3 показали, что в ходе экзотермической СВС-реакции образуются расплавленные интерметаллические и оксидные соединения, которые взаимодействуют с металлическими подложками, растекаются по их поверхности и формируют неразъемное соединение. В космических условиях на поверхности титановой подложки осаждается пенообразный продукт СВС, состоящий из расплавленных капель интерметаллида и оксида алюминия (рис. 14).



Рис. 14. Титановая подложка, покрытая продуктом СВС, полученным в условиях микрогравитации

На основании полученных результатов были определены особенности формирования в условиях микрогравитации микроструктуры сварного соединения титановой подложки с продуктом СВС.

На рис. 15 представлена микроструктура продукта СВС, состоящего из сплава интерметаллидов на основе  $Ni_2Al_3$  (светлая фаза),  $TiAl_3$  (серая фаза) и оксида алюминия (темная фаза). Интерметаллидные фазы представлены в виде разветвленной дендритной структуры, а оксидная фаза – в виде высокодисперсных включений. Следует отметить, что частицы оксида алюминия равномерно распределены в объеме сплава на основе интерметаллидов, несмотря на то, что плотность оксида в два раза меньше плотности интерметаллидного сплава. Равномерное распределение в объеме расплава разнородных соединений, значительно различающихся по

плотности, обусловлено проведением процесса СВС в условиях микрогравитации.

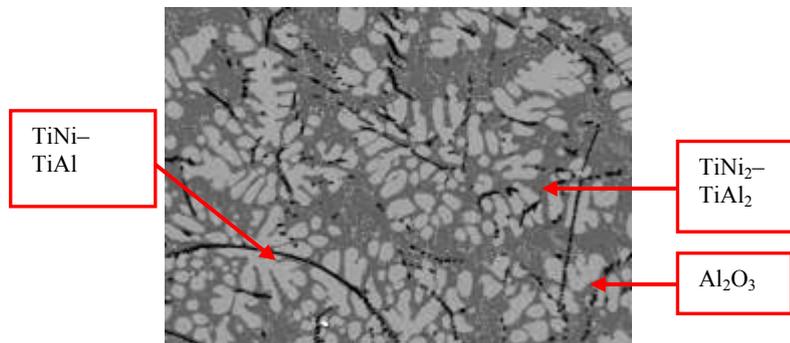


Рис. 15. Микроструктура продукта СВС, состоящего из сплава интерметаллидов на основе  $Ni_2Al_3$  (светлая фаза),  $TiAl_3$  (серая фаза) и оксида алюминия (темная фаза)

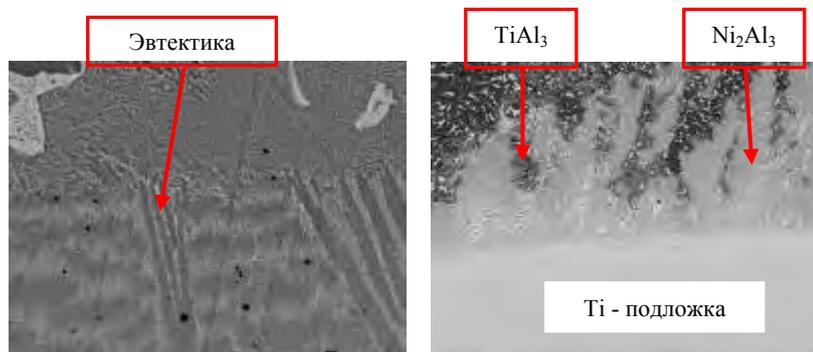


Рис. 16. Микроструктура поверхностного слоя титановой подложки (слева) и продукта СВС на поверхности подложки (справа), полученных в условиях микрогравитации

Именно микрогравитация создает условия, в которых не происходит разделение многофазного расплава из-за отсутствия влияния архимедовой силы.

На рис. 16 представлен типичный вид микроструктуры поверхностного слоя титановой подложки, прилегающего к продукту СВС. В титановой подложке взаимодействие осуществлялось по механизму реакционной диффузии. В результате взаимодействия в твердой фазе сформировался продукт, состоящий из чередующихся зерен иглообразной формы.

На поверхности подложки сформировался слой расплавленной эвтектики. По данным количественного анализа, эвтектика состоит из следующих фаз:  $Ti_3Al+Ti_3Ni+2Ti$ . По мере удаления от титановой подложки изменяются состав и микроструктура продукта СВС. Основная часть слоя продукта СВС состоит из сплава интерметаллидов на основе  $Ni_2Al_3$  (светлая фаза),  $TiAl_3$  (серая фаза).

Следует отметить особенность формирования микроструктуры поверхностного слоя продукта СВС. На рис. 17 представлена микроструктура внешнего слоя

продукта СВС, полученного в космических условиях.

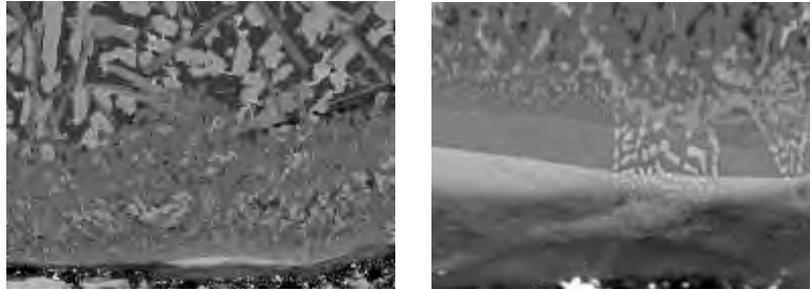


Рис. 17. Микроструктура внешнего слоя продукта СВС, полученного в условиях микрогравитации

Видно, что по мере приближения к поверхности интерметаллидного слоя уменьшается размер структурных составляющих. В поверхностном слое, толщиной 10 мкм, средний размер частиц составляет 30–50 нм.

На основе анализа полученных результатов установлено, что в условиях микрогравитации формируется многофазный продукт СВС, в котором разнородные соединения, плотность которых значительно различается, равномерно распределены по объему. Изучено влияние гравитационных сил на формирование слоя наплавки на поверхности титановой подложки и его химический состав. Показано, что на границе контакта расплавленного продукта СВС и титановой подложки образуется промежуточный слой, состоящий из эвтектики на основе фаз  $Ti_3Al+Ti_3Ni+2Ti$ . Совокупное влияние микрогравитации и температурного режима проведения процесса СВС приводит к формированию на поверхности наплавки, в которой средний размер частиц составляет 30–50 нм.

Таким образом, в результате экспериментов, проведенных в период экспедиции МКС-19/20, показана перспективность использования процессов теплового взрыва для синтеза градиентных материалов, соединений и покрытий на основе интерметаллидов в условиях микрогравитации. Изучен механизм формирования покрытий на основе алюминидов и никелидов титана на титановых подложках методом СВС в термитных системах NiO-Al.

Космический эксперимент «СВС» проводился в период экспедиции МКС-21/22 с целью продолжения изучения влияния длительной микрогравитации на синтез пористых градиентных материалов, исследования взаимодействия расплавленных СВС-компонентов и продуктов реакции с различными металлами, а также процессов капиллярного растекания.

Увеличение количества исследуемых систем в образцах, исследуемых в период экспедиции МКС-21/22, а также усовершенствованная конструкция крепления образцов, позволили получить значительно больший объем информации, по сравнению с предыдущими экспериментами. Исследование многослойных образцов, состоящих из нескольких таблеток различного состава, плотности и конструкции, позволило одновременное проведение нескольких реакций в одной капсуле. Таким образом, имеющееся оборудование было использовано с максимальной эффективностью, что позволило получить максимально возможный объем научной и практической информации.

## Выводы

Программа космического эксперимента «Самораспространяющийся высокотемпературный синтез», включенная в «Долгосрочную программу научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС», выполнена в полном объеме.

Получены принципиально новые данные, имеющие фундаментальное и прикладное значение о механизме протекания процессов горения, формирования фазового состава и структуры образующихся продуктов. Показана возможность проведения технологических работ по получению новых материалов, покрытий и соединений методами СВС, СВС-сварки и СВС-пайки в условиях микрогравитации.

Результаты проведенных экспериментов позволили сделать следующие выводы:

- скорость горения, фазовый и химический состав продуктов в исследованных системах практически не зависят от величины гравитации;
- в условиях невесомости происходит фазоразделение в продуктах синтеза;
- форма, поверхность образца, все структурные составляющие продуктов горения в земных и космических экспериментах существенно отличаются друг от друга;
- основной причиной наблюдаемых отличий являются условия гравитации и зависящая от них конвективная составляющая тепло- и массопереноса, т.е. более медленные скорости кристаллизации продуктов.

В рамках проведенных экспериментов были получены материалы с зернистыми каркасами, пенообразные материалы на основе СВС-систем и проведены эксперименты по получению покрытий и соединений методом СВС, СВС-сварки и СВС-пайки в космических условиях. Исследование материалов, полученных методом СВС в условиях длительной микрогравитации, показало перспективность получения высокопористых пенообразных материалов, а также покрытий для использования их в авиакосмической индустрии в условиях невесомости. Проведенные эксперименты показали возможность использования СВС-сварки, СВС-наплавки и СВС-пайки в условиях микрогравитации для решения технологических и ремонтно-восстановительных задач на борту МКС.

Работы в данном направлении могут быть использованы при дальнейшем освоении космического пространства как для получения материалов, так и в качестве теплогенераторов (источников тепла), источников света и технологического приема для ремонтных работ.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ФГУП ЦНИИмаш, ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва» и НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, участвовавшим в подготовке и реализации КЭ «СВС».

Работа выполнена при поддержке Федерального космического агентства и ОАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва».

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Мержанов А.Г., Боровинская И.П. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких неорганических соединений // ДАН. – 1972. – Т. 204. – № 2. – С. 366–369.
- [2] Merzhanov A.G. SHS Technology // Adv. Mater., 1992, v.4, No 4, p. 294–295.

- [3] Штейнберг А.С., Щербаков В.А., Мартынов В.В., Мухоян М.З., Мержанов А.Г. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез высокопористых материалов в условиях микрогравитации // ДАН СССР. – 1991, 318. – С. 337–341.
- [4] Odawara O., Mori K., Tanji A. & Yoda S. Thermite Reaction in a Short Microgravity Environment // *J. Mater. Synth. Proc.* 1993. 1(3), P. 203–207.
- [5] Odawara O., Kanamaru N., Okutani T., Nagai H., Nakata Y. & Suzuki M. Combustion Synthesis of GaP, InP, and (Ga,In)P under Microgravity Environment // *Int. J. of SHS.* 1995. 4(2), P.117–122.
- [6] Mukasyan A., Pelekh A., Varma A., Rogachev A., Jenkins A. Effect of Gravity on Combustion Synthesis in Heterogeneous Gasless Systems // *AIAA Journal*, vol. 35, No.12, December 1997, P. 1821–1828.
- [7] Yukhvid V.I., Vishnyakova G.A., Silyakov S.L., Sanin V.N. and A.R. Kachin. Structural Macrokinetics of Alumothermic SHS Processes // *Int. J. of SHS.* 1996, Vol. 5, Number 1, P. 93–105.
- [8] Yukhvid V.I., Sanin V.N., and Merzhanov A.G. The Influence of High Artificial Gravity on SHS Processes. Processing by Centrifugation. Edited by Regel L.L. and Wilcox W.R. Kluwer Academic, 2001, ISBN 0-306-46654-6, P.185–189.
- [9] Мержанов А.Г., Ратников В.И., Санин В.Н., Юхвид В.И. Интерполяционная диагностика микрогравитационных эффектов при протекании процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в условиях искусственной гравитации // ДАН. – 1997. – Т. 353. – № 2. – С. 180–182.
- [10] Мержанов А.Г., Санин В.Н., Юхвид В.И. Об особенностях структурообразования в процессах горения высококалорийных металлотермических составов в невесомости // ДАН. – 2000. – Т. 371. – № 16. – С. 38–41.
- [11] Merzhanov A.G., Rogachev A.S., Sanin V.N., Scherbakov V.A., Sytshev A.E. and Yukhvid V.I. Self-Propagation High-Temperature Synthesis (SHS) under Microgravity // *Jornal of the Japan Society of Microgravity Application*. Vol.15 Supplement II 1998, P. 550–555.
- [12] Устройство для проведения СВС в космосе. Патент РФ RU 2245222 2005.
- [13] Вадченко С.Г., Мержанов А.Г., Рогачев А.С., Санин В.Н., Юхвид В.И., Левтов В.Л., Романов В.В., Савин С.Ф., Иванов А.И. Аппаратура для исследования процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза на российском сегменте МКС // *Авиакосмическое приборостроение*. – № 8. – 2005. – С. 42–45.
- [14] Мержанов А.Г., Рогачев А.С., Руманов Э.Н., Санин В.Н., Сычев А.Е., Щербаков В.А., Юхвид В.И. Влияние микрогравитации на самораспространяющийся высокотемпературный синтез тугоплавких неорганических соединений // *Космические исследования*. – 2001. – Т. 39. – № 2. – С. 226–240.
- [15] Юхвид В.И. Жидкофазные СВС-процессы и литые материалы // *Наука производству*. – 2006. – № 2. – С. 45–51.
- [16] Shiryaev A. Thermodynamics of SHS Processes: An Advanced Approach // *Int. J. of SHS*, 1995, v. 4, No 4, p. 351–362.
- [17] Третьяков В.И. Основы металловедения и технологии производства спеченных твердых сплавов / 2-е изд. – М.: «Металлургия», 1976. – 528 с.
- [18] Merzhanov A.G., Rogachev A.S., Sanin V.N., Scherbakov V.A., Sytshev A.E., Yukhvid V.I. Self-Propagating High-Temperature Synthesis (SHS) under Microgravity. In: Joint 1st Pan-Pacific Basin Workshop and 4th Japan-China Workshop on Microgravity Science, July 8–11, 1998, International Conference Center, Tokyo, Japan. Tokyo: The Japan Society of Microgravity Application, 1998, p. 119.
- [19] Rogachev A.S., Sanin V.N., Sytshev A.E. Gravity-Induced effects in the microstructure formation of SHS-products. In: V International Symposium on Self-Propagating High-Temperature Synthesis (SHS-99), Aug. 16–19, 1999, Moscow, Russia: Book of abstracts/ Ed. A.G. Merzhanov. Chernogolovka: ISMAN Publ., 1999, p. 109.
- [20] Merzhanov A.G., Rogachev A.S., Sytshev A.E. Gasless SHS in Particle Clouds under Microgravity: Experiments Abroad the “Mir” Space Station. In: Proc. 5th International Micro-

gravity Combustion Workshop, Cleveland, Ohio, May 18–20, 1999. NASA/CP–1999-208917, p. 153–156.

- [21] Rogachev A.S., Sanin V.N., Sytshev A.E., Yukhvid V.I., Zedda D., Orru R., Cao G. Influence of Gravity on Self-Propagating High-Temperature Thermite Reactions: the Case of Cu<sub>2</sub>O-Al and Cu<sub>2</sub>O-Cu-Al Systems. 33rd COSPAR Scientific Assembly, Warsaw, Poland, July 16–23, 2000.
- [22] Rogachev A.S., Sanin V.N., Sytshev A.E., and Yukhvid V.I., Orru R., Cao G. and Zedda D. Self-Propagating High-Temperature Processing at High Gravity of the Cu<sub>2</sub>O-Al and Cu<sub>2</sub>O-Cu-Al Systems. Centrifugal Materials Processing IV The Fourth International Workshop on Materials Processing at High Gravity May 29 to June 2, 2000; Clarkson University, Potsdam, New York 13699-5814, 2000.
- [23] Locci M., Licheri R., Orru R., Cincotti A., Cao G., J. De Wilde, F. Lemoisson, L. Froyen, I.A. Beloki, Sytshev A.E., Rogachev A.S., D.J. Jarvis. Low-Gravity Combustion Synthesis: Theoretical Analysis of Experimental Evidences. AIChE Journal, November 2006, Vol.52, No.11, 3744-3761.
- [24] Vadchenko S.G. and Sytshev A.E. SHS in Microgravity: The Ti-Si-Al-C System. Int. Journal of SHS, Volume 17, Number 2.
- [25] Shcherbakov V.A., Sytshev A.E., and Sachkova N.V. Interaction of SHS-Produced Melt with a Ti Surface in Microgravity Conditions. Int. Journal of Self-Propagating High-Temperature Synthesis, 2010, Vol. 19, No. 2, pp. 141–149.
- [26] Sanin, V.N., Yukhvid, V.I., Sychev, A.E., Sachkova, N.V., Shiryayeva, M.Y. The Effect of Microgravity on the Composition of SHS Products of the Mixture NiO + Ni + Al + WC. 2009, Inorganic Materials 45 (6) , pp. 635–644.
- [27] Камынина О.К., Сычев А.Е., Вадченко С.Г., Максимова М.М., Иванов А.И., Левтов В.Л. Синтез пористой керамики на основе никелида титана в условиях микрогравитации. Пилотируемые полеты в космос. Звездный городок, 28–29 октября 2009 г. Сборник тезисов VIII Международной научно-практической конференции, стр.140.
- [28] Vadchenko S.G., Камынина О.К., Sytshev A.E. Effect of Microgravity on structure formation in SHS. X International Symposium of SHS, 5-9 September 2011, Anavyssos, Attica, Greece, Book of Abstracts, p. 320
- [29] Камынина О.К., Вадченко С.Г., Сычев А.Е. Результаты СВС-экспериментов, проведенных на борту МКС. Космический форум 2011, посвященный 50-летию полета в космос Ю.А. Гагарина, 18–21 октября 2011 года, ЦПК им. Ю.А. Гагарина, Звездный городок, Сборник материалов, стр. 48–49

## ЦЕНТРИФУГИ

### Centrifuges

При выведении на орбиту и при спуске на Землю на космический корабль воздействуют перегрузки. В условиях земной гравитации для моделирования перегрузок, возникающих при осуществлении космического полета, используется метод полунатурного моделирования линейных ускорений на центрифугах с подвижной кабиной. Подвижная кабина может иметь различное число степеней свободы. Движение кабины может быть управляемым посредством исполнительных органов или неуправляемым под воздействием сил инерции на смещенный центр тяжести.

Основным фактором орбитального полета для космонавта является состояние невесомости, которая вызывает существенные изменения в работе сердечно-сосудистой и вестибулярной систем человека. Сенсорные и вегетативные расстройства, возникающие в первые часы и дни пребывания человека на орбите, получили название «спутниковая болезнь» или «космическая болезнь движения». Для центрифуги с трехстепенным управляемым кардановым подвесом разработан метод моделирования «физиологической невесомости», заключающийся в расстройстве вестибулярной системы космонавта путем управления движением центрифуги и угловыми движениями ее кабины по специальному закону и одновременного перераспределения жидкостей в организме космонавта за счет создания избыточного давления скафандра на нижнюю половину тела.

### 1. Назначение центрифуг ЦФ-7 и ЦФ-18

На центрифугах ЦФ-18 и ЦФ-7 решаются следующие задачи:

- обеспечение отбора и подготовки космонавтов в составе групп и экипажей в условиях воздействия перегрузок;
- обеспечение экспертизы кандидатов в космонавты и космонавтов в условиях воздействия перегрузки на центрифугах;
- обеспечение тренировок космонавтов по ручному управлению спускаемого аппарата (СА) на этапе спуска с орбиты при воздействии перегрузки;
- исследования с целью обоснования и разработки тактико-технических требований и технико-экономических показателей на создание и совершенствование специализированных динамических тренажеров на базе центрифуг для подготовки космонавтов, программ и методик испытаний этих тренажеров, а также способов и методов их безопасной эксплуатации;
- испытания динамических тренажеров на базе центрифуг и их отдельных систем;
- испытания космического и авиационного оборудования на прочность и работоспособность в условиях воздействия перегрузки.

### 2. Технические характеристики центрифуги ЦФ-7

– радиус вращения	7 м;
– максимальная перегрузка	20 единиц;
– максимальный градиент перегрузки	7 ед./с;
– максимальная угловая скорость	50,7 об/мин;
– мощность привода:	
– номинальная	820 кВт;
– пусковая	1280 кВт.

**ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ**  
**of Cosmonaut Training Center**



ЦФ-7



ЦФ-18

Кабина одноместная, имеет свободный подвес. Посадка в кабину осуществляется через боковой люк. Перед лицом испытуемого установлены дуга с лампочками и видеокамера. Во время эксперимента имеется возможность проверить остроту зрения и время реакции испытуемого.

