

Журнал для профессионалов  
и не только

# НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

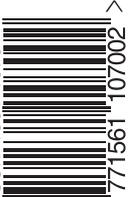


2009

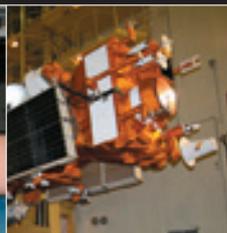
ИЗДАЕТСЯ ПОД ЭГИДОЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО АГЕНТСТВА  
И КОСМИЧЕСКИХ ВОЙСК РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

№ 11

ISSN 1561-1078



9 771561 107002 >



Журнал основан в 1991 г. компанией «Видеокосмос». Издаётся Информационно-издательским домом «Новости космонавтики» под эгидой Роскосмоса и Космических войск России при участии постоянного представительства ЕКА в России, Ассоциации музеев космонавтики и РКК «Энергия» имени С.П. Королёва

## Редакционный совет:

**Н. С. Кирдода** – вице-президент АМКос,  
**В. В. Ковалёнок** – президент ФКР, летчик-космонавт,  
**И. А. Маринин** – главный редактор «Новостей космонавтики»,  
**О. Н. Остапенко** – командующий Космическими войсками РФ,  
**А. Н. Перминов** – руководитель Роскосмоса,  
**В. А. Поповкин** – заместитель министра обороны РФ,  
**Б. Б. Ренский** – директор «R & K»,  
**Р. Пишель** – глава представительства ЕКА в России

## Редакционная коллегия:

**Главный редактор:** Игорь Маринин  
**Обозреватель:** Игорь Лисов  
**Редакторы:** Игорь Афанасьев, Сергей Шамсутдинов, Павел Шаров  
**Специальный корреспондент:** Александр Ильин  
**Дизайн и верстка:** Олег Шинькович  
**Литературный редактор:** Алла Синицына  
**Распространение:** Валерия Давыдова  
**Администратор сайта:** Иван Сафронов  
**Редактор ленты новостей:** Константин Иванов  
**Информационный партнер:** журнал «Космические исследования» 太空探索, КНР

© Перепечатка материалов только с разрешения редакции. Ссылка на НК при перепечатке или использовании материалов собственных корреспондентов обязательна

## Адрес редакции:

119049, Москва,  
ул. Б. Якиманка, д. 40, стр. 7  
Тел.: (495) 710-72-81, факс: (495) 710-71-50  
E-mail: nk@novosti-kosmonavtiki.ru  
Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru  
Тираж 8500 экз. Цена свободная  
Отпечатано  
ООО ПО «Периодика»

Подписано в печать 02.11.2009 г.  
Журнал издается с августа 1991 г.  
Зарегистрирован в Государственном комитете РФ по печати № 0110293

## Подписные индексы НК:

по каталогу «Роспечать» — 79189, 20655 (СНГ)  
по каталогу «Почта России» — 12496 и 12497  
по каталогу «Пресса России» — 18946

Ответственность за достоверность опубликованных сведений, а также за сохранение государственной и других тайн несут авторы материалов. Точка зрения редакции не всегда совпадает с мнением авторов.

## В номере:

### ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

1	Лисов И. «Дискавери». Миссия снабжения (окончание)
1	Хроника совместного полета
6	Расстыковка и посадка
8	Афанасьев И. Без пафоса. Запуск корабля НТВ на ракете Н-ИВ
12	Мохов В. Багажное отделение НТВ № 1
14	Ильин А., Краснянский А. Полет экипажа МКС-20. Сентябрь 2009 года
17	Чёрный И. Сентябрьская космическая демонстрация НТВ
19	Ильин А., Краснянский А. Выходные и будни
20	Красильников А. Завершение полета «Прогресса М-57»
20	Ильин А., Краснянский А. Между «Прогрессом» и «Союзом»
22	Ильин А. ТМА-16 – три «Союза» на орбите!
23	Шамсутдинов С. Биографии членов основного экипажа ТК «Союз ТМА-16»
24	Шамсутдинов С. Завершена подготовка экипажей МКС-21/22-ЭП-17
25	Шамсутдинов С. Уточненный план полета экипажа МКС-21/22-ЭП-17
26	Ильин А. Хроника предстартовой подготовки

### ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

30	Павельцев П. Спутник по имени PAN
34	Афанасьев И. Новый «Метеор» со товарищи
41	Мохов В. «Соединение» номер пять. В полете – КА Nimiq 5
43	Кучейко А. Второй индийский океанолог
47	Ильин А. Демонстрация глобального контроля

### МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

48	Шаров П. Новая «лунная гонка» не обойдется без русских
50	Павельцев П. «Фобос-Грунт» отложен...
51	Шаров П. Messenger вышел на финишную прямую

### КОСМОС – ЗЕМЛЯНАМ

53	Афанасьев И. Первая муниципальная...
----	--------------------------------------

### СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

54	Афанасьев И., Воронцов Д. Ракетные новинки МАКС-2009
58	Чёрный И. Испытан самый мощный в мире двигатель
60	Афанасьев И., Дмитрий Пахомов: «Ученые не могут существовать без перспективы»

### ЮБИЛЕИ

61	Брянцева Л. Александр Мезенцев: Байконуру отдано полжизни
----	---

### СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

62	Шаров П. Конференция операторов SATRUS
64	Афанасьев И. Конференция по микроспутниковым технологиям

### СТРАНИЦЫ ИСТОРИИ

63	Афанасьев И., Шлядинский А. Спасение на старте (окончание)
----	--

### СТРАНИЦА ПАМЯТИ

70	Пусть земля ему будет небом... Памяти П. Р. Поповича
72	Памяти космонавта Н. С. Порваткина

На обложке: Экипаж «Союза ТМА-16»  
Фото С. Сергеева

**И. Лисов.**  
**«Новости космонавтики»**

### **Хроника совместного полета**

Итак, «Дискавери» 31 августа в 00:54:08 UTC причалил к станции. После этого весь 428-тонный комплекс нужно было развернуть по рысканью на 180° – так, чтобы шаттл «висел» сзади и чтобы его донная теплозащита была прикрыта от ударов встречных частиц. Обычно этот разворот проводится на верньерных двигателях шаттла, но, как известно, они отказали на этапе автономного полета и разворачиваться пришлось на двигателях российского сегмента. Посчитали – прослезились: на этот разворот ушло 265 кг топлива, при том что на весь период совместного полета с «Дискавери» в план было заложено лишь 34 кг. Пришлось срочно перепланировать динамические операции на время совместной работы; в частности, был отменен сброс отработанной воды с шаттла на 6-й день полета, так как на поддержание ориентации во время этой операции ушло бы еще около 60 кг топлива.

**Первый полный день** совместной работы экипажей МКС-20 и STS-128 начался 31 августа в 17:30 и закончился 1 сентября в 09:00 UTC. Кевин Форд и Майкл Барратт активировали манипулятор станции и в 20:45 начали поднимать грузовой модуль MPLM Leonardo из грузового отсека шаттла; в 21:56 он был уже установлен на надирный порт узлового модуля Node 2 Harmony и зафиксирован 16 стяжными болтами стыковочного механизма CBM (Common Berthing Mechanism).

В 03:54, после наддува полости стыка и проверки герметичности, Кристер Фуглесанг и Франк Де Винн, надев на всякий случай маски, открыли люк Leonardo. Тимоти Копра перенес видеокамеру из европейского модуля в Node 2 и закрепил ее напротив люка в MPLM, чтобы ЦУП-Х мог контролировать его разгрузку, и в первый же вечер Де Винн и Фуглесанг перенесли в японский модуль JPM одну складскую стойку ZSR.

Новоприбывшая Николь Стотт отбуксировала из «Дискавери» в JPM контейнер MDS с шестью мышами и подключила его на



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

# «Дискавери» Миссия снабжения

новом месте в стойке Express №4. Впервые в истории грызунам предстоит жить на борту орбитальной станции в течение трех месяцев – до этого мыши и крысы летали в космос только на автоматических биоспутниках и на шаттлах на срок не более 22 суток.

В тот же день Николь приступила к выполнению недельного эксперимента Integrated Immune (Интегрированное исследование иммунитета человека). Он состоит в сборе образцов крови, мочи и слюны до, во время и после полета для выявления факторов, пагубно сказывающихся на иммунитете космонавтов. Стотт и Копра выполняли его и в следующие дни.

MDS (Mice Drawer System) – контейнер для содержания и исследования мышей, где каждая из них имеет отдельное помещение. Эксперимент поставлен Итальянским космическим агентством. Три из шести мышей имеют модифицированный ген, повышающий устойчивость организма к остеопорозу – дегенерации костной ткани, при которой она становится хрупкой. Итальянские ученые надеются выяснить динамику эффекта потери костной ткани, изучая здоровье обеих групп грызунов и контрольной группы из шести мышей, оставшейся на Земле. – А. К.

Роман Романенко собрал установку «Лада-15» для очередного эксперимента из цикла «Растения-2». Геннадий Падалка почистил мини-центрифугу M-1100, используемую для разделения образцов крови в эксперименте «Гематокрит», и заменил локальный коммутатор TA249МБ в стыковочном отсеке С01. Вместе российские космонавты сняли сюжеты «Жизнь на МКС» для телеканала «Вести-24».

Вечером были разгерметизированы азотные магистрали наддува, ведущие к баку аммиака АТА внешней системы терморегулирования. Ориентацию станции удалось удерживать американскими гиродинами, не используя двигатели российского сегмента.

Замена бака АТА была главной целью выхода Джона (Дэнни) Оливаса и Николь Стотт в открытый космос. Командир шаттла Фредерик Стёркоу, прибывший на станцию уже в четвертый раз, помог им перенести в Шлюзовую отсек Quest скафандры и инструмент, а Майкл Барратт заменил отказавший светильник в «Квесте» на свежую лампу из Leonardo. Дэнни и Николь устроились ночевать в шлюзе при пониженном давлении. На МКС это штатная процедура, позволяющая сократить время десатурации – выведения азота из крови – непосредственно перед выходом.

### **Первый выход**

**1–2 сентября** состоялся первый выход в открытый космос экипажа STS-128. Редчайший случай: Дэнни и Николь начали его точно в назначенную минуту, а именно в 21:49, когда переключили свои скафандры EMU с бортового на автономное питание. Выходной люк был открыт на минуту раньше.

Через несколько минут Оливас, в карьере которого это третий выход, был уже около бака АТА на секции P1; Стотт подошла немного позже – она работала в открытом космосе первый раз и должна была освоиться. Астронавты вскрыли термочехлы, отстыковали четыре гидроразъема (два на трубопроводах аммиака и два на азотных линиях), выкрутили четыре крепежных болта и отключили два электроразъема. Возься с ними, Оливас умудрился повредить верхний слой

▲ Фото в заголовке:  
Николь Стотт во время первого выхода

▼ Николь Стотт подает «мышинный домик» MDS в ходе переноса на станцию. Кто принимает груз, на снимке не видно





▲ С летной палубы «Дискавери» выходящих астронавтов приветствует Рик Стёркоу

на указательном пальце правой перчатки, но ему разрешили продолжать выход.

Зафиксировавшись на двух «якорях», Дэнни и Николь приподняли бак и отвели его на небольшое расстояние от фермы. С остатками аммиака он имел массу 587 кг, требуя очень аккуратного обращения!

В 23:13 Кевин Форд и Роберт Тирск, операторы механической руки SSRMS, выполнили захват бака за штатный такелажный узел. На станции не было места для временной фиксации аммиачной емкости, поэтому бак должен был оставаться на манипуляторе почти до конца второго выхода. А пока Стотт также забралась на манипулятор и вместе с грузом «поехала» к модулю Columbus; Дэнни двинулся туда своим ходом, по дороге забросив инструменты в Шлюзовой отсек.

Когда астронавты были уже на месте – им предстояло снять европейскую внешнюю ПН EuTEF и американскую MISSE-6, – пропала на 33 минуты связь с МКС. На этом участке полета над Индийским океаном она шла через спутник, который должен был ретранслировать информацию через наземную станцию на острове Гуам, но не мог этого сделать из-за непогоды. Дэнни и Николь использовали паузу для фотосъемки снимаемых ПН.

Когда связь возобновилась, они забрали с торцевой части европейского модуля платформу EuTEF с девятью приборами, с помощью которых начиная с октября 2007 г. и до последнего дня проводились эксперименты в диапазоне от технических до биологических и образовательных. Кевин перенес Николь вместе с EuTEF в хвостовую часть грузового отсека; Дэнни наблюдал за подходом, который пришлось выполнять головой вниз. В 02:05 европейский груз был установлен на нижней части платформы LMC. EuTEF нужно было зафиксировать 11 оборотами крепежного болта, но уже после двух он застрял. Тогда за гайковерт взялся Олиас и через 10 минут докрутил болт до конца.

И еще раз астронавты вернулись на модуль Columbus, на платформу внешних полезных грузов СЕРА, чтобы снять укладки РЕС-6А и -6В эксперимента MISSE с экспонируемыми в открытом космосе материалами – в общей сложности свыше 400 образцов. Каждая из них представляла собой «кейс» из

двух створок. Их вынесли наружу астронавты STS-123 в марте 2008 г. (HK №5, 2008), причем Боб Бенкен и Майк Форман при установке второй укладки испытали большие трудности, так что проблемы ожидалась и при ее снятии. И действительно, первую Олиас снял и закрыл легко, а вот на второй пришлось изрядно повозиться со штырями и замками и даже пустить в ход молоток. Так или иначе, в 03:08 Дэнни забрал второй «кейс» и направился в грузовой отсек «Дискавери», где Николь уже крепила первый на штатном месте.

Перед возвращением в Шлюзовой отсек Хьюстон попросил Стотт установить теплоизолирующую крышку на одну из телекамер манипулятора SSRMS, а Олиаса – поработать с кабелем нагревателя на гермоадаптере РМАЗ. Но когда Джон поднялся к ящику с инструментом на секции Z1, он насчитал на нем сразу семь следов ударов микрочастицы, а затем нашел еще два на защитном экране Шлюзового отсека и на поручне. Руководитель полета попросил вместо похода на РМАЗ срочно «сбежать» за камерой и сфотографировать места повреждений. Затем астронавты вернулись в Quest, закрыли люк и в 04:24 начали наддув. Выход продолжался 6 час 35 мин.

Еще утром Майкл Барратт освободил в модуле Node 2 подходы к месту установки новой беговой дорожки T2. Де Винн и Фуглесанг перенесли ее из грузового модуля, а Барратт задвинул в «гнездо» с маркировкой NOD2D5 – на полу между двумя жилыми кабинками. Официальные материалы NASA на сей счет неполны и противоречивы, а вот фотографии ясно показывают, что Майкл живет в каюте CQ1 (стойка №60), занимающей стойку-место NOD2P5 по левому борту. Напротив него, в каюте CQ4 (№63), со вчерашнего вечера обосновалась Николь Стотт.

После этого главные космические грузчики принесли в японский модуль JPM стойку CQ3 (№62) с третьей такой кабиной для Роберта Тирска, которому пока приходилось довольствоваться импровизирован-

ным спальным местом. Как свидетельствуют снимки, ее поставили в полу рядом с морозильником MELFI-1, в ячейку JPM1D3, и Барратт два дня занимался подключением и настройкой систем новой каюты. Позднее ее тоже планируется переставить в Node 2. (Добавим, что Франк Де Винн пока живет «через люк» от Стотт – во временной каюте TeSS в ячейке LAB1S1 Лабораторного модуля, что четвертую американскую кабину привезут на станцию лишь в 2010 г. и что двое российских космонавтов занимают штатные каюты в Служебном модуле.)

Наконец, около 01:15 астронавты принесли в японский модуль стойку жизнеобеспечения ARS с аппаратурой для контроля газового состава атмосферы станции. Ее поставили на то место, которое до этого дня занимала временная каморка Тирска.

Геннадий Падалка запустил перекачку остатков воды из бака БВ1 «Прогресса М-67» в баки Служебного модуля. Роман Романенко установил оптические приборы ВП-2 и «Пума» на иллюминатор №8 СМ для ежегодной проверки.

**Шестой рабочий день** на «Дискавери» начался с песни Луи Армстронга «What a Wonderful World», которую ЦУП-Х передал для Кристера Фуглесанга. В этот прекрасный день он и Де Винн переносили на станцию стойки с научной аппаратурой. Материаловедческую стойку MSRR-1 установили на полке Лабораторного модуля в нише LAB103, второй морозильник MELFI встал «наискосок», в позиции LAB1S2 по правому борту, а стойка FIR для изучения жидкостей – в ячейке LAB1S4. Роберт тем временем доставлял на станцию американские рационы (их привезли на «Дискавери» в 89 контейнерах), а Кристер и Дэнни несли в модуль Leonardo использованные поглотители углекислоты.

Падалка занимался геофизическим экспериментом «Релаксация», а Романенко заменял блок разделения и перекачки конденсата БРПК-1 в системе регенерации СРБК-2М. Де Винн и Стотт провели двухчасовую трени-

▼ Тим Копра (вверху) и Кристер Фуглесанг устанавливают стойку с морозильником MELFI-2 в модуле Destiny



ровку по сопровождению и захвату японского грузового корабля HTV, но не смогли выполнить задание из-за больших задержек между движениями ручки и реакцией имитатора. Тимоти Копра сделал вторую сессию французского эксперимента 3D Space, в котором изучается воздействие визуального восприятия на контроль движений. Боб Тирск прошел ежемесячное исследование физической формы (с Барраттом в роли врача). Де Винн разговаривал по радиоловительскому каналу с бельгийскими школьниками.

Члены экипажа шаттла Оливас и Эрнандес беседовали с корреспондентами испанской службы CNN и телевидения Мексики, а позднее отвечали на вопросы интернет-аудитории, присланные через популярные сервисы Twitter и YouTube.

Дэнни и Кристер принесли с шаттла скафандр европейского астронавта (с флагом Швеции на рукаве!), подготовили скафандры и инструменты ко второму выходу и ушли ночевать в модуль Quest.

Серьезное беспокойство экипажей и ЦУПов вызвал один из 16 стяжных болтов в механизме стыковочного узла, к которому был пристыкован грузовой модуль Leonardo. Во время стяжки на приводе болта №4-1 было зафиксировано превышение номинального значения рабочего тока, хотя соответствующий ему крутящий момент оставался в пределах допустимого. Теперь с установленного Тирском пульта CPA-4 астронавты дважды попытались выдать команды на выкручивание данного болта, но его, очевидно, заело. Это означало, что отстыковка MPLM в штатном режиме невозможна.

В этот день также стало известно, что 4 сентября будет сближение станции с переходником Sylva (объект 29274) от запуска РН Ariane 5, состоявшегося 11 августа 2006 г. Однако пока экипажи спали, прогноз был уточнен. Сближение признали не представляющим опасности, а подготовку маневра уклонения с использованием двигателей «Дискавери» прекратили.

### Второй выход

3–4 сентября Джон Оливас и Кристер Фуглесанг совершили выход продолжительностью 6 час 39 мин. Он начался с почти часовой задержкой из-за проблем со скафандром Дэнни: переход на автономное питание был зафиксирован в 22:12, а начало наддува Шлюзового отсека – в 04:51. В «Квесте» астронавтам помогали Копра и Эрнандес, операциями в открытом космосе руководил Пэт Форрестер, за пультом манипулятора SSRMS работали Форд и Стотт.

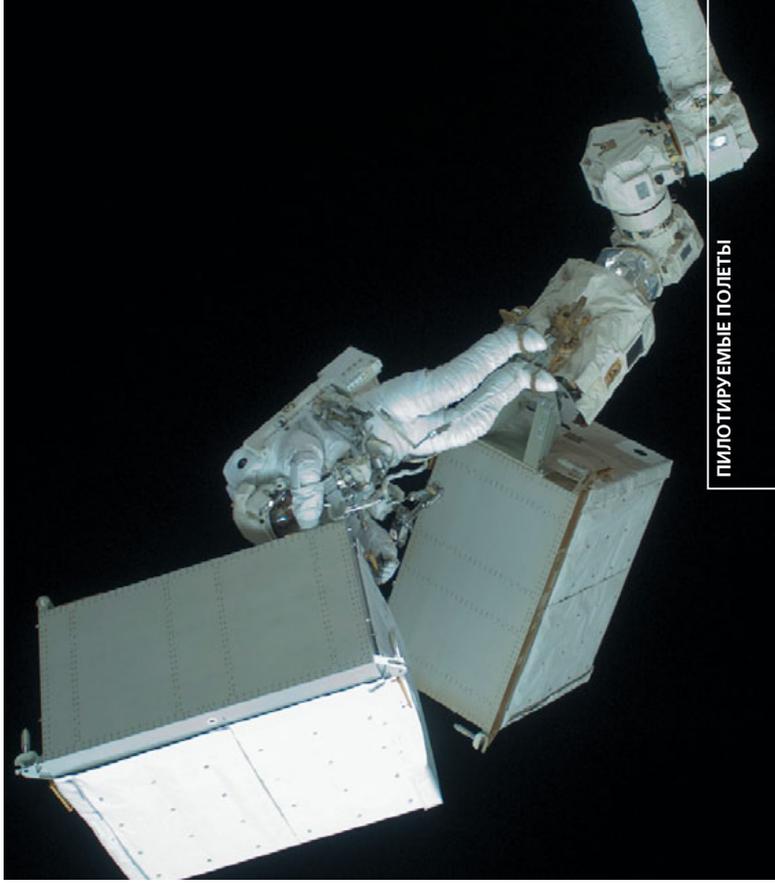
С восходом Солнца Оливас и Фуглесанг выбрались из Шлюзового отсека. Оставив укладку с кабелями на поручне Лабораторного модуля, астронавты спустились в грузовой отсек «Дискавери», к платформе LMC. Кристер забрался на манипулятор, готовый принять новый аммиачный бак, Дэнни расфиксировал груз, и в 23:10 астронавты вдвоем приподняли с опоры емкость, заправленную 272 кг теплоносителя.

Фактически в этот момент манипулятор SSRMS нес оба бака: старый все еще находился на концевом захвате, а новый – в руках Фуглесанга, который стал как бы другим продолжением манипулятора. Конечно, швед предварительно зацепил груз страховочным фалом RET, но правильно положение ATA он обеспечивал лично, держа бак за две ручки. Это был самый массивный предмет в истории шаттлов, который нужно было

нести куда-то руками: по официальному пресс-киту NASA его масса составляла 772 кг, а по словам Оливаса – даже 833 кг.