### 3. Технические характеристики центрифуги ЦФ-18

– максимальная создаваемая перегрузка	30 единиц;
– максимальный градиент возрастания перегрузки	5 ед./сек;
– максимальная угловая скорость	38,6 об./мин;
– длина плеча	18 метров;
– вращающаяся масса центрифуги	305 тонн;
– количество степеней свободы кабины	3 степени;
– полезная масса в кабине	до 350 кг
– диапазон создаваемых в кабине давлений	40–800 мм.рт.ст.;
– диапазон создаваемых в кабине температур	+5...+55 °С;
– газовый состав кабины (кислород, азот, углекислый газ в любом соотношении).	

Для обеспечения управления оборудованием центрифуги, наблюдения за испытуемым, регистрации технических и физиологических параметров в состав центрифуги включены:

- пульты управления центрифугой, пульт врача;
- оборудование программного управления;
- телевизионная система;
- система связи;
- система дистанционного управления;
- телеметрическая система;
- система единого времени;
- система отображения и регистрации технических и физиологических измерений;
- система управления вакуумированием и созданием гигиенических параметров.

Двухместная кабина закреплена в кардановом подвесе, имеет 3 степени свободы. Благодаря такой подвеске вектор перегрузки может быть ориентирован в любом направлении. Испытуемый загружается в кабину через выдвижной помост. На испытуемого накладывают медицинские датчики и усаживают в кресло, которое установлено на специальном лафете. Перед лицом испытателя установлена видеокамера и микрофон, что позволяет доктору постоянно наблюдать за ним во время эксперимента и вести двухстороннюю связь. Возможно вращение сразу двух испытуемых.

На центрифуге ЦФ-18 имеется возможность самостоятельного управления величиной и темпом нарастания (убывания) перегрузки испытателем из кабины в заданных интервалах.

Технические возможности центрифуги ЦФ-18 позволяют в земных условиях осуществить короткий «космический полет» по следующей циклограмме:

- выведение космического корабля «Союз» на орбиту искусственного спутника Земли с полным или сниженным по величине и/или времени воздействием перегрузки (перегрузка до 4 ед., время воздействия до 540 сек);



Тренажер управляемого ручного спуска ТК «Союз-ТМА»  
на базе центрифуги ЦФ-18 (ТС-18)

- выполнение короткого (до 60 минут) орбитального полета, во время которого можно проверить возможности организма по адаптации к невесомости;
- спуск космического корабля «Союз» с орбиты искусственного спутника Земли с полным или сниженным по величине и/или времени воздействием перегрузки (до момента раскрытия парашюта, перегрузка до 6,5 *ед.*, время воздействия – 420 *сек.*).

#### **4. Тренажер управляемого ручного спуска ТК «Союз-ТМА» на базе центрифуги ЦФ-18 (ТС-18)**

Тренажер ТС-18 предназначен для подготовки экипажей космических кораблей к ручному управлению спуском, отработки нештатных ситуаций и обучения операторской деятельности в условиях моделирования реальных факторов космического полета.

Тренажер обеспечивает привитие профессиональных навыков космонавтам по ручному управлению СА на участке спуска в атмосфере и позволяет производить объективную оценку правильности действий оператора и оценку точности управления СА по величине перегрузки и конечному промаху.

## СООТНОШЕНИЕ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА КОСМОНАВТОВ И УРОВНЕЙ ИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ

О.В. Котов, В.Г. Назин

Канд. мед. наук О.В. Котов, канд. техн. наук, профессор АВН В.Г. Назин  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Статья посвящена анализу существующей практики оценки избыточной массы тела и степени ожирения космонавтов. Основным предметом этого анализа являлось расчетное соотношение индекса массы тела космонавтов и уровней их профессионально значимых физических качеств.

**Ключевые слова:** общая масса тела, жировая масса тела, мышечная масса тела, избыточная масса тела, индекс массы тела, ожирение, физические качества космонавтов.

### **The Ratio of Body Mass Index and the Level of Professionally Significant Physical Qualities of Cosmonauts. O.V. Kotov, V.G. Nazin**

The paper describes the analysis of existing practice of assessing overweight and obesity of a cosmonaut. The main focus of the analysis is the calculation of body mass index and the level of professionally significant physical qualities of cosmonauts.

**Key words:** total body weight, muscle mass, overweight, body mass index, obesity, physical qualities of a cosmonaut.

Известно [1], что нормальное содержание жира в организме мужчин составляет 10–12% от массы тела (у мужчин-спортсменов ниже и может составлять 6–8%). Нормальное содержание жира в организме женщин выше, чем у мужчин, и в среднем составляет 14–19% от массы тела. Об ожирении говорят, когда масса тела превышает норму на 10 и более процентов. В зависимости от степени превышения нормы различают четыре степени ожирения: ожирение I степени – на 10–29% выше нормы, II степени – на 30–49%, III степени – на 50–100%, IV степени – более чем на 100%.

Главные причины ожирения (не связанного с патологией эндокринной системы) кроются в избыточном высококалорийном питании, неправильном режиме питания и ограниченной двигательной деятельности. При этом главным источником избыточного жира в организме являются не пищевые жиры, а углеводы пищи (сладости, мучные изделия и т.д.), которые при поступлении в избыточном количестве легко превращаются в организме в жиры. В свою очередь, появление избыточного жира стимулирует процесс его дальнейшего накопления.

Следует четко различать понятия «ожирение» (это болезнь) и «избыточная масса тела» (это состояние, предшествующее ожирению).

В настоящее время избыточность массы тела и степень ожирения российских космонавтов медики оценивают по так называемому индексу массы тела (ИМТ), представляющему собой отношение массы тела человека в килограммах к квадрату его роста в метрах:

$$\text{ИМТ} = \text{Масса (кг)} / \text{Рост}^2 (\text{м})$$

При этом используются следующие градации:

нормальная масса тела	(20 < ИМТ ≤ 26);
избыточная масса тела	(26 < ИМТ ≤ 28);
ожирение I степени	(28 < ИМТ ≤ 31);
ожирение II степени	(ИМТ > 31).

Важно отметить, что указанный способ оценки избыточности массы тела и степени ожирения не учитывает пол, возраст, телосложение человека, уровень его физической подготовленности и изначально базируется на предположении о том, что общая масса тела среднестатистического жителя планеты Земля увеличивается исключительно за счет жираотложения. Однако известно, что увеличение общей массы тела человека может происходить и в результате наращивания его мышечной массы. Более того, определенное увеличение мышечной массы является одним из важнейших условий развития таких физических качеств, как сила, быстрота, силовая выносливость, скоростная выносливость и т. д.

Эти обстоятельства заставляют усомниться в правомерности использования крайне упрощенного способа оценки по ИМТ избыточности массы тела и степени ожирения применительно к весьма обособленной социальной группе, а именно – к космонавтам. Представители этой экстремальной профессии существенно отличаются от обычных граждан, в том числе, практически абсолютным здоровьем и более высоким уровнем развития физических качеств.

В ходе многолетнего педагогического наблюдения за космонавтами в процессе их физической подготовки, как раз и направленной на развитие востребованных профессией физических качеств, явно просматриваются две тенденции, а именно: наращивание и поддержание определенной мышечной массы тела, а также снижение и поддержание определенной жировой массы тела.

Однако при оценке избыточности массы тела и степени ожирения космонавтов с помощью ИМТ, эти тенденции фактически игнорируются, в результате чего увеличение мышечной массы космонавтов в процессе регулярной и целенаправленной физической подготовки медиками ошибочно трактуется как увеличение их жировой массы тела и ожирение.

Наличие этой методической ошибки наглядно может быть продемонстрировано на примере оценки соотношения ИМТ космонавтов и уровней их профессионально значимых физических качеств, а именно: выносливости, силы, быстроты, ловкости, специальной физической подготовленности, бортовой физической тренированности. Априорно, то есть до проведения такой оценки, рост ИМТ, согласно представлению медиков, должен сопровождаться снижением физических кондиций космонавтов из-за проблем с избыточной жировой массой тела и ожирением (как известно, жир, в отличие от мышц, непосредственно не участвует в обеспечении двигательной деятельности человека, а лишь является резервным источником ее энергообеспечения).

Для проведения указанной оценки сначала рассчитывались значения индивидуальных ИМТ и уровней физических качеств российских космонавтов во время проверки их физической подготовленности на различных этапах подготовки к полету. Расчет указанных уровней физических качеств космонавтов производился с помощью утвержденной методики с использованием 10-балльной шкалы измерения.

Понятно, что за несколько лет нахождения в отряде большинство космонавтов тестировалось неоднократно, поэтому всего в рассмотрении оказалось порядка 100 расчетных случаев одновременной оценки их ИМТ и уровней физических качеств. Также понятно, что конкретные значения индивидуальных ИМТ и уровней физических качеств действующих космонавтов представляют собой конфиденциальную информацию. Поэтому далее речь идет исключительно о средних значениях уровней физических качеств и ИМТ применительно к следующим условным (по ИМТ) категориям космонавтов, а именно:

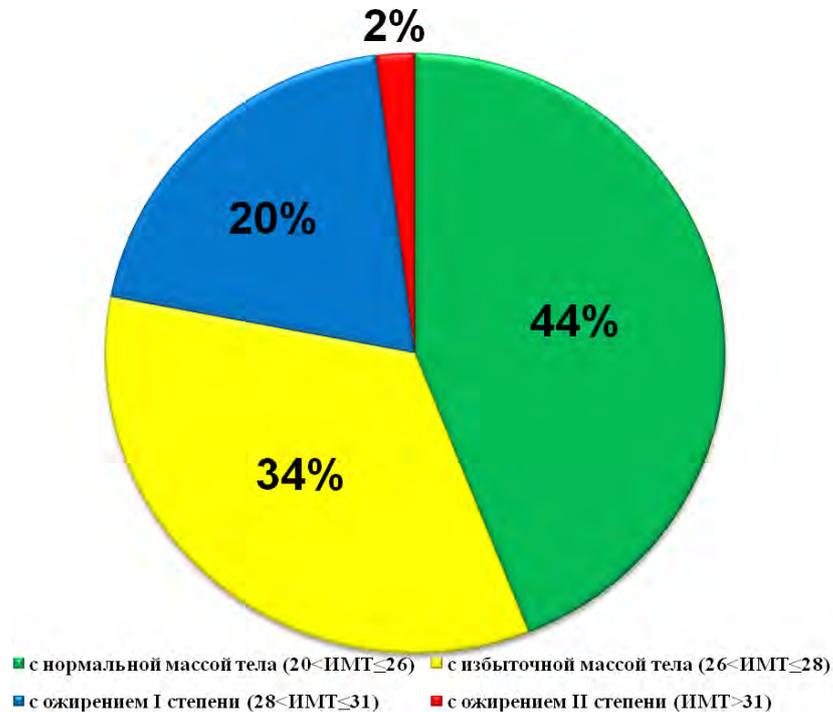


Рис. 1. Соотношение количества космонавтов (расчетных случаев) по категориям в зависимости от ИМТ

- космонавты с нормальной массой тела;
- космонавты с избыточной массой тела;
- космонавты с ожирением I степени;
- космонавты с ожирением II степени.

Расчетное соотношение численности космонавтов указанных категорий представлено на рис. 1, где показано, что, согласно представлениям медиков, только 44% космонавтов во время оценки их физической подготовленности имели нормальную массу тела, в то время как 34% имели избыточную массу тела, а примерно 22% космонавтов, строго говоря, и вовсе были больны, страдая от ожирения первой (20%) и второй (2%) степени.

Средние значения ИМТ космонавтов исследуемых категорий указаны на рис. 2.

Расчетные значения средних уровней профессионально значимых физических качеств различных (по ИМТ) категорий космонавтов представлены на рис. 3–8. Прерывистые линии (линии тренда) на этих рисунках наглядным образом характеризуют общие тенденции изменения уровней физических качеств космонавтов по мере роста их ИМТ.

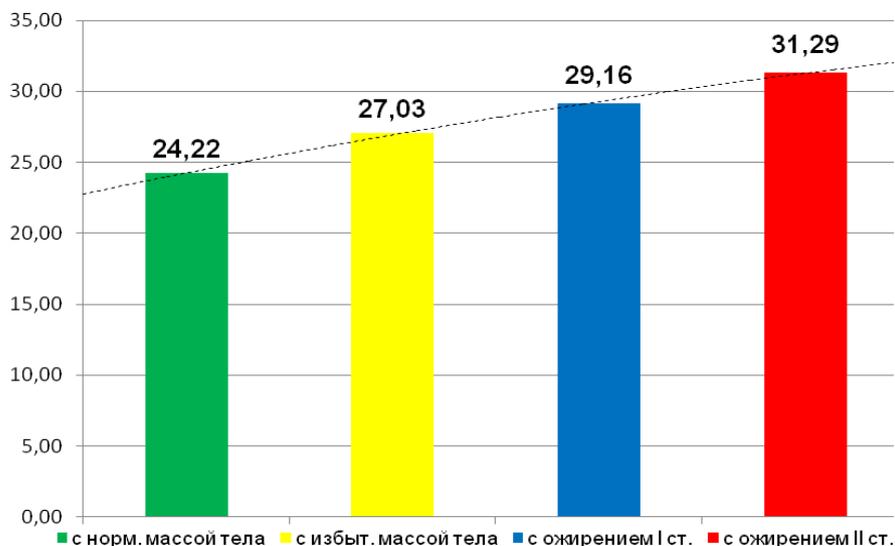


Рис. 2. Средние уровни ИМТ космонавтов различных категорий

Анализ данных тенденций показывает, в частности, следующее:

1. По мере роста средних ИМТ в рассматриваемом диапазоне (примерно от 24 до 31 единиц), изменение средних уровней всех профессионально значимых физических качеств космонавтов происходит с одной и той же закономерностью: сначала эти уровни несколько возрастают и достигают некоторого максимума, а затем начинают снижаться. Такая общая закономерность однозначно свидетельствует об увеличении общей массы тела космонавтов (и, следовательно, ИМТ) преимущественно за счет наращивания мышечной, а не жировой составляющей. Сначала рост мышечной массы тела обеспечивает повышение физических кондиций космонавтов, но начиная с некоторой пороговой величины, мышечная масса тела сама становится избыточной и ее дальнейший рост уже не может компенсировать снижение уровней физических качеств из-за чрезмерного увеличения общей массы тела.

2. Наибольшие уровни практически всех рассматриваемых физических качеств демонстрируют космонавты условных категорий «с ожирением I степени» и «с избыточной массой тела», несколько меньшие – космонавты «с нормальной массой тела» и «с ожирением II степени». Такое превосходство космонавтов двух средних из рассматриваемых категорий обусловлено, вероятно, оптимальным соотношением их мышечной и общей массы тела составу и характеру выполняемых нормативных физических упражнений. При этом в отношении различных физических качеств это превосходство проявляется в разной степени.

3. В специальной физической подготовленности (СФП) превосходство космонавтов «с ожирением I степени» и «с избыточной массой тела» крайне незначительное (рис. 7). Данное обстоятельство можно объяснить отсутствием в составе нормативных упражнений по СФП динамических и мощных двигательных действий (основу этих нормативов составляют статические ортопробы и проба Ромберга; исключением, пожалуй, является ныряние, но и оно выполняется не на скорость, а на дальность и не требует серьезных мышечных усилий).

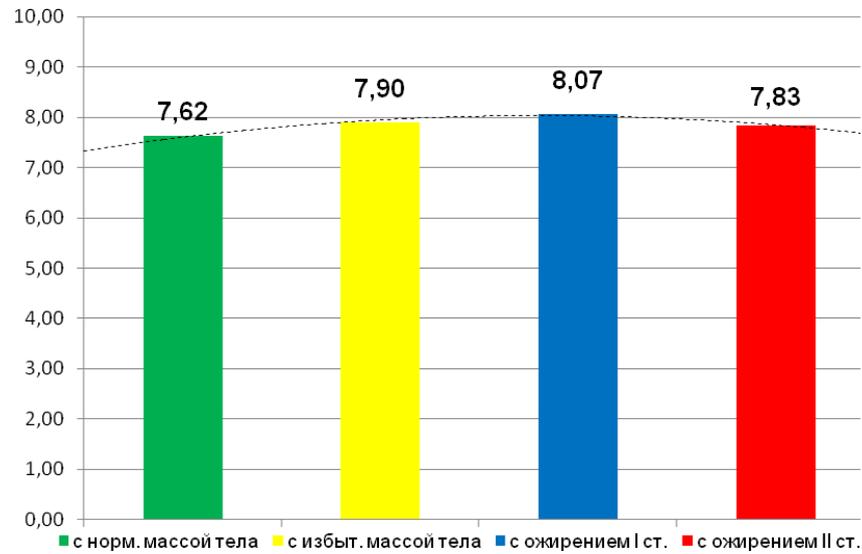


Рис. 3. Средние уровни выносливости космонавтов различных категорий

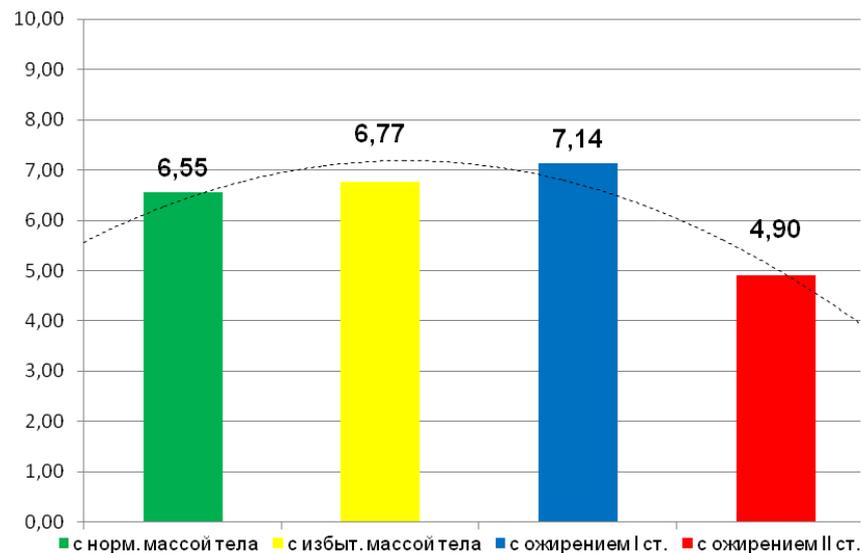


Рис. 4. Средние уровни силы космонавтов различных категорий

4. По уровню бортовой физической тренированности (БФТ) космонавты «с избыточной массой тела» и «с ожирением I степени» превосходят космонавтов «с нормальной массой тела» и, особенно, «с ожирением II степени» существенно (рис. 8). Объяснения этому явлению следует искать, вероятно, в характере нормативных упражнений по БФТ (бег на дорожке УКТФ и ручная велоэргометрия).

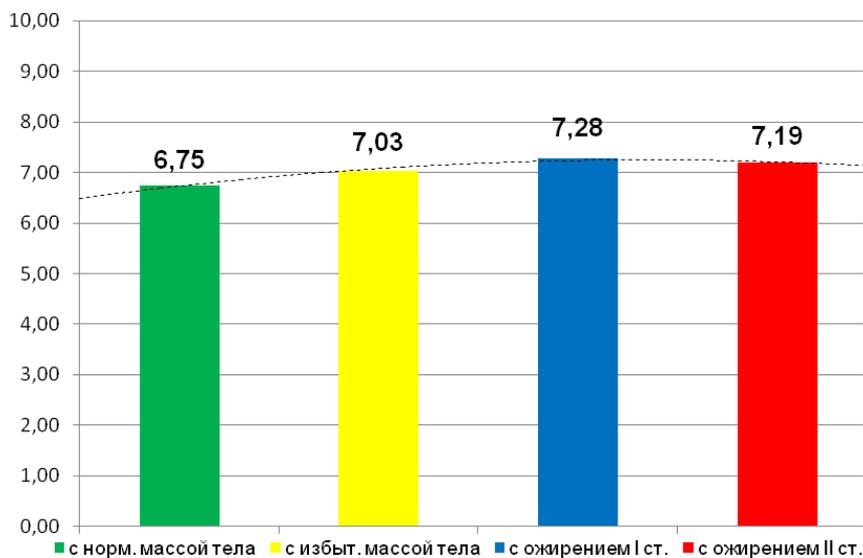


Рис. 5. Средние уровни скорости космонавтов различных категорий

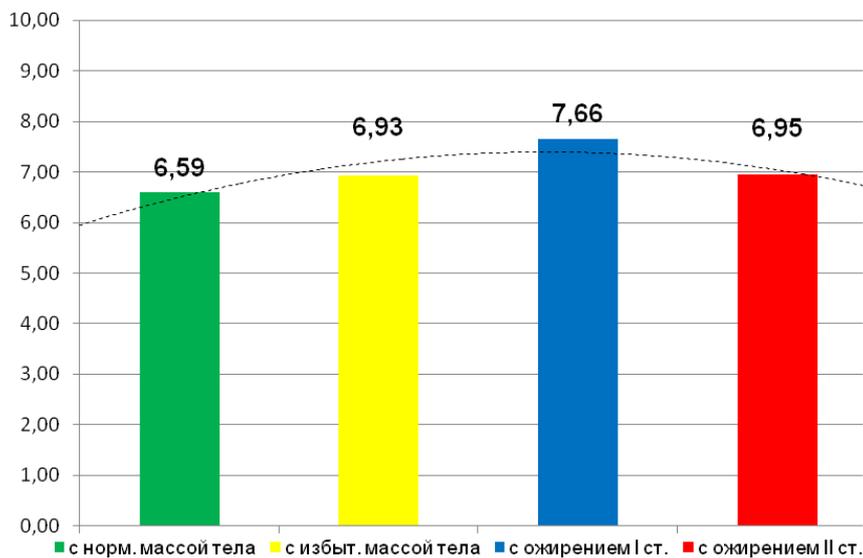


Рис. 6. Средние уровни ловкости космонавтов различных категорий

Дело в том, что для качественного выполнения этих высокодинамичных и энергозатратных упражнений на скоростно-силовую выносливость требуются не только хорошо развитые мышечные группы, но и их полноценное аэробное энергообеспечение. Однако при выполнении именно этих специфических упражнений полноценное дыхание космонавтов затруднено (при беге на дорожке они упираются

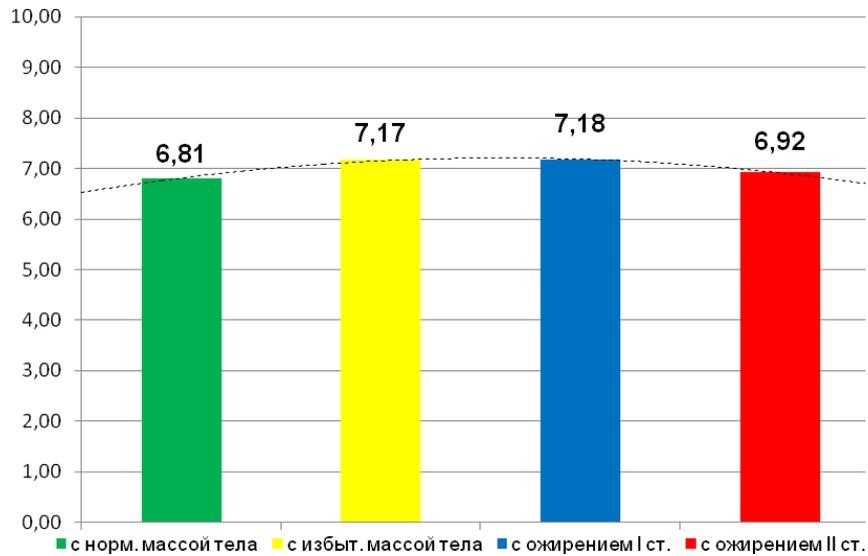


Рис. 7. Средние уровни СФП космонавтов различных категорий

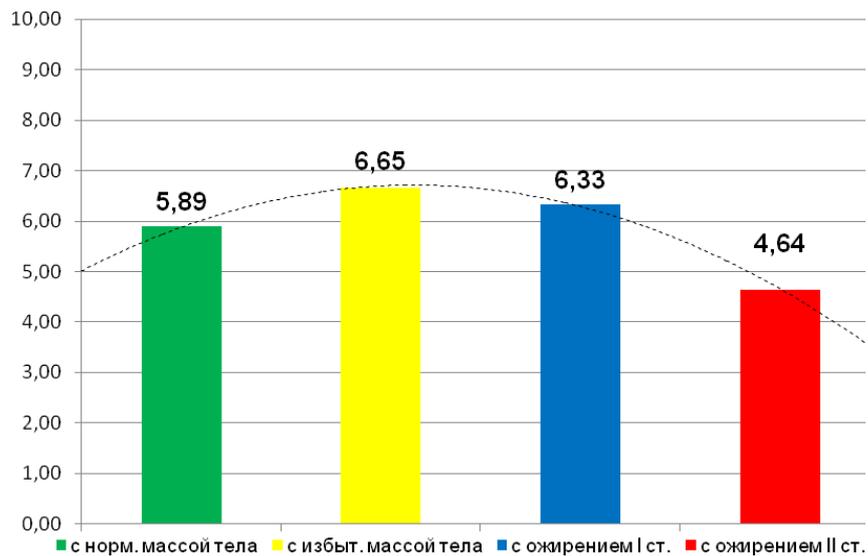


Рис. 8. Средние уровни БФТ космонавтов различных категорий

руками в поручни, закрепощая грудную клетку; при велоэргометрии подобное закрепощение происходит из-за узкого хвата рукояток тренажера). Получается, что относительно большие мышечные группы космонавтов из категории «с ожирением II степени» не получают максимально возможного аэробного энергообеспечения и поэтому работают не с полной отдачей.

Признаки наличия некоей оптимальной мышечной массы тела космонавтов наблюдаются и при оценке соотношения их средних ИМТ и общих уровней физической подготовленности, полученных в результате аддитивной «свертки» рассмотренных выше уровней отдельных физических качеств (рис. 9). Из этого соотношения, в частности, видно, что наибольшую физическую подготовленность в целом демонстрируют космонавты средних условных (по ИМТ) категорий – «с ожирением I степени» и «с избыточной массой тела», то есть, как выяснилось, с относительно средней и поэтому оптимальной мышечной массой тела.

Действительно, трудно ожидать появления среди космонавтов как «чистых» марафонцев с минимальной мышечной массой тела, так и культуристов с искусственно гипертрофированными мышцами.

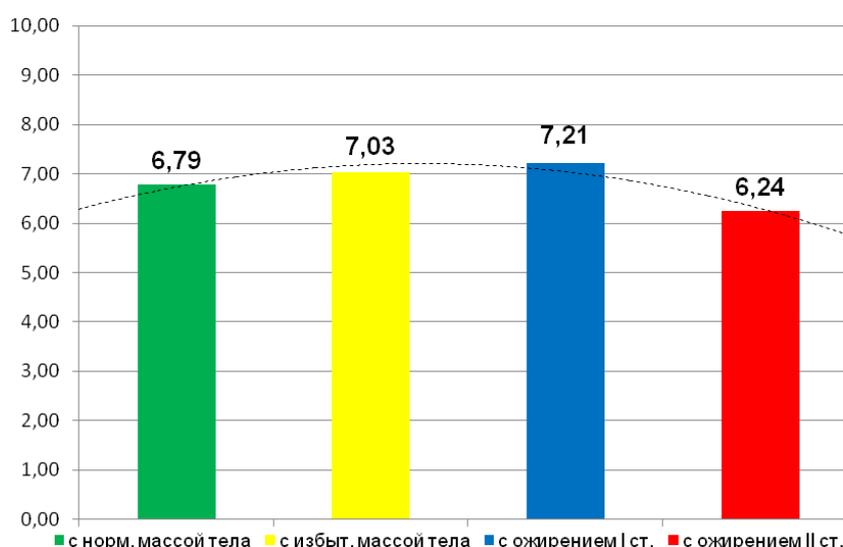


Рис. 9. Средние уровни физической подготовленности космонавтов различных категорий

Такие крайности вряд ли позволят их обладателям продемонстрировать высокий уровень физической подготовленности, а также хорошую сбалансированность отдельных профессионально значимых физических качеств.

Важно отметить, что представленные на рис. 9 средние уровни физической подготовленности космонавтов всех рассматриваемых категорий (соответственно, 6,78; 7,03; 7,21 и 6,24 балла), в целом соответствуют установленным требованиям: «не ниже 7 баллов» – для космонавтов из числа военных летчиков, «не ниже 6 баллов» – для космонавтов–гражданских специалистов. В этой ситуации представляется реальным говорить только о двух условных (по ИМТ) категориях космонавтов, а именно:

- космонавты с нормальной массой тела ( $20 < \text{ИМТ} \leq 31$ );
- космонавты с избыточной массой тела ( $\text{ИМТ} > 31$ ).

В целом, исходя из представленных материалов, результатов проведенных расчетов и их анализа, можно утверждать, что использование индивидуальных значений ИМТ российских космонавтов для оценки степени их ожирения, является не вполне корректным.

Важно также отметить, что представленное выше вовсе не отвергает сам факт наличия избыточной жировой массы тела космонавтов, а лишь указывает на ошибочность существующего подхода к ее оценке.

Подобная оценка должна осуществляться кардинально более точными инструментальными методами, в том числе, с помощью специальных приборов (калиперов). При этом, в первом приближении можно принять, что по своей физической подготовленности космонавты занимают промежуточное положение между обычными обывателями и профессиональными спортсменами и, следовательно, нормальное содержание жира в их организме должно составлять 8–10% от общей массы тела.

Практика физической подготовки космонавтов показывает, что факты появления избыточного жира в организме космонавтов все же имеют место. Фиксируются эти факты при взвешивании космонавтов, а также визуально, например, по величине жировой складки на животе в сидячем положении. Однако происходит избыточное жиросотложение у космонавтов достаточно редко и одновременно носит сугубо индивидуальный, ситуационный и временный характер. То есть, наблюдается, соответственно, только у некоторых генетически предрасположенных к полноте космонавтов; только в ситуациях, связанных с длительными перерывами в их регулярной физической подготовке (после отпуска, болезни, командировки и т. д.); устраняется в течение относительно короткого промежутка времени путем выполнения специально подобранных физических упражнений.

Понятно, что индивидуальные программы физических упражнений для устранения избыточной массы жира в теле космонавтов могут существенно отличаться, исходя из их возраста, располагаемого для тренировок времени, погодных условий и пр. Однако все эти программы разрабатываются на основе общей методики использования физических упражнений для снижения массы тела, связанной с ожирением.

Сущность этой методики сводится к следующему [2]:

1. Общеизвестными и наиболее эффективными средствами являются циклические физические упражнения (лыжные гонки, плавание, бег, ходьба, гребля, велокроссы на длинные дистанции и т. п.).

2. Продолжительность циклического упражнения должна быть достаточно большой. Важно, чтобы суммарные энергозатраты превысили приход питательных веществ. Главное – сначала исчерпать запасы углеводов в организме и затем (после 30–40 минут выполнения упражнения) поработать за счет расхода жиров.

3. Интенсивность нагрузки при значительной продолжительности упражнения должна быть умеренной (тренировочная ЧСС = 170–180 – возраст).

4. Локальные упражнения, применяемые для уменьшения жировых отложений на отдельных частях тела (животе, бедрах, шее), могут дать положительный эффект только при повышении общих объемов физической нагрузки, то есть после перевода организма преимущественно на жировое энергообеспечение. Целесообразно нагружать наиболее жиросодержащие части тела, тогда работа будет продолжена преимущественно за счет расхода жира с функционирующих частей. Чем продолжительнее она окажется, тем больше будет израсходовано местных жировых накоплений.

5. Нельзя форсировать указанную выше работу. Норма – уменьшение массы тела не более 3–4 кг у молодых и 2–3 кг у пожилых в течение одного месяца.

6. Расходовать энергию в процессе тренировок надо больше, чем потреблять с пищей. Рацион питания – чуть меньше углеводов и жиров, чуть больше белков, витаминов, минеральных солей и жидкостей.

В заключение представляется необходимым отметить принципиальное различие двух типичных форм ожирения: эндогенного и экзогенного [2]. Эндогенное ожирение является следствием заболеваний желез внутренней секреции или нарушения регуляторных механизмов со стороны нервной системы. При этой форме ожирения лечением занимается медицина. Экзогенное ожирение возникает в результате неправильного питания при ограниченной физической активности (гипокинезии). В этом случае достаточно высокая двигательная активность может играть основную роль в профилактике такого ожирения и нормализации жировой массы тела, главным образом, за счет увеличенного расхода энергии и сбалансированного обмена веществ в организме.

В этой связи можно утверждать, что применительно к космонавтам, регулярно занимающимся физической подготовкой, периодически проходящим углубленное медицинское обследование и отбор, в принципе возможны только единичные случаи экзогенного ожирения (а скорее, случаи избыточной жировой массы тела экзогенного происхождения), которые вполне эффективно купируются в ходе той же физической подготовки.

В целом, на основе изложенного можно сделать следующий основной вывод: медицинская практика постановки космонавтам диагнозов «ожирение I степени» и «ожирение II степени» без инструментальной оценки жировой массы тела, а исходя лишь из тривиального соотношения их роста и общей массы тела в виде ИМТ, должна быть пересмотрена.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Черемисинов В.Н. Валеология. – М.: «Физическая культура», 2005.
- [3] Максименко А.М. Теория и методы физической культуры. – М.: «Физическая культура», 2005.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ  
СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ  
ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ  
КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В РОССИИ**

М.В. Серов

Космонавт-испытатель, выпускник Президентской программы подготовки управленческих кадров для народного хозяйства РФ М.В. Серов (ОАО РКК «Энергия»)

В статье рассматриваются проблемные вопросы организации социально-политической поддержки перспективных проектов пилотируемых космических полетов и космонавтики в целом.

**Ключевые слова:** космические полеты, космонавтика, общественное мнение, мероприятия по связи с общественностью.

**The Current Status of Social-Political Support of the Promising Space  
Exploration Projects in Russia. M.V. Serov**

The paper discusses the issues of social-political support of the promising space exploration projects and the cosmonautics as a whole.

**Keywords:** spaceflight, cosmonautics, public opinion, activities of public relations.

В общественном сознании современной России сохранено сформированное еще в «советский период» понимание космонавтики как одного из основных символов могущественной сверхдержавы и развитого в технологическом плане государства. Такое, безусловно, положительное восприятие в плане самоидентификации граждан великой страны может практически не требовать специальных мер социально-психологического подкрепления, так как формируется примерно теми же социальными механизмами, что и религиозные или политические предпочтения подавляющей части населения страны. Другими словами, в данной ситуации представления и мировосприятие базируются не на понимании и знании, а на априорной вере в некие не подлежащие сомнению ценности и ставшие мифологическими символы, порой связанные с историческими образами (Гагарин, Королёв, ракета, стартующая с Байконура и т.п.) и не актуализированными в вербально аргументированной форме.

С некоторой долей обобщения данные постулаты традиционно выражаются через следующие формулировки, введенные в обиход и активно проводимые в XX веке через СМИ СССР (закрепившиеся, как штампы):

- только Великая и Сильная Держава может запускать Ракеты и Космические корабли в Космос;
- Космонавтика использует и генерирует только высокие, «космические» технологии;
- Полеты в космос – это Подвиг;
- Космос – это арена Борьбы за первенство Сверхдержав.

Проблема в том, что сформированное такими ценностными представлениями и установками, положительное в целом отношение к космонавтике не формирует положительный фон общественного мнения по отношению к конкретным космическим программам. Не формирует еще и потому, что все вышеперечисленное имеет большее отношение к исторической мифологии, нежели к текущей реальности. Подобная мифологизация космонавтики может быть весьма продуктивна в «борьбе за сердца», но не стимулирует интерес к идее расширения границ Большого Мира через изучение и освоение космического пространства в «борьбе

за умы». Так как серьезный, научно обоснованный, системный подход к определению основополагающих целей и постановке задач космонавтики в этом случае воспринимается как «несущественное», «излишнее» дополнение к «очевидным» вещам. В чем состоит «очевидность» полетов в космос, впрочем, сформулировать удастся далеко не всегда.

Двойственность восприятия таких «объемных» и серьезных для безопасности государства и его технологической мощи вещей, как космонавтика, обусловлена объективно проявляющей себя двойственностью мышления человека. Что это означает на практике?

На первом уровне восприятия любого человека формирование решений и суждений связано с ассоциативным мышлением, основанным на образах, интуитивных стандартах, априорных морально-психологических императивах, обобщенных представлениях об окружающем мире, составляющих «внутреннюю картину мира». То есть человек принимает решение на основе огромного массива информации, накапливаемой с рождения в виде установок, формируемых воспитанием, образованием, культурной и предметной средой.

В этом типе мышления решение приходит быстро и как бы само собой:

- «Нужны ли полеты в космос?»
- «Безусловно!»
- «Почему?»
- «Э-э... Потому что это наше все!».

В различных вариантах такой диалог типичен для различных опросов и интервью.

Другой уровень мышления базируется на логических построениях и предметном конкретном анализе. Это более сложный путь, требующий знаний и напряженной высоко мотивированной интеллектуальной мыслительной деятельности в реальном масштабе времени. На этом уровне образные императивы не действуют, решение и суждение может быть сформировано только через систему непротиворечивых логических выводов. Например, таких, через анализ которых человек видит для себя выгоду (в широком смысле слова):

- «Зачем мне космонавтика? Мне от нее ни тепло, ни холодно! Мне картошку сажать надо!»
- «Если посадите картошку сейчас, урожай Вам не видать!»
- «С чего Вы взяли?!»
- «Наш метеоспутник зафиксировал антициклон – всю неделю будут заморозки».

Или:

- «Нам о народе думать надо! О пенсионерах, учителях. А Вы со своей орбитальной станцией!»
- «Ввод в строй нового элемента орбитальной инфраструктуры неясным образом позволит улучшить экономические показатели уже в следующем году».
- «Какие показатели?! Вы же деньги просите! Как это может улучшить бюджет?!»
- «Запуск производства на орбите позволит снять нашу технологическую зависимость, и, тем самым, сэкономит порядка ... млрд у.е. в течение одного года и 23-х месяцев, вот расчеты. Кроме того, вот результаты социологических опросов, отдельно по пенсионерам и учителям. А также прогнозируемые результаты будущих выборов.»

Приведенные диалоги позволяют на демонстрационных примерах показать, как может формироваться принятие решения на уровне логически мотивированных суждений. Но поскольку решения и суждения о космических проектах не являются продуктом предметной мыслительной работы большинства людей, то логические построения (аргументация) в нашем случае должны предоставляться извне через авторитетное мнение и фактический материал, а выводы для принятия решения делать завершенными, легкими для восприятия и доходчивыми.

Однако в современной общественно-политической действительности России такой подход к формированию социальных ценностей и представлений не наблюдается. Более того, вместе со сменой поколения, выросшего на мифологии «советской космонавтики», на поколение Mtv и Интернет, происходит «вымывание» базисных для позитивного восприятия космонавтики императивов.

В качестве резюме можно сформулировать следующее положение.

*Двойственность восприятия космонавтики в общественном сознании – «очевидность» мифологизированных постулатов и «непонятность» смыслового наполнения конкретных космических проектов – во многом способствовала возникновению кризисных явлений в ракетно-космической отрасли на уровне восприятия престижности профессий в этой отрасли и необходимости интенсификации усилий по продвижению инновационных технологий, критических для безопасности государства.*

Данное утверждение базируется на том факте, что общественность, как совокупность деятельных индивидуумов, можно разделить на несколько групп:

- основное население страны;
- персонал ракетно-космической отрасли;
- принимающий решения истеблишмент.

При этом данное деление условно, так как группы не статичны и не замкнуты, взаимодействуют друг с другом через различные государственные и общественные институты, подвержены одним и тем же воздействиям информационной среды.

В частности, общим для всех является порой *иррациональное* стремление оставаться в «космическом клубе». По другому невозможно охарактеризовать усилия по созданию и эксплуатации сложнейшей космической техники и инфраструктуры только лишь ради *престижа*, при полном непонимании смысла практической космонавтики, ее роли и задач, перспективности. «Непонимание приводит к равнодушию, а равнодушие к неприятию».

Трагизм и сложность ситуации в том, что «ржавчина» непонимания и неприятия наибольшим образом поразила тех, кто, собственно, формирует космические программы, и тех, кто принимает решения на их реализацию, т.е. персонал ракетно-космической отрасли и руководящий истеблишмент государства. Одни не видят перспективности и необходимости своей работы, неудовлетворены результатами своего труда. Другие, не видя прямых и явных выгод от большинства космических проектов, не спешат осуществлять их политическую поддержку и финансирование.

Отсюда очевидное следствие:

– декларативный интерес к космонавтике, а по сути, «прохладное отношение» со стороны представителей исполнительных органов различного уровня государства (как части общественности);

– изменение приоритетов в управлении отраслью: от скорейшего и эффективного выполнения задачи и достижения цели к приоритету управления активами и политической деятельности;

– снижение кадровой привлекательности отрасли и, как следствие, отсутствие преимущественности инженерной школы и снижение интеллектуального потенциала;

– снижение интеллектуальной и инновационной активности персонала отрасли, обусловленное отсутствием востребованности результатов труда.