Станция вошла в тень. По командам Кевина Форда манипулятор очень медленно перемещался к секции P1. Все в порядке, докладывал Кристофер, бак «пока ведет себя очень хорошо», вот только правая «фара» скафандра погасла, но тут уж ничего не сделаешь.

Почти через час после начала движения новый бак ATA «завис» над монтажной площадкой. «Правую руку немного к себе, а левую от себя», – командовал Оливас напарнику. Он добрался до места установки своим



▲ Кристер Фуглесанг и оба аммиачных бака ATA

▼ Все в сборе. Нижний ряд: Тим Копра, Фредерик Стёркоу, Хозе Эрнандес, Патрик Форрестер и Майкл Барратт; средний ряд: Николь Стотт, Кевин Форд, Джон Оливас, Кристер Фуглесанг и Геннадий Падалка; верхний ряд: Роберт Тирск, Роман Романенко и Франк Де Винн





▲ Дэнни Олиас готовит свой инструмент

ходом намного быстрее и успел снять крышки и подготовить гидроразъемы магистралей станции. Один из них во время отделения два дня назад повел себя неправильно, но астронавт заключил, что его можно штатно подстыковать.

Кристер продолжал держать бак, пока Дэнни не прихватил его двумя первыми болтами (№3 и №4) с верхней стороны, а затем уже сам завернул еще два (№1 и №2) с нижней. К 01:05 Олиас состыковал два электроразъема, два разъема аммиачных магистралей и два – азотных; Фуглесанг терпеливо ждал, пока напарник освободится.

4 сентября в 15:07 UTC переходник Sylda массой несколько сот килограммов пересек траекторию полета станции слева направо на минимальном расстоянии всего 1300 м впереди нее. Как объяснил сменный руководитель полета Рон Спенсер, опасными сближениями считаются пролеты космических объектов, если их траектория проходит ближе чем в 0.75 км от МКС по высоте и 25 км в продольном и боковом направлениях. При оценке необходимости маневра используется два «порога» – при вероятности столкновения выше 1:10 000 отклонение производится в большинстве случаев, при вероятности ниже 1:1 000 000 не выполняется никогда, а между этими двумя значениями маневр делают по мере возможности. В данном случае движение станции и опасного объекта предсказывалось с очень высокой точностью, а потому, несмотря на малую дистанцию, расчетная вероятность столкновения была нулевой.

После этого Дэнни зафиксировался на «якоре» на секции P1 и в 01:30 принял в руки старый бак АТА, а Кристер вернулся на «якорь» на манипуляторе и через 10 минут забрал груз у напарника. Теперь операцию надо было повторить: Фуглесанг, играя роль живого захвата, обеспечил перенос старого бака в грузовой отсек, а Олиас принимал его там. В 03:05 старый бак удалось зафиксировать на платформе LMC; он будет доставлен на Землю, обследован, заправлен вновь и вернется на станцию еще раз в полете STS-131.

Вскоре ЦУП-Х сообщил, что установленный астронавтами бак АТА успешно наддут и работает без замечаний. Цель выхода была достигнута с опережением графика почти на час – и астронавты получили дополнительные задания.

Олиас поднялся на секцию S1 и установил на второй аммиачный бак АТА узел фиксации типа FGB (Fixed Grapple Bar) для последующего захвата манипулятором. Затем он отправился переключать связь из четырех кабелей для подключения нагревателя в гермоадаптере РМАЗ, но, прибыв на место, обнаружил, что нужный разъем находится вовсе не там, где должен по документации, и что длины кабелей не хватает. Пока Дэнни и операторы в Хьюстоне разбирались, где на самом деле какой кабель проложен и почему, отведенное время кончилось.

Кристер ушел от старого АТА позднее, но успел установить защитные крышки на от-

дельные элементы манипулятора (на концевом захвате и на локтевом суставе) и поставить два «якоря» для предстоящих работ. «Под занавес» астронавты отметили специальным «бантиком» обнаруженное место повреждения поручня микрометеоритом.

В этот день Геннадий Падалка работал в ФГБ: он заменил сменную панель насосов СПН внутреннего гидроконтра и измеритель угловой скорости блока ГИВУС. Франк Де Винн провел в режиме реального времени тест сближения с японским кораблем HTV, используя сигналы с имитатора корабля на наземной станции космодрома Танэгасима.

Падалка и Барратт провели медицинский эксперимент «Гематокрит», а Романенко – очередной тест по «Типологии» (НК №10, 2009, с.2). Стотт впервые выполнила эксперимент WinSCAT – ежемесячный компьютерный тест для определения уровня когнитивных способностей астронавта.

Де Винн перенес с шаттла в японский модуль, в стойку Express №4, два блока для физического эксперимента DECLIC (Device for the Study of Critical Liquids & Crystallization – прибор для изучения критических жидкостей и кристаллизации).

**Утром восьмого дня** полета «Дискавери» (4–5 сентября) экипажу еще раз передали «What a Wonderful World», на этот раз для Дэнни Олиаса, и дали полдня отдыха. Правда, с утра обследование «Гематокрит» прошли Роман, Роберт и Франк, а у Тимоти Копры закончился эксперимент Nutrition («Питание»). Майкл Барратт проложил кабель питания в надирном узле модуля Node 2, необходимый для приема японского корабля HTV, а Боб, Франк и Николь начали регулярные тренировки по его захвату и стыковке. Много времени ушло на профилактику и обслуживание различных систем и физкультурных тренажеров. Форд, Форрестер, Эрнандес и Барратт продолжали потихоньку переносить грузы.

После обеда два экипажа собрались в Служебном модуле для фотографирования, а затем провели совместную 40-минутную пресс-конференцию с журналистами США, Канады и Швеции. Тимоти Копра, которому предстоит вернуться на Землю, сказал, что станции ему теперь будет не хватать. «Это такой опыт, который выходит далеко за рамки ожидаемого: и виды, и звуки, и жизнь в прекрасном экипаже, и участие в двух полетах шаттлов. Абсолютно феноменально!»



Зато, сказал астронавт, его ждет встреча с женой и двумя детьми, «и может быть, много пива, когда я вернусь домой».

Затем астронавты продолжили разгрузку и к вечеру имели 98% выполнения задания по грузам на средней палубе «Дискавери» и 91% по грузовому модулю MPLM. В обратном направлении были перенесены 51% и 36% грузов соответственно.

### Третий выход

**5–6 сентября** Оливанс и Фуглесанг провели еще один выход продолжительностью 7 час 01 мин – с 20:39 до 03:40 UTC.

Недоделанную два дня назад работу по прокладке кабеля нагревателя гермоадаптера РМАЗ отменили, так что использовать его для временного хранения припасов не получится. В ходе второго выхода выяснилось, что кабель был изготовлен в расчете на прокладку для ориентации РМАЗ «хвостом назад», и к этому же готовились Дэнни и Кристер, а в действительности гермоадаптер оказался развернут на 90° относительно ожидаемого положения и смотрел «хвостом» в надир! Вот уж действительно – большая стала станция и разные подразделения ЦУП-Х уже не имеют единого понимания, как ориентированы ее части...

Поэтому основной задачей выхода стало раскрытие верхней системы крепления PAS на секции S3 фермы. В отличие от системы UCCAS аналогичного назначения, которая ранее доставила много неприятностей экипажам двух шаттлов, раскрытие PAS прошло довольно легко и было закончено уже к 22:00. В ноябре «Атлантик» должен поставить на нее платформу с запчастями.

После этого Дэнни и Кристер провели замену неисправного блока гироскопического измерителя скорости RGA-2 на секции S0. Подключив новый блок, Оливанс унес старый в Шлюзовой отсек, а Фуглесанг тем временем заменил неисправный модуль дистанционных контроллеров питания RPCM. (Боб Тирск воспользовался временным отключением преобразователя DDCU S01A, чтобы заизолировать незаземленный разъем в соответствующей стойке Лабораторного модуля.)

Вместе астронавты установили на S0 две приемные антенны навигационной системы GPS (№4 и №2) и прикрыли их основания теплоизолирующими «кодеялами». Одно из них легко вокруг антенны №4 плохо, и Кристеру пришлось зафиксировать его двумя проволочными петлями.

Последней задачей была прокладка двух управляющих кабелей длиной по 18 м для будущего модуля Node 3 Tranquility. Правда, ее спланировали неполной из-за неясности с местом финального размещения этого модуля. Астронавты должны были протянуть кабели каналов CH2/3 и CH1/4 от модуля Node 1 Unity до границы секций Z1 и S0 и подключить их передние концы к панели A145 на S0, оставив задние концы кабелей в транспортных сумках на поручнях Node 1 в районе левого стыковочного узла. Кабели были толстые – от 4 до 5 см! – и жесткие, длины хватало в обрез, и иногда приходилось возвращаться и подтягивать их или перекладывать более аккуратно. Кристер справился с заданием первым, а Дэнни запоздал и долго возился с двумя последними разъемами. Швед пришел на помощь и сумел



▲ Тимоти Копра участвует в замене заевшего стяжного болта №4-1

соединить один из них, а вот разъем под номером J181, предназначенный для подачи электропитания на Node 3 от канала 4A бортовой сети, так и не подался, и его пришлось просто обмотать изоляцией.

Фуглесанг так самоотверженно боролся со «змеями» кабелей, что у него сорвалась с фиксатора и висела на одном кабеле нацеленная беспроводная телекамера; Оливанс отстыковал ее окончательно, чтобы не потерялась, но теперь не работали и «фары» ночного освещения. Поэтому в 03:05, перед очередной тенью, швед вместе со своей камерой был вынужден вернуться в Quest. Дэнни тем временем выполнил дополнительное задание: убрал с модуля Node 1 страховочный трос, проложенный еще в первом полете шаттла к станции для безопасного перемещения при выходах и уже поврежденный.

Что-то во время этого выхода астронавты потеряли, поскольку в каталог Стратегического командования был включен новый фрагмент МКС под номером 35814 и международным обозначением 1998-067BV.

Это был 133-й выход в открытый космос в рамках программы МКС, 322-й выход в мире и 196-й в американских скафандрах. Суммарная их продолжительность по программе МКС составила 830 час 55 мин, в том числе трех выходов STS-128 – 20 час 15 мин. Джон Оливанс за два предыдущих и три новых (в скафандре №3015) выходы набрал 34 час 28 мин, Кристер Фуглесанг за три старых и два новых (№3009) – 31 час 54 мин, а Николь Стотт (№3005) записала себе на счет один выход продолжительностью 6 час 35 мин.

После STS-128 на станции остались скафандры EMU №3006, 3009 и 3011, а скафандры №3005 и №3015 «Дискавери» увез на Землю.

Утром девятого дня полета Тимоти Копра, Майкл Барратт и Роберт Тирск провели ремонт стыковочного узла CBM, на котором «висел» модуль Leonardo. Уже к 23:45 они сняли и заменили запасным стяжным болт №4-1 на активной части узла CBM (со стороны MPLM) и ответную гайку на пассивной части механизма (со стороны Node 2); затем астронавты подстыковали блок управления CРА-4, что позволило Хьюстону протестировать узел. Теперь все работало штатно, но болт №4-1 на всякий случай оставили в раскрытом положении.

Второй ремонт в этот день провели Барратт и Де Винн. Еще 21 августа астронавтам удалось восстановить работоспособность американской установки генерации кислорода из воды OGS, заменив в ней водный блок запасным. Теперь же астронавты взялись за старый блок, который засорился и вызывал постоянный рост давления на циркуляционном насосе. Дважды ранее Копра обеспечил калибровку датчика давления, а теперь Майкл и Франк заменили в блоке входной фильтр. Предположения специалистов оказались правильными – он был на 70–80% забит мусором. Теперь, после замены фильтра, на борту есть полноценный запасной блок.

Романенко провел калибровку спектрометра «Русалка» по Солнцу, а Падалка заменил сломанный корпус российского компьютера RSK2 запасным американским и наклеил русские буквы на клавиатуру. Николь училась сливать излишек воды из стойки водообеспечения WRS1 в переносные контейнеры.

День **6–7 сентября**, который начался в 15:35 UTC, вновь был рабочим лишь наполовину. До обеда продолжали загружать модуль Leonardo; в частности, Николь и Патрик перенесли замороженные медицинские образцы из морозильника MELFI на станции в морозильник GLACIER на шаттле. Стёркоу и Фуглесанг восстановили штатную схему управления устройствами надирного стыковочного узла на модуле Node 2; Тирск поизбирал несколько исправных светильников из MPLM в качестве запасных для станции.

Падалка и Романенко провели субботнюю уборку МКС, а Стотт опробовала старую бегущую дорожку TVIS-1. Барратт взял на анализ образцы воды из системы регенерации американского сегмента и из системы охлаждения скафандров EMU: Хьюстону нужно знать, можно ли сублиматоры скафандров заправлять бортовой водой.

Тирск и Романенко разместили в модуле Columbus и активировали российские пульты детекторы для эксперимента RaDI-N по измерению нейтронного потока. Роман тестировал телевизионную систему КЛ-103Ц. Николь провела первый этап эксперимента Spinal Elongation в качестве оператора; испытываемыми были Стёркоу, Форрестер и Фуглесанг.



▲ Полковник Форрестер и полковник Копра – армейский десант на орбите

Spinal Elongation (удлинение позвоночника) – эксперимент NASA по изучению изменения роста человека в положении сидя в условиях невесомости. Сбор подобной статистики важен для проектантов будущего корабля Orion, чтобы они могли учесть этот фактор при обеспечении комфортных условий для экипажа, оставляя запас по размеру при компоновке кабины.

Кстати, вечером 7 сентября ЦУП-Х прислал на борт музейную фотографию пыточного устройства и шуточную «инструкцию» по проведению эксперимента, в котором от испытуемого предлагалось добиться признания, работал ли он в нерабочие часы. В пункте 1.2 оператор должен был предложить испытуемому выбор: сознаться или подвергнуться растяжению; в пункте 1.4 – с улыбкой привязать последнего к устройству; в пункте 1.6 – закрутить штурвал А1 на пять оборотов по часовой стрелке или – до получения правдивых показаний. Наконец, пункт 1.7 гласил: «Испытуемому разрешается кричать. Все равно в космосе никто не услышит».

Олиас и Копра пообщались с корреспондентами нескольких техасских телестанций и издания Military Times. Фуглесанг и Де Винн вечером беседовали со шведскими и европейскими знаменитостями: министром образования Яном Бьёрклундом, оперной певицей Маленой Эрнман, телеведущей Лоттой Боувайн, а также бывшим астронавтом ЕКА Жаном-Франсуа Клервуа и американским тележурналистом Марком Левенгудом.

Вечером Стотт и Де Винн провели операцию по «смене рабочей руки» манипулятора SSRMS. Для орбитального «вальса» нужно было задействовать три такелажных узла. Оставаясь вначале на исходной позиции на модуле Node 2 Harmony, манипулятор встал вторым концом на Лабораторный модуль; после этого он перенес первый концевой эффектор на узел Мобильной базовой системы MBS и затем переставил второй на Node 2. Осталось лишь отпустить MBS и отвести «руку» в положение для ночной парковки. Операция несколько затянулась из-за ошибочной привязки ко времени в программе, но завершилась успешно.

### Расстыковка и посадка

**Одиннадцатый день** стал временем расставания с гостями. Утром Фуглесанг и Де Винн отключили системы модуля MPLM, закрыли люки, выполнили разгерметизацию полости стыка и проверку герметичности. Олиас и Эрнандес тем временем наводили порядок после выходов, но Хозе вместе с Николь успел поговорить с корреспондентами. Форд вел съемку, а Стёркоу и Форрестер перенесли последние грузы на шаттл. Всего за полет на станцию было перенесено 8413 кг грузов, а на «Дискавери» – 2369 кг, в том числе 884.5 кг на платформе LMC, 1094 кг в модуле Leonardo и 390.5 кг в кабине шаттла.

После обеда, в 22:48, Хозе и Кевин произвели захват грузового модуля манипулятором станции SSRMS, а Кристер и Франк бес-

печили разделение, проконтролировав работу 15 оставшихся стяжных болтов механизма СВМ. Около полуночи Эрнандес и Форд аккуратно отвели модуль, примерно через час уложили его в грузовой отсек «Дискавери» и затем убрали манипулятор. Барратт разобрал временную линию подачи кислорода с шаттла в Шлюзовой отсек станции.

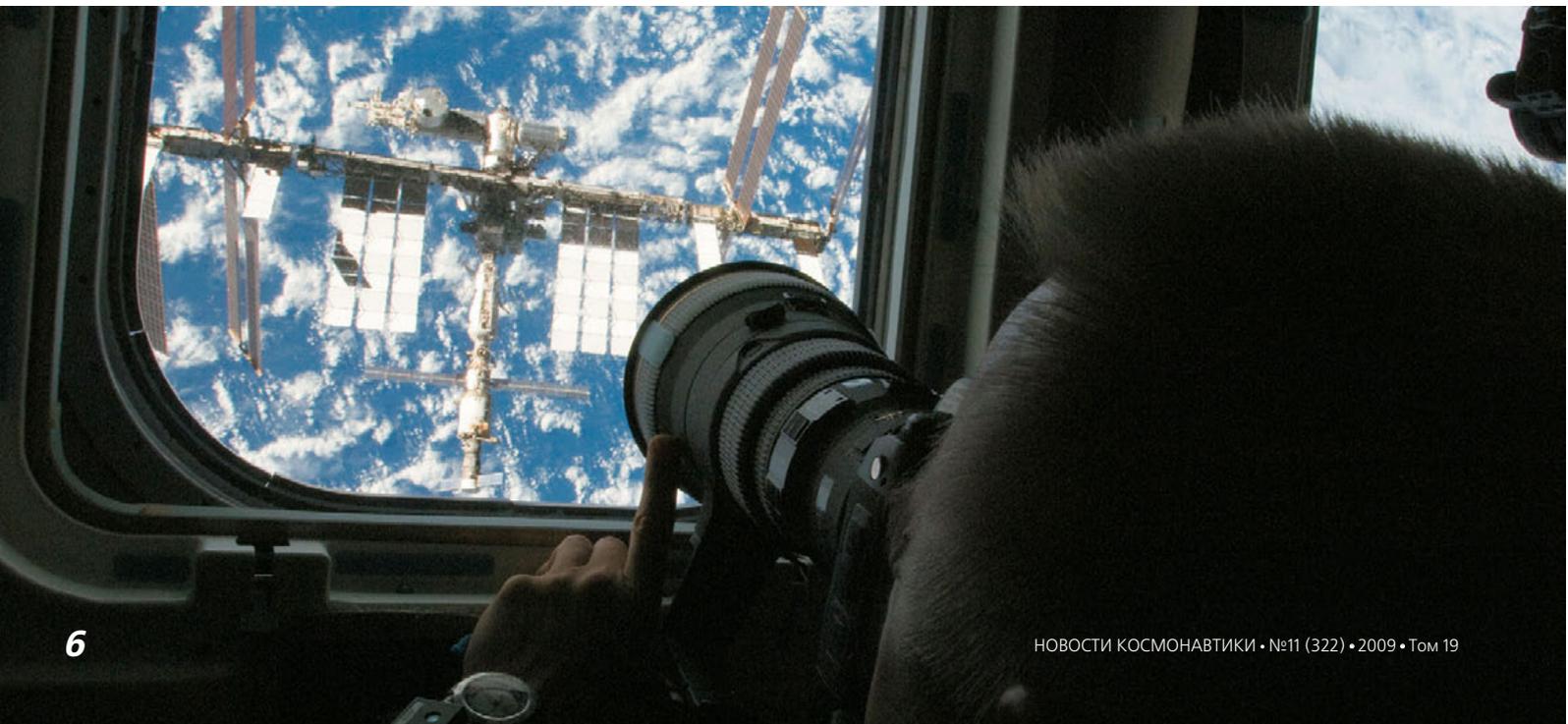
В 02:30 все 13 космонавтов и астронавтов собрались в модуле Node 2 попрощаться. Стёркоу и Падалка поблагодарили друг друга за хорошую работу, Геннадий попрощался с Тимоти и пожелал «Дискавери» удачного полета и благополучной посадки. Экипаж шаттла ушел к себе на корабль, и в 03:11 люки между ним и станцией были закрыты.

**8 сентября** «Дискавери» развернул орбитальный комплекс гермоадаптером PMA2 по направлению полета и в 19:26:37 UTC, строго по графику, отчалил от станции. Это произошло в тени где-то над озером Алаколь на казахско-китайской границе. Вновь, как и при стыковке, на бортовом компьютере STS3 работала программа, регистрирующая и обрабатывающая данные от датчика дальности и ориентации TriDAR.

Кевин Форд отвел корабль вперед и в 19:54 начал облет станции на расстоянии около 200 м, используя только двигатели системы реактивного управления RCS большой тяги. В 20:45 он выдал первый, а в 21:09 – второй импульс расхождения. Станция осталась на орбите высотой 334.6×358.2 км, а шаттл спустился чуть ниже, до 333.0×355.2 км.

Всего через час после расхождения Форрестер, Форд и Эрнандес приступили к финальному осмотру передней кромки правого крыла, носового кока и кромки левого крыла с помощью датчиков на штанге OBSS, после чего штанга была уложена на штатное место. Вечером астронавты сделали сброс отработанной воды, который во время совместного полета был запрещен. Рабочий день на «Дискавери» окончился в 06:00 на следующее утро.

**9–10 сентября** Хьюстон подтвердил исправность теплозащиты «Дискавери» и допустил корабль к посадке. Пилоты Стёркоу и Форд и бортинженер Эрнандес протестировали аэродинамические поверхности и 38 реактивных двигателей большой тяги, необходимые для управления полетом орбитальной ступени на атмосферном участке.



Во время тестов Фуглесанг заметил, что из грузового отсека «уплыл» какой-то предмет размером 7–10 см; в каталог он не попал и происхождение его осталось неизвестным.

В 00:09 пилоты «Дискавери» выполнили специальное включение двигателей OMS продолжительностью 10 сек в интересах эксперимента SIMPLEX.

Остальные паковали и увязывали грузы; для Тимоти Копры установили наклонное кресло, в котором он должен вернуться на Землю. Хотя американец налетал всего около 55 суток, это уже считается длительной экспедицией, и меры медицинского обеспечения предпринимаются соответствующие.

После обеда экипаж беседовал с корреспондентами CBS News, ABC News и CNN; астронавты также передали поздравление руководителю пресс-службы Центра космических полетов имени Джонсона Робу Нэвиасу по случаю 60-летия.

**10 сентября** в 16:02 Стёркоу и Форд провели коррекцию орбиты «Дискавери» – включением двух двигателей OMS на 14 сек снизили ее до 306.9×355.6 км, чтобы избежать встречи с фрагментом космического мусора. Это был тот самый объект 35814, который был потерян во время третьего выхода; расчеты показывали, что без маневра он будет заходить в опасную зону вокруг корабля на протяжении 11 витков похода.

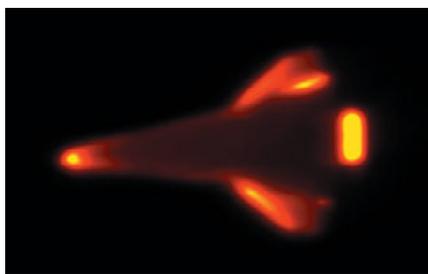
Сход с орбиты планировался на 203-м витке в 21:59 UTC с посадкой в Центре Кеннеди во Флориде в 23:05. Метеоусловия поначалу казались приемлемыми, и экипаж проделал обычные предпосадочные операции – переход на испарители системы терморегулирования, закрытие створок грузового отсека, загрузку посадочного ПО в управляющие компьютеры и запасов сока – в собственные тела. Однако в 21:10 Хьюстон предупредил об ухудшении погоды, и первая посадочная возможность не была использована.

Казалось, что «Дискавери» сможет пойти вниз на следующем витке, в 23:35. Пилоты успели даже развернуть корабль в положение для выдачи тормозного импульса, однако в 23:26 ЦУП-Х передал, что в KSC ждут дождя и посадочная полоса будет мокрой. Шаттл остался на орбите еще на сутки, а руководитель посадочной смены ЦУП-Х Ричард Джоунз (Richard Jones) принял решение готовить на пятницу оба посадочных комплекса, флоридский и калифорнийский. Соответственно Стивен Линдси получил задание развеять погоду вокруг Центра Кеннеди, Скотт Альтман – в районе авиабазы Эдвардс.

Но и в пятнадцатый день полета погода во Флориде оказалась не лучше, чем накануне, и обе попытки пришлось «отбить». Хорошо, что они предшествовали посадочным возможностям в Калифорнии, где почти всегда отличная погода...

В 23:47:37 UTC на 220-м витке Стёркоу и Форд начали выдачу тормозного импульса. Два двигателя OMS проработали 155 сек, уменьшив скорость полета на 81 м/с. В 00:22 «Дискавери» вошел в атмосферу и начал интенсивно гасить скорость.

В районе, где она была близка к M=18, шаттл встретил специальный самолет P3 Orion с аппаратурой Cast Glance для инфракрасной съемки донной теплозащиты в усло-



▲ «Дискавери» в инфракрасном диапазоне

виях спровоцированного перехода к турбулентному обтеканию (НК №10, 2009, с.10). Наилучшие условия для наблюдения он имел, когда «Дискавери» просвистел над ним на скорости M=15...16; переход был зафиксирован при M=14. Скажем сразу: теплозащита после посадки оказалась в отличном состоянии, лишь 15 плиток имели повреждения размером более 25 мм. На одной из двух плиток с экспериментальным каталитическим покрытием СС-2, расположенным в зоне наибольшего нагрева, покрытие растрескалось.

В 00:47 корабль пересек побережье Калифорнии над Санта-Моникой и вскоре прошел точно над Палмдейлом, где был изготовлен более четверти века назад. В 00:50 на высоте около 15 км Фредерик Стёркоу взял управление на себя и начал разворот на 213° вправо, выходя на ось полосы №22.

**12 сентября** в 00:53:25 UTC (в Калифорнии было еще 11 сентября, 17:53:25) колеса основных стоек шасси коснулись бетона, а через девять секунд «Дискавери» опустил и носовую стойку. В интересах эксперимента, связанного с посадкой при боковом ветре, Стёркоу выпустил тормозной парашют позже обычного и затем очень долго его не отстреливал. В результате в 00:54:35 корабль закончил пробег и остановился не более чем в 600 метрах от конца полосы.

Кроме семерых астронавтов, на Землю вернулся в ячейке MF43G на средней палубе еще один неофициальный член экипажа станции – 30-сантиметровая кукла Базза Светика (Buzz Lightyear), персонажа мультфильма «История игрушек», который пользуется большой популярностью у детей во

всем мире. «Астронавт» прибыл на станцию на «Дискавери» в мае 2008 г. и покинул ее на этом же корабле, записав на свой счет 467 дней реального космического полета и много часов видеосъемок в условиях невесомости по заказу студии Disney/Pixar.

### Путь во Флориду

16 сентября хвостовую часть «Дискавери» закрыли аэродинамическим конусом, а 18 сентября корабль закрепили «на спине» самолета-носителя N911NA. На рассвете 20 сентября, в 06:22 PDT (13:22 UTC), они вылетели с авиабазы Эдвардс и в 11:07 CDT (16:07 UTC) приземлились в Международном аэропорту Амарилло имени Рика Хазбанда.

После дозаправки в 13:20 CDT переоборудованный Boeing 747 с ценным грузом вновь поднялся в воздух и в 14:16 достиг аэродрома Карсвелл-Филд в Форт-Уэрте. В тот же день последовал и третий бросок до авиабазы Баркдейл в штате Луизиана – взлет в 16:47 CDT, посадка в 17:39 CDT. Здесь заночевали, и 21 сентября в 08:36 CDT (13:36 UTC) «747-й» вылетел в направлении Центра Кеннеди. Пилотам удалось найти проход в облаках, и в 12:05 EDT (16:05 UTC) «Дискавери» прибыл на полосу №33.

Вечером корабль был сгружен с самолета-носителя, а утром 22 сентября поставлен на межполетное обслуживание в 3-й отсек Корпуса подготовки орбитальных ступеней OPF. Здесь «Дискавери» будет готовиться к полету STS-131, намеченному на 18 марта 2010 г.

Ближайший же запуск шаттла запланирован на 9 ноября – в этот день «Атлантис» должен отправиться в полет STS-129. На нем должна вернуться на Землю Николь Стотт.

Теоретически еще существует возможность выполнить шесть оставшихся полетов до сентября 2010 г., но если любой из них будет существенно задержан, последние полеты в графике перейдут на 2011 финансовый год, а в бюджете средства на это не заложены.

По материалам NASA, JSC, KSC, DFRC, CBS, [nasaspaceflight.nasa.gov](http://nasaspaceflight.nasa.gov) и [www.spaceflightnow.com](http://www.spaceflightnow.com)



**11** сентября в 02:01:46 местного времени (10 сентября в 17:01:46 UTC) с пусковой установки №2 стартового комплекса Йосинобу (Yoshinobu) Космического центра Танэгасима (префектура Ниигата, Япония) стартовыми расчетами Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) осуществлен пуск ракеты H-IIВ с целью выведения на опорную орбиту летного демонстрационного образца японского грузового транспортного корабля HTV (H-II Transfer Vehicle). Для ракеты H-IIВ этот пуск стал первым в рамках летно-конструкторских испытаний (ЛКИ); он получил номер TF-1 (Test Flight-1).

Пусковая кампания началась 23 апреля 2009 г., когда корабль HTV прибыл в Космический центр Танэгасима. 9 июля определили дату старта – 11 сентября. 21 августа корабль разместили на адаптере, через два дня закрыли обтекателем и 30 августа передали весь головной блок в здание вертикальной сборки VAB (Vertical Assembly Building) для интеграции с носителем. После этого началась непосредственная подготовка к пуску.

9 сентября в 11:16 по местному времени ракета TF-1 выехала на транспортере из здания VAB и через 32 мин прибыла на стартовый комплекс. Заправка компонентами топлива завершилась 10 сентября в 19:42 местного времени. Пуск состоялся «точно по расписанию».

Непосредственно за пуск, управление и контроль выведения КА на орбиту отвечало агентство JAXA (президент – Кейдзи Татикава; Keiji Tachikawa). Пусковыми операциями руководил исполнительный директор Дзиро Коутияма (Jiro Kouchiyama). За контроль и управление запуском отвечал исполнительный директор Куниаки Сираки (Kuniaki Shiraki). Пуск обеспечивали объекты JAXA (космические центры Танэгасима и Утиноура, наземная станция Огасавара) и NASA (наземная станция на о-ве Гуам).

Старт и полет первой H-IIВ прошли в штатном режиме. За 11.11 сек до расчетного времени начали работать два ЖРД первой ступени LE-7A, а в момент T-0 – четыре стартовых твердотопливных ускорителя (СТУ) SRB-A. Контакт подъема был зафиксирован в расчетное время.

Ракета легла на азимут пуска 108.5°. Траектория ее движения проходила над Тихим океаном в юго-восточном направлении почти в точности по расчетной циклограмме, представленной в табл. 1. Через 906 секунд после старта HTV был выведен на опорную орбиту с параметрами\*:

**И. Афанасьев.**  
«Новости космонавтики»

# Без пафоса

## Запуск корабля HTV на ракете H-IIВ



- наклонение – 51.66°;
- высота в перигее – 189 км;
- высота в апогее – 298 км;
- период обращения – 89.31 мин.

В каталоге Стратегического командования США корабль HTV получил номер **35817** и международное обозначение **2009-048A**.

Основные цели демонстрационного полета TF-1 ракеты H-IIВ – проверка функционирования двигательной установки (ДУ) первой ступени, включающей два маршевых двигателя и четыре твердотопливных ускорителя, а также ряда других модифицированных элементов и систем при попутном выведении на орбиту экспериментального корабля HTV – были успешно достигнуты.

Пуск, можно сказать, прошел «как по маслу». Честно говоря, в это верилось с трудом: полеты японских ракет – не столь частое явление, и на их фоне особенно бросались в глаза немногочисленные, но весьма запоминающиеся аварии носителей. Но на этот раз японские ракетчики подготовились основательно. «Красиво ушла!» – так и был в день

пуска если не дословно, то по смыслу самый частый комментарий в Интернете. Действительно, H-IIВ, явно не эталон ракетной красоты, улетела со старта весьма эффектно.

Значение этого события трудно переоценить. Япония, несомненно, сделала важный шаг в развитии собственной пилотируемой космонавтики. Не менее важно и то, что Страна восходящего солнца обзавелась носителем, соответствующим лучшим мировым стандартам по удельным параметрам, с грузоподъемностью, позволяющей конкурировать с основными игроками рынка космических запусков. Удастся ли японцам обеспечить конкурентоспособную цену – покажет время. В любом случае H-IIВ обладает потенциалом развития. Уже появилась информация о возможной модификации ракеты путем использования увеличенной второй ступени диаметром 5.2 м. В такой конфигурации ракета сможет выводить на геопереходную орбиту десятитонный ПГ.

### Новый носитель

Ракета H-IIВ\* является дальнейшим развитием H-IIА и создается как с целью обеспечения выведения на орбиту транспортных кораблей HTV, так и для расширения общих возможностей японских средств выведения. Кроме того, проект H-IIВ преследует такие

\* Здесь и далее высоты приведены над сферой радиусом 6378.14 км.

\*\* См. НК №1, 2009, с. 27 и №4, 2009, с. 56.

Событие	Время, мин:сек		Расчетная точка		
	Расчетное	Фактическое	Удаление от места старта, км	Высота, км	Скорость в инерциальной системе координат, км/с
Контакт подъема	00:00	00:00	0	0	0.4
Окончание работы СТУ*	01:54	01:49	51	53	1.9
Отделение первой пары СТУ**	02:04	02:04	64	61	1.9
Отделение второй пары СТУ**	02:07	02:07	68	63	1.9
Сброс ГО	03:40	03:37	245	120	2.9
Отсечка двигателя первой ступени	05:47	05:44	707	184	5.6
Разделение ступеней	05:54	05:52	746	189	5.6
Запуск двигателя второй ступени	06:01	05:59	781	194	5.6
Отсечка двигателя второй ступени	14:20	14:16	3725	289	7.7
Отделение HTV от второй ступени	15:11	15:06	4080	287	7.7

\* При спаде давления в камере до 2% от номинала.

\*\* Обрезание элементов крепления СТУ к первой ступени.

цели, как поддержание конкурентоспособности японских разработок в области РН и всей космической программы в целом. Отметим, что первый экземпляр Н-ИВ обошелся в 14 млрд иен, а после второго или третьего полета цена изделия снизится до 11 млрд иен (120 млн \$).

Предварительные исследования концепции новой ракеты начались в 2003 г., а эскизный проект был одобрен в 2007 г. Н-ИВ представляет собой разработку агентства аэрокосмических исследований JAXA, реализованную в металле на заводах фирмы Mitsubishi Heavy Industries Ltd. (MHI). Последняя заключила с JAXA соглашение, заложившее основу государственно-частного партнерства.

В состав РН входят кислородно-водородный центральный блок с четырьмя СТУ, вторая ступень и головной обтекатель (ГО) с адаптером ПГ. Общая длина ракеты около 56 м (с обтекателем для НТВ), а стартовая масса (без ПГ) около 531 т. Характеристики носителя приведены в табл. 2.

Центральный блок оснащен двумя криогенными ЖРД с раздельным подводом компонентов. На ступени установлены LE-7A – самые мощные на сегодня японские кислородно-водородные двигатели, построенные по замкнутой схеме с дожиганием отработанного газогенераторного газа в основной камере при высоком давлении (121 атм).

Топливный отсек первой ступени состоит из раздельных несущих баков окислителя (жидкий кислород) и горючего (жидкий водород). Обечайки баков выполнены из механически фрезерованных

вафельных панелей с треугольной ячейкой. Соединение панелей производится сваркой трением, обеспечивающей высокое качество и прочность шва. Кроме того, данный вид сварки позволил исключить ряд подготовительных технологических операций, что сократило расходы на производство носителя. Днища изготовлены на заводе MHI в Хиросиме методом глубокой вытяжки. Баки соединены между собой коротким межбаковым отсеком. Два магистральных трубопровода окислителя расположены с наружной поверхности ступени.

Многие элементы конструкции блока, такие как, например, трубопроводы и сильфоны, унифицированы с ракетой Н-IIA, что также сократило затраты на проектирование и производство. В двигательной установке использовано минимальное количество вновь спроектированных элементов, и это снизило риск разработки.

Вторая ступень, оснащенная одним криогенным ЖРД, заимствована от ракеты Н-IIA с минимальными изменениями. На ступени установлен высокоэкономичный безгазогенераторный двигатель LE-5B-2 с высотным соплом: привод турбонасосного агрегата осуществляется за счет газификации жидкого водорода в рубашке охлаждения камеры; отработанный турбогаз сбрасывается в основное сопло. Из-за роста полетных нагрузок, связанных с увеличением массы ПГ и удлинением ГО, были усилены (увеличена толщина обшивки) верхняя юбка и обечайка бака жидкого водорода.

Ускорители SRB-A производства фирмы Nissan также аналогичны используемым в ракете Н-IIA. Несмотря на увеличение диаметра центрального блока до 5.2 м, система крепления СТУ и механизм их отделения остались прежними.

С целью снижения рисков и затрат бортовое радиоэлектронное оборудование (БРЭО), включая инерциальную систему наведения, созданы на основе соответствующих систем Н-IIA. Внесенные в БРЭО изменения связаны в основном с применением двух двигателей на первой ступени. В част-

ности, был обновлен бортовой компьютер наведения и управления первой ступени и изменено бортовое программное обеспечение. Кроме того, в состав БРЭО были введены новый блок электроники, распределительная коробка питания, контроллер отрывного разъема и блок сбора данных.

Перед первым пуском в рамках ЛКИ новая ракета прошла необходимый объем наземной экспериментальной отработки.

В ходе проектирования проводились предварительные и квалификационные испытания систем. Продувки модели ракеты в трансзвуковой и сверхзвуковой трубах состоялись в 2006 г. Результаты продувок в сочетании с использованием методов вычислительной гидродинамики были учтены в рабочем проекте.

В 2007 г. завершились испытания на прочность днищ баков первой ступени, а в 2008 г. – двигательного отсека, баков горючего и окислителя первой ступени, а также межступенчатого отсека первой ступени.

В ходе испытаний двигателей с использованием модельного топливного бака



Табл. 2. Основные характеристики Н-ИВ

Общие характеристики				
Наименование	Ракета-носитель Н-ИВ			
Разработчик	JAXA совместно с MHI			
Стартовая масса Н-ИВ TF1, т	567.6			
Масса ПГ, т				
– на НОО (200×300 км, $i=51.6^\circ$ )	16.5			
– на ГПО	8			
Длина, м	56.6			
Система наведения	инерциальная			
Характеристики ступеней				
	1-я ступень	СТУ	2-я ступень	ГО
Длина, м	38	15	11	15
Диаметр, м	5.2	2.5	4.0	5.1
Масса, т	202	306 (4×76.5)	20	3.2
Масса топлива, т	177.8	263.8 (4×65.95)	16.6	
Тяга в пустоте, тс	224.0	940.0 (4×235.0)	14.0	
Время работы, сек	352	114	499	
Тип топлива	ЖК + ЖВ	Твердое смесовое на основе полибутиадена	ЖК + ЖВ	
Уд. импульс в пустоте, сек	440	283.6	448	
Способ управления	Качение двигателей в карданном подвесе	Отклоняемые сопла	Качение двигателя в карданном подвесе и газовые сопла	

основное внимание было уделено отработке дренажной системы и обеспечению минимально возможных остатков компонентов топлива в отсеках.

При электроиспытаниях в 2006 г. проводились диаграммы направленности антенн, зависящие от геометрии ракеты-носителя. Модифицированные антенны были отлажены в 2008 г.

Важнейшим пунктом наземной отработки стали огневые испытания стендовой ступени BFT (Battleship tank-firing test). В период между мартом и августом 2008 г. проведено восемь прожогов; все завершены в запланированные сроки с положительными результатами. Изготовленные из нержавеющей стали модельные баки в сочетании с хвостовым двигательным отсеком обеспечили соответствие фактической конструкции первой ступени носителя. В ходе ОСИ были получены технические данные, связанные с разработкой процедуры запуска и останова двухдвигательной ДУ, а также проверены устойчивость горения, заправка топливной системы криогенными компонентами и пусковые операции. Испытания велись в широком диапазоне варьирования параметров ДУ.

Для завершения наземной отработки Н-ИВ в начале 2009 г. в Космическом центре Танэгасима были проведены огневые испытания летной ступени – сначала на стенде, а потом на пусковой установке стартового комплекса. После анализа результатов тестов ракета была дооснащена до полетной конфигурации.

Пуск 10/11 сентября стал первым летным испытанием Н-ИВ, которое вывело новый носитель на финишную прямую.

### Японский грузовой лифт

Беспилотный транспортный грузовой корабль HTV (H-II Transfer Vehicle), разработанный и построенный в Японии, предназначен для доставки на МКС различных грузов, в число которых входят расходные материалы ежедневной необходимости (продукты питания, вода, одежда и т. п.), материалы и оборудование для научных исследований, блоки и запасные части для обслуживания и ремонта станции. Однако основная цель корабля – пополнение запасов японской части МКС, известной под именем Kibo.

Основная особенность HTV, отличающая его от российского «Прогресса» и европейского ATV, – способность доставлять крупногабаритные герметичные грузы, размер которых ограничен просветом люков американского сегмента МКС, и оборудование, рассчитанное на транспортировку и работу в условиях открытого космоса. Такие «посылки» могут извлекаться манипулятором из грузового отсека HTV и монтироваться непосредственно на внешней обшивке МКС или на специальной платформе в условиях открытого космического пространства. После «выхода на пенсию» американского шаттла только японский грузовик сможет выполнять такие функции.

К разработке проекта автоматического грузового корабля для снабжения станции, которая тогда еще носила название Freedom, Национальное агентство по космическим исследованиям NASDA (организация – предшественница современного JAXA) приступило в начале 1990-х годов. Первоначально пер-

Табл. 3. Сравнительные характеристики средств снабжения МКС

Марка	Страна-разработчик	Начальная масса, т	Масса ПГ, т	Тип ПН
HTV	Япония	16.5	6.0	H-II/B
ATV	ЕКА	20.5	7.5	Ariane 5 ES-ATV
«Прогресс-М»	Россия	7.2	2.5	«Союз-У»
Space Shuttle	США	120	1.4	Space Shuttle

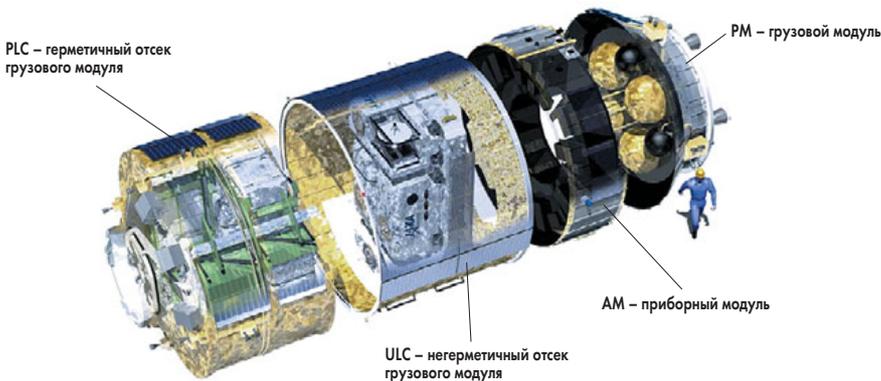
вый запуск планировался на 2001 год, но реализовать проект удалось только к 2009 г.

По заложенным решениям проект HTV довольно сильно отличается от таких реализаций систем снабжения, как российские корабли «Союз» и «Прогресс», американский Space Shuttle и (в меньшей степени) европейский ATV. По оценкам западных экспертов, японский корабль представляет собой больший и более простой вариант транспортного средства, чем «Прогресс» (сравнительные характеристики кораблей для снабжения МКС приведены в табл. 3), причем уровень автоматизации всех этапов миссии довольно высок, а число органов ручного управления минимально, что позволяет сравнивать HTV даже не с самолетом или пилотируемым кораблем, а... с грузовым лифтом.