Только этих нескольких перечисленных факторов достаточно, чтобы иметь основания говорить о *системном кризисе отрасли*, для выхода из которого уже не достаточно просто увеличить финансовые вливания в космонавтику. Так как отсутствие таких составляющих, как формирование четких целей, определенных в результате стратегического планирования, грамотного, мотивированного персонала, энергичного, заинтересованного администрирования, общественно-политической поддержки со стороны всех общественных групп даже при серьезном увеличении бюджета отрасли не принесет желаемого эффекта.

Однако шаги к изменению ситуации к лучшему возможны, и представляется, что шаги в этом направлении должны быть направлены на консолидацию общественности (прежде всего экспертного сообщества) вокруг идеи превращения космонавтики из «дорогой игрушки» в высокотехнологичный инструмент, один из системообразующих элементов государственной инфраструктуры, решающий важнейшие задачи в рамках обеспечения национальных интересов России.

С другой стороны, необходимо всеми возможными способами создавать и поддерживать имидж космонавтики на основе «романтизации Космоса», перспективности и необходимости космических исследований. Необходимо создать атмосферу ожидания новой «эпохи Великих Открытий». Но уже не географических, а космических.

Синергия двух, казалось бы, противоречащих друг другу понятий, таких как «романтика» (воздействие на ассоциативное мышление) и «практичность» (логический анализ), позволит получить поддержку и понимание наибольшей части общества. А значит, политическую (следовательно, и экономическую) поддержку, повышение интереса к космонавтике у молодежи, приток кадров и т.д.

Совершенно очевидно, что само собой это не произойдет. Единственной сколько-нибудь действенной методологией представляется формирование общественного мнения через *мероприятия по связи с общественностью*.

Само это понятие в английском термине PR (public relations) в непрофессиональной среде приобрело негативный оттенок, хотя, по сути, имеет положительный посыл – открытость, информативность, интерактивность. Кроме того, мероприятия по связи с общественностью имеют высокий образовательный потенциал как в вопросе воспитания новой технической элиты, так и в вопросе разъяснительной, «образовательной» работы среди политического истеблишмента.

Следует обратить внимание на то, что отечественная космонавтика имеет серьезную «информационную задолженность» перед обществом. Во-первых, это обусловлено многими годами «закрытости» отрасли. Если завеса секретности вокруг *всей* космонавтики и была чем-то обоснована, то она в конечном итоге сыграла отрицательную роль в судьбах отрасли в «постсоветский период».

Отсутствие полноценного диалога с обществом на фоне вроде бы «очевидной» необходимости космонавтики привело не просто к потере интереса, но и агрессивного неприятия со стороны некоторой части общества. Следует также заметить, что этот период в жизни отрасли совпал с трагическими событиями в истории страны, что усугубило информационный коллапс.

Другим важным фактором, формирующим информационный долг космонавтики, является отсутствие «оснащенности» отрасли необходимыми PR-технологиями, специалистами, системными решениями в этом направлении.

В частности, из всего возможного арсенала средств и методов используются эпизодические ТВ-программы и официальные интернет-порталы, в основном в режиме новостного оповещения. Явная недостаточность такого подхода усугубляется невысокой доступностью Интернета и спутниковых каналов телевидения.

Следующим и наиболее важным фактором представляется отсутствие интерактивной системы привлечения к формированию и обсуждению космической программы экспертного сообщества, научной общественности, вузовской системы. Подобный «аутсорсинг» (outsourcing – использование внешних источников) позволил бы существенно увеличить интеллектуальную базу отрасли, привлечь к работе над формированием целей и задач космонавтики, разработке конкретных целевых программ, реализации проектов максимальное количество ведущих специалистов в самых разных областях знаний.

Прежде всего, стоит сразу определиться. PR-технологии – это мощнейший инструмент или даже оружие, которое может использоваться во вред или на пользу. Так как в основе большинства PR-технологий лежит манипуляция мнениями и суждениями, важным становится, с какой целью и намерениями осуществляются те или иные мероприятия по формированию общественного мнения.

Представляется довольно простой и краткосрочной по исполнению задача резкого изменения имиджа отрасли и космонавтики в крайне позитивную сторону (безоговорочная всенародная поддержка), лоббирования интересов промышленности (политическая поддержка) и продвижения конкретных программ и проектов через манипулирование общественным мнением. Для этого необходимы финансовые и информационные ресурсы, сопоставимые с затратами на предвыборную кампанию крупных политических партий, и достаточный профессионализм и опыт PR-агентства. Однако результат будет недолговечен и несопоставим с жизненным циклом любого космического проекта, а через некоторое время будет наблюдаться обратный эффект (эффект «раскрытия правды»).

В предыдущем разделе указывалось на двойственную природу восприятия человеком информации и принятия им решения. Через ассоциации и эмоции на одном уровне, и через логику и анализ на другом. Постоянное информационное воздействие только на одном из уровней рано или поздно приведет к отторжению.

Причины просты и очевидны:

- невозможно поддерживать эмоциональный «накал» сколь угодно долго;
- ассоциативное, интуитивное мышление опирается на ограниченный набор императивов, моральных установок и априорной информации, выход за пределы этого набора происходит моментально, как только входная информация начинает детализироваться;
- постоянная интеллектуальная работа и логический анализ утомительны и не могут быть растянуты длительно по времени.

Информационная среда должна создаваться с учетом этой особенности восприятия. Подогревая интерес и привлекая внимание к проблеме исследования космоса через эмоции и образы, подготавливая общество к логическому осмыслению и принятию необходимости космических программ.

Важнейшей задачей становится собственно формирование этой информационной среды. А также вопрос, кто способен выполнить эту задачу.

Срок пребывания у власти избранного президента страны не более двенадцати лет. Цикличность летних Олимпийских игр составляет четыре года. Чемпионат Мира по футболу повторяется каждые два года. Каждые полгода ведущие телеканалы запускают новый сезон. Всего неделю (по данным CNN) держится повышенный интерес целевой аудитории к масштабным событиям. Длительность жизненного цикла любого крупномасштабного космического проекта составляет *десятки* лет.

Объективно, ничто не может удерживать интерес общественности на постоянном уровне на столь длительный срок: ни основного населения страны, ни политиков (учитывая электоральные периоды), ни даже персонала отрасли (за 15–20 лет происходит практически полная смена поколения на крупных промышленных предприятиях и фирмах).

Тем не менее, более ста лет насчитывает история современного олимпийского движения, около пятидесяти лет проекты Жака Ив Кусто по исследованию Мирового океана имели поддержку благодаря общественному интересу, экологическое движение GREENPEACE продержалось на волне всеобщего внимания более сорока лет только благодаря активной информационной политике и финансовой поддержке концерна DU POUNT.

Все это – примеры длительного существования крупных проектов, постоянного интереса к ним общественности и общественно-политической поддержки. И все благодаря тому, что за каждым из проектов стоит группа *заинтересованных* людей. Мотивация и вид заинтересованности не столь важны. А вот тот факт, что группа специалистов, экспертов в различных областях знаний, при объединении в целевую группу могут генерировать и продвигать крупномасштабные проекты, а затем получать всестороннюю поддержку со стороны государственного и международного истеблишмента, бизнеса, научного сообщества, простых граждан, для нас очень важен.

Подчеркнем, интерес к космическим исследованиям всегда был уделом узкого круга энтузиастов, и сравнение с олимпийским движением (особенно на ранних стадиях развития) вполне уместно. Скачок космонавтики от «гаражных» самоделок до объекта государственной экономики и международной политики обусловлен пассионарной деятельностью таких людей, как С.П. Королёв, и особенностями исторического момента. Представляется, что до сего времени реальных предпосылок для развития космонавтики в рамках стандартной логики научно-технического развития (энтузиазм–технические устройства–технология–рентабельность–массовое использование), не существовало, и сравнение с авиацией здесь, наоборот, не уместно. Космонавтика только в последнее время, благодаря достигнутой в системе человеческих знаний «сумме технологий», возвращается в рамки этой логики.

Следовательно, если мы говорим о необходимости перманентной заинтересованности и поддержки космических проектов со стороны различных общественных групп, следует говорить о перманентном же информационном и деятельном воздействии на общественное мнение и на принятие решений на различных уровнях государственной инфраструктуры.

Необходимо создание постоянной или временной структуры, масштаб деятельности которой соответствовал бы масштабности космической программы.

Организационные формы и название такой структуры могут быть различны. Суть остается неизменной. Посредством различных инструментов и средств необходимо:

- сформулировать цели и определить задачи проекта;
- сформулировать идеологию проекта;

- сформировать программу действий и определить необходимые ресурсы;
- провести всесторонний итерационный анализ проекта;
- обеспечить широкое обсуждение, формирование и мониторинг общественного мнения;
- обеспечить экспертную оценку реализации проекта.

Среди участников подобной экспертной группы обязательно должны быть представлены специалисты по работе с общественностью, так как PR-технологии также входят в «сумму технологий», необходимых для эффективного и длительного развития проектов.

Акцентируем внимание на том, что мероприятиями по связи с общественностью ни в коем случае не должны заниматься непрофессионалы или даже талантливые, но «назначенные» или «пришлые» из других областей специалисты. Уровень современных PR-технологий достиг таких высот сложности и действенности, что в неумелых руках попытки их использования приводят к крайне негативному результату.

Очень важным является отношение к предмету, оснащенность знаниями и навыками в области PR, самокритичность и самоконтроль фронтмэнов (front man – человек – «лицо» организации, мероприятия или любого другого информационного повода, в нашем случае – руководство отрасли, пресс-секретари, космонавты, ведущие специалисты и т.п.). Хорошо задуманную и организованную акцию всегда можно испортить неловкими действиями, необдуманными заявлениями или элементарной безграмотностью.

Настаивая на том, что программу формирования общественного мнения и, особенно, ее детализацию необходимо поручать исключительно профильным организациям и специалистам, попытаемся определить в прилагаемом к статье «Глоссарии» перечень мероприятий и инструментов PR, которые могли бы обеспечить общественно-политическую поддержку космической программы.

Выводы:

1. Двойственная природа восприятия информации человеком (ассоциативное мышление и логический анализ) должна учитываться при разработке PR-стратегии продвижения идей освоения космического пространства и необходимости масштабных космических проектов.
2. Процесс формирования общественного мнения по длительности и масштабности должен соответствовать масштабности космических проектов и длительности их жизненного цикла.
3. PR-технологии, как составная часть технологического оснащения космической деятельности, требует комплексного подхода и профессионального исполнения.
4. Лица, принимающие решения (политическое руководство, государственный истеблишмент, капитаны бизнеса и т.п.), и персонал ракетно-космической отрасли являются неотъемлемой частью общества, подвержены тем же воздействиям информационной среды, и должны рассматриваться как объект воздействия PR-технологий.
5. Инструменты и методы формирования общественного мнения имеют высокую степень многообразия и ограничены лишь творческими способностями и профессионализмом исполнителей.
6. Разработка PR-стратегии и ее реализация должны осуществляться профильными организациями в рамках общей стратегии и идеологии космической деятельности.

## ГЛОССАРИЙ

### I. Средства массовой информации

Под СМИ подразумевается комплекс средств, включая телевидение, радио, газеты, журналы и новостные разделы Интернета.

Основной задачей информационных пакетов в интересах формирования общественного мнения является:

1. **ИНФОРМИРОВАНИЕ.** Своевременное, достоверное, с заранее определенной степенью детализации информирование общественности о значимых информационных поводах. Информационным поводом в ситуации активного продвижения тренда (в нашем случае космической деятельности (КД) могут быть *любые* события или мероприятия, в том числе, «придуманные», генерируемые PR-специалистами, и даже «виртуальные», несуществующие в реальности события или явления. Это не отменяет требования в достоверности, виртуальные информационные поводы могут базироваться на принципах прогноза, авторитетных оценок, аналитических блоков и т.п.

2. **РАЗЪЯСНЕНИЕ.** Адаптированное изложение основных позиций космической программы. В публицистической или научно-популярной форме должны доводиться до целевой аудитории (в зависимости от издания, ТВ-программы и т.п.) те позиции и пункты программы, которые наиболее ярко и «доходчиво» демонстрируют КД в свете логического восприятия информации человеком.

3. **СОПРИЧАСТИЕ.** Создание информационных продуктов, демонстрирующих КД «изнутри». Биографические публикации, интервью, публицистические очерки и авторские программы. В этом направлении задача СМИ – передавать образную, эмоциональную сторону КД, воздействуя на ассоциативное мышление человека.

### II. Литература

Литература, как квинтэссенция творческого самовыражения, наряду с кинематографом является сильнейшим средством формирования общественного мнения. В сегодняшнем мире литература уступает по охвату аудитории только телевидению, однако до сих пор остается действенным способом донесения идей и образов до целевой аудитории. Определим ряд направлений литературы, способствующих освещению КД и поддержке космической программы.

1. **ДОКУМЕНТ.** Мемуарная, публицистическая, историческая литература. Жизнеспособность и эффективность такого типа литературы во многом определены творческими способностями *непосредственных участников событий*. Это основная проблема, стоящая перед PR-службами КД, так как написание очерков, записок и книг требует от авторов-непрофессионалов высокой самодисциплины, уверенности в необходимости и важности ведения записей и последующей переработки рабочих материалов в литературный продукт, временных затрат, наличия профессиональной помощи. Задача PR-технологов в данном случае – обеспечить стимулирование творческих изысканий, «игру» на авторских амбициях и всестороннюю профессиональную помощь.

2. **ФАНТАСТИКА.** Как самостоятельный раздел литературы, фантастика обладает уникальными возможностями охвата широкого спектра литературных жанров – от развлекательного до элитарно-интеллектуального. В интересах формирования общественного мнения по КД, специалисты по связи с общественно-

стью должны формировать информационную среду, подготавливающую авторов к написанию произведений в рамках тренда, обеспечивать взаимодействие авторов с персоналиями космической программы, поощрять авторов через систему конкурсов, премий, издательских возможностей.

### III. Кинематограф

Под кинематографом здесь понимается весь спектр кинематографической, телевизионной и видеопродукции. Ценность воздействия на общественное мнение через визуальный ряд трудно переоценить, так как известно, что практически любое утверждение, подкрепленное элементарным видеорядом, воспринимается целевой аудиторией быстрее и со сниженным уровнем критического анализа. Этот прием, усиленный эмоционально-психологическим воздействием образов, эффектом присутствия и сопричастности, захватывающей сюжетной линией и авторскими находками, по степени воздействия сопоставим с приемами гипноза и НЛП. Серьезной проблемой, возникающей перед PR-службой, является грамотный выбор авторов для сотрудничества и обеспечение продюсирования кинопроизводства.

1. БЛОКБАСТЕР. Кинофильмы с законченным динамичным сюжетом, насыщенные специальными эффектами и развитым визуальным рядом. Для быстрого внедрения целевой аудитории определенных императивов – наиболее сильный и действенный инструмент PR-технологий. Требует серьезных капиталовложений. Продукт, созданный по «лекалам» блокбастера, наиболее подвержен критике и финансовым потерям. Однако при грамотном «вплетении» основной целевой информации в тело фильма, эффективность этого метода не снижается при любом развитии событий.

2. СЕРИАЛ. Телевизионный продукт, основанный на изложении истории или серии историй в виде короткометражных фильмов. Количество серий и длительность показа сериала в основном определяется рейтингом (популярностью) сериала. Создание телевизионного продукта на основе «профессиональных историй» само по себе является непростой задачей и определяется уровнем профессионализма и таланта сценаристов сериала.

На отечественном телевидении имеется достаточный опыт создания «профессиональных» сериалов. Помимо криминальных сериалов о сотрудниках МВД, выпущены сериалы о железнодорожниках, врачах, сотрудниках авиакомпаний, редакций модных журналов, артистов цирка и фигуристах. Отсутствие сериала на «космическую» тему – следствие отсутствия работы PR-технологов в этом направлении.

3. МУЛЬТИПЛИКАЦИЯ. Кинопроизведение на основе рисованных коротко- или полнометражных фильмов. Популярность мультипликационных фильмов на современном этапе конкурирует с блокбастерами и сериалами. Аудитория мультфильмов существенно шире за счет детской и подростковой аудитории. Потенциал мультипликации в вопросах формирования общественного мнения, воспитания подрастающего поколения, образования крайне высок при сравнительно низкой стоимости конечного продукта. Достаточно сказать, что производство мультипликационного фильма при сегодняшнем уровне технологий вполне доступен небольшим самостоятельным творческим коллективам.

### IV. Интернет

Интернет как средство *интерактивного и оперативного* взаимодействия с общественностью не имеет аналогов. Как наиболее демократичный, неформальный вид

коммуникации, Интернет наименее подвержен возможности манипулирования общественным мнением и формирования однозначной трактовки событий и явлений. Тем не менее, сетевая среда представляет обширное поле деятельности для PR-технологов при продвижении трендов и продуктов. Помимо новостного оповещения, тематических ресурсов и форумов, сеть позволяет осуществлять мероприятия по связи с общественностью нетривиальными методами, номенклатура которых ограничена лишь креативными способностями специалистов, входящих в экспертную группу.

1. ТЕМА. Тематические сетевые ресурсы и интернет-проекты. Одни из самых простых и наименее интерактивных методов. Информация подается в презентативном виде и основная задача разработчиков – это создание ярких, с проработанным дизайном и качественным исполнением сетевых продуктов.

2. ФОРУМ. Наиболее интерактивный ресурс, с наименьшей возможностью регулирования информационных процессов внутри форума с точки зрения PR. Администрирование форумных интернет-ресурсов позволяет сдерживать неблагоприятное развитие обсуждений и регулировать участие одиозных персоналий, однако не дает никаких возможностей для привлечения все большего числа участников обсуждения, задания четкого направления обсуждений и получения в конечном итоге «полезного выхода». Однако как средство оперативного доведения до участников форума определенной точки зрения и получения отзыва на нее, форум является отличным инструментом получения оперативных «срезов» общественного мнения в интересах продвижения продуктов и трендов.

3. ВИРУС. Ненавязчивый или наоборот навязчивый способ подачи информации в виде коротких роликов, сообщений, выступлений и т.п., распространяемых посредством различных сетевых ресурсов (как правило, не связанных с тематикой продвигаемого тренда), для создания информационного «градуса ожидания» основного информационного продукта. Ярким примером «вирусного» воздействия на общественное мнение является проект пилотируемого транспортного корабля нового поколения (ПТКНП). Количество достоверной информации о проекте минимально, ход работ по проекту широко не освещается, при этом «градус ожидания» не снижается на протяжении длительного времени, количество упоминаний сопоставимо с хорошо освещаемыми проектами, проект обсуждается на форумах и живет в сети «своей жизнью». Нельзя сказать, что это была продуманная акция по формированию общественного мнения, более того, за этим «вирусным» вбросом, по идее, должно последовать агрессивное информационное продвижение проекта ПТКНП на уже полностью подготовленный информационный плацдарм. Если грамотно воспользоваться сложившейся информационной средой, создать ряд информационных продуктов, то любая детальная информация может быть «раскручена» до уровня сенсации.

4. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ СЕТЬ. Закрытый для общего пользования сетевой ресурс с авторизованным допуском. Такой вид сетевого ресурса, прародителя самого Интернета, позволяет объединять в единое рабочее пространство в реальном масштабе времени удаленных друг от друга участников проекта, сотрудников рабочих групп и научных коллективов. Это, уже на данном этапе развития сети, – реальная возможность по созданию экспертного сообщества, организованного по «сетевому принципу». «Сетевой принцип» организации позволяет объединить в *динамическую контекстную группу* специалистов самой разной направленности на любой период времени, на любых условиях и под любую задачу. Как самоорганизующаяся структура, динамическая (изменяемая, с открытой организацион-

ной архитектурой и иерархией), контекстная (под задачу) группа, объединенная *профессиональной сетью с авторизованным доступом*, позволяет с минимальными затратами, по принципу «от каждого по возможности», решать широкий спектр целевых задач, начиная от мозгового штурма в реальном масштабе времени на тему «цели и задачи космонавтики» до совместной подготовки научно-технических отчетов, докладов или других информационных продуктов по заказу государственных или частных структур.

## **V. Реклама и агитация**

Реклама как способ формирования общественного мнения – один из мощнейших и хорошо опробованных методов, практически не используется в интересах продвижения идей космической экспансии человечества и обеспечения общественно-политической поддержки космических проектов. Исключения составляют рекламные продукты отдельных зарубежных аэрокосмических компаний.