После выведения на орбиту HTV самостоятельно определяет свое положение по сигналам спутниковой системы GPS, рассчитывает параметры необходимых маневров в соответствии с заданным планом полета и осуществляет их. На этапе дальнего сближения (с 23 км) корабль использует режим относительной навигации по GPS, а финальный подход с расстояния 500 м выполняет с использованием специального лазерного датчика RVS (Rendezvous Sensor). Корабль подходит к станции снизу и занимает положение под модулем JEM в т. н. «зоне захвата» на удалении около 10 м, после чего астронавт-оператор, находящийся на борту МКС, захватывает HTV с помощью роботизированного манипулятора SSRMS за такелажный узел типа FRGZ и стыкует к узловому модулю Node 2 Harmony. Японские специалисты проверили алгоритмы и методы сближения в ходе наземных испытаний с помощью тестовой системы RDOTS (Rendezvous and Docking Operation Test System).

Штатный автономный полет HTV от старта до стыковки с МКС продолжается трое суток, но в первом полете он продлен до семи суток для всесторонних испытаний корабля. В составе станции HTV может находиться до 30 суток. После выполнения своей задачи он будет загружен бытовыми отходами, сведен с орбиты и затоплен в расчетном районе Тихого океана.

### ▼ Японский грузовой корабль HTV



Внешне японский корабль представляет собой цилиндр, сопряженный с короткими коническими участками в головной и кормовой частях. Полная длина HTV-1 от торца стыковочного узла до плоскости среза сопел ДУ – 9.8 м, диаметр – 4.4 м, масса пустого корабля – 10.5 т, масса ПГ – 6 т. В первом полете HTV имел сухую массу 11.5 т и нес всего 4.5 т грузов, в том числе 3.6 т в герметичном грузовом отсеке. Это обстоятельство обусловлено наличием дополнительных аккумуляторов и запаса топлива, необходимых для испытаний в автономном полете.

Корабль имеет следующие отсеки:

- ① комбинированный грузовой модуль MLC (Mixed Logistics Carrier);
- ② приборный модуль AM (Avionics Module);
- ③ двигательный модуль PM (Propulsion Module).

MLC занимает большую часть корабля и состоит из двух отсеков: герметичного PLC (Pressurized Logistics Carrier) и негерметичного ULC (Unpressurized Logistics Carrier). Модуль может комплектоваться в двух различных комбинациях отсеков: «герметичный+негерметичный» и «герметичный+герметичный». Последняя комбинация способна доставлять на МКС большую полезную нагрузку.



▲ Комбинированный грузовой модуль на сборке

ку (до 7 т), нежели первая, которая, однако, несколько длиннее. В миссии HTV-1 использовался модуль первого типа, имеющий общую длину 6.64 м при диаметре 4.4 м.

В передней части герметичного грузового отсека PLC, имеющего длину 3.14 м, размещен стыковочный узел СВМ (Common Berthing Mechanism). Этот стандартный для американского сегмента МКС «порт» не похож на тот механизм стыковки, который мы привыкли видеть на «Союзах» или «Прогрессах». За совмещение ответных элементов корабля и станции отвечает астронавт, работающий манипулятором SSRMS, а стягивание и фиксация обеспечивается тяжкими болтами и замками.

Отсек PLC предназначен для хранения грузов, которые переносятся экипажем на МКС. Он может нести до восьми стандартных стоек полезной нагрузки размером 2032×1054×1016 мм и массой от 550 до 950 кг. В нем также предусмотрен резервуар, вмещающий до 300 кг воды для нужд станции. Члены экипажа МКС могут работать в герметичном отсеке HTV в повседневной одежде, хотя он не оснащен системой жизнеобеспечения: после стыковки внутренняя вентиляция в отсеке осуществляется через модуль Harmony посредством рукавов системы межмодульной вентиляции IMV (Inter-Module Ventilation). Атмосфера в отсеке примерно соответствует земной с давлением, равным атмосферному. Система контроля окружающей среды обеспечивает мониторинг параметров внутренней атмосферы отсека с помощью датчиков давления, температуры и дыма. При обнаружении задымления аварийно прекращается циркуляция воздуха.

Электрическая сеть герметичного отсека представлена двумя подсистемами. Первая, постоянного тока напряжением 50 В, запитывается от аккумуляторных батарей приборного модуля, обеспечивая потребителей внутри отсека PLC. Вторая, постоянного тока

напряжением 120 В, получает питание из бортовой сети МКС и распределяет его потребителям модулей PLC и AM.

Терморегулирование внутри PLC обеспечивается нагревателями, установленными на стенках отсека. После стыковки температура в герметичном грузовом отсеке уравнивается с температурой МКС для предотвращения образования конденсата.

PLC оборудован четырьмя внутренними осветителями, их вручную включают члены экипажа. Перед отделением HTV от станции осветители переносятся на борт МКС для повторного использования. При их отключении пути к выходу из модуля показывают люминесцентные указатели-стрелки.

На внешней части HTV установлены шесть «габаритных огней». Два вспышкающих источника – белый и желтый – размещены на торцах HTV и видны с расстояния 1000 м. Они служат для обнаружения корабля на этапе сближения с МКС. Два красных фонаря по левому борту и два зеленых по правому служат для определения ориентации корабля. Они видны с борта МКС, когда корабль приближается к станции на 500 м.

Следом за герметичным модулем PLC идет негерметичный грузовой отсек ULC длиной 3.5 м, в котором подвозятся грузы на внешнюю платформу EF (Exposed Facility) японского комплекса Kibo. На одном боку отсека прорезан крупногабаритный люк, через который внутрь ULC устанавливается транспортная платформа EP (Exposed Pallet), несущая до 1500 кг грузов. После стыковки эта платформа с помощью японского манипулятора JEM RMS переносится на EF.

Для крепления грузовой платформы EP негерметичный отсек снабжен четырьмя нижними замками TSM (Tie-down Separation Mechanisms). Для облегчения извлечения платформы из отсека последний имеет три направляющие – левую, правую и надирную. По ним катятся колеса, установленные на EP: соответственно две группы по девять и еще одно. Платформа снабжается электрическим питанием от приборного модуля AM (через отрывной разъем питания и данных) или от бортовой сети МКС после соединения с EF.

Следом за негерметичным грузовым отсеком ULC расположен приборный модуль AM

длиной 1.25 м. В нем размещена аппаратура подсистем управления и навигации, связи и обработки данных, электроснабжения.

Подсистема управления и навигации обеспечивает полет HTV к станции в автономном режиме и под управлением Земли. В ее состав входят специализированный компьютер навигации и управления GCC (троированный процессор, дублированные контроллеры ввода-вывода IOC и блок аварийного увода ACU), три блока VDE для управления клапанами ЖРД, два датчика Земли, троированный комбинированный блок датчиков SIGI, объединяющий инерциальные устройства (кольцевые лазерные гироскопы и акселерометры) и GPS-приемники с двумя антеннами, дублированный лазерный датчик сближения RVS.

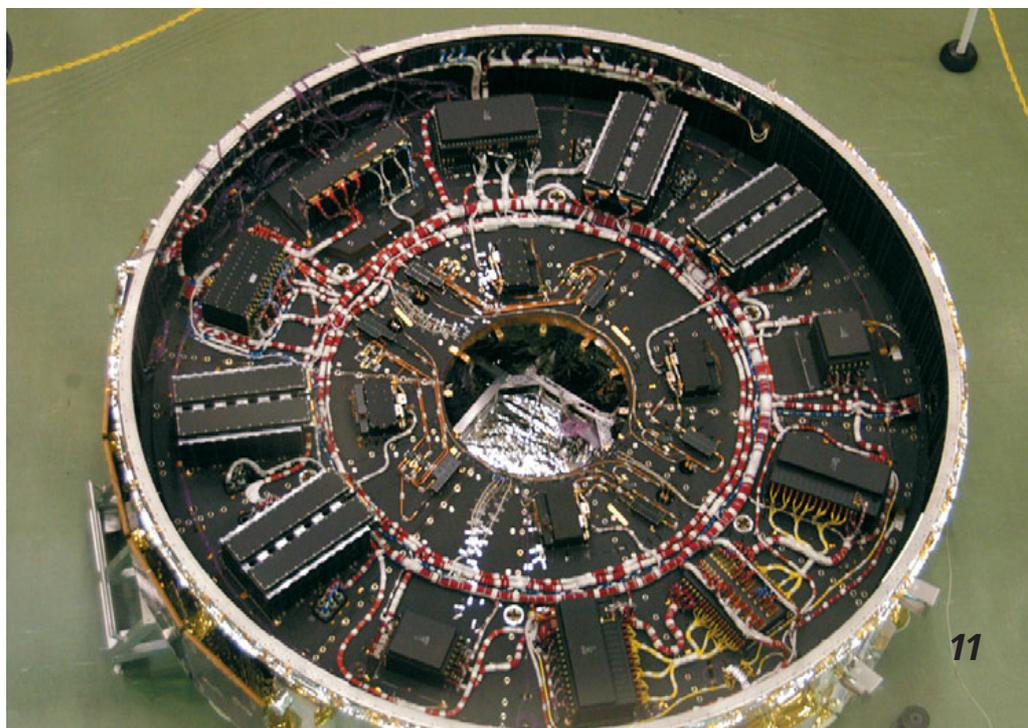
Подсистема коммуникаций включает аппаратуру межорбитальной связи IOS (Inter-Orbit Link System), которая осуществляется через спутники TDRS, и канала близкой связи PLS (Proximity Link System), обеспечивающего радиообмен с МКС в зоне прямой видимости. Через спутники американской системы TDRS корабль получает команды с Земли или с борта МКС и передает в обратном направлении телеметрическую информацию.

Подсистема обработки данных распределяет по системам корабля команды, полученные с Земли и МКС, а также обеспечивает обработку данных и сбор телеметрии. Она же отвечает за терморегулирование модулей AM и PM, контролирует состояние среды в герметичном грузовом отсеке и выявляет аномалии в работе оборудования.

Подсистема электроснабжения состоит из двух основных шин MBU (Main Bus Unit), 11 основных литий-ионных батарей однозарядки P-BAT (Primary Battery), двух блоков контроля разряда батареи BDCU (Battery Discharge Control Unit), одной вторичной перезаряжаемой батарее S-BAT (Secondary Battery) и блока распределения питания PCU (Power Control Unit).

В состав системы электроснабжения также входят 57 небольших прямоугольных панелей солнечных батарей (СБ). Корабль буквально «облеплен» ими: 20 панелей на PLC, 23 – на ULC, 8 – на приборном модуле и 6 – на двигательном модуле позволяют под-

▼ Приборный модуль HTV





▲ Двигательный модуль японского грузовика на Земле и в космосе

заряжать аккумуляторы при любой ориентации HTV относительно Солнца. В тени системы корабля получают питание от вторичной и/или основных батарей, в процессе стыковки к станции – только основные батареи. PCU регулирует и распределяет электроэнергию, полученную от СБ, в том числе для подзарядки вторичных батарей S-BAT.

В «корме» корабля расположен отсек РМ в форме усеченного конуса длиной 1.27 м. Здесь находится ДУ, предназначенная для стабилизации и ориентации, коррекций траектории и сближения с МКС, а также для сведения корабля с орбиты.

В состав ДУ входят четыре маршевых ЖРД тягой по 50 кгс (490 Н) и 28 микродвигателей реактивной системы управления RCS тягой по 25 фунтов (11.2 кгс, 110 Н). 12 из 28 малых ЖРД размещаются на противоположном конце HTV – на днище и боковой поверхности герметичного грузового отсека. Малые ЖРД сгруппированы в два контура по 14 микродвигателей, причем каждый контур управляется своим контроллером ИОС через отдельные цепи VDE. Маршевые ЖРД могут быть задействованы через любой из ИОС или через аварийный блок АСУ.

Все ЖРД изготовлены американской компанией Aerojet и работают на двухкомпонентном долгохранимом самовоспламеняющемся топливе «смесь окислов азота (окислитель) – монометилгидразин (горючее)». Маршевые двигатели представляют собой глубокую модернизацию R-4D (ЖРД, ведущий свою родословную от двигателя ориентации командного модуля корабля Apollo), а двигатели управления сделаны на базе R-1E (верньерные ЖРД орбитальной ступени системы Space Shuttle). Топливо подается из четырех баков под давлением сжатого гелия, хранящегося в четырех шар-баллонах, размещенных в двигательном модуле. В топливных баках может находиться до 1514 кг окислителя и 918 кг горючего (номинальный запас топлива около 2000 кг).

После первого демонстрационного полета JAXA планирует запустить еще шесть грузовых кораблей HTV с частотой один-два в год, что будет важным вкладом Японии в проект МКС после ухода шаттлов «на покой». Летом 2008 г. в СМИ появились сообщения, что NASA начало неофициальные переговоры с JAXA о покупке HTV для обеспечения доставки на станцию американских грузов. Но вскоре американцы опровергли эту информацию, заявив, что снабжение МКС будет налажено в рамках программы COTS.

## Багажное отделение HTV №1

### В. Мохов. «Новости космонавтики»

В первом полете HTV доставил на МКС грузы как в герметичном грузовом отсеке PLC, так и в негерметичном ULC.

Отсек PLC рассчитан на доставку восьми стандартных стоек американского сегмента МКС различных типов:

- ❖ научные стойки ISPR (International Standard Payload Rack) с аппаратурой для экспериментов и исследований;
- ❖ системные стойки (Systems Rack) с аппаратурой служебных систем;
- ❖ складские стойки (Stowage Rack) для доставки грузов.

Последние подразделяются на следующие:

- ◆ специальные стойки ER (Express Racks) для доставки научного оборудования и проведения экспериментов;
- ◆ складские стойки ZSR (Zero-g Stowage Rack) для доставки грузов и хранения оборудования на самой станции;
- ◆ складские стойки RSR (Resupply Stowage Racks) для доставки грузов на станцию и возвращения их на Землю.

В классификации JAXA стойки ZSR именуется PSRR (Pressurized Stowage Resupply Rack), а стойки RSR – HRR (HTV Resupply Rack).

По плану экспедиции МКС-19/20, одобренному NASA в июле 2008 г., в гермоотсеке HTV-1 планировалось разместить семь стоек типа HRR и одну ER-8 с научным оборудованием. Последнюю экипаж станции должен был перенести на МКС и установить в модуле Kibo по левому борту. Позднее, однако, ER-8 заменили на PSRR.

Складские стойки представляют собой «комоды», в которых имеются полки и ящики для грузов. Грузы размещаются в стойках

▼ В свой первый рейс HTV отправился в основном с расходными материалами и запчастями

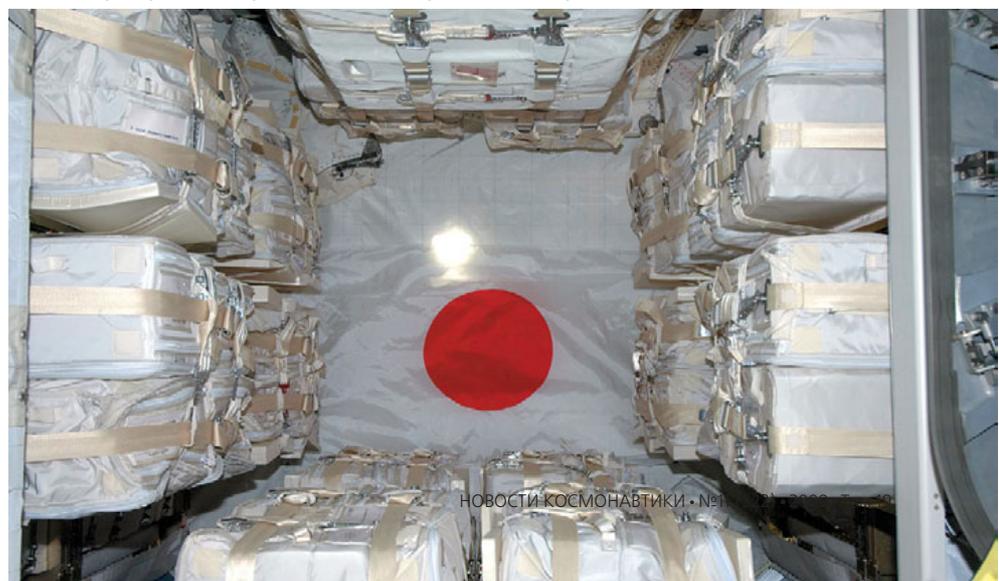
в стандартных мягких сумках СТВ (Cargo Transfer Bags), имеющих ручки, замки для фиксации, застежки-«молнии» и карманы, а также ярлычки, по содержанию и цвету которых определяется содержимое сумки и ее место назначения. Существует четыре габарита СТВ: 425×248×248 мм; 425×502×248 мм; 425×502×502 мм; 750×502×502 мм.

Масса грузов в PLC составила около 3600 кг, из них около 33% пришлось на продовольствие, 20% – на расходные материалы и ЗИП, 10% – на личные вещи членов экипажа, 18% – на оборудование для японских модулей, включая манипулятор для выполнения особо точных операций SFA (Small Fine Arm), остальные 9% – на прочие грузы.

Внешние ПН закреплены на транспортной платформе EP, зафиксированной в отсеке ULC. Ее можно извлечь из отсека с помощью дистанционного манипулятора МКС через люк на боковой стенке ULC. EP имеет форму параллелепипеда, к заднему торцу которого прикреплена «спинка». Для захвата и переноса платформы EP служат два такелажных узла типа FRGF и PVGF, установленные на верхнем и переднем торцах «спинки» соответственно.

На боковой поверхности платформы EP имеется один пассивный узел крепления PIU (Payload Interface Unit), обеспечивающий ее соединение с активными узлами EFU (Exposed Facility Unit) на внешней платформе EF комплекса Kibo. Аналогичные узлы есть и на доставляемых модулях полезной нагрузки. Каждый PIU имеет направляющие штыри, центральный пружинный демпфер для обеспечения безударного соприкосновения, ответные части электро- и гидроразъемов.

На верхней поверхности платформы имеются два механизма крепления модулей полезной нагрузки HCAM (HTV Cargo Attachment Mechanism). Они аналогичны фиксаторам PAM грузовой платформы ELM-ES



(НК № 9, 2009, с. 9) и предназначены для жесткой фиксации модулей полезной нагрузки или сменных модулей служебных систем с опорной площадкой 1650×550 мм (максимальные габариты модуля – 1850×1000×800 мм, масса до 500 кг). Каждый механизм состоит из четырех фиксирующих замков SLM (Structure Latch Mechanism) и соединительного разъема HCSM (HTV Connector Separation Mechanism) для подключения электрических цепей.

При монтаже постоянной внешней платформы EF на герметичном модуле JPM (НК № 9, 2009, с. 8–9) на нее были перенесены:

- ❖ астрономическая рентгеновская обсерватория MAXI – на узел EFU № 1,
  - ❖ аппаратура сбора данных о параметрах космической среды SEDA-AP – на EFU № 9,
  - ❖ связной модуль ICS-EF – на EFU № 7.
- В отсеке ULC корабля HTV-1 на платформе HEP доставляются две новые научные полезные нагрузки:

1 японский субмиллиметровый датчик SMILES (Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder), размещаемый на узле EFU №3 платформы EF;

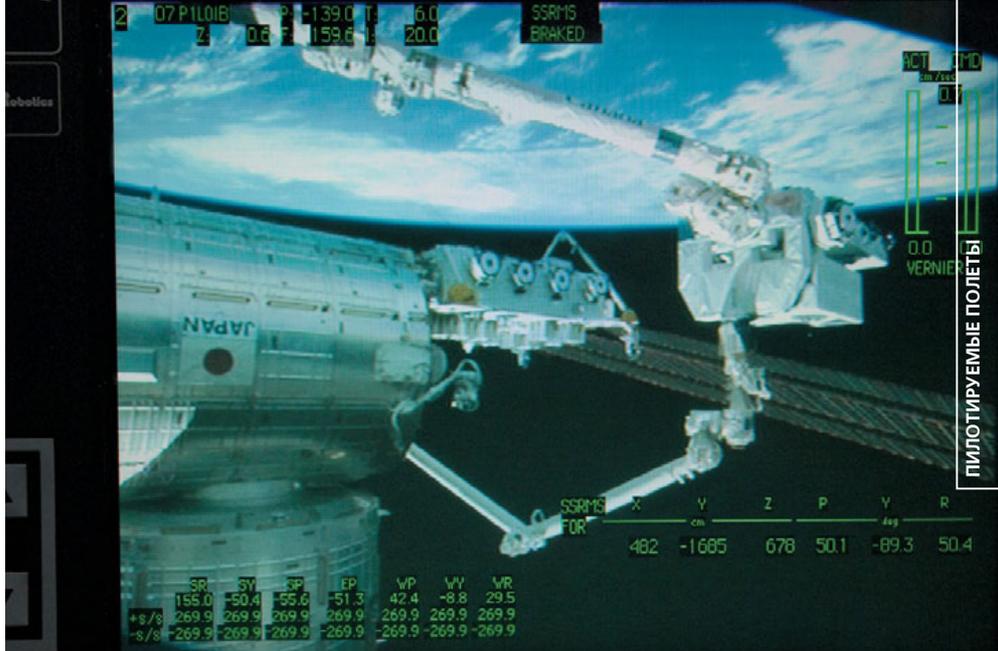
2 американская комплексная аппаратура HREP (HICO and RAIDS Experiment Payload), которая будет работать на узле № 6.

Аппаратура SMILES массой 475 кг предназначена для регистрации малых составляющих атмосферы Земли. Она представляет собой субмиллиметровый оптикордиотелескоп, работающий на частоте 624.32–650.32 ГГц. Прибор способен обнаруживать присутствие на высотах от 10 до 60 км до 20 различных типов газовых примесей, в том числе O<sub>3</sub>, HCl, ClO, NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, HOCl, BrO, HNO<sub>3</sub> и SO<sub>2</sub>. Аппаратура SMILES включает:

- ◆ выносную каскадную антенну SIS размером 400×200 мм;
- ◆ два блока акустико-оптического спектрометра AOS, каждый из которых имеет 1500 каналов с частотным разрешением 1.8 МГц и чувствительностью 1 К.

Криостат поддерживает температуру датчиков телескопа на уровне 4 К для повышения чувствительности и снижения уровня шумов на 40 дБ. Аппаратура SMILES защищена снаружи специальными панелями, обеспечивающими ее электростатическое экранирование на уровне 15 дБ от влияния другой аппаратуры МКС.

SMILES может вести глобальное картирование газовых примесей в стратосфере Земли в полосе до 65° широты. Прибор рассчитан на работу в течение года после запуска. Его результаты послужат выяснению механизмов глобального потепления и истощения



▲ Момент передачи платформы EP от канадского манипулятора к японскому

озонового слоя и влияния на них деятельности человека.

В аппаратуру HREP (масса 381 кг) входят:

- ❖ гиперспектральная камера HICO (Hyperspectral Imager for the Coastal Ocean) для наблюдения прибрежных районов океанов и морей;
- ❖ детектор RAIDS (Remote Atmospheric & Ionospheric Detection System) для регистрации состава верхней атмосферы Земли и ее параметров.

Прибор HICO включает в свой состав оптическую гиперспектральную камеру MHSI (Maritime Hyper-Spectral Imagery), работающую в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне спектра. HICO позволяет обнаружить, идентифицировать и определить геофизические параметры в прибрежных зонах морей и океанов.

RAIDS – комплекс из восьми оптических камер, работающих в ультрафиолетовом и видимом диапазонах (55–870 нм). Он ведет съемку Земли, регистрируя свечение частиц верхней атмосферы и тем самым определяя основные параметры термосферы и ионосферы на высотах 100–350 км, в том числе состав и температуру среды и распределение по высоте плотности электронов и нейтральных атомов. Эти данные позволяют повысить точность моделей верхней атмосферы.

Управление аппаратурой HREP не требует участия экипажа МКС и будет вестись из ЦУП ПН в Хантсвилле (Алабама). Срок эксплуатации HREP рассчитан минимум на год. Затем аппаратуру демонтируют и удаляют со станции на одном из следующих HTV.

Основным разработчиком HICO и RAIDS выступила Исследовательская лаборатория ВМС США (Naval Research Laboratory), а результатами наблюдений будет пользоваться в первую очередь Министерство обороны. Информация с аппаратуры HICO может предоставляться гражданским заказчикам в интересах землепользования и определения параметров растительного покрова прибрежных зон. Съемка водных поверхностей прибрежных зон будет предлагаться Национальному агентству океанических и атмосферных исследований NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) и зарубежным агентствам, связанным с морской деятельностью.

По материалам сайтов JAXA, [nasaspaceflight.com](http://nasaspaceflight.com) и [Spaceflight Now](http://Spaceflight Now)

## Новый календарь

Издательский дом «Столичная энциклопедия» выпустил новый перекидной именной календарь на 2010 год «Деятели отечественной космонавтики, ракетно-космической науки и техники», посвященный космонавтике и ракетостроению. В календаре приведены биографические данные более полутора тысяч космонавтов и деятелей космической отрасли. По вопросу приобретения обращайтесь в редакцию. Стоимость календаря – 300 руб.

### КОСМОНАВТИКА И РАКЕТОСТРОЕНИЕ

Род. ВАННАДЗЕ Вахтанг Дмитриевич (1929). С 1977 по 1991 – генеральный директор НИО «Энергия». Лауреат Ленинской премии.

Род. ДРАГУН Дмитрий Константинович (1941). Ученый, рук. работ в области проектирования, сборки, пуска и эксперимент. исследования сложных конструкций. Профессор. Ген. директор и ген. конструктор ФГУП «ОКБ Вымпел». Лауреат Государственной премии.

Род. КАЖАРСКИЙ Виталий Витальевич (1935). Генерал-майор авиации. В 1986–1990 – первый зам. начальника Управления МО – гл. редактор Военного издательства.

Род. КАЛАБИН Владимир Фёдорович (1929). С 1969 – главный конструктор направления РКТ КБ «Арсенал» им. М.В. Фрунзе.

Род. ЛЕОНТЕНКО Александр Александрович (1934). В 1988–2008 – ген. директор и ген. конструктор ЦКБ ТМ. С 2008 – советник ген. директора. Лауреат Государственной премии РФ.

Род. РОМАШИН Александр Гаврилович (1934). Профессор. С 1978 по 2005 – генеральный директор ОНПП «Технологии». Лауреат Ленинской премии, премий СМ СССР, Правительства РФ.

Род. СКОКОВ Юрий Владимирович (1938). В 1986–1990 – генеральный директор НИПП «Клиппа» – директор ВНИИТ.

Род. ТЕЛИЦЫН Юрий Сергеевич (1945). С 1998 – 1-й заместитель генерального конструктора Государственного ракетного центра «КБ им. академика В.П. Маскеева». Лауреат премии Правительства РФ.

2010 ИД «Столичная энциклопедия» ИЮНЬ 2010 ВС



**А. Ильин, А. Краснянский специально для «Новостей космонавтики»**  
**Фото NASA**

В дни совместного полета с шаттлом экипаж станции жил по «перевернутому» графику. К примеру, предпоследний день совместных работ начался 6 сентября в 15:30 UTC и закончился **7 сентября** в 07:00.

В этот день, по сообщению ИТАР-ТАСС, на станции шли «сельхозработы»: командир МКС-20 Геннадий Падалка посадил в новый корневой модуль бортовой оранжереи «Лада-16» семена японской салатной капусты «мизуна». Урожай «зеленой массы» ожидается в первых числах октября.

По неофициальной информации, «сельхозработами» с семенами капусты по заданию Падалки занимался Роман Романенко.

«Мизуна» – не новичок на станции, ее уже выращивали экипажи МКС-5 и МКС-17. В этот раз планируется получить два урожая подряд в одном корневом модуле и посмотреть, как меняется биохимия растений. Ученым важно понять, сколько раз можно собирать урожай без ущерба для качества, и затем использовать этот опыт при создании оранжереи для длительных космических полетов.

В отличие от предыдущих экспедиций, когда экипаж укладывал урожай в специальные контейнеры и затем спускал на Землю, в этот раз зеленые листья, как и полученные в августе плоды редиса, заморозят в бортовом холодильнике американского сегмента (АС) при температуре -80°C. Затем укладки из холодильника поместят в жидкий азот и в состоянии глубокой заморозки доставят на борту шаттла в земные лаборатории, где интернациональные бригады российских, американских и японских специалистов проведут тонкие генетические и биохимические исследования «космических» листьев.

▼ **Женщина – и в космосе женщина:** с улыбкой на лице и с пылесосом в руках Николь Стотт занимается уборкой помещений



# Полет экипажа МКС-20

## Сентябрь 2009 года

### Экипаж:

**командир – Геннадий Падалка**  
**бортинженер-1 – Майкл Барратт,**  
**бортинженер-2 – Николь Стотт,**  
**бортинженер-3 – Роман Романенко,**  
**бортинженер-4 – Роберт Тирск,**  
**бортинженер-5 – Франк Де Винн**

**В составе станции на 01.09.2009:**  
**ФГБ «Заря»**  
**СМ «Звезда»**  
**Node 1 Unity**  
**LAB Destiny**  
**ШО Quest**  
**СО1 «Пирс»**  
**Node 2 Harmony**  
**АРМ Columbus**  
**JEM Kibo**  
**«Союз ТМА-14»**  
**«Союз ТМА-15»**  
**«Прогресс М-67»**

«Огород» на орбите – не просто источник свежей зелени, которой так не хватает космонавтам в длительном полете, но и психологическая разгрузка. Как признавались многие опытные космонавты, в ходе длительных полетов они готовы были часами любоваться произрастающими в оранжерее свежими ростками и цветами.

**7–8 сентября** российские космонавты проверили фидерный тракт антенны АКР-ВКА №1 радиотехнической аппаратуры сближения «Курс-П» на Служебном модуле, а файлы с результатами передали на Землю. Продолжилась укладка удаляемого оборудования в «Прогресс М-67».

В рамках медицинских обследований Падалка, Барратт и Романенко измерили объем голени. Дело в том, что космонавты за время полета теряют мышечную массу, а объем голени – своего рода индикатор этой потери. В течение длительного полета он может уменьшаться на 5 см и более. Интересно, что руки, в отличие от ног, не столь сильно теряют мышечную массу благодаря постоянной нагрузке. А вот ноги в невесомости практически не работают.

Далеко за полночь шестеро членов экипажа станции попрощались с астронавтами «Дискавери». «Удачного полета и мягкой посадки!» – пожелал им Геннадий Падалка.

**8–9 сентября** Николь Стотт уже в качестве бортинженера-2 занялась обслуживанием «мышинного домика» MDS: настроила аппаратуру для видеосъемки и обеспечила подопытных животных пищей и водой. В клетке №3 не работала автоматическая подача съедобных палочек, так что ее обитательницу пришлось кормить вручную.

«Дискавери» отстыковался по графику, в 19:26 UTC. Де Винн отснял уходящий корабль, а Барратт разгерметизировал гермоадаптер РМА2.

Космонавты продолжили укладку «Прогресса», а Падалка еще и заполнил вопросник по эксперименту

«Взаимодействие». Это исследование помогает разобраться в закономерностях поведения малой группы (космического экипажа) в длительном полете. Оно проводится на базе периодически заполняемых опросных тестов.

Стотт, Тирск и Де Винн участвовали в очередной тренировке по приему японского грузового корабля HTV. Темой занятия были отработка точного соблюдения временных рамок при работе в команде на этапе сближения и управление манипулятором SSRMS во время захвата цели. Тренировки продолжались и в последующие дни.

Шаттл ушел, и настало время вернуться от «перевернутого» графика к нормальному. Поэтому отдых экипажа продолжался целые сутки, с 06:30 среды до 06:00 четверга.

За это время в режиме телеуправления мобильный транспортер с манипулятором SSRMS был перемещен с рабочей позиции WS4 на WS5, откуда предстоит «ловить» корабль HTV. А российский сегмент (РС) МКС перешел с танкерных баков ФГБ на баки объединенной двигательной установки СМ.

Не побеспокоило экипаж и сближение с космическим объектом 30535 – одним из обломков китайского спутника «Фэнъюнь-1С», образовавшихся в результате испытания противоспутниковой системы в январе 2007 г. 9 сентября он прошел вблизи МКС несколько раз, и два пролета поначалу считались потенциально опасными: в 08:37 и в 10:08. Однако уже накануне расчеты показывали, что минимальное расстояние составит около 100 км в первом случае и 20 км во втором.

Представитель ЦУП-М так прокомментировал это событие: «Расстояние до обломков весьма приличное, поэтому маневра по уклонению МКС не будет. Обычно такое решение принимается совместно с американскими специалистами по контролю за космическим пространством: они заранее предупреждают наших баллистиков, которые рассчитывают орбиту полета станции».

День **10 сентября** Майкл Барратт начал с подготовки Шлюзового отсека Quest к возможному внеплановому выходу для аварийных операций с HTV. Он пустил в ход погло-

Бортовое фото специально для НК

титель углекислоты, убрал оставшиеся после предыдущих выходов в открытый космос инструменты и подготовил оборудование. Чуть позже Майкл, Николь и Роберт обсудили сценарии возможных аварийных ВКД. Затем Тирск подготовил системы съемки и передачи видеoinформации для работы с НТВ на близкой дистанции.

Танкерные баки ФГБ дозаварили из баков системы дозаварки «Прогресса М-67»: было перекачено 196 кг горючего и 363 кг окислителя. Объем МКС наддули воздухом на 10 мм рт.ст. (до 764 мм) из первой секции средств подачи кислорода «Прогресса М-67».

По российской научной программе возобновились исследования физиологических функций организма во время сна в рамках эксперимента «Сонокард».

В этот день в устройстве для экспериментальной клеточной биологии CBEF японского модуля JPM начался новый эксперимент Space Seed по изучению жизненного цикла высших растений в невесомости. Стотт поместила восемь образцов с семенами в два инкубатора (один для выращивания в условиях микрогравитации, другой – при нормальной силе тяжести) и запустила экспериментальную установку, включив регистрирующий компьютер.

Николь также выступила в роли подопытной для интегрированного изучения сердечно-сосудистой системы ICV (Integrated Cardiovascular). Ей помогал Франк Де Винн, чьи обязанности включают и функции «судового доктора». На этом испытания Стотт не закончились – ей пришлось участвовать и в эксперименте BISE (Bodies in the Space Environment – объекты в космосе). Глядя в тубус с ограниченным полем зрения, она должна была не ошибиться в указании положения проверочных предметов на фоне сгенерированного компьютером изображения, намеренно сбивающего исследователя с толку.

В 17:01:46 UTC с космодрома Танэгасима стартовал первый японский грузовик НТВ.

**11 сентября** состоялся межбортовой тест аппаратуры телеоператорного режима управления (ТОРУ) СМ и «Прогресса М-67» – замечаний не было. Экипаж завершил укладку в грузовик удаляемого оборудования.

Продолжились российские эксперименты «Сонокард» и «Сейнер»; в рамках последнего осуществляется поиск и исследование промыслово-продуктовых районов Мирового океана.

▼ Геннадий Падалка фиксирует результаты образовательного эксперимента «Физика-Фаза» по исследованию процесса полного разделения фаз газожидкостной мелкодисперсной системы в условиях микрогравитации под воздействием диффузии и сил поверхностного натяжения жидкости

**12 сентября.** Очередные работы на станции: ежедневное техническое обслуживание беговой дорожки TVIS; завершение сессии эксперимента «Сонокард».

Николь Стотт получила «боевое крещение» в рамках эксперимента Nutrition. Барратт помог ей взять образец венозной крови, необходимой для изучения динамики метаболизма костной ткани, гормональных изменений и данных о питании члена экипажа.

После трехчасовой субботней уборки станции настала очередь Майкла стать подопытным в исследовании BISE, Николь же его фотографировала.

**13 сентября,** несмотря на выходной, экипаж занимался наукой. Российские космонавты наблюдали Землю по экспериментам «Сейнер» и «Экон» (оценка экологической обстановки), а в рамках эксперимента «Матрешка-Р» (исследование радиационной обстановки на трассе полета и на борту МКС) сняли показания детекторов типа «бабл-дозиметр» и сбросили информацию в ЦУП. Николь была занята сбором анализов и клиническими наблюдениями над собой по программе Nutrition.

**14 сентября** – снова день науки. С началом новой недели Барратт, Стотт, Тирск и Де Винн надели приборы ActiWatch и начали очередную недельную сессию эксперимента SLEEP (изучение влияния условий космического полета на сон и разработка эффективных мер противодействия бессоннице). За исключением Николь, каждый из них уже участвовал в этом эксперименте.

Роберт Тирск, сверх того, принял перед завтраком пилюлю алендроната по программе эксперимента Biophosphonates.

Падалка, Барратт, Романенко, Тирск и Де Винн провели тест O-ОНА (On-Orbit Hearing Assessment), а если проще – проверку слуха. Николь Стотт потренировалась в оказании экстренной помощи больному с пострадав-



▲ «Этот парень с гитарой»

шим глазом и под руководством Франка ознакомилась с конструкцией и работой «операционного стола» CMRS (Crew Medical Restraint System).

Исследовательскую работу на станции продолжил эксперимент «Плазма-МКС».

Электрические разряды, проходящие через плазменное окружение МКС и обусловленные высоковольтным потенциалом солнечных батарей АС, могут оказывать воздействие на электрический потенциал корпуса станции и изменять условия работы размещенной снаружи электронной аппаратуры, а также влиять на безопасность работы космонавтов при ВКД.

Эксперимент «Плазма-МКС» позволит уточнить физическую модель плазменного окружения МКС, скорректировать условия эксплуатации изделия, предсказать неблагоприятные периоды для ВКД, а также дать оценку возможному негативному воздействию возникающих токов на целостность отдельных конструктивных элементов МКС.

В эксперименте применяется спектроскопическая ультрафиолетовая система «Филалка-МВ-Космос» (она же задействована и в «Релаксации»). Аппаратура состоит из блока УФ-камеры, блока спектрометра, видеокамеры Sony, используется штатный бортовой лэптоп.

Помимо исследования плазменного окружения, по российской программе космонавты проверили оборудование оранжей «Лада» и зарядили аккумуляторные батареи аппаратуры «Русалка» (ручной спектральный анализатор компонентов атмосферы). С помощью этого эксперимента россияне отработывают методику измерения воздействия парниковых газов на атмосферу Земли.





▲ Утренний джоггинг Николь Стотт

**15 сентября** баки высокого давления ФГБ дозаврали из баков «Прогресса М-67». Состоялись сессии экспериментов «Пилот-М» (с использованием комплекса «Нейролаб»), «Русалка» и «Ураган».

В рамках «Пилота-М» исследуются индивидуальные особенности регулирования психофизического состояния и надежности профессиональной деятельности космонавтов. А «Ураган» призван повысить эффективность прогнозирования землетрясений, извержений вулканов, наводнений, лесных пожаров, ураганов и других катастроф.

Николь Стотт вместе с Тирском и Де Винном завершила серию операторских тренировок по захвату и стыковке транспортного корабля НТВ. После этого состоялась видеоконференция экипажа и ЦУП-Х с целью инструктажа по циклограмме операций дня стыковки с японским грузовиком.

ЦУП-Х начал рабочую проверку режима автоматического слежения поворотного узла солнечной батареи SARJ правого борта. Тестовый режим поддерживался в течение 10 дней, вплоть до 25 сентября, с перерывами во время критических операций (таких, как стыковка НТВ). Задача эксперимента – определение показателя надежности работы узла при большом значении солнечного угла  $\beta$ .

**16 сентября** Геннадий Падалка и Майкл Барратт измерили свой рост и примерили индивидуальные ложементы «Казбек» (НК № 10, 2009, с. 2). Кстати, на американском сегменте

есть тренажер, благодаря которому удастся прекратить ненужный рост позвоночника.

Геннадий и Майкл должны вернуться на Землю на корабле «Союз ТМА-14» 11 октября.

Падалка и Романенко занимались экспериментами «Сейнер», «Ураган» и «Пневмокард» (исследование влияния факторов космического полета на вегетативную регуляцию кровообращения, дыхания и сократительную функцию сердца в длительном космическом полете).

Барратт, Стотт и Тирск во второй половине дня готовили аппаратуру японского комплекса Kibo, в том числе роботизированную «руку» JEM RMS, к операциям после стыковки НТВ. Кроме того, они подготовили к использованию ручной лидар для контроля расстояния до НТВ во время сближения. На корабле имеется собственная система определения дальности, но резерв не повредит.

Обслуживая установку MDS, Николь добавила мышкам свежей воды. А возможность пообщаться по любительскому радио со школьниками, собравшимися на «Бельгийскую неделю космоса – 2009», выпала, конечно же, бригадному генералу виконту Де Винну.

**17 сентября** перед стыковкой японского грузового корабля к МКС экипаж станции еще на двое суток перевели на «сдвинутый» режим труда и отдыха. Подъем был намечен на 12:30, а отбой на 04:00 UTC 18 сентября.

Рабочая ночь россиян выдалась весьма насыщенной: Геннадий и Роман выполнили несколько научных экспериментов и ряд операций по обслуживанию станции. Командир продолжил готовить «Прогресс» к расстыковке: выполнил продувку и вакуумирование заправочных устройств грузовика.

После работ с ТКГ Падалка и Романенко сделали многочисленные фото- и видеосъемки поверхности Земли в заданных районах в рамках эксперимента «Ураган». Затем командир уделит время эксперименту «Релаксация».

Несмотря на свое название (от лат. *relaxatio* – отдых от работы, развлечение, уменьшение напряжения), эксперимент вовсе не означает передышку в работе. Релаксацией называется процесс перехода молекул из возбужденного состояния в стабильное – при этом происходит излучение.

Проблема, изучению которой посвящен эксперимент, состоит в следующем. Работа двигательных установок (ДУ) космических аппаратов сопровождается выбросом в окружающее пространство отработанных продуктов сгорания ракетного топлива. На орбитальных высотах этот выброс существенно сказывается на состоянии земной атмосферы и собственно внешней атмосферы косми-

ческого аппарата, что может влиять на элементы станции (иллюминаторы, солнечные батареи и пр.).

Первоначально взаимодействие выхлопа двигательной установки с атмосферой изучалось в ближнем поле выброса, то есть в облаках, расположенных недалеко от среза сопла. Однако было обнаружено, что активное взаимодействие выхлопов ДУ с атмосферой происходит и на больших расстояниях. Внешне взаимодействие проявляется в возникновении крупномасштабного свечения, простирающегося на несколько километров.

Впервые такое свечение наблюдали космонавты 30-14 А. А. Серебров и В. В. Циблиев в 1993 г. с борта станции «Мир» при работе ДУ «Прогресса». Для наблюдений использовалась камера с усилителем изображения «Фиалка», работающая в ультрафиолетовой области спектра (250–340 нм).

Этой проблемой занимались и американцы, потому что крупномасштабное свечение выхлопа на значительном удалении наблюдается и при работе ДУ шаттлов. Специалисты проводили наблюдения в дальнем поле выхлопа с наземной станции слежения, расположенной на Гавайских островах, что ограничивало рабочий диапазон лишь ближней УФ-областью спектра (длина волны >320 нм).

На борт МКС аппаратура «Фиалка-МВ-Космос», используемая для получения видеоизображения выхлопов двигательных установок в УФ-диапазоне и регистрации их спектров, была доставлена 25 марта 2002 г. на ТКГ «Прогресс М1-8».

Эксперименты по наблюдению выхлопов ДУ проводятся в основном на теневых участках орбиты, а пять-шесть сеансов организуются на момент прохождения станцией терминатора. Наблюдение атмосферных образований и явлений осуществляется в условиях, когда приблизительно 30% времени эксперимента приходится на освещенный участок орбиты, 50% – на терминатор, 20% – на теневой. Сеансы наблюдения планируются, как правило, в штатных ориентациях МКС.

Но вернемся к другим экспериментам. У Романенко «арсенал» научных исследований отличается разнообразием: это и медицинский эксперимент «Дыхание», и психологический «Взаимодействие», и геофизический «Русалка», и биологический «Растения-2».

Разработанный в Институте медико-биологических проблем РАН, эксперимент «Дыхание» использует комплекс аппаратуры «Дыхание-1». Регистрируя более 40 параметров внешнего дыхания человека, он помогает составить общую картину состояния легочного аппарата у космонавтов при длительном пребывании в невесомости.

По эксперименту «Растения-2» Роман передал на Землю данные о росте японской салатной капусты «мизуна», недавно посаженной в бортовую оранжерею «Лада».

Вечером 17 сентября начались работы по пристыковке японского грузового корабля НТВ к МКС. Ведущая роль в этом событии принадлежит Николь Стотт, которая успешно осуществила захват НТВ при помощи манипулятора SSRMS. В этом ей помогли Роберт Тирск и Франк Де Винн, а Майкл Барратт снимал процесс захвата и стыковки посредством камкордера.