Использование данного PR-метода требует особой осторожности, тактичности и выдержанного вкуса. Социальная реклама в виде рекламных роликов, агитационной полиграфии, целенаправленных акций позволит привлечь внимание общественности к проблемам КД, создаст информационную среду для продвижения других, более детализованных информационных продуктов.

## **VI. Предметная среда**

Помимо информационной среды в виде визуальных, новостных и других продуктов, важным представляется формирование общественного мнения через предметную среду. Подразумевается использование таких средств, формирующих предметную среду, как одежда, предметы быта, игрушки, сувениры и т.п.

Присутствие в личном пространстве на протяжении повседневной жизнедеятельности предметов, напоминающих о космических исследованиях, исторических, текущих или будущих космических проектах, создает «привычность», безусловное принятие всего, что связано с космосом.

Предметная среда – один из способов формирования установок и императивов на ассоциативном уровне мышления, создание «очевидной» необходимости КД.

## **VII. Целевые мероприятия**

Традиционными инструментами PR-технологии являются целевые мероприятия: выставки, семинары, конкурсы, презентации, конференции.

При всем многообразии потенциал этих методов определен успехом применения других методов и инструментов формирования общественного мнения.

Отдельного рассмотрения заслуживает такое «агрессивное» и масштабное целевое мероприятие, как общественно-политический или научный форум (конференция) на заданную тему. Уровень и формат данного мероприятия должен подразумевать присутствие на форуме первых лиц государства, «капитанов» бизнеса, политиков и чиновников «первой линии».

В качестве примера можно привести регулярные мероприятия: «Международный экономический форум», «Международный форум по нанотехнологиям», «Международный форум по спутниковой навигации» и т.д.

Проведение такого форума – это кульминация подготовки общественности, бизнеса и политического руководства к принятию решений в интересах КД. На

момент проведения данного мероприятия должна быть проведена вся предварительная информационная работа, сформировано общественное мнение, проведены экспертные оценки и детальные расчеты. Таким образом, правильные, с точки зрения продвижения тренда, решения должны быть «запрограммированы» к одобрению представителями государственной инфраструктуры. Работа с лицами, принимающими решения на данном этапе – важнейшая составляющая PR-стратегии и ее финальная стадия.

## ВОПРОСЫ РАЗВИТИЯ ЛИЧНОСТИ КОСМОНАВТА-ПРОФЕССИОНАЛА

Р.Б. Богдашевский, И.Б. Соловьёва

Р.Б. Богдашевский; канд. психологических наук И.Б. Соловьёва  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

На основании деятельностной теории личности, получившей наибольшее распространение в отечественной психологии, в работе представлена проблема развития личности космонавта-профессионала как психолого-педагогическая задача, решаемая в процессе отбора, подготовки и реальной деятельности. Обобщен опыт и даны направления практической работы с космонавтами на современном этапе. Основное внимание уделяется раскрытию потенциала резервов личности, ее гармоничному развитию и совершенствованию.

**Ключевые слова:** личностный потенциал, концептуальная модель полета, модель деятельности, мотивация, самоактуализация, конструктивно-созидательная психология.

### **Issues of the Development of a Professional Cosmonaut Personality.**

**R.B. Bogdashevsky, I.B. Solovyova**

The paper presents the problem of the development of a professional cosmonaut personality as a psychology-pedagogical problem which is being solved in the course of cosmonaut selection, training, and real activity on the basis of the theory of personality's activity which is most widely spread in domestic psychology. Besides, the paper generalizes the acquired experience and also presents directions of real work with cosmonauts at the current stage. Emphasis is placed on the disclosure of the potential resources of the individual, harmonious development and perfection of one's personality.

**Key words:** personality potential, conceptual mission model, activity model, motivation, self-actualization, constructive-creative psychology.

Динамика современной жизни в условиях научно-технического прогресса требует от человека значительной интенсификации психической деятельности, уверенности в своих силах, способностях и возможностях. Космонавтом становится профессионально подготовленный человек, постигший в необходимой мере накопленный человечеством культурно-исторический опыт, способный внести свой гражданский вклад в продвижение общества к прогрессу.

Развитие личности космонавта-профессионала невозможно без четкого и ясного представления о модели личности специалиста как некоторого идеала, к которому должна стремиться система отбора и подготовки космонавтов. Процесс становления личности профессионала обусловлен синтезом, с одной стороны, потенциальных возможностей, способностей и активности личности, а с другой стороны – требований профессии и деятельности, определяемых особенностями ее содержания, средств, условий и организации [2]. Системный подход в обосновании требований, предъявляемых космонавтам в полете (компетенций), предполагает интеграцию различной информации, а именно:

- обобщение результатов космических полетов (насыщение концептуальной модели полета);
- использование опыта летавших космонавтов;
- учет результатов психологического моделирования усложненной деятельности в наземных условиях и воспроизведения возможных психофизиологических состояний космонавтов;

- экспертное анкетирование опытных инструкторов-методистов по различным видам подготовки.

Важное место в построении и развитии системы подготовки космонавтов отводится концептуальной модели космического полета и деятельности экипажа на борту ПКА. Такая модель реализуется в практике подготовки космонавтов с определенной степенью приближенности, обусловленной техническими и эргономическими возможностями используемых средств. Существенная особенность профессии космонавта заключается в том, что ее основы человек должен освоить в наземных условиях, до полета в космос. Подготовка проводится только на моделях деятельности, в условиях имитации факторов космического полета при воспроизведении подобных реальным психофизиологическим состояниям космонавта. Важной задачей при подготовке космонавта является формирование у него полноценного психического образа предстоящего полета, который в реальных условиях выполняет регулирующую функцию деятельности и поведения. При этом космонавт должен знать и учитывать ограничения и условности средств моделирования полета в наземных условиях и быть готовым к неожиданным, необычным ситуациям в реальном полете. Спецификой подготовки космонавтов является этап «доучивания» на борту, когда проходит знакомство с его реальным состоянием, и передается опыт обживания станции и деятельности на ней в условиях комплексного воздействия факторов полета.

В отличие от других профессий, деятельность космонавтов – это не только труд, но и сама жизнь, сочетающая в себе такие социально-психологические контрасты, как творческое отношение к труду и высокую степень его регламентированности, конкретность исходных условий и возможность появления неопределенной ситуации в полете и т.д. Особенности профессии космонавта объясняются также хроническим психо-эмоциональным стрессом из-за высоковероятного дефицита Времени, Энергии и Информации, к которым приводят измененные условия существования космонавта в полете. К ним следует отнести:

- длительный отрыв от Земли, перегрузки, невесомость, непривычная искусственная среда обитания и жизни;
- сенсорную депривацию;
- измененную пространственную структуру;
- измененную временную структуру (десинхроноз);
- измененную афферентацию;
- угрозу для жизни – нештатные и аварийные ситуации;
- возможную информационную неопределенность;
- высокую социальную ответственность и чувство долга;
- групповую изоляцию и деятельность, включающую проблемы этнопсихологии;
- ограничение личностно-значимой информации;
- ограничение реализации человеческих потребностей в удовольствиях и др.

Принципиально важным в процессе подготовки должно быть понимание постоянного личностного роста космонавта, а именно, различие: его личность до космического полета, личность во время космического полета и личность космонавта после выполненного космического полета. Это разные субличности, и они должны учитываться при организации и проведении учебно-воспитательной работы.

Анализ влияния процесса подготовки и выполнения космических полетов на личность космонавтов выявляет проблему адаптации человека к профессии «кос-

монавт». Вхождение в профессию включает в себя: осознание своего предназначения, содержания профессии и требований ее к личности, а также установку на постоянное личностное и профессиональное самосовершенствование; понимание необходимости своей активной роли в становлении профессионализма и личностного роста, а также мобилизацию своего психического, эмоционально-волевого и интеллектуально-творческого потенциала на совершенствование и длительное (более 20 лет) сохранение себя космонавтом-профессионалом.

Сложность адаптации космонавта к профессии состоит в длительности подготовки к первому космическому полету, повышенной интеллектуальной, психической и физической нагрузке, временной неопределенности событий для себя и своей семьи и существенной зависимости его профессионального статуса от состояния здоровья, которое постоянно проверяется по сложившейся в практике системе контроля и освидетельствования годности. Учитывая многообразие и разнообразие требований к профессии «космонавт», следует связывать способность успешной адаптации к условиям и факторам жизнедеятельности и деятельности в космических полетах с личностным потенциалом космонавта. Личностный потенциал организуется согласно закону устойчивости саморегулируемых энерго-информационно-экологических отношений личности, обеспечивающего утверждение, развитие и сохранение индивидуального стиля жизнедеятельности и деятельности (творение самого себя) как адекватного самоотражения и саморегуляции личности во времени и пространстве: сейчас и здесь, всюду и всегда и своевременно. Психологически этот закон может быть представлен как замкнутый контур регулирования таких категорий, как потребность, мотивация, затраты, результаты и удовлетворенность («физико-био-психо-социо-духовные часы») (рис. 1). [1]

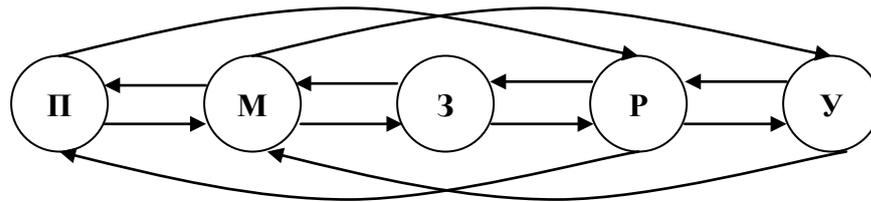


Рис. 1. Формула закона саморегулируемых энерго-информационно-экологических отношений личности (П – потребность, М – мотивация, З – затраты, Р – результат, У – удовлетворенность)

Условной единицей анализа и экспертизы индивидуальных проявлений психической активности человека являются конкретные акты его поведения и деятельности. [4] Изучение каждого поведенческого и деятельностного акта должно проводиться в потребностно-мотивационном (направленность), операционно-динамическом (характер задач и условия их выполнения) и продуктивно-результативном (нормативы, критерии) аспектах, что соответствует системному представлению поведения и деятельности. Наиболее информативными показателями индивидуальных особенностей человека, его профессионально-важных психологических качеств и психических состояний являются характеристики познавательной деятельности (индивидуальный стиль), коммуникативной и регулятивно-волевой (нормативное поведение) сфер психической активности. Изучение различных связей и отношений между этими компонентами, разнообразных актов поведения и деятельности осуществ-

вляется с учетом внешних условий и конкретных обстоятельств их выполнения. Наибольшую результативность обеспечивает анализ деятельности человека по преодолению неопределенности, т.е. деятельности в так называемых нештатных и аварийных ситуациях. Это дает возможность прогнозировать профессиональную надежность человека в полете.

Развитие и воспитание личности профессионала методами и средствами психологии и психопедагогики – сложная, системная, комплексная, и многогранная проблема [5], которая решается в процессе пролонгированного отбора и подготовки космонавтов. Под **отбором** космонавтов понимают мероприятия, методы и процедуры, позволяющие выбрать для подготовки и последующей работы на пилотируемых космических объектах лиц, в наибольшей степени соответствующих по своим индивидуальным качествам и уровню подготовленности требованиям профессиональной деятельности космонавта. Отбор космонавтов – это непрерывный процесс, сопровождающий космонавта всю его профессиональную жизнь, включая все этапы подготовки и выполнение космических полетов. Космонавт-профессионал – это творческая личность, обладающая высоким уровнем компетентности, нервно-психической устойчивости, личностного и профессионально-психического потенциала (рис. 3). Поэтому профессионально-психологический отбор космонавтов представляет собой многоуровневую процедуру определения соответствия психики космонавта требованиям реальной деятельности и решает задачи психологической диагностики, коррекции и прогнозирования профессиональной пригодности в интересах целевого развития личности и формирования космонавта-профессионала. Важно отметить, что космонавтами становятся люди, добровольно выбравшие свое дело, соответствующее их устремлениям и потребностям. Такое отношение к профессии формирует собственную позицию человека, а именно: потребность соответствовать профессии, суметь выполнить задачу любой сложности. Этим обусловлена мотивация достижения успеха при обучении и в реальном полете. Космонавт должен осознавать свою роль в становлении профессионализма, необходимость своей активной позиции в развитии личностных и профессиональных качеств. По мере осознания своего профессионального пути, знакомства с концептуальной моделью полета и требованиями, предъявляемые космонавтам в процессе подготовки и реальной деятельности, идет процесс самопознания космонавта, выявления своих сильных и слабых сторон, своих интересов и способностей к различным видам космической деятельности.

**Подготовка космонавтов** – это целенаправленный и упорядоченный процесс, реализующий комплекс мероприятий, направленных на формирование и поддержание у космонавтов совокупности определенных знаний, навыков, умений и компетенций, необходимых для надежного и безопасного выполнения программы космического полета и составляющих основу квалификации космонавта. Необходимо подготовить космонавта к выполнению многочисленных функций на борту ПКА. В качестве пилота, бортового инженера, испытателя космонавт должен быть способен выполнять разнообразные функции управления сложными космическими кораблями и орбитальными станциями, технического обслуживания и ремонта их бортовых систем, выполнения операций в открытом космосе, парировать возникающие в ходе космического полета нештатные и аварийные ситуации. Как испытатель, он должен уметь оценивать новую космическую технику, решать задачи по ее совершенствованию. В качестве исследователя космонавт должен быть способен выполнять множество исследований и экспериментов, составляющих научную программу космического полета.

По результатам исследований специалистов-психологов ЦПК имени Ю.А. Гагарина, система профессионально-важных качеств включает:

- качества личности, предопределяющие продуктивность деятельности в сложных условиях полета (система мотивов, характеристики активности и стабильности, уровень физического здоровья, стрессустойчивость, способность к быстрому и эффективному обучению, операторские способности);
- интеллектуальные качества, обеспечивающие соответствие психического статуса космонавта этапам подготовки и реальным условиям деятельности (тактики познавательного поведения, стили адаптации, типы мышления);
- психофизиологические качества, обеспечивающие надежность и эффективность деятельности в экстремальных условиях (нервно-психическую устойчивость, помехоустойчивость, значительные психофизиологические резервы и ресурсы, оптимальность психофизиологических механизмов саморегуляции состояния и обеспечения деятельности).

В основе процесса подготовки космонавтов лежит диалектика таких категорий, как *годность*, *подготовленность* и *готовность* [1]. **Годность** – это базисная (стабильная на некотором достаточно длительном отрезке времени) характеристика интегральных свойств человека как личности, отражающая необходимые свойства и качества для занятий избранным видом трудовой деятельности. Эти качества вскрываются в ходе многоступенчатого отбора кандидатов в космонавты по сложившимся за эти годы методикам с привлечением таких технических средств, как центрифуга, барокамера, сурдокамера, ортостол, вестибуляторный стенд, качели Хилова и др. **Подготовленность** – это динамическая, изменяющаяся во времени интегральная характеристика личности, отражающая изменение способности к выполнению определенных видов трудовой деятельности в соответствии с заранее заданными конкретными критериями процесса обучения, тренировки и подготовки. Требуемый уровень профессиональных качеств достигается в ходе общекосмической подготовки, а также подготовки в составе группы по конкретному типу ПКА. На этом этапе, кроме вышеперечисленных технических средств, используются: автоматизированная обучающая система (АОС) теоретической подготовки, персональные компьютеры, процедурные тренажеры, гидролаборатория, летающая лаборатория, стенды-тренажеры и др. **Готовность** – результат выявления и повышения профессионально-психологического потенциала, интегральная характеристика свойств и качеств личности и индивидуальности человека, отражающих наличие осознанных ресурсов и резервов, как необходимой составляющей эффективной саморегуляции на всех уровнях (от мировоззренческого до психофизиологического) для обеспечения надежности деятельности в полете. Эти интегральные качества, составляющие итог профессиональной подготовки космонавтов в составе экипажа, формируются с привлечением всех вышеперечисленных технических средств подготовки космонавтов и моделей обучения.

В процессе подготовки у космонавтов формируются способности творчески трудиться и гармонично сочетать свои потребности с интересами общества. Это достигается тем, что космонавт проходит все стадии моделирования условий труда и жизнедеятельности, социального роста и профессионального становления. При этом у него неуклонно расширяются представления о будущей деятельности и своих способностях, о своей роли, месте и задачах в космическом полете.

В связи с увеличением длительности полетов и включением в состав экипажей зарубежных (иностраных) космонавтов, важная роль принадлежит психологиче-

ской подготовке, которая должна раскрыть и повысить потенциал личности космонавта. **Психологическая подготовка** – совокупность целенаправленных психолого-педагогических воздействий на космонавта с целью развития его профессионально-ориентированной психики; деятельностно-творческого и нравственно-этического потенциала личности; совершенствования процессов восприятия, внимания, памяти, воображения, мышления, интуиции, способности в нужный момент мобилизовать свою познавательную-творческую и эмоционально-волевую сферу для решения задач космического полета, в том числе в усложненных и нештатных ситуациях. Задачи, этапы, методы и средства психологической подготовки представлены на рис. 2, 3. Фундаментом психологической подготовки является воспитание мировоззрения космонавта и его нравственной культуры, осознание им научной и социальной значимости космического полета, высокой ответственности за выполнение его программы. Человек неотделим от своей профессии, ибо она в значительной мере формирует личность, особенно в таких профессиях, как летчик и космонавт.

Постоянное личностное и профессиональное самосовершенствование космонавта определяется его психическим потенциалом, его ресурсами как способностью к обновлению себя. В структуру личности профессионала необходимым образом включаются когнитивный, эмоционально-волевой, потребностно-мотивационный (целевой) и операционально-психотехнологический компоненты, их взаимосвязи и взаимоотношения. Термин «потенциал» используется для обозначения совокупности имеющихся внутренних средств (способностей) и возможностей человека в какой-либо области деятельности. Применительно к любой профессии используется понятие личностного потенциала как некой системной характеристики индивидуально-психологических особенностей, регулирующей личностное самосовершенствование и успешность профессиональной деятельности [5].

Содержание личностного потенциала космонавта включает в себя здоровье, целенаправленную активность, соответствующую иерархию мотивов, совокупность знаний, навыков, умений, компетенций, высокий уровень усвоения социальной, медицинской и психологической культуры, совокупность личностно-деловых и профессионально-важных качеств, творчество и, самое главное, высокий уровень духовно-нравственного развития личности. Профессионализм личности – это качественная характеристика субъекта труда, отражающая высокий уровень развития профессионально-важных и личностно-деловых качеств, адекватный уровень притязаний, мотивационную сферу и ценностные ориентации на прогрессивное саморазвитие, что позволяет осуществлять деятельность с высокой продуктивностью и результативностью. Компетентность рассматривается как способность к интеграции знаний и навыков, способов их использования в условиях изменяющихся требований внешней среды [3]. Профессиональная компетентность – это показатель высокого уровня профессионализма, включающего знания, понимание и широкую эрудицию человека (профессионала), обеспечивающего квалифицированное выполнение профессиональной деятельности, а также, самое главное, дающего ему возможность всегда действовать ответственно и самостоятельно, результативно и надежно, прежде всего, в нештатных и аварийных ситуациях (напомним, что профессия «космонавт» относится к опасным).

Целью психологической подготовки космонавтов в составе экипажей является обеспечение достижения состояния высокой психологической готовности каждого члена экипажа к выполнению космического полета, способности к экстренным действиям и психической мобилизации с включением осознанных психофизиоло-

гических резервов и ресурсов организма, а также достижение гомеостатической уравновешенности в групповой взаимосвязанной жизнедеятельности в экипаже (формирование развитой структуры внутригрупповых отношений, взаимодействия, управления, общения и сплоченности) и адекватной коммуникации с группой управления полетом, основанных на реализации принципов активности, дополнителности, взаимозаменяемости и гетерохромности.