# Сентябрьская космическая демонстрация НТВ

И. Чёрный.  
«Новости космонавтики»

## Автономный полет и обеспечение безопасности

Основными задачами автономного полета НТВ стали демонстрация функционирования систем корабля в условиях реальной миссии, подтверждение возможности безопасного сближения с МКС, а также осуществление сближения и стыковки со станцией.

Миссия НТВ была вписана в историю мировой космонавтики в качестве:

- ❖ первого японского запуска к пилотируемой космической станции;
- ❖ первого запуска беспилотного транспортного средства, имеющего два типа грузовых отсеков – герметичный и негерметичный\*;
- ❖ первой попытки сближения крупногабаритного японского КА с другим объектом;
- ❖ первого захвата манипулятором космической станции свободнолетающего КА;
- ❖ первой стыковки беспилотного транспортного средства к причалу модуля американского сегмента МКС.

На этапе от старта НТВ до его входа в зону сближения с МКС управление полетом корабля осуществлял японский центр управления в Космическом центре Цукуба. Прием телеметрии и выдача команд на борт корабля осуществлялись напрямую или через американские спутники-ретрансляторы TDRS. Участок автоматического подхода и причаливания контролировал экипаж МКС, имея возможность выдать аварийные команды по линии межбортовой связи со специального пульта НСР (Hardware Command Panel) системы мониторинга НСМ (НТВ Crew Monitoring).

Идеология обеспечения безопасности НТВ предусматривала демонстрацию всех критически важных для безопасности функций кораб-

ля в автономном полете до того, как эти функции будет необходимо применить\*\*. На этапе до сближения с МКС полетное задание включало проведение 12 «демонстраций» возможностей НТВ. На шестой день полета был запланирован детальный обзор результатов, после которого группа управления МКС принимала решение о сближении со станцией.

Инженеры разработали циклограмму сближения, имеющую несколько «ворот», или точек принятия решений, когда операторы имеют время на анализ эффективности работы ключевых систем. «Даже в день сближения и захвата осуществляются несколько дополнительных демонстраций, для которых мы подготовили конкретные критерии успеха. Все это будет оцениваться в режиме реального времени, – говорит Дана Вейгел (Dana Weigel), ведущий руководитель полета НТВ от NASA. – Общая философия в том, что в любой момент, когда в данной критической системе больше нет резерва по отказам, аппарат автоматически прерывает выполнение задачи».

Одним из главных приоритетов безопасности было надежное прекращение автоматического сближения со станцией в случае возникновения тех или иных проблем на корабле или на станции. Бортовая программа НТВ предусматривала целый ряд условий для автоматического прерывания процесса сближения. Земля также могла инициировать «каборт» при нарушении предельных допусков на параметры траектории сближения или в случае серьезных отказов на МКС (например, при потере ее ориентации).

Для аварийного увода НТВ выдавал импульс скорости не менее  $\Delta V = 1.2$  м/с, гаран-

тирующий непопадание в пределы эллипсоида подхода размером  $4 \times 2 \times 2$  км в течение следующих 24 часов. (Вместо выдачи импульса увода при том же условии мог использоваться пропуск очередного маневра.)

На завершающих этапах сближения экипаж МКС вел непрерывный мониторинг состояния систем и кинематических параметров НТВ. Астронавты имели возможность в любой момент остановить процесс сближения корабля и станции, причем в случае выхода корабля за пределы заданного «коридора» на дальности менее 300 м и отсутствии связи с ЦУП-Х обязаны были сделать это самостоятельно.

Для этого на рабочем месте оператора манипулятора RMS в модуле Destiny был установлен пульт НСР, обеспечивающий выдачу на НТВ четырех команд: Hold («Зависание»), Retreat («Отвод»), Abort («Увод») и Free Drift («Дрейф»). Первая обеспечивала зависание корабля с нулевыми скоростями относительно станции, вторая – отвод вниз на расстояние 30 или 100 м, в зависимости от исходного положения, третья – аварийный увод, четвертая вводила запрет работы двигателей НТВ на период его захвата манипулятором.

Важность эксперимента с первым НТВ была обусловлена тем обстоятельством, что этот корабль впервые должен был сближаться с МКС и стыковаться с ней посредством роботизированного манипулятора. По мнению NASA, подобные методы стыковки найдут широкое применение в будущих миссиях, в частности в задачах снабжения станции с помощью кораблей, создаваемых частными фирмами в рамках программы COTS.

«Мы не только получим новую систему – мы собираемся испытать методы, которые понадобятся в будущем», – подчеркнул менеджер программы МКС Майкл Суффредини (Michael T. Suffredini) во время пресс-конференции накануне запуска НТВ.

\* Формально этому критерию отвечает и «Прогресс», но в его негерметичном отсеке находятся только баки с топливом и водой.

\*\* Аналогичные тесты проводились в полете европейского «грузовика» ATV в марте 2008 г.

## Хроника демонстрационного полета

Итак, **10 сентября** в 17:16:52 UTC первый HTV был выведен на орбиту высотой 189×298 км. Аппарат установил связь с центром управления в Цукубе через спутник TDRS. Крупное замечание было только одно: датчик Земли не смог захватить горизонт за положенное время. На дальнейший ход полета отказ не повлиял, так как этот прибор использовался только на послепусковом участке. В 17:42 UTC была сформирована двухосная стабилизация HTV, а в 18:16 – трехосная.

**Во второй день** полета\* корабль выполнил первый маневр фазирования орбиты, состоявший из трех импульсов. Импульс PM1 с приращением скорости  $\Delta V=6.64$  м/с был выдан маршевыми двигателями 11 сентября начиная с 00:34:10 UTC. Импульс M1 состоялся в 02:04:08 с использованием двигателей RCS и обеспечил  $\Delta V=0.18$  м/с; импульс PM1' в 02:49:01 был почти незаметным – 0.0075 м/с. В результате HTV поднял свою орбиту до 207×302 км.

Сразу после выдачи импульса PM1 бортовая система обнаружения, исключения и парирования ошибок FDIR (Fault Detection, Isolation & Recovery) выявила несоответствие в данных гироскопа A (Gyro-A) по угловой скорости в канале рысканья. После исключения этих данных система управления КА работала штатно. Подключение Gyro-A после микроманевра PM1' также не вызвало никаких проблем. Инженеры сочли, что причиной сбоя стало задание слишком жестких границ по этому параметру на период работы основных двигателей корабля.

**12 сентября** в период с 01:12 до 07:34 проводились эксперименты, связанные с аварийным уводом корабля от станции. HTV продемонстрировал варианты пассивного увода под управлением процессора и контроллеров ввода-вывода компьютера GCS и три разных маневра уклонения от столкновения, в том числе от блока аварийного увода ACU. Кроме того, был проведен тест коррекции большого отклонения ориентации и испытан режим дрейфа. Эксперименты завершились небольшим тормозным импульсом MD1, задавшим нужную угловую скорость движения HTV относительно станции.

В ходе «демонстрации» HTV функционировал в полном объеме, все системы работали штатно. В этот и последующие дни в работе систем корабля были выявлены лишь две незначительные аномалии:

① несинхронность опроса гироскопов комбинированным навигационным блоком SIGI и управляющей программой бортового компьютера GCS могла вновь вызвать ошибку по угловой скорости;

② расходились навигационные решения на выходе SIGI на HTV и фильтров GPS-датчиков на японском модуле станции.

Ни одна из них не несла угрозы для станции, но могла бы повлечь автоматическую отмену сближения при превышении допустимых пределов.

Оценки JAXA и NASA показали, что первая из этих проблем не должна быть критичной, за исключением случая неудачного за-

хвата HTV манипулятором MKC, когда она может вызвать без необходимости увод корабля. Чтобы избежать этого, было решено заблокировать во FDIR проверку соответствующих параметров перед выдачей разрешения на захват. Адекватную защиту от реальных неисправностей обеспечивали другие варианты проверки гироскопов, так что специалисты не видели в блокировке данного теста дополнительного риска.

Вторую проблему решить не удалось, однако специалисты отметили, что после перезапуска всех четырех задействованных систем расхождение началось лишь примерно через 24 часа. JAXA согласилось повторить перезагрузку всех четырех фильтров системы GPS-навигации после маневра PCM3, за 14 часов до расчетного момента захвата, чтобы снизить вероятность сбоя во время критических операций с формированием команды «Увод».

Здесь группа управления MKC шла на риск, но риск оправданный: запасов топлива и газов на HTV хватало на три попытки сближения, так что один автоматический «аборт» не означал бы потери корабля. Заряда первичных батарей корабля было достаточно для выполнения штатного «рандеву» и еще трех повторных попыток сближения на протяжении 48 часов, а также для «ночевки» в зоне паркинга и на 12 часов пребывания в составе MKC без подключения к общей сети питания.

После оценки результатов «демонстрации» **15 сентября**, в шестой день полета, группа управления полетом MKC дала японскому ЦПУ «добро» на выполнение сближения и подхода к станции.

Еще до этого корабль выполнил коррекцию фазирования MD2 (по разным источникам, она была проведена 14 сентября в 09:12 или на следующий день в 03:07) и маневр PCM1 (15 сентября в 18:51). На высоте полета HTV они почти не сказались.

**16 сентября**, в седьмой день, была выполнена коррекция высоты орбиты HAM1 (Height Adjustment Maneuver). В 00:04 двигателя корабля обеспечили выдачу импульса с расчетной величиной  $\Delta V=23.7$  м/с. За ней последовали коррекции M2 (в 01:31) и PM2 (в 02:18). В результате HTV перешел на орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.64°;
- высота в перигее – 305 км;
- высота в апогее – 324 км;
- период обращения – 90.74 мин.

### ▼ Экипаж наблюдает за сближением японского грузовика



**17 сентября** после небольшой коррекции M3 были проведены два маневра SM1 и SM2 (приблизительно в 01:32 и 02:23) для выхода на коэллиптическую орбиту высотой 321×346 км, немного ниже MKC.

В 09:26 был выполнен маневр коррекции высоты HAM0 с расчетным приращением  $\Delta V=2.7$  м/с, а затем дополнительный маневр SM3, что позволило кораблю выйти в точку в 5 км ниже и в 23 км позади MKC. Между станцией и HTV была установлена прямая радиосвязь.

### Финальное сближение

На отметке 23 км проходила граница зоны действия системы радиосвязи между HTV и MKC, включающей блок PLS на корабле и аппаратуру PROX на станции.

В состав PROX входили:

- ❖ приемопередатчики двусторонней командной, телеметрической и информационной радиолинии, процессоры обработки сигналов и навигационные GPS-приемники в стойке ICS японского модуля JPM;
- ❖ две антенны двусторонней радиолинии на его внешней надирной поверхности;
- ❖ антенны GPS-приемников на верхнем днище японского грузового модуля JLP;
- ❖ пульт представления информации о состоянии систем HTV на базе персонального компьютера в модуле Destiny;
- ❖ пульт НСР для выдачи аварийных команд в модуле Destiny;
- ❖ кабели, соединяющие стойку ICS с внешними антеннами и с пультами в Destiny.

Важнейшей для этапа сближения и подхода функцией PROX являлась передача на HTV текущих данных навигационных GPS-приемников. По ним и по данным собственных приемников SIGI навигационная система корабля вычисляла относительное расстояние между HTV и станцией.

На малых дистанциях погрешность относительной GPS-навигации была недостаточна, и HTV использовал два лазерных дальнометрических датчика RVS (RendezVous Sensor), которые посылали импульсы в два лазерных отражателя LRR (Laser Radar Reflector), установленные на нижней части модуля JPM. Это позволяло достаточно точно определить текущее расстояние и ориентацию подходящего корабля. (Аналогичная лазерная система сближения была испытана в марте 2008 г., когда к MKC стыковался европейский грузовик ATV; НК №5, 2008.)

\* Дни полета HTV были «привязаны» к графику работы экипажа MKC.

В 12:28 НТВ сделал последний маневр подъема орбиты НАМ2, а в 13:59 вышел в точку в 5 км позади станции, уравнивая свою скорость с нею и в течение полного витка оставался в этой позиции.

В 15:31 МКС заняла необходимую орбитальную ориентацию, и японский корабль начал окончательное сближение с ней.

В 16:38 НТВ прибыл в контрольную точку, находящуюся в 500 м ниже станции и продолжил подход на основании данных лазерного дальномера.

В 16:48 корабль выполнил зависание на расстоянии 300 м. До этого он шел верхней частью к МКС и хвостовой по вектору скорости в готовности выдать тормозной импульс увода. С дальности 300 м аварийный увод должен был делаться на разгон, поэтому НТВ развернулся на 180° по рысканью. Перед этим была отмечена высокая температура двигателей одного из контуров, и пришлось переключиться на второй.

В 17:48 корабль возобновил подход. Движение продолжалось несколько минут и в 18:00 было остановлено экипажем МКС для проверки режимов отвода и зависания. Корабль послушно выполнил их.

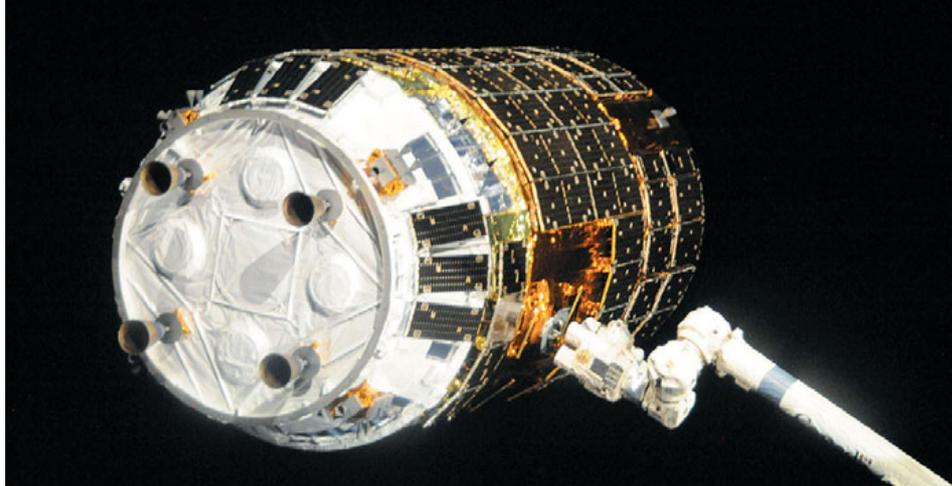
В 18:15 с разрешения Земли НТВ возобновил подход и в 18:44 остановился в 30 м от станции. В этой точке проводились окончательные проверки его систем; Стотт, Тирск и Де Винн выдвинули манипулятор в зону захвата.

### Необычная стыковка

В 19:05 корабль возобновил сближение со скоростью примерно дюйм в секунду и в 19:27 достиг зоны захвата в 9 м прямо под станцией. Астронавты осмотрели и засняли стыковочный узел НТВ, чтобы выявить возможные повреждения или наличие посторонних объектов, которые могут помешать стыковке, и установили на надирный порт Harmony осевую стыковочную видеокамеру.

По команде экипажа корабль «лег в дрейф», что означало отключение всех двигателей в ожидании захвата. Ориентация станции поддерживалась только гиродинами: работу двигателей заблокировали, чтобы не вносить возмущений в динамику процесса.

Со входом в тень в 19:44 Николь Стотт получила разрешение и в 19:47 в ночном полете над Румынией захватила манипулятором японский грузовик. Трудность этой операции состояла в том, что КА находился в зоне захвата с остаточными линейными и угловыми



▲ Руководители полета НТВ Кодзи Яманака (слева) и Дан Асо (в центре) имеют все основания радоваться: первый НТВ благополучно дошел до станции и захвачен манипулятором SSRMS

скоростями и нужна была немалая сноровка, чтобы его «подцепить». Миссис Стотт с успехом справилась с задачей. В 19:51 инженеры подтвердили, что автоматическая «рука» твердо держит НТВ, и в Центре управления в Хьюстоне раздалися аплодисменты.

Затем канадский астронавт взял управление манипулятором на себя и в 21:41 начал перенос НТВ к причальному механизму в надирной части модуля Harmony. В 22:10 был зарегистрирован захват корабля защелками стыковочного механизма, а в 22:26 UTC стяжные болты надежно соединили НТВ и МКС – и NASA объявило стыковку завершеной! ЦУП-Х взорвался овациями.

Но для японских операторов еще не все было кончено. Сделав наддув полости стыка, в 01:30 Де Винн открыл люк со стороны Node 2 и подключил кабели питания НТВ и передачи данных. Тем временем, освободив захват SSRMS ровно в полночь по Гринвичу, Стотт и Тирск перевели «руку» вдоль корпуса транспортника к проему негерметичного

отсека и выполнили захват находившейся там грузовой платформы EP.

В 01:49 они смогли подтвердить подачу питания с МКС на НТВ и обмен данными и объявили стыковку завершеной.

На случай непредвиденных обстоятельств при подходе и стыковке был подготовлен план выхода Николь Стотт и Майкла Барратта, но он не потребовался. Астронавты, заслуженно радуясь хорошо сделанной работе, сделали несколько заявлений.

«Это реальный пример международного сотрудничества,

когда японская техника была захвачена канадским манипулятором, которым управляли американские и европейские астронавты, а безопасностью операций руководил парень из Канады под общим руководством русского командира», – сказал бортинженер МКС Франк Де Винн.

«Это было удивительное время. Мы так счастливы, что у нас в руках эта прекрасная техника, и мы будем очень рады собраться здесь завтра и отыскать подарки, которые, я уверена, вы положили в корабль для каждого из нас», – поведала Николь Стотт, обращаясь к японским операторам.

Таким образом, первый и наиболее важный этап миссии НТВ завершился успешно. Автономный полет корабля, хоть и не без оговорок, был классифицирован как «почти безупречный». В составе орбитального комплекса грузовик пробудет до конца октября.

По материалам JAXA, NASA, spaceflightnow.com и nasaspaceflight.com

## Выходные и будни

А. Ильин, А. Краснянский

**18 сентября** в 16:20 состоялось закрытие и контроль герметичности переходных люков между агрегатным отсеком (АО) СМ и «Прогрессом М-67».

В тот же день в 18:23 были открыты переходные люки между Node 2 и НТВ, и через две минуты Николь Стотт, Роберт Тирск и Франк Де Винн впервые вплыли в него. Они демонтировали блок управления механизмами стыковочного узла, принявшего НТВ, проложили межмодульные коммуникации в просвете люка, а также перенесли туда кни-

гу аварийных процедур, огнетушители и портативные дыхательные аппараты, чтобы обеспечить безопасные условия работы внутри нового помещения. Романенко взял пробы воздуха на борту грузовика прибором АК-1М. Наверное, поискал экипаж и приготовленные подарки, но «официально» разгрузку японского грузовика астронавты начали только в понедельник 21 сентября.

А пятничная работа с прибывшим и отбывающим грузовиками не помешала текущим экспериментам: Роман вновь снял показания «бабл-дозиметра» «Матрешки», а Майкл провел обслуживание скафандров

EMU №3006 и №3009. Продолжалась съемка Земли в рамках эксперимента «Ураган».

ЦУП-Х выдал предупреждение о возможном опасном сближении 19 сентября в 17:28 с объектом 35438 – одним из обломков спутника «Космос-2251», образовавшимся в результате печально известного столкновения с американским КА Tridium 33 (НК №4, 2009). ЦУП-М подтвердил готовность к маневру расхождения с космическим мусором при помощи ДУ «Прогресса М-67» путем оперативной загрузки соответствующих уставок в БЦВМ транспортного корабля (что оказалось необходимо, поскольку узел сопряжения УС-21 уже был демонтирован). К счастью, дальнейшее уточнение траектории обломка позволило отказаться от маневра.

В выходные **19–20 сентября** космонавты убрали станцию, наблюдали Землю по экспериментам «Ураган», «Экон» и «Сейнер», контролировали рост «мизуны» в бортовой оранжерее.

Франк Де Винн начал очередную сессию эксперимента Nutrition («Питание»), присоединившись к Николю и Роберту. Затем Стотт, Тирск и Барратт совместно и добровольно поработали по экспериментальной программе: эксперимент BISE, запись видеоурока на тему «масса и вес», эксперимент IRIS.

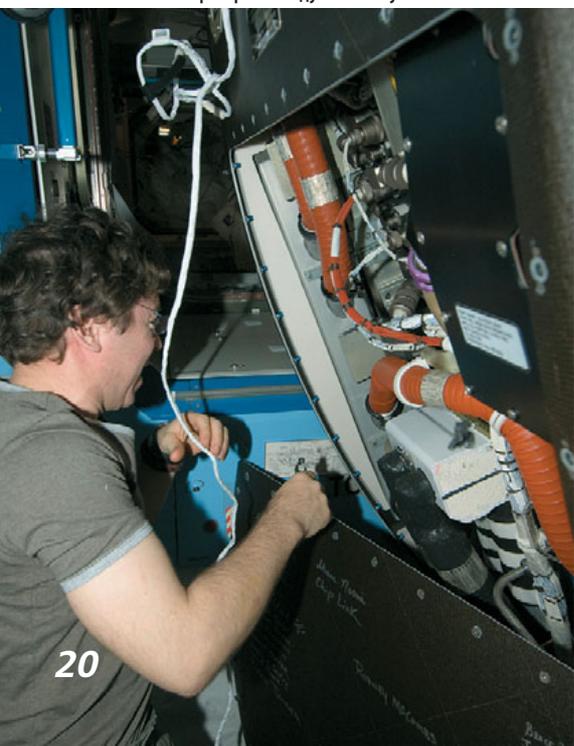
Эксперимент Images Reversal In Space (IRIS) – переворот изображений в космосе – разработан студентами Международного космического университета в качестве дипломной работы и посвящен изучению влияния микрогравитации на восприятие предметов в объеме. Результаты предполетных экспериментов с Бобом Тирском и июльской серии дали основание полагать, что человек в космосе воспринимает объем лучше, чем на Земле. Он же проводил эксперимент и 19 сентября.

В субботу Де Винн осматривал сепаратор водяного конденсата, вооружившись очками-монитором, гарнитурой с микрофоном, ноутбуком и камерой Canon G1, соединенными по условиям эксперимента WEAR (Wearable Augmented Reality) в аппаратно-программный комплекс «расширенной реальности». Так называется демонстрационная технология, предназначенная для облегчения различных видов деятельности на борту МКС. Испытатель, надев на себя аппаратуру WEAR, может сверяться с инструкциями и руководствами, не отвлекаясь от работы, путем выдачи голосовых команд. Кроме того, на полупрозрачный экран, расположенный перед глазами космонавта, проецируется полезная в контексте текущей деятельности информация.

В субботу команда МКС провела ручную фотосъемку района наводнения в котловине Этоша (граница Намибии и Анголы) в отраженном солнечном свете. Эти снимки помогут определить границы разлива местных рек.

В воскресенье Де Винн участвовал в немецкой телепередаче «День космоса», пообщавшись при помощи двусторонней видеотрансляции с участниками программы в Европейском центре астронавтов.

▼ Майкл Барратт работает 22 сентября в Лабораторном модуле Destiny со стойкой ARS



Маневры «Прогресса М-67» для эксперимента «Плазма-Прогресс»								
№	Дата	Время включения СКД, ДМВ	Импульс ΔV, м/с	Длительность работы СКД, сек	Параметры орбиты после маневра			
					i	h, км	H, км	P, мин
1	21.09.2009	13:32:03	5.20	10.0	51.66°	341.36	363.82	91.35
2	22.09.2009	13:55:28	5.20	10.0	51.66°	336.28	362.20	91.32
3	23.09.2009	12:43:19	2.60	6.3	51.66°	333.57	361.03	91.30
4	24.09.2009	13:05:59	2.61	6.3	51.66°	330.88	362.68	91.31
5	25.09.2009	13:53:39	5.20	10.01	51.66°	333.65	362.28	91.30
6	26.09.2009	12:16:22	5.24	11.3	51.66°	334.56	364.89	91.32

### Завершение полета «Прогресса М-67»

**21** сентября корабль «Прогресс М-67» отстыковался от агрегатного отсека Служебного модуля «Звезда».

Команда на открытие крюков была выдана в 10:22:00, а отделение произошло в 10:24:56 ДМВ (07:24:56 UTC). Ровно через три минуты грузовик включил двигатели причаливания и ориентации ДПО и выполнил 15-секундный тормозной маневр (величина импульса – 0.65 м/с) для увода от станции, которая находилась на орбите высотой 342.58×370.03 км.

«Прогресс М-67» находился на орбите немного ниже МКС еще шесть суток с целью проведения геофизического эксперимента КПТ-13 «Плазма-Прогресс», цель которого – исследование наземными средствами наблюдения (радар некогерентного рассеяния Института солнечно-земной физики Сибирского отделения РАН вблизи поселка Мишелевка Иркутской области) отражательных характеристик плазменного окружения космического аппарата при работе бортовых двигателей. Для этого в период с 21 по 26 сентября было выполнено шесть включений сближающе-корректирующего двигателя.

**27 сентября** в 12:32:00 на 1025-м витке полета «Прогресс М-67» запустил двигатель на торможение (продолжительность работы – 165.9 сек, величина импульса – 87.68 м/с). Корабль сошел с орбиты и прекратил свое существование в плотных слоях земной атмосферы. Несгоревшие элементы его конструкции упали в южной части Тихого океана примерно в 3630 км юго-восточнее города Веллингтон (Новая Зеландия) в районе с координатами 47° 18' ю. ш. и 139° 48' з. д.

Подготовил А. Красильников по данным баллистика ЦУП-М А. Куреева

### Между «Прогрессом» и «Союзом»

А. Ильин, А. Краснянский

**21 сентября** после ухода грузового корабля у экипажа МКС состоялась комплексная тренировка по парированию быстрой разгерметизации станции. Такие учения обычно проводятся в период пересменки, чтобы ввести в курс дела вновь прибывших, и еще пару раз за полет, чтобы освежить навыки. Аналогичный тренинг необходим и при переконфигурации станции. На борту есть документация с подробными инструкциями, что делать в той или иной нештатной ситуации. Специалисты ЦУПов задают космонавтам начальные условия – в каком отсеке станции датчики зафиксировали разгерметизацию – и экипаж устраняет неисправность.

В тот же день начались операции по разгрузке и загрузке НТВ. Общая вместимость

японского корабля составляет около 6 тонн. Чтобы работа по перемещению грузов на борт МКС и одновременно собранного мусора в обратном направлении не создавала пробок, суеты и путаницы, наземные специалисты разработали особую «хореографию работ», составив контрольные карты и списки для команды станции.

Первым заданием было извлечение стойки JRSR и доставка ее в японский модуль JPM. В обратном направлении перенесли медицинскую стойку СНЕCS-1, которая отработала своё и подлежала утилизации. (Информация о возврате ее на Землю в полете STS-128, прошедшая в №10, к сожалению, оказалась ошибочной.)

Экипаж не забывал и о научной программе: продолжались эксперименты Biophosphates и ICV. Были сделаны замеры уровня шума в разных частях станции. По российской программе выполнялись «Типология», «Пневмокард», «Ураган». Роман Романенко проверил работу оранжереи «Лада».

**22 сентября** были протестированы первый и второй полукомплекты радиотехнической аппаратуры сближения «Курс-П» со стороны АО СМ. В ходе тестов замечаний выявлено не было. Российские космонавты продолжили исследования «Русалка», «Сонокард», «Ураган» и приступили к эксперименту «Эксперт». Диагностические возможности новых приборов позволяют обнаруживать участки небольших повреждений в обитаемых отсеках МКС. Процесс коррозии может привести к потере прочности гермокорпуса станции и стать причиной негерметичности. Ранние признаки повреждений исследуются совместно с мониторингом температурно-влажностных параметров, акустических фонов ультразвукового диапазона и других параметров, способных влиять на процессы коррозии. Такова суть «Эксперта».

Барратт, Тирск и Де Винн произвели многоходовую «рокировку» двух стоек системы очистки воздуха ARS (Atmosphere Revitalization System). Непосредственным поводом для этой работы стала нештатная работа аппаратуры удаления углекислого газа CDRA в

К моменту стыковки 12 ноября российского модуля МИМ-2 необходимо было снизить орбиту станции в большей степени, чем это получилось бы в результате естественного аэродинамического торможения. Чтобы не расходовать на маневр от 75 до 150 кг топлива, было решено «поиграть» солнечными батареями американского сегмента. Как правило, положение солнечных батарей АС на теневых участках орбиты подбирается так, чтобы создавать минимальное сопротивление и максимальную подъемную силу для станции (так называемый режим «ночной планер»). Однако 21 сентября было решено убрать соответствующие углы разворота и повернуть узел SARJ правого борта в такое положение, чтобы создать дополнительное аэродинамическое сопротивление.

старой стойке и желание опробовать новый аналогичный блок. Новую стойку №314, доставленную «Дискавери», временно вынесли в европейский модуль Columbus. Затем старую стойку ARS №6 переставили в японский модуль и разместили в позиции JPM1F3. Наконец, на освободившееся место в Лабораторном модуле с маркировкой LAB1D6 поставили новую стойку. Так как она была запущена без блока управления и данных анализатора основных составляющих атмосферы МСА, астронавты переставили такой же блок из старой стойки.

В этот день умерла мышь в ячейке №3 MDS, и Николь пришлось задействовать перчаточный ящик, чтобы достать тело покойной и поместить в морозильник MELFI. Как и в случае с мышью из ячейки №6, которая скончалась ранее, никаких отклонений в работе аппаратуры обеспечения жизнедеятельности зафиксировано не было. Одна из двух умерших мышей – трансгенная, вторая – обычная.

Франк Де Винн начал германский эксперимент SOLO (Sodium Loading in Microgravity, обмен натрия в условиях микрогравитации): ему предстояло наблюдать специальную диету в течение шести дней.

**23 сентября** космонавты начали готовить оборудование для возвращения на «Союзе ТМА-14». Для эксперимента «Контур» (разработка методов управления через Интернет роботоманипулятором на МКС) проконтролировали состояние научной аппаратуры Robotik.

В 09:06 Николь Стотт, Роберт Тирск и Франк Де Винн с помощью манипулятора SSRMS извлекли грузовую платформу EP из негерметичного отсека НТВ. В 11:13 груз был передан японскому манипулятору JEM RMS, и теперь уже он перенес EP к негерметичной платформе JEM-EF и в 13:33 пристыковал к 10-му узлу крепления.

В 15:25 UTC Майк, Николь, Боб и Франк вышли на видеосвязь с общественным центром в городе Валкэн (Альберта, Канада), где Космическое агентство Канады организовало телеконференцию с астронавтами МКС для школьников от 10 до 17 лет. Позднее члены экипажа 20-й основной экспедиции получили возможность (также при помощи двусторонней видеосвязи) поговорить с будущими участниками 22-й экспедиции.

**24 сентября** Геннадий Падалка и Майкл Барратт, готовясь к предстоящему возвращению на Землю, подогнали противоперегрузочные изделия «Кентавр». По эксперименту «МАИ-75» (передача видео медленной развертки по радиоловительской связи) состоялись два сеанса.

Де Винн вновь привел в действие манипулятор японского модуля JEM RMS, чтобы переставить научную аппаратуру с грузовой платформы EP на постоянные рабочие места. Прибор HREP (съемка шельфовой зоны океана и изучение атмосферы и ионосферы) был захвачен в 09:21 и в 11:15 установлен на узел EFU №6. Аппаратура SMILES (детектор излучения лимба Земли в субмиллиметровом диапазоне) была смонтирована на EFU №3 в период с 14:23 до 16:12 и уже после полуночи активирована по командам из Цукубы.

Барратт и Тирск занимались разгрузкой и сортировкой грузов НТВ.



▲ Геннадий Падалка демонстрирует аппаратуру для измерений в рамках эксперимента «Бар»/«Эксперт»

**25 сентября** впервые в этом месяце россияне занимались экспериментами «Физика-Отолит» и «Биодеградация».

В исследовании «Физика-Отолит» применяется модель вестибулярного аппарата, позволяющая изучать процессы передачи движений и воздействий в условиях микрогравитации. А в ходе «Биодеградации» изучаются начальные этапы колонизации микроорганизмами поверхностей конструкционных материалов в условиях замкнутой среды экипажа МКС.

Стотт, Тирск и Де Винн при помощи двух манипуляторов вернули пустую грузовую платформу EP на борт транспортного корабля НТВ. Захват японской «рукой» был зафиксирован в 09:07, установка в отсек ULC с помощью канадского манипулятора – в 13:20.

Команда наземных специалистов определила, что контейнер для мышей MDS работает неправильно: вентиляция в условиях невесомости ведет себя нештатно, а фильтр загрязнений не справляется со своей задачей. Требуется ежемесячная уборка внутренних частей MDS с помощью пылесоса.

**26 сентября** Стотт начала вторую серию Nutrition, а Де Винн завершил первую неделю бессолевой диеты по эксперименту SOLO.

Поскольку была суббота, команда вновь занялась научными исследованиями по добровольной программе, и в частности – экспериментом BISE. Майк и Николь проверили исправность аппаратуры в стойке CIR (Combustion Integrated Rack), служащей для изучения процессов горения в условиях микрогравитации, и перезарядили ее топливом.

Роберт сделал фотографии пузырей пара в установке CVB (Constrained Vapor Bubble – изучение пузырьков пара), а Франк помог европейским ученым с экспериментом EKA Foam Stability («Стабильность пены»). Тирск по любительскому радио пообщался с японскими школьниками из города Ниситоки.

**27 и 28 сентября** стали выходными (после недели назначили днем отдыха в счет компенсации американского праздника Дня труда, вынужденно пропущенного 7 сентября в период совместного полета с шаттлом). Тем не менее Падалка и Барратт продолжили готовиться к возвращению: провели тренировки-консультации по методике спуска на «Союзе ТМА-14» и по размещению возвращаемых грузов в корабле.

**С 28 по 30 сентября** наземные специалисты вводили в эксплуатацию канадский многоцелевой манипулятор SPDM (Special Purpose Dexterous Manipulator) Dextre. Роботоманипулятор выполнил опытные зада-

Эксперимент CVB (Constrained Vapor Bubble, изучение пузырьков пара) использует технику микроскопии для регистрации поведения пузырьков пара, образующихся в трубах жидкостях в условиях невесомости. Знание этих процессов жизненно важно для проектирования теплообменных систем космических аппаратов.

В рамках эксперимента Foam Stability изучается поведение в условиях микрогравитации пены различных жидкостей. В этих условиях отсутствует эффект гравитационного оседания пены. Изучаются вопросы о долговечности различных пен, а также о роли твердых частиц в пенообразовании.

на по фиксации инструментальных насадок в каждой из его «конечностей», проверочные операции с инструментами и, наконец, убрал инструменты в специальную кобуру.

В финальном положении Dextre остался с набором инструментов «в руках» и в готовности к предстоящей работе по замене контроллера питания RPCM.

**29 сентября** Барратт, Стотт, Тирск и Де Винн приступили к подключению и настройке в Узловом модуле Harmony второй беговой дорожки T2, известной также под английской аббревиатурой COLBERT (Combined Operational Load Bearing External Resistance Treadmill – Беговая дорожка комбинированного действия с внешним нагружением). Это название стало компромиссом в скандальной истории с интернет-конкурсом на лучшее имя для нового Узлового модуля Node 3. В результате кампании, устроенной поклонниками американского юмориста Стивена Колбера, именно его имя набрало большинство голосов. В конце концов артист согласился, чтобы в его честь называли лишь один тренажер, да еще такой, по которому регулярно бегают ногами...

В конце рабочего дня Барратт уделит время медицинскому эксперименту PanOptic, а Тирск поможет ему сделать микрофотографии и видеосъемку глаза после применения специальных глазных капель.

Утром **30 сентября** экипаж МКС узнал о благополучном запуске «Союза ТМА-16».

Майкл Барратт и Николь Стотт завершили два японских эксперимента в модуле Kibo: астронавт снял кардиограмму по программе Biological Rhythms («Биологические ритмы»), а его коллега поместила четыре образца результатов эксперимента Dewey's Forest в морозильник MELFI. Dewey's Forest («Лес Дьюи») – это японский образовательный эксперимент, посвящен выращиванию в невесомости карликовых растений.

# ТМА-16 – три «Союза» на орбите!

А. Ильин.  
«Новости космонавтики»

**30** сентября в 10:14:44.923 ДМВ (07:14:44.923 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовыми расчетами предприятий Роскосмоса был успешно осуществлен пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ №Б15000-029) с пилотируемым космическим кораблем «Союз ТМА-16» (11Ф732А17 №226).

В составе экипажа: командир корабля и бортинженер МКС-21/22 – космонавт-испытатель Максим Викторович **Сураев**; бортинженер корабля и МКС-21, командир МКС-22 – полковник Армии США в отставке, астронавт NASA Джеффри Нелс **Уильямс**; участник космического полета, гражданин Канады Ги **Лалиберте**. Позывной экипажа – «Цефей».

«Союз ТМА-16» отделился от 3-й ступени РН в 10:23:33.403 и вышел на орбиту с параметрами (в скобках – расчетные):

- наклонение – 51.63° (51.67±0.06);
- минимальная высота – 200.62 км (200+7/-22);
- максимальная высота – 257.88 км (242±42);
- период обращения – 88.79 мин (88.64±0.37).

В каталоге Стратегического командования США «Союзу ТМА-16» были присвоены номер **35940** и международное обозначение **2009-053А**.

Масса корабля при старте составила 7197 кг (в том числе спускаемый аппарат – 2892 кг, бытовой отсек – 1258 кг). В баках его комбинированной двигательной установки находилось 880.2 кг топлива (570.4 кг окислителя и 309.8 кг горючего).

Этот пуск положил начало 267-му в мире и 108-му в СССР/России орбитальному пилотируемому космическому полету. Он стал 89-м по программе МКС среди осуществленных запусков:

20 пилотируемых кораблей «Союз ТМ» и «Союз ТМА»;

- 35 грузовых кораблей «Прогресс»;
- двух российских модулей («Заря» и «Звезда»);
- 30 американских кораблей Space Shuttle;
- одного европейского грузового корабля ATV;
- одного японского грузового корабля HTV.

В графике сборки и эксплуатации станции полета «Союза ТМА-16» было присвоено обозначение 20S. Это был 28-й старт ракеты «Союз-ФГ».

Для поиска и спасения космонавтов в случае нештатной ситуации при выведении Федеральная аэронавигационная служба России (Росаэронавигация) задействовала 9 самолетов и 13 вертолетов. Самолеты и вертолеты Росаэронавигации базировались на аэродромах в Горно-Алтайске, Николаевске-на-Амуре, Дальнереченске, Крайнем, Кызыле, Каменном Ручье, Улан-Удэ, Иркутске, Хабаровске, Владивостоке, Караганде, Чите, а также на аэродроме Джиды (Бурятия).

В Японском море «на подстраховку» дежурило одно поисково-спасательное судно «Антарктида» ВМФ России.

**Циклограмма полета (расчетная):**

- T+00:00.00 – старт (контакт подъема),
- T+01:53.38 – сброс ДУ САС,
- T+01:57.80 – отделение 1-й ступени носителя,
- T+02:37.48 – сброс створок головного обтекателя,
- T+04:47.30 – отделение 2-й ступени носителя,
- T+04:57.05 – сброс хвостового отсека,
- T+08:44.96 – выключение ДУ 3-й ступени носителя,
- T+08:48.26 – отделение КК от носителя.

В период 30 сентября – 11 октября впервые с 1969 г. на орбите находились три пилотируемых «Союза». Тогда, 40 лет назад, в октябре 1969-го СССР выдал тройной космический залп:

11 октября – «Союз-6»; экипаж – Георгий Степанович Шонин, Валерий Николаевич Кубасов;

12 октября – «Союз-7»: Анатолий Васильевич Филиппенко, Владислав Николаевич Волков, Виктор Васильевич Горбатко;

13 октября – «Союз-8»: Владимир Александрович Шаталов, Алексей Станиславович Елисеев.

14 октября должна была состояться стыковка кораблей «Союз-7» и «Союз-8». «Союз-6»

должен был подойти к ним на близкое расстояние для фото- и киносъемки. Но при попытке начать активный подход к «Союзу-7» выяснилось, что система автоматического сближения «Игла» на «Союзе-8» не работает (не было радиозахвата), и корабли пролетели мимо друг друга на расстоянии в несколько километров (НК №12, 1999, с. 70–72).



## Биографии членов основного экипажа ТК «Союз ТМА-16»

**Командир ТК  
и бортинженер МКС-21/22  
Максим Викторович Сураев**  
Полковник ВВС РФ  
Космонавт ФГБУ НИИ ЦПК  
503-й космонавт мира  
104-й космонавт России

Родился 24 мая 1972 г. в Челябинске. В 1989 г. Максим закончил 10 классов в средней школе №5 г. Ногинска Московской области. В 1994 г. с отличием окончил Качинское высшее военное авиационное училище летчиков имени А. Ф. Мясникова по специальности «командно-тактическая истребительная авиация» и в том же году поступил в Военно-воздушную инженерную академию имени Н. Е. Жуковского. В 1997 г. он завершил обучение в академии с отличием и с дипломом летчика-инженера-исследователя. В 2007 г. Сураев окончил Российскую академию государственной службы при Президенте РФ по специальности «юриспруденция».

24 июня 1997 г., еще до окончания «Жуковки», приказом министра обороны РФ капитан Сураев был назначен на должность кандидата в космонавты-испытатели отряда РГНИИ ЦПК. Его зачислили в отряд космонавтов до решения ГМВК, которое состоялось только 28 июля 1997 г., после получения диплома академии.

С января 1998 г. по ноябрь 1999 г. Максим прошел курс ОКП, и 1 декабря 1999 г. ему была присвоена квалификация космонавта-испытателя.

В 2000–2006 гг. Сураев готовился в группе космонавтов по программе МКС. С августа 2006 г. по апрель 2008 г. он проходил подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-17, а с мая 2008 г. по март 2009 г. – в дублирующем экипаже МКС-19. В апреле 2009 г. он приступил к подготовке в основном экипаже МКС-21/22. В настоящее время Сураев выполняет свой первый космический

полет в качестве бортинженера 21-й основной экспедиции на МКС.

Полковник Сураев освоил самолеты Л-39 и Су-27 (общий налет – около 700 часов); совершил более 100 прыжков с парашютом. Имеет квалификации: военный летчик 3-го класса, инструктор парашютно-десантной подготовки и офицер-водолаз. Награжден медалями Вооруженных сил РФ.

Максим Викторович женат на Анне Александровне; у них две дочери: Арина (2001 г. р.) и Ксения (2004 г. р.).

**Командир МКС-22  
и бортинженер ТК и МКС-21  
Джеффри Нелс Уильямс  
(Jeffrey Nels Williams)**  
Полковник Армии США в отставке  
393-й астронавт мира  
245-й астронавт США

Родился 18 января 1958 г. в г. Сьюперитор (штат Висконсин). В 1980 г. окончил Военную академию США со степенью бакалавра по прикладным наукам и технике и поступил на службу в Армию США. В 1981 г. стал армейским летчиком. После этого в течение трех лет служил в Западной Германии в качестве ведущего взвода авиаразведчиков 3-й бронедивизии.

Вернувшись на родину, Уильямс поступил в аспирантуру ВМС США, по окончании которой в 1987 г. получил степень магистра наук по авиационной технике. Затем он был направлен в Космический центр имени Джонсона, где прослужил более четырех лет. Уильямс был инженером по старту и посадке шаттла и пилотом тренажера SAIL. В 1991 г. он подал заявление в отряд астронавтов NASA, в январе 1992 г. проходил собеседование как кандидат в 14-й набор, но в отряд принят не был.

В 1992–1993 гг. Уильямс учился в Школе летчиков-испытателей ВМС США, затем

служил летчиком-испытателем и руководителем Отделения летных испытаний армейского Директората испытаний на авиабазе Эдвардс в Калифорнии. В 1995–1996 гг. он обучался по обмену в Военно-морском колледже на командно-штабном факультете и получил степень магистра искусств в области национальной безопасности и стратегических исследований. Имеет налет свыше 2500 часов на более чем 50 типах самолетов.

В апреле 1996 г. Джеффри Уильямс со второй попытки был зачислен в отряд астронавтов NASA (16-й набор), в 1996–1998 гг. прошел курс ОКП и получил квалификацию специалиста полета.

Свой первый космический полет совершил 19–29 мая 2000 г. в экипаже «Атлантика» (STS-101) по программе сборки МКС.

Второй полет выполнил с 30 марта по 29 сентября 2006 г. бортинженером ТК «Союз ТМА-8» и 13-й основной экспедиции на МКС.