Рис. 2. Этапы, задачи и результаты психологической подготовки

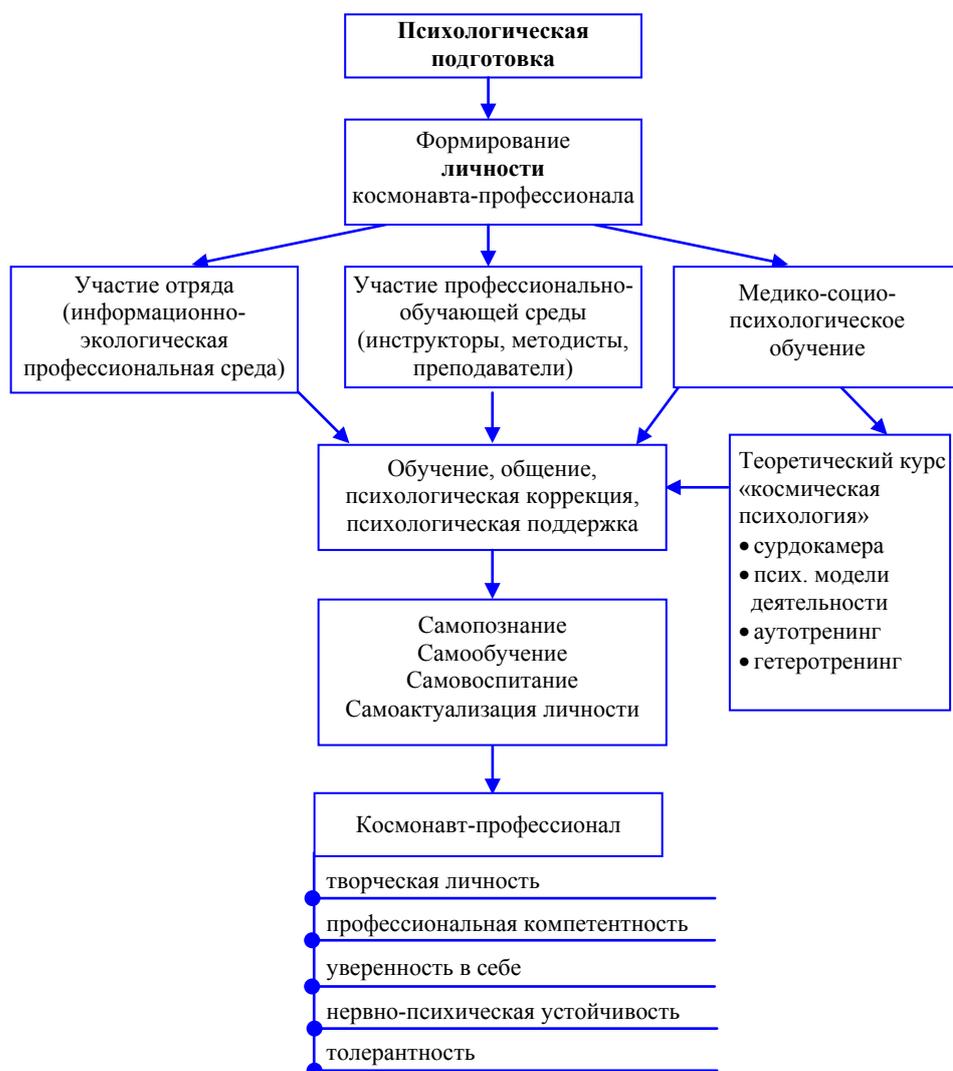


Рис. 3. Цель, содержание, методы, средства психологической подготовки

Одной из важных задач подготовки является выработка психологической защиты, т.е. такого стиля жизнедеятельности, который определяется уровнем психологической и медицинской культуры, образованности и воспитанности и сохраняет космонавту душевное здоровье как «чувственную ткань» нравственности, как осознаваемую, так и неосознаваемую в том, что защитить себя он может только сам, уважая других и создавая в окружающей социальной среде эмоциональный комфорт и здоровый, творческий, морально-психологический климат. С другой стороны, проблема безопасности космического полета базируется на том, что экстремальные условия деятельности не являются маловероятными событиями для практики испытаний и эксплуатации пилотируемых космических аппаратов. Усложнение обстановки может случиться в каждом космическом полете и,

следовательно, готовность к действиям в аварийной ситуации и стиль поведения космонавта при ее возникновении является «экзаменом», при котором проверяется весь комплекс мероприятий, связанных с профотбором, обучением, воспитанием и психопрофилактикой членов экипажа ПКА. Правомерно проблему безопасности космического полета рассматривать через призму взаимодействия человека с техникой в особых условиях деятельности. В силу специфики своей профессии, космонавт должен быть готов к аварийной ситуации всю профессиональную жизнь, хотя может и не встретиться с ней. Однако, готовность к действию – суть и стержень формирования его профессиональной надежности. Совокупность необходимых психологических качеств и свойств личности – это не только необходимое средство устранения опасности, но и залог понимания ее человеком как закономерного явления для данной профессии, поддающегося контролю и преодолению. В процессе подготовки космонавт должен получить опыт успешной работы в усложненных (моделируемых) условиях, требующих сочетания волевых и интеллектуальных качеств личности. Уверенность в себе, в своих возможностях является необходимой составляющей готовности к встрече с любой ситуацией и основой психологической защиты космонавта в полете.

Психологическая подготовка космонавтов как специалистов опасной профессии может рассматриваться как управление процессом формирования отношения между личностью и ситуацией, а именно: целенаправленное влияние на оценку угрозы предстоящей деятельности и возможности ее преодоления. Речь идет о помощи космонавту средствами психологической подготовки в решении следующих вопросов готовности к действию:

- осознания необходимости своей активной позиции (поведения) в усложненных условиях деятельности;
- адекватного отношения к рискам полета;
- отношения к аварийной ситуации «как возможному, но преодолимому событию» [5];
- формирования уверенности в себе путем познания своих возможностей в условиях моделируемого и реального стресса и формирования активной формы психологической защиты;
- развития профессионально важных качеств, необходимых для деятельности в экстремальных условиях.

Необходимо отметить, что в поиске путей формирования профессионально важных психологических и физических качеств, обеспечивающих адекватную адаптацию космонавтов к условиям и факторам космического полета, сохранения и укрепления их здоровья, обеспечения безопасности экипажа, важное значение принадлежит медико-биологической подготовке (МБП) космонавтов – наиболее динамичному направлению космической медицины. Сохранение здоровья космонавтов остается важной задачей системы подготовки и профессионального долголетия, основным критерием безопасности полетов. При этом категория «здоровье» объединяется с категорией «деятельность» и обе они входят в интегральный показатель психофизиологической надежности космонавта, определяя принципиальную тенденцию решения проблемы отбора и МБП, как переход от концепции «абсолютного абстрактного здоровья» к «профессиональному здоровью». Таким образом, «профессиональное здоровье» предполагает связь между состоянием здоровья и резервными возможностями организма и, главное, личностью космонавта, особенно в связи с увеличением продолжительности космического полета, когда временной фактор – ВРЕМЯ (материализованный носитель информации!) – при-

обретает самостоятельное психологическое и психофизиологическое значение и смысл, и вместе с профессиональной эффективностью, основанной на соотношении «затрат» и «результата», определяет профессиональное и жизненное благополучие и долголетие космонавта [1].

Необходимым условием раскрытия потенциальных резервов личности, ее гармоничного развития и совершенствования является самоактуализация. Космонавт в процессе подготовки и осуществления космических полетов должен активно развивать свои способности и личностный потенциал. Система подготовки в процессе становления личности космонавта-профессионала создает каждому, ступившему на этот, порой тернистый, путь соответствующие условия для самопознания и прогрессивного саморазвития, а также для верной самооценки. Адекватная самооценка дает направления самосовершенствования, поддерживает достоинство человека и приносит ему нравственное удовлетворение, способствуя успешному развитию. В этом плане психологическая подготовка преследует цель – раскрепостить разум, воспитать бодрость, оптимистичность духа и сформировать гармоничную личность. Это требует от кандидатов в космонавты, прежде всего, душевного здоровья и стойкого характера, обуславливающих и определяющих его способность ставить перед собой трудные, но достижимые жизненные цели и достигать их, согласовывая свое поведение и деятельность с требованиями законов природы и общества.

Воспитание личности космонавта-профессионала – это комплексная психолого-педагогическая задача, целенаправленно решаемая подготовленным профессиональным сообществом. Профессионально-обучающая среда формируется, в первую очередь, отрядом космонавтов и инструкторско-преподавательским составом, а также методистами, врачами и психологами. Становление личности космонавта-профессионала проходит в процессе обучения, общения, в атмосфере психологической помощи и поддержки (рис. 3). Система подготовки должна создавать для каждого космонавта необходимые и достаточные условия поддержания мотивации достижения поставленной цели с максимальным учетом его индивидуально-психологических, индивидуально-типологических и профессионально-психологических особенностей. И в этом главная роль принадлежит руководству отряда космонавтов и инструкторам космонавтам-испытателям, имеющим личный опыт космических полетов (рис. 4).

Интеллектуально-творческий потенциал личности космонавта включает в себя потребность в самоактуализации и самосовершенствовании. Самостоятельная работа над собой (самовоспитание) необходима в процессе становления профессионализма и организуется при условии достаточно развитого сознания и мышления личности. Целью такой внутренней работы является развитие умения управлять собой в любых сложных ситуациях, формирование уверенности в себе, в своих возможностях и субъективной готовности к действию, веры в успех. Необходимость участия в решении этой важной задачи целенаправленного формирования «внутреннего мира» космонавта-профессионала выдвигает высокие требования к содержанию и организации психологической и педагогической подготовки, в т.ч. предоставление космонавтам психологических знаний, а также ситуационных и методических возможностей такой активной внутренней работы (самоактуализации).

Необходимо отметить, что у личности, которая высоко мотивирована и ориентирована в будущей деятельности и целенаправленно работает для достижения своей цели, не возникает внутриличностных конфликтов между чувствами, мыслями и действиями (поступками). Такая личность достигает внутренней гармонии.

Именно внутренняя уравновешенность, хорошая и высокая нервно-психическая устойчивость порождают силу и спокойствие, творческий настрой, уверенность в себе и способствуют личностному росту, когда намерения и внутренняя гармония придают профессиональной жизни смысл и целостность и сопровождаются преимущественно эмоцией радости и оптимальными переживаниями – удовольствием и удовлетворением.

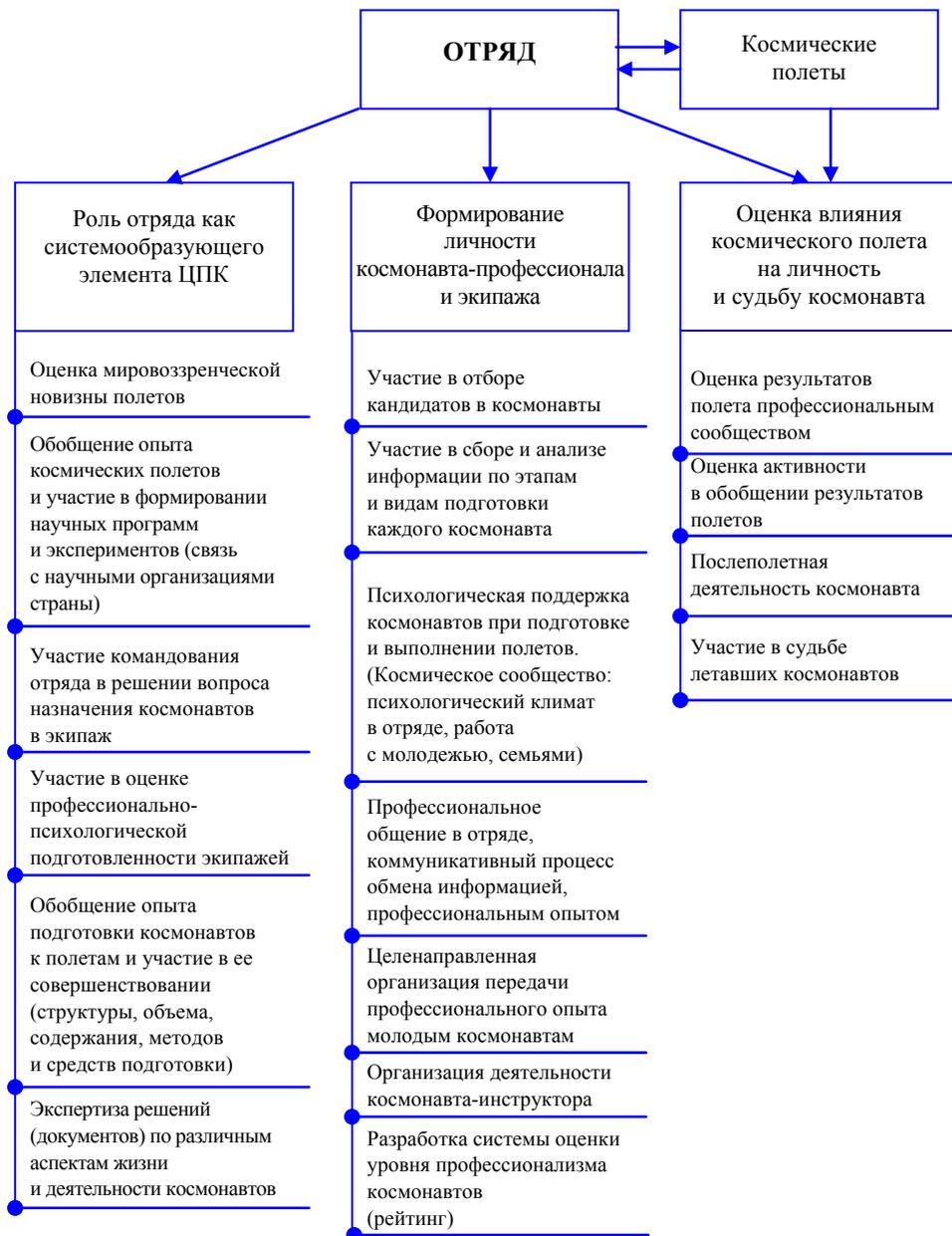


Рис. 4. Роль отряда в системе отбора и подготовки космонавтов

К настоящему времени в космосе побывало 113 наших соотечественников, причем многие из них летали по несколько раз: С.К. Крикалёв – 6; В.А. Джанибеков, Г.М. Стрекалов, А.Я. Соловьев, Ю.А. Калери, Ю.И. Маленченко – 5; О.Г. Макаров, В.В. Рюмин, А.С. Викторенко, А.А. Серебров, В.Г. Титов, В.М. Афанасьев, Ю.В. Усачев, Г.И. Падалка – 4. Абсолютный рекорд по продолжительности космического полета принадлежит российскому космонавту-врачу В.В. Полякову (437 суток, 17 часов 58 минут 32 секунды). А.Я. Соловьев побывал за бортом космического корабля 16 раз и ему принадлежит мировой рекорд продолжительности работы в открытом космосе – 77 часов 46 минут. Пятидесятилетняя история отечественной (советской и российской) пилотируемой космонавтики, ее выдающиеся результаты и достижения вряд ли были бы возможны без творческой активности личности самих космонавтов-профессионалов.

Психологический анализ профессиональных судеб космонавтов, многократно выполнивших космические полеты, а также тех, кто выполнил самые длительные космические полеты, свидетельствует о том, что наиболее значимыми в плане профессиональных достижений и активного профессионального долголетия являются свойства личности, обеспечивающие постоянное личностное развитие – самоактуализацию, способность к прогрессивному обучению, хорошую психологическую совместимость за счет развитой коммуникабельности, стрессоустойчивость, адекватную нервно-психическую напряженность и тревожность и, как следствие, устойчивость психофизиологических соотношений, а также способность к адекватной саморегуляции и значительный потенциал резервов и ресурсов организма.

Разработанная специалистами ЦПК имени Ю.А. Гагарина система отбора и подготовки космонавтов при осуществлении пилотируемых полетов в рамках отечественных программ обеспечивает их успешное выполнение космонавтами, сохранение здоровья и работоспособности членов экипажей в длительных полетах. Большое значение имеет психологическая направленность содержания подготовки, а именно:

- построение СОПК с позиций человеческого фактора, т.е. учет ограничений и возможностей человека в полете и в процессе подготовки; максимальное развитие положительных индивидуальных качеств личности космонавта;
- целенаправленное формирование у космонавтов психического образа полета как регулятора деятельности и поведения в процессе подготовки и реальной работы;
- использование различных методов моделирования деятельности и факторов космического полета (имитационное, алгоритмическое, а также психологическое моделирование усложненной деятельности космонавтов);
- подготовка космонавтов как операторов опасной профессии; использование модели опасности в процессе подготовки для обеспечения безопасности полета;
- комплексное участие в подготовке космонавтов высококвалифицированного персонала ЦПК (научных сотрудников, преподавателей, инженеров, инструкторов, психологов, врачей и других медицинских работников, летчиков и др.), а также специалистов большого числа организаций космической отрасли (разработчиков космической техники, тренажеров ПКА, постановщиков космических экспериментов и др.).

На основании обобщения опыта МБП космонавтов и результатов профессиональной подготовки можно заключить, что в ЦПК имени Ю.А. Гагарина создана научно обоснованная система профессионально-психологического изучения

и воспитания личности космонавта, включающая космический полет как важный этап совершенствования личности космонавта-профессионала [1, с. 78–81].

В настоящее время спецификой развития пилотируемой космонавтики является международное сотрудничество в осуществлении проекта МКС и перспективных программ освоения дальнего космоса. С позиций современных представлений о личности будущих космонавтов орбитальных и межпланетных станций можно заключить, что это будут хорошо образованные люди с выраженным интеллектуальным потенциалом. В их восприятии себя и Мира будет превалировать будущее. Их должен отличать высокий уровень духовности, богатство внутреннего мира, познавательная активность и потребность самостоятельной творческой работы. Они будут ответственными и способными оценивать результаты своих действий, деятельности и перспектив, более свободными, а значит и более творческими. В их поведении главенствующую роль будет играть не столько эмоционально-волевой, сколько интеллектуально-творческий и духовно-нравственный уровни регуляции. Все это свидетельствует, на наш взгляд, о том, что профессионально-психологический потенциал личности будущих космонавтов будет возрастать, а это может создавать потенциально-конфликтную ситуацию между ними (их мировоззрением) и устоявшимися в настоящее время взглядами на централизацию процесса управления полетом с тенденцией «роботизации человека» на борту МКС (А. Калери, С. Крикалёв) и соответствующей этому системой подготовки.

Автономность жизнедеятельности экипажа, длительность межпланетного полета требуют гибкости системы подготовки космонавтов, выдвижения новых концепций, создания новых программ, моделей и средств подготовки, в том числе бортовых. В данной статье показано, что совершенствование системы отбора и подготовки космонавтов в современных условиях возможно не только за счет новых технических и технологических решений [3], но и за счет расширения и повышения возможностей психики космонавта, использования для этого современных достижений ПСИХОЛОГИИ как конструктивно-созидательной Науки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Береговой Г.Т., Богдашевский Р.Б. и др. Космическая академия. – М.: Машиностроение, 1987. – 152 с.; 1993. – 224 с.
- [2] Бодров В.А. Психология профессиональной пригодности. – М.: ПЕР СЭ, 2001. – 511 с.
- [3] Крючков Б.И., Сохин И.Г. Этапы становления и перспективы развития научно-методической базы подготовки космонавтов // Пилотируемые полеты в космос. – № 1. – 2011. – С. 78–86.
- [4] Леонтьев А.М. Деятельность, сознание, личность. – М.: Политиздат, 1975. – 304 с.
- [5] Пономаренко В.А. Психология духовности профессионала. – М., 1997. – 367 с.

## ДИСКУССИИ

### DISCUSSIONS

#### О РАССЕЛЕНИИ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА ВНЕ ЗЕМЛИ

##### About Space Colonization

В третьем номере журнала «Пилотируемые полеты в космос» опубликована статья доктора философских наук С.В. Кричевского «Расселение человечества вне Земли: проблемы и перспективы».

Многие авторы, начиная с Мальтуса и Циолковского, предрекали возникновение в будущем у человечества проблем, для решения которых потребуется использовать внеземные ресурсы. Рассматривались два варианта решения этих проблем: доставка на Землю материальных средств с других небесных тел и переселение части или всего человечества на другие планеты.

В двадцатые годы прошлого века Ф.А. Цандер призывал: «Вперед, на Марс!». Этот призыв восприняло только небольшое количество таких же энтузиастов. У человечества в ту пору не было настоящей необходимости и технической возможности не только переселяться на Марс, но даже просто слетать на него.

Кстати, и К.Э. Циолковский не призывал людей начинать с экспансии в космос. Известна, но давно не публикуется его работа, в которой он предлагал сначала вырубить джунгли и лианы в Африке и засадить ее картошкой и хлебными злаками. Потом расселять людей на плотках по океанам, потом организовывать поселения под водой и только после исчерпания этих ресурсов переходить к расселению людей в космосе.

Проект, аналогичный предложенному С.В. Кричевским в 1993 году, в настоящее время обсуждается на мировом уровне в части создания на Луне поселения добровольцев, соглашающихся оставаться на Луне всю жизнь, без возвращения на Землю. Материалы по этому вопросу присутствуют в Интернете.

Любая проблема – это двух- или многосторонний конфликт. Она становится актуальной и требует решения, когда сохранение конфликта либо угрожает чьей-то безопасности, либо преграждает путь к каким-то новым, кому-то полезным результатам.

Развитие человеческого общества на Земле идет противоречиво. С одной стороны, все большее количество людей в Африке и в Азии голодает, испытывает недостаток питьевой воды. Об этих глобальных проблемах все чаще и больше говорят и пишут.

Но есть другая, весьма щепетильная сторона этой проблемы. На земном шаре еще существуют огромные, практически незаселенные площади. Это Северная Америка (Канада), северная Сибирь (Россия), наконец, целый материк – Антарктида. Даже на территории Японии, которая считается густонаселенной, есть горные районы, где плотность жителей минимальна. Природные условия на этих территориях неизмеримо более пригодны для существования человека земного, чем на необитаемых пока других небесных телах.

С.В. Кричевский признает появление большого количества проблем, прежде всего в области физиологии, которые потребуются решить, чтобы создать вне Земли устойчивые популяции «людей космических». При использовании указанных территорий для организации поселений обычных земных людей таких проблем просто не будет. Будут другие, обычные земные проблемы, решения большинства из которых давно найдены и используются в районах Крайнего Севера и Крайнего Юга.

Много лет назад я выступил со своим проектом полета к Марсу на доработанном лунном варианте «Союза». Проект был скромным, без посадки на Марс и его «колонизации». Он не нашел поддержки. Я вспомнил о нем, когда однажды мне пришлось лететь на вертолете с юга полуострова Ямал на север, с мыса Каменный в Харасавэй.

Два часа под вертолетом плыла безжизненная картина: равнины, болота, чахлая растительность. Унылые пейзажи. Но на этом пространстве есть нормальная земная атмосфера, нормальная земная гравитация. В недрах этой земли покоятся еще неизведанные запасы природных богатств. Невольно пришла на ум мысль: стоит ли в обозримое время тратить огромные средства на решение проблемы переселения человечества на другие небесные тела, если на Земле столько неиспользованных резервов.

Проблема массового переселения людей на другие небесные тела интересна для обсуждения, но не более. Она не будет реальной и актуальной до тех пор, пока в близкой исторической перспективе человечество, которое энтузиасты собираются переселять с Земли, не увидит, не ощутит угрозы гибели после израсходования невозполняемых природных ресурсов и полной потери природной средой способности к самовосстановлению и обеспечению приемлемых условий для существования людей.

*М. Бурдаев,  
доктор технических наук, профессор  
19 сентября 2012 года*

## НАУЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

### SCIENTIFIC-INFORMATION SECTION

#### ПЕРВОМУ СОВЕТСКО-ФРАНЦУЗСКОМУ КОСМИЧЕСКОМУ ПОЛЕТУ – 30 ЛЕТ

#### The First Soviet French Space Flight is 30 Years Old

24 июня 2012 года исполнилось 30 лет со дня космического полета советского корабля «Союз Т-6», на борту которого был первый французский космонавт Жан-Лу Кретьен. Начало российско-французскому взаимодействию в освоении космического пространства было положено летом 1966 года во время визита в Москву президента Франции Шарля де Голля. Тот визит способствовал реализации крупных проектов по сотрудничеству в самых разных областях, эффект от которых ощущается и по сей день.

Пройдя все этапы отбора во Франции, Кретьен и еще три кандидата прибыли в Москву в мае 1980 года. А уже 12 июня он и Патрик Бодри были названы в качестве кандидатов на полет по программе RVN – Premier Vol Humain («Первый пилотируемый полет»). С сентября 1980 года экипаж корабля «Союз Т-6» в составе командира корабля Владимира Джанибекова, бортинженера Александра Иванченкова и французского космонавта-исследователя Жана-Лу Кретьена приступил к тренировкам в ЦПК им. Ю.А. Гагарина (рис. 1).



Рис. 1. Экипаж корабля «Союз Т-6»



Рис. 2. Тренировка на тренажере станции «Салют-7»

Подготовку экипажей к полету проводила, главным образом, советская сторона. Французские специалисты активно участвовали в обучении экипажей работе с научной аппаратурой и проведению экспериментов. В мае 1982 года в Звездном городке в присутствии французских специалистов оба экипажа провели последнюю репетицию на учебном макете станции «Салют-7» в условиях, максимально приближенных к выполнению программы полета (рис. 2).

С 24 июня по 2 июля 1982 года экипаж в составе командира корабля «Союз Т-6» Владимира Джанибекова, бортинженера Александра Иванченкова, и французского космонавта-исследователя Жана-Лу Кретьена совершил полет по программе РВН на корабле «Союз Т-6» на орбитальную станцию «Салют-7».

В течение недели вместе с находившимися на станции А.Н. Березовым и В.В. Лебедевым они выполняли обширную программу исследований, разработанную советскими и французскими специалистами: медико-биологические эксперименты, исследования в области космического материаловедения, наблюдения земной атмосферы и астрономических объектов. Во время полета экипаж выполнил ряд французских экспериментов (DS-1 – изучение кровообращения, Cytos-2 (Цитос-2) – изучение влияния условий космоса на клетки организма).

Продолжительность полета составила 7 суток 21 час 51 минуту. По завершении полета Кретьен был удостоен звания Героя Советского Союза.

Жан-Лу Кретьен стал первым французом, совершившим полет и выход в космическое пространство в рамках совместной советско-французской миссии на орбитальной станции «Мир». Советские и российские космонавты совершили вместе со своими французскими коллегами семь совместных космических полетов, в том числе, шесть совместных экспедиций на орбитальную станцию «Мир».

*В.В. Самарин, канд. техн. наук*

**К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОСНОВАНИЯ МАТИ****On the 80<sup>th</sup> Anniversary of the Founding of MATI****КОЛЛЕКТИВУ РОССИЙСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО (МАТИ)**

Дорогие преподаватели, сотрудники, студенты, аспиранты и выпускники МАТИ –  
Российского государственного технологического университета  
имени К.Э. Циолковского!

Руководство, летчики-космонавты, коллектив ФГБУ «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» сердечно поздравляют вас со знаменательной датой – 80-летием со дня основания МАТИ – Российского государственного технологического университета имени К.Э. Циолковского.

Вся история становления вашего университета с момента основания в 1932 году тесно связана с именем великого русского ученого, основоположника космонавтики К.Э. Циолковского, который был инициатором создания вашего вуза.

За прошедшие восемь десятилетий университет стал ведущим в стране технологическим вузом, выпускники которого способны воплотить в жизнь практически любые конструкторские разработки. Ваш университет внес уникальный вклад в развитие технологий производства самолетов и двигателей для них, ракет и космических летательных аппаратов.

80 лет – зрелый возраст, которому присущи успех созидания, поиски творчества, осмысленность дальнейшего развития. Вы по праву можете гордиться яркими страницами своей биографии, именами тех, кто стоял у истоков его создания, кто обеспечивал его авторитет и востребованность сегодня.

За всю историю своего существования МАТИ воспитал тысячи высококвалифицированных специалистов: инженеров-технологов, организаторов производства, ученых, которые трудились и трудятся на предприятиях и в научно-исследовательских институтах авиационной и космической отраслей промышленности в разных уголках нашей Родины. Из стен университета вышло множество замечательных специалистов, прославивших своей деятельностью нашу страну. МАТИ может гордиться своими выпускниками, ставшими настоящими профессионалами. Немало специалистов – выпускников МАТИ – успешно работают в Центре подготовки космонавтов.

Сегодня МАТИ по праву является одним из ведущих технологических вузов России.

Высококвалифицированный профессорско-преподавательский состав обеспечивает подготовку специалистов на уровне, соответствующем самым современным требованиям. Широкая практическая, инновационная направленность, современные технологии, новаторские проекты, которые реализует вуз, позволяют вам уверенно идти в ногу со временем, эффективно заниматься исследовательской работой. Ее результаты находят свое воплощение в новых космических аппаратах, современных технологиях, программах и методиках обучения и воспитания подрастающей смены, повышении квалификации специалистов промышленности, развитии отечественного образования.

Благодаря целеустремленности, огромной созидательной энергии, творческому поиску, высокому профессионализму, умению бережно хранить заложенные традиции, ваш коллектив неизменно добивался успехов в осуществлении самых смелых планов и идей.

В этот праздничный день от всей души желаем всем вам – преподавателям и сотрудникам, студентам, аспирантам и выпускникам университета – крепкого здоровья, счастья, радости, добра, неиссякаемого энтузиазма, вдохновения, благополучия и дальнейшего процветания.

*С уважением,  
начальник Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина  
Герой Советского Союза  
Герой Российской Федерации  
летчик-космонавт СССР  
С.К. Крикалёв*

**VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ КОНГРЕСС,  
ПОСВЯЩЕННЫЙ 55-ЛЕТИЮ ЗАПУСКА ПЕРВОГО  
ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ**

Москва, 27–31 августа 2012 года

**VII International Aerospace Congress Dedicated to the 55<sup>th</sup> Anniversary  
of the Launch of the First Artificial Earth Satellite**

Moscow, August 27–31, 2012

С 27 по 31 августа 2012 года на территории МГУ им. М.В. Ломоносова проходил VII Международный аэрокосмический конгресс. Центр подготовки космонавтов является одним из постоянных организаторов конгресса. Первый конгресс состоялся в 1994 году и был посвящен 60-летию со дня рождения Ю.А. Гагарина. В этом году мероприятие посвящено знаменательной дате – 55-летию запуска первого искусственного спутника Земли. В работе конгресса приняли участие более тысячи человек – руководители национальных космических агентств и предприятий аэрокосмической промышленности, космонавты, летчики, ведущие ученые и специалисты в области аэрокосмических исследований. Обсуждались актуальные проблемы и перспективы развития авиации и космонавтики.

27 августа на торжественной церемонии открытия конгресса с приветствием от руководства Центра подготовки космонавтов, отряда космонавтов, ученых и специалистов Центра выступил летчик-космонавт А.И. Борисенко.

С пленарным докладом от ЦПК на тему «Актуальные проблемы профессиональной деятельности космонавтов (отбор, подготовка, полет, послеполетная реабилитация)» выступил заместитель начальника научного управления И.Г. Сохин.

На седьмом конгрессе впервые начала работу новая XXI секция «Профессиональная деятельность экипажей пилотируемых космических и авиационных комплексов (отбор, подготовка, полет, реабилитация)», руководимая начальником Центра подготовки космонавтов летчиком-космонавтом С.К. Крикалёвым. На заседании секции, которое состоялось 28 августа, с докладами выступили сотрудники ЦПК: А.А. Курицын, И.Г. Сохин, В.М. Усов, Б.А. Наумов, Л.Е. Шевченко,

М.А. Зайцев, К.С. Ядревский, Е.А. Черняк, руководитель представительства НАСА в Звездном городке астронавт Марк Ванде Хай.

В ходе работы секции была проведена дискуссия в форме круглого стола на тему «Актуальные проблемы профессиональной деятельности экипажей пилотируемых космических комплексов». В дискуссии приняли участие известные летчики-космонавты СССР и России: В.В. Горбатко, Г.М. Гречко, В.П. Савиных, С.К. Крикалёв, М.В. Тюрин, О.И. Скрипочка, астронавт НАСА Марк Ванде, астронавт ЕКА Франк Де Винн, а также представители Федерального космического агентства, Центра подготовки космонавтов и других организаций.

Информацию о работе конгресса можно найти на сайте:  
<http://www.fund.ru/rus/programs/iac/iac-2012.shtml>.

## **МЕЖДУНАРОДНЫЙ МОЛОДЕЖНЫЙ ФОРУМ «ОПЕКА ЗЕМЛИ»**

ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок,  
Московская область, 5–10 августа 2012 года

### **International Youth Forum “Caring the Earth”**

State Organization “Gagarin Research&Test Cosmonaut Training Center”  
Star City, Moscow Region, August 5–10, 2012

В ФГБУ «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» с 5 по 10 августа 2012 года прошел Международный молодежный форум «Опека Земли», в котором участвовали более 80 ребят из различных регионов России, Белоруссии, США, Великобритании, Испании и Швеции. Инициаторами форума были российские подростки. При поддержке общественной организации «Объединенные космосом» и Центра подготовки космонавтов удалось собрать в Звездном городке делегации из разных стран мира.

Для того чтобы стать участником форума, у себя на родине ребята прошли жесткий отбор в ходе различных конкурсов и олимпиад. Так, делегаты из Брестской области Белоруссии – призеры национальных олимпиад по биологии и географии, победители детской Международной олимпиады естественных наук.

В поддержку форума выступили российские космонавты, астронавты из разных стран, заслуженные специалисты аэрокосмической отрасли, ученые, медики, выдающиеся деятели культуры и многие неравнодушные люди, для которых очевидна необходимость серьезных перемен, направленных на защиту Земли.

О достижениях современной космонавтики и ее задачах рассказали начальник Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, Герой Советского Союза, Герой Российской Федерации, летчик-космонавт СССР Сергей Константинович Крикалёв, заместитель начальника ЦПК по научной работе, доктор технических наук Борис Иванович Крючков и глава постоянного представительства Европейского космического агентства Рене Пишель. Летчик-космонавт Российской Федерации, командир отряда космонавтов Сергей Волков и астронавт Европейского космического агентства Люка Пармитано поделились с ребятами впечатлениями о том, как наша планета выглядит из космоса, рассказали об особенностях профессии космонавта.

«Открой свое сердце нашей планете!» – цель форума, которая призывает людей задуматься о глобальных проблемах Земли и постараться бережно относиться к ней. В течение четырех дней ребята занимались в секциях: «Земля – как

объект опеки», «Космос – пространство мира», «Почему освоение космоса важно для выживания Земли», «Здоровье землянина – основа здоровья Земли», где у них была возможность представить свои проекты по решению актуальных проблем. Занятия в секциях проводили высококвалифицированные специалисты Центра подготовки космонавтов, ученые, преподаватели университетов, космонавты. Так, участники секции «Почему освоение космоса важно для выживания Земли» (руководитель секции – начальник отдела ЦПК, доктор технических наук А.А. Курицын) обсудили важность дальнейшего международного освоения космического пространства для защиты нашей планеты.

Кроме того, для участников форума провели экскурсии по уникальной тренажерной базе Центра подготовки космонавтов. Они своими глазами увидели, как проходят тренировки космонавтов, осмотрели гидролабораторию, в которой отрабатываются действия экипажей Международной космической станции во время выходов в открытый космос, центрифуги, на которых моделируются перегрузки космического полета. В планетарии прошел открытый урок звездной навигации. Инструкторы ЦПК рассказали и показали, как выживают космонавты, приземлившись в диком лесу.

Также ребята посетили Мемориальный музей космонавтики на Всероссийском выставочном центре в Москве, Центр управления космическими полетами в Королеве, учебную базу МЧС, где ознакомились с работой спасателей и приняли участие в практических занятиях.

Во время посещения Центра управления полетами у участников форума состоялся сеанс связи с экипажем МКС. С борта станции участники форума поприветствовали командир действующего экипажа МКС Геннадий Падалка и бортинженеры Юрий Маленченко и Сергей Ревин. Вопросы к космонавтам были связаны с идеей форума: «Земля – объект социальной помощи со стороны человека и человечества в целом».

На торжественном закрытии молодежного форума состоялось пленарное заседание, где был представлен совместно разработанный проект – «Кодекс юного гражданина Земли», в котором отражен «крик души» ребят, обращенный ко всему миру. Также совместными усилиями детей было написано «Обращение к жителям планеты Земля».

Организаторы и участники форума надеются, что подобные мероприятия будут проходить ежегодно и найдут отклик в сердцах населения планеты Земля!

*По материалам сайтов: <http://gctc.ru>, <http://uni-space.ru>.*

**ЧЕТВЕРТЫЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ СИМПОЗИУМ  
«КОСМОС И ГЛОБАЛЬНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА»  
Евпатория, Украина, 3–7 сентября 2012 года**

**IV International Specialized Symposium “Space and Global Security of Mankind”  
Yevpatoria, Ukraine, September 3–7, 2012**

С 3 по 7 сентября 2012 года в Евпатории, Украина, Крым, состоялся Четвертый Международный специализированный симпозиум «Космос и глобальная безопасность человечества».

Симпозиум был посвящен актуальным проблемам использования космической техники и технологии в интересах предупреждения о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера, в том числе космического происхождения.

Симпозиум проведен при поддержке Института космических исследований Национальной академии наук Украины, Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского, Международной ассоциации «Знания», ОАО «Российские космические системы».

Основные тематические направления симпозиума:

- современная стратегия освоения космоса и безопасность;
- результаты системного проектирования Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга (МАКСМ);
- использование навигационно-телекоммуникационных ресурсов МАКСМ для формирования единого информационного пространства безопасности.

В симпозиуме приняло участие около 80 ученых и специалистов из шести стран, в том числе из России, Украины, Беларуси, Казахстана, Индии, США.

В докладах участники выступили по социально-философским аспектам современного освоения космоса, долгосрочным целям освоения космоса, исходя из интересов социальной безопасности, роли перспективных космических технологий в снижении природных и техногенных угроз и рисков, предупреждению из космоса о чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера.

В процессе симпозиума рассмотрены результаты системного проектирования Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга: цели, задачи, требования, облик, структура; варианты развертывания и функционирования; методы, технологии и средства прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера; политический, правовой, организационный, финансовый и технический аспекты создания и использования будущей системы.

В докладах были затронуты вопросы предупреждения о планетарных угрозах в космосе и из космоса, предотвращения засорения околоземных орбит, решения гуманитарных проблем, дистанционного обучения, подготовки специалистов в области космических исследований и прикладного использования ее результатов.

В симпозиуме принял участие начальник 1 отделения 54 отдела 5 управления ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» и выступил с докладом на тему: *«Современное состояние и перспективы развития технологий визуально-инструментальных наблюдений Земли из космоса экипажами российского сегмента МКС».*

4 сентября для участников была организована экскурсия по Национальному космическому центру Украины. Национальный космический центр Украины создан на базе Евпаторийского НИПа. Из этого Центра ведется управление украинскими космическими аппаратами. В Центре создан космический музей. В нем бережно хранятся история развития советской космонавтики, информация о советских конструкторах, космонавтах, о роли космонавтов, особенно Юрия Гагарина, в развитии города Евпатория.

**СОРОК СЕДЬМЫЕ НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ,  
ПОСВЯЩЕННЫЕ ПАМЯТИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

Калуга, 18–19 сентября 2012 года

**Forty-Seventh Scientific Conference, Dedicated to the Memory of K.E. Tsiolkovsky**  
Kaluga, September 18–19, 2012

18 и 19 сентября 2012 года в г. Калуге проходили сорок седьмые научные чтения, посвященные памяти Константина Эдуардовича Циолковского, основоположника теоретической космонавтики, проложившего дорогу человека в космос. Участники чтений изучали научное творчество К.Э. Циолковского, обменивались идеями, творческими планами работ в области космонавтики.

Традиционно чтения проходят на калужской земле, где творил великий мыслитель. Творческое наследие К.Э. Циолковского поистине неисчерпаемо. За свою жизнь Константин Эдуардович написал более 130-ти разного рода статей и сочинений, более 80 рукописей. Его исследования впервые показали возможность достижения космических скоростей, доказав осуществимость межпланетных полетов. Он первым изучил вопрос о ракете – искусственном спутнике Земли и высказал идею создания околоземных станций как искусственных поселений, использующих энергию Солнца, и промежуточных баз для межпланетных сообщений, рассмотрел медико-биологические проблемы, возникающие при длительных космических полетах. Циолковский явился первым идеологом и теоретиком освоения человеком космического пространства, конечная цель которого представлялась ему в виде полной перестройки биохимической природы порожденных Землей мыслящих существ. В связи с этим он выдвигал проекты новой организации человечества. Космическая философия К.Э. Циолковского является одной из вершин русского космизма, которая через космонавтику оказала огромное влияние на современную цивилизацию.

На Пленарном заседании 18 сентября с приветственным словом от Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина выступил летчик-космонавт РФ, Герой России Самокутяев Александр Михайлович.

19 сентября состоялись заседания секций. Секция № 9 «К.Э. Циолковский и проблемы профессиональной деятельности космонавтов» проводилась под руководством Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина: научные руководители секции И.Г. Сохин, А.А. Митина, ученые секретари А.Н. Филатов, И.В. Селюнина (Государственный музей истории космонавтики имени К.Э. Циолковского, г. Калуга). В работе секции приняли участие представители ЦПК имени Ю.А. Гагарина, Государственного музея истории космонавтики имени К.Э. Циолковского, Московского политехнического музея, РКК «Энергия» им. С.П. Королёва, НТЦ «МЕРА», Московского авиационного института (национального исследовательского университета), преподаватели и студенты Калужского филиала МВТУ имени Н.Э. Баумана. Всего в работе секции приняли участие 62 человека. К рассмотрению были представлены 22 доклада.

В секционных докладах были освещены результаты научных и прикладных работ по применению и развитию научного наследия К.Э. Циолковского. Все доклады были посвящены актуальным проблемам, возникающим в процессе подготовки космонавтов и в их профессиональной деятельности.

В обсуждении докладов принимали активное участие И.Г. Сохин, А.А. Митина, Е.В. Полунина, А.Н. Филатов, И.Н. Осюренко, В.Н. Саев, В.В. Черемухин, В.И. Бойко, студенты МВТУ имени Н.Э. Баумана.

**VIII МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ,  
ТЕХНИКЕ И ОБРАЗОВАНИИ»**  
Абхазия, 17–29 сентября 2012 года

**VIII International Scientific and Technical Conference  
“Information Technologies in Science, Engineering and Education”**  
Abkhazia, September 17–19, 2012

VIII Международная научно-техническая конференция «Информационные технологии в науке, технике и образовании» прошла в Абхазии в период с 17 по 29 сентября 2012 года.

Первая международная конференция «Информационные технологии в науке, технике и образовании» в Абхазии состоялась еще в сентябре 2005 года. Она проводилась по инициативе и под руководством Юрия Васильевича Кубарева – вице-президента Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, доктора физико-математических наук, профессора, лауреата Государственной премии СССР, заслуженного деятеля наук РФ, Почетного профессора Шанхайской аэрокосмической академии. Первой государственной научной организацией, поддержавшей идею проведения конференции, стал 29-й НИИ МО РФ, организовавший секцию по космическому мониторингу и картографии. На первую конференцию собралось около ста участников – представители 76 государственных, общественных и частных организаций России, Белоруссии и Абхазии, в основном доктора и кандидаты наук. Выбор места был не случаен – в то время независимость Республики Абхазия еще не была признана Россией, режим Саакашвили постоянно угрожал войной, устраивал провокации на границе республики. Проведение конференции было призывом к миру, призывом решать все вопросы за столом переговоров. Абхазия формально находилась в состоянии блокады, контакты российских и абхазских ученых были затруднены, и конференция была еще одним шагом к прорыву блокады, к восстановлению связей между учебными и научными учреждениями России и Абхазии. Первая конференция прошла на высоком научном уровне, трое ее участников и председатель Оргкомитета приказом министра обороны РФ были награждены медалью «За укрепление боевого содружества». И в том, что независимость Абхазии в 2008 году была признана Россией, есть вклад и участников конференции, которая проводится ежегодно, начиная с 2005 года. По инициативе участников конференции в Абхазии появился новый государственный праздник – День науки. На пятой, юбилейной, конференции ряд ее организаторов и участников от имени президента Абхазии были награждены почетными грамотами.

Многим участникам конференции за научный вклад были вручены награды и дипломы «Роскосмоса», Министерства обороны, Федерации космонавтики России, Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, других научных организаций.

Представительство научных учреждений в VIII Международной научно-технической конференции значительно расширилось, впервые в участии конференции приняли и представители ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина». Делегацию Центра возглавил начальник Центра подготовки космонавтов, летчик-космонавт, кандидат психологических наук Крикалёв Сергей Константинович, который выступил перед участниками конференции и студентами абхазских вузов в День науки Абхазии 26 сентября. Впервые в работе конференции была создана

секция «Информационные технологии в создании систем измерения и подготовке экипажей пилотируемых космических аппаратов», сопредседателем которой стал начальник отдела ЦПК имени Ю.А. Гагарина, доктор технических наук А.А. Курицын. С докладами на конференции также выступили: заместитель начальника научного управления Центра, кандидат технических наук И.Г. Сохин и начальник отделения, кандидат военных наук В.Н. Дмитриев.

Всего было заслушано 77 докладов в 5 секциях конференции (заявок было подано на 95 докладов, часть докладчиков по различным причинам не смогли приехать):

Секция 1. Ракетно-космическая и авиационная техника

Руководитель секции – Милованов Александр Георгиевич, д.т.н., проф., главный ученый секретарь НТС Роскосмоса, заслуженный деятель науки РФ, академик РАКЦ.

Секция 2. Электрореактивные двигатели, электрофизика и физика плазмы

Руководитель – Кубарев Юрий Васильевич, д.ф.-м.н., проф., вице-президент академии инженерных наук имени А.М. Прохорова.

Секция 3. Проблемы мониторинга, геоматики и навигации

Руководитель – Филатов Валерий Николаевич, д.в.н., проф., советник генерального директора «Концерн «РТИ системы», генерал-лейтенант.

Секция 4. Наука и образование в высшей школе

Руководитель – Мирошникова Ирина Николаевна, д.т.н., проф., зав. каф., директор института радиотехники и электроники (МЭИ).

Секция 5. Информационные технологии в создании систем измерения и подготовке экипажей пилотируемых космических аппаратов

Соруководитель – Курицын Андрей Анатольевич, д.т.н., доцент, начальник отдела ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», академик-секретарь РАКЦ.

Соруководитель – Шевяков Анатолий Владимирович, д.т.н., проф., академик-секретарь РАН.

Надо отметить очень высокий уровень выступающих. В работе конференции приняли участие более 30 докторов наук и около 50 кандидатов наук, ведущие специалисты и аспиранты научных организаций и вузов России, Белоруссии и Абхазии, а также студенты Абхазских университетов. В адрес Оргкомитета конференции поступили правительственные телеграммы. Пожелали успехов в работе всем участникам конференции: первый заместитель председателя Государственной думы Федерального Собрания РФ, профессор МГУ имени М.В. Ломоносова Иван Иванович Мельников, руководитель фракции КПрФ в Государственной думе, председатель ЦК КПрФ Геннадий Андреевич Зюганов, член Комитета Государственной думы по безопасности и противодействию коррупции Евгений Владимирович Доровин, первый заместитель председателя Комитета Государственной Думы по регламенту и организации работы Государственной думы Владимир Георгиевич Поздняков. Депутаты Государственной думы поздравили участников конференции с открытием Международного научного форума и пожелали ученым плодотворной работы, сохранения и приумножения добрых традиций и высокого интеллектуального уровня, которым уже прославилась конференция в научном мире.

Наиболее интересные доклады конференции планируется опубликовать в журнале «Вестник Российской академии ракетных и артиллерийских наук».

**14 ЕЖЕГОДНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ЛЕТЧИКОВ-ИСПЫТАТЕЛЕЙ, КОСМОНАВТОВ,  
ИНЖЕНЕРОВ И СПЕЦИАЛИСТОВ  
АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ**

пгт. Новый Свет, Крым, Украина, 25 сентября–5 октября 2012 года

**14<sup>th</sup> Annual International Scientific Conference for Test Pilots, Astronauts,  
Engineers and Aerospace Industry of CIS Member States**  
Novy Svet, Krym, Ukraine, September 25–October 5, 2012

С 25 сентября по 5 октября 2012 года на базе филиала ОАО «ЛИИ им. М.М. Громова» – специализированном санатории-профилактории «Полет» (пгт. Новый Свет, Крым, Украина), прошла 14 ежегодная Международная научно-практическая конференция летчиков-испытателей, космонавтов, инженеров и специалистов авиационно-космической промышленности государств – участников СНГ.

На конференции были рассмотрены актуальные проблемы развития авиационно-космической отрасли России и стран СНГ, обеспечения безопасности космических полетов и полетов самолетов, вопросы обмена опытом, истории развития космонавтики и авиации.

В работе конференции приняли участие около 50 специалистов из организаций и предприятий авиационно-космической отрасли России, Украины, Казахстана, Узбекистана и Белоруссии.

В соответствии с программой были проведены выездные заседания конференции в городах Феодосия (встреча с ветеранами ВВС СССР) и Алупка (совместно с администрацией города в музее заслуженного летчика-испытателя СССР Амет-хана Султана).

От Центра подготовки космонавтов на конференции с докладами выступили:

- заместитель начальника 5 управления О.С. Гордиенко: «Повышение Центром подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина авторитета российской пилотируемой космонавтики»;
- начальник тренажерного отделения 2 управления О.Е. Захаров: «Молодежный образовательный космоцентр ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»;
- начальник отделения 54 отдела Е.В. Попова: «Виртуальное моделирование космических экспериментов для подготовки космонавтов по научно-прикладным исследованиям и экспериментам».

По результатам конференции было принято Решение, в одном из пунктов которого записано: «Включить в организационный комитет конференции представителей Центра подготовки космонавтов для повышения эффективности работы».

## **ИСТОРИЯ. СОБЫТИЯ. ЛЮДИ**

**HISTORY. EVENTS. PEOPLE**

**«ОСТАВИТЬ НА ПАМЯТЬ ЛЮДЯМ ...»**

**(посвящается памяти Б.Е. Чертока)**

**“Leave for People’s Memory ...”**

**(Devoted to the Memory of B.E. Chertok)**

В какой-то момент я ясно понял, что Бориса Евсеевича Чертока надо фотографировать как можно больше, пытаюсь поймать все оттенки его настроения, его разговоры с коллегами, его за работой, потому что он – уже История. Как часто бывает, придет время, и будешь жалеть, что мог оставить на память людям образ Чертока, но опоздал.



Фото 1

1 марта 2007 года

1 марта 2007 года – день рождения Б.Е. Чертока. Поэтому Борис Евсеевич в орденах, готовится принимать поздравления. Он сидит за своим рабочим столом в кабинете в Ракетно-космической корпорации «Энергия» под портретом Сергея Павловича Королёва. Стол буквально завален бумагами и книгами. Праздник праздником, а работа всегда есть (фото 1).



Фото 2 1 марта 2007 года

Борис Евсеевич принимает поздравления. В центре – академик Ю.П. Семенов, справа – член-корреспондент РАН И.В. Бармин, за Борисом Евсеевичем – член-корреспондент РАН Е.А. Микрин (фото 2).

Космонавты поздравляли его всегда. Летчик-космонавт СССР Борис Валентинович Волынов вручает Борису Евсеевичу наручные часы (фото 3).



Фото 3 1 марта 2007 года



Летчик-космонавт России Александр Юрьевич Калери говорит хорошие слова о Б.Е. Чертоке, и Борис Евсеевич склонился в благодарном поклоне (фото 4).

Фото 4

2 марта 2009 года



Фото 5

2 марта 2009 года

До последнего дня Б.Е. Черток встречался с молодыми, беседовал, читал лекции. На фото 5 Борис Евсеевич сфотографировался со студентами Московского физико-технического института и Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Лекция только что прервалась коллегами, вошедшими, чтобы поздравить Б.Е. Чертока с 97-летием. Один из них – летчик-космонавт СССР Александр Павлович Александров тут же занял место среди молодежи.



Фото 6

2 марта 2009 года

Три академика РКК «Энергия» – Борис Евсеевич Черток, его ученик – Виктор Павлович Легостаев уже со своим учеником – Евгением Анатольевичем Микриным. За ними, на доске видна тема лекции Б.Е. Чертока. Он рассказывал о законе изменения надежности ракет-носителей: для первых пусков характерен «эффект детской смертности» (фото 6).



Фото 7

2 марта 2009 года

Надпись четко видна на фото 7, где Борис Евсеевич сфотографирован с многолетним сотрудником РГНИИЦПК им. Ю.А. Гагарина Евгением Ильичем Жуком, выпустившим в полет немало космонавтов в качестве инструктора, долгое время возглавлявший 1-е управление ЦПК, а сейчас – заместитель руководителя Центра управления полетами.



Фото 8 2 марта 2009 года

А вот и сам Борис Евсеевич на фотографии-метафоре: за ним изображена ракета с обозначением на ее верхушке – «полезный груз» (фото 8).



Фото 9 2 марта 2009 года

А какая у него добрая улыбка (фото 9).



Фото 10 8 февраля 2010 года



Фото 11 15 ноября 2011 года

На фото 10 он очень серьезен, задумчиво взялся рукой за голову. Перед ним толстый том рукописи книги, которую он собирается подписать в печать. Поставить свой автограф перед исследованием, цель которого – очертить будущее мировой космонавтики почти на столетие вперед, амбициозная задача, за которую никто в мире не брался. Ведь ошибки наверняка будут, и лягут они на имя Чертока. Все зависит от соотношения этих ошибок и спрогнозированного правильно. Через несколько минут Б.Е. Черток распишется на титульном листе и через три с половиной месяца будет выступать перед первыми читателями на презентации книги (Космонавтика XXI века. Попытка прогноза развития до 2101 года / Ред. Б.Е. Черток – М.: «РТСофт», 2010. – 863 с.).

Последнее свое интервью Борис Евсеевич Черток дал мне 15 ноября 2011 года в домике С.П. Королёва в мемориальном Доме-музее С.П. Королёва, филиале Музея космонавтики в Москве (фото 11). Он сидит на маленьком диванчике Сергея Павловича, пьет чай из чашек с короткой аббревиатурой «ЦПК» и отвечает на вопросы. (см.: «Процесс познания не обходится без неудач» (последнее интервью Б.Е. Чертока). – Пилотируемые полеты в космос, 2012, 1 (3), с. 161–169). Разговор он закончил так: «Каким образом руководство государства будет и сможет ли (и хочет ли) систему исправить, прогнозировать не берусь. Мне уже, слава Богу, вот-вот стукнет сто лет. И я больше всего обеспокоен тем, дотяну ли я до этой даты? А если дотяну, то в какой компании и как ее отметить?» Не дожил.

*Юрий БАТУРИН*  
*летчик-космонавт России,*  
*член-корреспондент РАН*

## ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ И ЧИТАТЕЛЕЙ

### INFORMATION FOR AUTHORS AND READERS

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина») инициировало издание научного журнала «Пилотируемые полеты в космос» по широкому кругу проблем, связанных с тематикой пилотируемых полетов в космос. В журнале публикуются работы в области: обеспечения пилотируемых космических программ; научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в области изучения космического пространства и создания космической техники; отбора, подготовки деятельности и послеполетной реабилитации космонавтов; безопасного пребывания космонавтов на орбите, а также теории конструирования и технологии летательных аппаратов, двигателей; вычислительных систем; экспериментальных исследований; дистанционного зондирования Земли, информационных спутниковых технологий; проблем нанотехнологий для авиа- и аэрокосмических систем.

Приглашаются к сотрудничеству ученые различных областей.

Приглашаются начинающие авторы. Конструктивная и доброжелательная критика специалистов на страницах журнала призвана способствовать повышению уровня и качества работ начинающих исследователей, стимулировать приток свежих сил в сложнейшую отрасль мировой науки и техники.

<http://www.gctc.ru>

### Вниманию авторов

Авторы присылают подготовленные к изданию работы и экспертное заключение на них. Необходима качественная распечатка (лазерный принтер) на хорошей белой бумаге и пересылка по электронной почте. Предоставляемые для публикации материалы должны строго соответствовать нижеперечисленным требованиям. Статья объемом от 5 до 15 страниц должна быть **тщательно отредактирована**. Работы принимаются в текстовом редакторе Microsoft Word версии 97–2007.

1. Предоставляемый материал (статья) должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях.

2. Статья научного характера должна иметь следующие обязательные элементы:

- постановку задачи (вопрос, на который дается ответ в статье);
- анализ существующих методологических подходов к решению данной задачи;
- исследовательскую часть;
- систему доказательств и научную аргументацию;
- список цитируемой литературы.

Статья должна быть написана языком, понятным не только специалистам в данной области, но и широкому кругу читателей.

3. Первая страница текста должна содержать следующую информацию:

- УДК;
- заглавие статьи;

- имя, отчество, фамилию автора(ов);
- сведения об авторе/авторах: должность, место работы, ученое звание, ученая степень, домашний адрес (с индексом), контактные телефоны (раб., дом.), адрес электронной почты;
- аннотацию к статье (3–10 строк);
- ключевые слова по содержанию статьи (8–10 слов), которые размещаются после аннотации.

4. В конце статьи приводится список цитируемой литературы в алфавитном порядке (сначала литература на русском языке, затем на иностранном) по ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание».

#### *Параметры страницы*

В диалоге «Файл – Параметры страницы» используется размер бумаги формата А4, ориентация листа книжная. Поля: верхнее и нижнее – 4,82 см; левое и правое – 4,25 см. В тексте статьи необходимо установить автоматический перенос слов.

#### *Заголовок*

В левом углу проставляется УДК (шрифт «Times New Roman», размер шрифта – 10 пунктов).

Название статьи набирается прописными буквами (шрифт «Times New Roman», размер шрифта – 11 пунктов, полужирный), выравнивание по левому краю.

Инициалы, фамилия автора(ов) размещаются после названия статьи по левому краю (шрифт «Times New Roman», размер шрифта – 11 пунктов).

#### *Аннотация и ключевые слова*

Текст аннотации и ключевые слова (шрифт «Times New Roman», 9 пунктов) оформляются с отступом от левого края – 1,25 см. Ключевые слова печатаются после аннотации, начиная словом «Ключевые слова» с прописной буквы (шрифт полужирный); двоеточие; затем идет перечисление ключевых слов через запятую (шрифт «Times New Roman» – обычный), выравнивание по ширине.

На английском языке повторить название статьи, инициалы и фамилию автора(ов) (шрифт «Times New Roman», 10 пунктов, полужирный). Оформляется с отступом от левого края – 1,25 см, выравнивание по ширине.

На английском языке повторить аннотацию статьи и ключевые слова (шрифт «Times New Roman», 9 пунктов, обычный), выравнивание по ширине.

#### *Основной текст*

Основной текст статьи на русском языке, используется шрифт «Times New Roman», 10 пунктов, интервал между строками «одинарный». Отступы в начале абзаца – 0,8 см. Иллюстрации – в компьютерном исполнении (рисунок в Word, файлы с расширением – .bmp, .jpg, .gif) с возможностью их редактирования. Рисунки размещаются в тексте. Формулы печатаются в редакторе Microsoft Equation. Таблицы, схемы, рисунки и формулы в тексте должны нумероваться; схемы и таблицы должны иметь заголовки, размещенные над схемой или полем таблицы, а каждый рисунок – подрисовочную подпись. Рисунки, диаграммы, схемы, таблицы делать в черно-белом варианте, если цвет на них не несет нагрузку.

*Список литературы*

Набирается шрифтом «Times New Roman», 9 пунктов, интервал между строками «одинарный». Библиографические ссылки оформляются в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления».

За автором сохраняется право копирования своей публикации.

Статьи, предназначенные для публикации в журнале, должны быть поданы в двух экземплярах. На первом экземпляре располагается подпись автора статьи. Статьи направляются по указанному ниже адресу или тому члену редакционного комитета, который, по мнению автора, наиболее близок к теме работы.

Материалы, предоставленные для публикации в редакцию журнала, авторам не возвращаются.

**Статьи, оформленные без учета вышеизложенных правил, к публикации не принимаются.**

**Вниманию читателей**

Редакционная коллегия журнала не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи. Редколлегия вправе изъять уже опубликованную статью, если выяснится, что в процессе публикации статьи были нарушены чьи-либо права или же общепринятые нормы научной этики. О факте изъятия статьи сообщается автору, который представил статью, специалистам, давшим рекомендации, и организации, где работа выполнялась.

**To the Attention of Readers**

The editorial board of the magazine shall not bear any responsibility in front of authors and/or third parties and institutions for potential losses caused by an article publication. The editorial board has the right to withdraw a published article if during its publication somebody's rights or customary scientific ethic norms had been violated. Author of the article, specialists who gave recommendations and organization, where the work was done, shall be informed about the withdrawal.

***Наши координаты для контактов  
(по вопросам публикации, рекламы, и деловых предложений)***

**Кальмин Андрей Валентинович** (организационные вопросы)

тел.: 8 (495) 526-37-31; 8 (495) 526-38-90, e-mail: [A.Kalmin@gctc.ru](mailto:A.Kalmin@gctc.ru).

Факс: 8 (495) 526-26-12

Электронный вариант научного журнала «Пилотируемые полеты в космос» выполнен в ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина». Содержание журнала размещено на сайте <http://www.gctc.ru>

**ДЛЯ ЗАМЕТОК**

**ПИЛОТИРУЕМЫЕ  
ПОЛЕТЫ В КОСМОС**  
(научный журнал)

Научный редактор *Л.К. Васильева*  
Технический редактор *Н.В. Волкова*  
Корректор *Т.И. Лысенко*  
Перевод *С.Б. Беляковская*

Подписано в печать 12.12.2012 г.  
Формат 70x108/16. Бумага ксероксная.  
Усл. печ. л. 11,9. Тираж 120 экз. Зак. 830-12.

Отпечатано в типографии редакционно-издательского отдела  
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»