С июля 2008 г. по март 2009 г. Уильямс проходил подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-19, а в апреле 2009 г. приступил к подготовке в основном экипаже МКС-21/22. В настоящее время Уильямс выполняет полет в качестве бортинженера 21-й основной экспедиции на МКС.

В конце ноября 2009 г. перед отлетом с МКС экипажа «Союза ТМА-15» Джеффри Уильямс примет от Франка Де Винна командование станцией – и на ней начнет работать 22-я основная экспедиция.

В июне 2007 г. Уильямс уволился из Армии США в звании полковника. Он является членом Общества экспериментальных летчиков-испытателей, Американского вертолетного общества и Ассоциации армейской авиации США. Награжден двумя медалями «За особые заслуги», Благодарственной медалью Армии США, а также медалями NASA «За выдающиеся заслуги», «За исключительные заслуги» и двумя «За космический полет».

Джеффри женат на Анне-Мари Мур, у них два сына.

### Участник космического полета

**Ги Лалиберте  
(Guy Laliberté)**

Гражданин Канады  
504-й астронавт мира  
9-й астронавт Канады

Ги родился 2 сентября 1959 г. в Квебеке (Канада). В 1976 г. окончил школу в колледже Нотр-Дам в Монреале. Артистическую карьеру начал в 14-летнем возрасте, выступая на городских улицах: играл на аккордеоне, ходил на высоких ходулях и «глота» огонь.

В 1984 г. Лалиберте вместе со своим школьным приятелем Даниэлем Готье основал компанию Cirque du Soleil («Цирк Солнца»). В настоящее время в нее входят несколько танцевально-акробатических трупп, объединяющих около четырех тысяч артистов. В октябре 2007 г. Лалиберте основал фонд One Drop («Одна капля») с целью привлечения внимания общественности к проблемам дефицита чистой питьевой воды. Он сделал личный взнос в фонд в размере 100 млн \$.

4 июня 2009 г. компания Space Adventures объявила, что Ги Лалиберте отобран в качестве космического туриста. Ранее он успешно прошел медобследование в ИМБП РАН и 29 мая 2009 г. решением Главной медицинской комиссии (ГМК) был допущен к спецподготовке в ЦПК имени Ю. А. Гагарина. С июня проходил подготовку в составе основного экипажа «Союза ТМА-16» по программе участника космического полета. Он стал седьмым по счету космическим туристом.

Ги Лалиберте является кавалером Национального ордена Квебека и офицером Ордена Канады. У него пятеро детей: трое от первого брака и двое от брака с его нынешней супругой Клаудией Барилла. Более подробная биография Ги Лалиберте опубликована в НК №8, 2009, с. 10.

*Биографии подготовлены С. Шамсутдиновым по материалам архива редакции НК и ФГБУ НИИ ЦПК*

## Биография члена дублирующего экипажа ТК «Союз ТМА-16»

**Участник космического полета  
Барбара МакКоннелл Барретт  
(Barbara McConnell Barrett)**

Гражданка США  
Опыта космических полетов  
не имеет

Родилась 26 декабря 1950 г. в округе Индиана (штат Пеннсилвания). В 1972 г. окончила Университет штата Аризона и получила степень бакалавра наук. В 1975 г. в этом же университете она стала магистром гуманитарных наук, а в 1978 г. – доктором юридических наук.

С 1972 г. Барбара работала в Законодательном собрании штата Аризона: занималась изучением проблем транспортных потоков в городе, округе и на уровне штата. В 1980 г. она была назначена заместителем председателя Комиссии по гражданской авиации, а в 1988 г. стала первой женщиной – заместителем руководителя Федеральной авиационной администрации.

В 1990-х годах Барретт являлась президентом и исполнительным директором Американской ассоциации менеджмента, а также основателем и председателем Valley Bank of Arizona. Кроме того, она преподавала в Институте политики Школы управления имени Джона Кеннеди Гарвардского университета; была председателем Американской консультативной комиссии по общественной дипломатии и старшим советником в представительстве США при ООН, занимала руководящие должности в различных фондах и организациях.

С 20 апреля 2008 г. по 16 января 2009 г. Барбара Барретт работала Чрезвычайным и полномочным послом США в Финляндии. В настоящее время она является президентом и исполнительным директором Triple Creek Guest Ranch в Дарби (штат Монтана).



Фото ФГБУ НИИ ЦПК

Барретт – сертифицированный пилот. Она стала первой гражданской летчицей, совершившей посадку самолета F/A-18 Hornet на палубу авианосца.

15 июня 2009 г. компания Space Adventures объявила, что Барбара Барретт отобрана в качестве дублера Ги Лалиберте. Успешно пройдя медобследование в ИМБП РАН, решением ГМК от 29 мая 2009 г. она была допущена к спецподготовке в ЦПК имени Ю. А. Гагарина. С июня проходила подготовку в составе дублирующего экипажа «Союза ТМА-16» по программе участника космического полета.

Замужем за Крейгом Барреттом (председатель Совета директоров корпорации Intel). Барбара – мать двоих детей. Более подробная биография Барбары Барретт опубликована в НК №8, 2009, с. 11.

*Члены дублирующего экипажа «Союза ТМА-16» А. А. Скворцов и Ш. Уолкер в настоящее время готовятся к полетам в составе основных экипажей. А. А. Скворцову предстоит старт 2 апреля 2010 г. на «Союзе ТМА-18», а Ш. Уолкер отправится в полет 29 мая 2010 г. на «Союзе ТМА-19». Их биографии будут опубликованы после стартов. – Ред.*

## Завершена подготовка экипажей МКС-21/22-ЭП-17

**С. Шамсутдинов.  
«Новости космонавтики»**

9 сентября 2009 г. в ФГБУ НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина завершилась подготовка двух международных экипажей по программе 21/22-й основных экспедиций и 17-й экспедиции посещения МКС.

Экипажи МКС-21/22 были сформированы в июле 2008 г. в приведенных составах. Дублирующий экипаж приступил к подготовке в том же июле, а Сураев и Уилльямс начали непосредственную подготовку в апреле 2009 г., после дублирования экипажа МКС-19.

Об отборе Ги Лалиберте в качестве космического туриста компания Space Adventures объявила 4 июня 2009 г., а 15 июня появилось сообщение, что его дублером будет американская бизнесвумен Барбара Барретт. Весной они успешно прошли медобсле-

дования в ИМБП и 29 мая 2009 г. были допущены Главной медкомиссией к спецтренировкам в ЦПК. В июне Лалиберте и Барретт приступили к предполетной подготовке в качестве участников космического полета по программе ЭП-17.

Подготовка экипажей МКС-21/22 проводилась поочередными тренировочными сессиями в ЦПК имени Гагарина и в Космическом центре имени Джонсона. Космонавты прошли полный цикл подготовки по управлению кораблем «Союз ТМА» на различных этапах и режимах полета, по эксплуатации и обслуживанию российского и американского сегментов МКС, а также по проведению научных экспериментов и исследований.

В августе 2009 г. члены основного и дублирующего экипажей «Союза ТМА-16» прошли клиничко-физиологическое обследование. 20 августа в ЦПК состоялось заседание ГМК, которая признала годными к космическому полету российских космонавтов Максима

### Основной экипаж (позывной «Цефей»):

Максим Сураев – командир ТК и бортинженер МКС-21/22, космонавт ФГБУ НИИ ЦПК;  
Джеффри Уилльямс – бортинженер ТК и МКС-21, командир МКС-22, астронавт NASA;

Ги Лалиберте – участник космического полета, гражданин Канады.

### Дублирующий экипаж (позывной «Утёс»):

Александр Скворцов – командир ТК и бортинженер МКС-21/22, космонавт ФГБУ НИИ ЦПК;

Шеннон Уолкер – бортинженер ТК и МКС-21, командир МКС-22, астронавт NASA;

Барбара Барретт – участник космического полета, гражданка США.



Фото Н. Севёнова

▲ Экипажи перед традиционной пресс-конференцией: Барбара Барретт, Александр Скворцов, Шеннон Уолкер, Ги Лалиберте, Максим Сураев и Джеффри Уилльямс

Сураева и Александра Скворцова, а также космических туристов Ги Лалиберте и Барбару Барретт. Астронавты NASA Джеффри Уилльямс и Шеннон Уолкер были допущены к полету американскими врачами.

8 и 9 сентября в ЦПК были проведены комплексные экзаменационные тренировки. 8 сентября основной экипаж сдавал экзамен

на тренажере российского сегмента МКС, а дублирующий – на тренажере ТК «Союз ТМА» (ТДК-7СТ №3). На следующий день экипажи поменялись тренажерами. По информации из ЦПК, оба экипажа сдали экзаменационные тренировки на «отлично».

10 сентября в Звёздном городке состоялось заседание Межведомственной комис-

сии (МВК) под председательством начальника ЦПК С. К. Крикалёва. Комиссия подытожила подготовку экипажей 21/22-й основных экспедиций и 17-й экспедиции посещения МКС. Рассмотрев результаты зачетов, экзаменов и комплексных экзаменационных тренировок, МВК пришла к заключению, что оба экипажа полностью подготовлены к выполнению космического полета.

Талисманом (и индикатором невесомости) экипажа «Союза ТМА-16» стал плюшевый львенок. «Этот львенок мне очень дорог: у меня две маленькие дочери, каждой из которых я дал задание поочередно спать в обнимку с этим львенком каждую ночь, чтобы от него в течение шести месяцев нашей работы на орбите пахло домом», – рассказал Максим Сураев на пресс-конференции в ЦПК.



Фото Н. Севёнова

## Уточненный план полета экипажа МКС-21/22-ЭП-17

**30 сентября** стартует ТК «Союз ТМА-16» (№ 226) с экипажем МКС-21/22-ЭП-17.

**2 октября** «Союз ТМА-16» стыкуется к АО СМ «Звезда». Проводится пересменка экипажей и выполняется программа ЭП-17. После стыковки «Союза ТМА-16» с МКС в течение девяти суток в составе станции впервые будут находиться сразу три «Союза»: ТМА-14, -15, -16.

**9 октября** командир 20-й основной экспедиции на МКС Геннадий Падалка официально передает станцию командиру 21-й экспедиции Франку Де Винну (он становится первым европейским астронавтом – командиром экспедиции). На станции приступает к работе экипаж МКС-21 в составе шести космонавтов: командир Франк Де Винн, бортинженер-1 (БИ-1) Максим Сураев, БИ-2 Николь Стотт, БИ-3 Роман Романенко, БИ-4 Роберт Тирск, БИ-5 Джеффри Уилльямс.

**11 октября** ТК «Союз ТМА-14» с экипажем в составе Геннадия Падалки, Майкла Барратта и Ги Лалиберте совершает посадку на Землю.

**15 октября** стартует ТКГ «Прогресс М-03М» (№ 403).

**18 октября** «Прогресс М-03М» пристыковывается к СО1 «Пирс».

**30 октября** Роберт Тирск и Николь Стотт с помощью манипулятора станции отстыковывают от МКС японский грузовой корабль НТВ-1.

**4 ноября** НТВ-1 выдает тормозной импульс для схода с орбиты; его несгоревшие обломки падают в южную часть Тихого океана. По плану следующий корабль НТВ-2 должен быть запущен в 2011 г.

**10 ноября** стартует специализированный корабль «Прогресс М-МИМ2» (№ 302) с модулем МИМ2 (Малый исследовательский модуль). «Прогресс М-МИМ2» является последним грузовым кораблем, оснащенным БЦВМ «Аргон-16».

**12 ноября** «Прогресс М-МИМ2» пристыковывается к зенитному (верхнему) порту СМ «Звезда».

**16 ноября** (ранее планировалось 12 ноября) стартует «Атлантис» (STS-129).

**18 ноября** «Атлантис» пристыковывается к МКС. Он доставляет несколько тонн грузов.

**25 ноября** «Атлантис» отстыковывается и 27 ноября совершает посадку. Вместе с экипажем шаттла на Землю возвращается Николь Стотт, а на станции продолжает работать экипаж из пяти человек. Николь Стотт – последний астронавт – член основной экспедиции на МКС, доставляемый и возвращаемый на Землю шаттлом.

**29 ноября** командир 21-й основной экспедиции на МКС Франк Де Винн передает станцию командиру 22-й экспедиции Джеффри Уилльямсу.

В конце ноября отстреливается ПАО КА «Прогресс М-МИМ2». Включив двигатель, он сходит с орбиты. Модуль МИМ-2 остается в составе МКС.

**1 декабря** ТК «Союз ТМА-15» с экипажем в составе Романа Романенко, Роберта Тирска и Франка Де Винна совершает посадку на Землю. На станции на три недели остаются только два космонавта: командир Джеффри Уилльямс и БИ-1 Максим Сураев.

Такая ротация кораблей будет и впредь. Заменяемый «Союз» будет уходить со станции примерно за 2–3 недели до запуска очередного корабля, и на короткое время на МКС будет оставаться экипаж из трех человек.

**21 декабря** стартует ТК «Союз ТМА-17» (№ 227) с экипажем в составе Олега Котова, японского астронавта Соити Ногуты (JAXA) и астронавта NASA Тимоти Кримера. Дублеры – Антон Шкаплеров, Сатоси Фурукава (JAXA), Дуэглас Уиллок (NASA).

**23 декабря** «Союз ТМА-17» пристыковывается к ФГБ «Заря». На станции начинает работать экипаж МКС-22 в полном сборе: командир Джеффри Уилльямс, БИ-1 Максим Сураев, БИ-4 Олег Котов, БИ-5 Соити Ногуты и БИ-6 Тимоти Кример.

Нумерация бортинженеров «с дыркой» объясняется следующим образом. Начиная с этого полета номера привязаны к местам расположения космонавтов в «Союзе»: БИ-1 и БИ-4 – командир корабля (центральное кресло), БИ-2 и БИ-5 – левое кресло, БИ-3 и БИ-6 – правое кресло. В «Союзе ТМА-16» правое кресло свободно, а

Уилльямс является командиром экспедиции. Поэтому в экипаже МКС-22 нет второго и третьего бортинженеров.

**5 января** производится перестыковка гермоадаптера РМА-3 с левого на нижний порт модуля Node 1. Это делается для того, чтобы освободить место для модуля Node 3, который будет доставлен в феврале 2010 г. в полете STS-130.

**В январе** Олег Котов и Максим Сураев выполняют выход в открытый космос (ВКД-24). Они проведут подготовку модуля МИМ2 к приему транспортных кораблей. Сначала к нему будут стыковаться «Союзы», а позднее и «Прогрессы».

В конце января Максим Сураев и Джеффри Уилльямс перестыковывают свой корабль с АО на МИМ2 модуля «Звезда», освобождая место для очередного грузовика.

**3 февраля** стартует ТКГ «Прогресс М-04М» (№ 404).

**4 февраля** стартует «Индевор» (STS-130).

**5 февраля** «Прогресс М-04М» пристыковывается к АО СМ «Звезда».

**6 февраля** «Индевор» пристыковывается к МКС. Он доставляет модуль Node 3 с куполом. Node 3 устанавливается на левый порт Node 1.

**14 февраля** «Индевор» отстыковывается и 16 февраля совершает посадку.

**16 марта** командир 22-й экспедиции на МКС Джеффри Уилльямс передает станцию командиру 23-й экспедиции Олегу Котову. Экипаж МКС-23 соберется в полном составе 4 апреля 2010 г. после стыковки ТК «Союз ТМА-18» (№ 228). Основной экипаж корабля – Александр Скворцов, Михаил Корниенко, Трейси Колдвелл (NASA), дублеры – Александр Самокутяев, Андрей Борисенко, Скотт Келли (NASA).

**18 марта** Максим Сураев и Джеффри Уилльямс, выполнив 169-суточный полет, возвращаются на Землю на ТК «Союз ТМА-16». В правом кресле корабля будет находиться грузовой контейнер с результатами научных экспериментов. – С.Ш.



Фото С. Сергеева

## Хроника предстартовой подготовки

А. Ильин

**9 августа** на железнодорожную станцию Тюратам прибыл состав из города Королёва, доставивший с Завода экспериментального машиностроения РКК «Энергия» космический корабль «Союз ТМА-16» и вспомогательное оборудование.

После необходимых процедур таможенного оформления состав был транспортирован по внутрикосмодромной железнодорожной ветке до МИКа КА площадки №254. Там космический корабль установили в стенд и приступили к сборке схемы для автономных и комплексных испытаний.

Ранее, 29 мая, на космодром была доставлена ракета «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ №Б15000-029).

26 августа в МИКе площадки №254 проходили проверки «Союза ТМА-16» в безэховой камере.

1 сентября специалисты предприятий отрасли приступили к подготовке корабля к испытаниям на герметичность, которые проходили с 3 по 7 сентября. Корабль был поставлен в стенд для дальнейшей работы.

8–9 сентября основной и дублирующий экипажи «Союза ТМА-16» в Звёздном городке прошли комплексные экзаменационные тренировки, по результатам которых экзаменационная комиссия приняла окончательное решение о готовности космонавтов к полету.

8 сентября основной экипаж провел тренировку на тренажере российского сегмента МКС, а дублирующий – на корабле. 9 сентября экипажи поменялись местами.

17 сентября основной и дублирующий экипажи «Союза ТМА-16» вылетели на космодром Байконур.

Утром 18 сентября космонавты прибыли в МИК КА площадки №254 для первой предполетной тренировки на космодроме. Инструктаж космонавтов перед тренировкой провел вице-президент РКК «Энергия» Николай Зеленчиков. Экипажи выполнили контрольный осмотр космического аппарата, проверку систем теле- и радиосвязи, примерили скафандры. По сложившейся традиции после тренировки экипажи общались с прессой.

В ночь с 19 на 20 сентября «Союз ТМА-16» был перевезен из МИКа площадки №254 на заправочную станцию 31-й площадки, где утром началась заправка компонентами топлива и сжатыми газами двигательной установки корабля. В это же время в МИКе площадки №112 расчеты предприятия космической отрасли выполняли сборку «пакета» ракеты-носителя «Союз-ФГ»: ко второй ступени были пристыкованы четыре блока первой ступени.

21 сентября заправленный топливом и сжатыми газами «Союз» был доставлен в МИК КА для заключительных операций. 23-го в МИКе КА состоялась стыковка корабля с переходным отсеком, а 24-го был проведен авторский осмотр «Союза ТМА-16» и выполнена накатка головного обтекателя ракеты-носителя на космический корабль.

25 сентября в ЦУПе были подведены итоги подготовки к работам со стартовым кораблем «Союз ТМА-16» и с садящимся «Союзом ТМА-14». Тренировки проводились с целью поддержания и закрепления навыков управления полетом в штатных и нештатных ситуациях.

На совещании оперативно-технического руководства российским сегментом МКС по результатам тренировок было принято решение, подтверждающее готовность к предстоящим работам.

26 сентября основной и дублирующий экипажи провели контрольный осмотр корабля в стартовой конфигурации и ознако-



В основе эмблемы полета «Союз ТМА-16» лежит работа 14-летней жительницы села Сакмара Оренбургской области Насти Местяшовой. Три большие звезды над изображением космонавта символизируют троих членов экипажа. В верхней части эмблемы изображены флаги родных стран космонавтов – российский, американский и канадский. В левом углу помещены, как объясняют создатели эмблемы, «простые формы, являющиеся кирпичиками Вселенной и жизни». Землю олицетворяют побеги растений, преобразующиеся в шлейфы стартующих ракет. МКС, к которой устремляется ракета, обозначена золотистой звездой с девятью лучами (в честь девяти космонавтов, которые соберутся на станции с прибытием «Союза ТМА-16»).



Фото С. Сергеева



Фото С. Сергеева

сандра Скворцова, астронавтов Джеффри Уилльямса и Шеннон Уолкер, а также участников космического полета Ги Лалиберте и Барбары Барретт.

Пресс-конференция началась с представления российским и зарубежным журналистам победителя конкурса детского рисунка – Насти Местяшовой, чей рисунок стал основой для эмблемы экипажа «Союза ТМА-16», и двух призеров конкурса – Дун Юэ из Китая и Олега Головина из подмосковного города Электросталь. Члены основного экипажа подарили ребятам свою групповую фотографию с автографами.

Необычный подарок-сюрприз подготовили космонавты и для председателя Госкомиссии А. Н. Перминова – коллаж на тему «Белое солнце пустыни», где Максим Сураев изображен в роли Сухова, Джефф Уилльямс – Верещагина, а Ги Лалиберте – Саида.

Отвечая на вопросы журналистов, в частности, о цели миссии, участник космического полета Ги Лалиберте сказал: «Я не профессиональный космонавт, не врач, не инженер, я – артист. Хочу привнести в мужественную профессию космонавтов некую поэтическую нотку».

В тот же день на космодром Байконур прибыл новый администратор NASA Чарлз Болден. Он побывал на Аллее космонавтов и пообщался с экипажем «Союза ТМА-16».

Болден положительно отозвался о совместном российско-американском сотрудничестве и пригласил руководителя Роскосмоса А. Н. Перминова посетить США и присутствовать на старте одного из «челноков»: «Можете считать, что получили приглашение. У нас осталось шесть запусков шаттлов. Один из стартов вы могли бы наблюдать».

30 сентября в 04:15 ДМВ экипажи выехали из гостиницы «Космонавт» (площадка № 17 космодрома) в МИК площадки № 254, где прошла процедура надевания скафандров. После доклада председателю Государственной комиссии о готовности экипаж проследовал на стартовый комплекс площадки № 1 («Гагаринский старт») для посадки в космический корабль.

мились с доставляемым и возвращаемым оборудованием. Затем головной блок ракеты-носителя «Союз-ФГ» с кораблем «Союз ТМА-16» был перевезен из МИК КА в монтажно-испытательный корпус ракет-носителей на общую сборку.

27 сентября в МИК РН была завершена общая сборка ракеты с головным блоком. В этот же день на заседании Технического руководства и Государственной комиссии приняли решение о вывозе РН с «Союзом ТМА-16» на стартовый комплекс и подготовке его к запуску, намеченному на 30 сентября.

28 сентября был осуществлен вывоз ракетно-космического комплекса из монтажно-испытательного корпуса на стартовую площадку. РН «Союз-ФГ» с транспортным кораблем «Союз ТМА-16» была установлена на ПУ № 5 площадки № 1.

29 сентября на Байконуре после заседания Государственной комиссии, которая утвердила состав основного и дублирующего экипажей «Союза ТМА-16», состоялась пресс-конференция космонавтов Максима Сураева и Алек-



Guy LALIBERTÉ  
"Саид"

Макс СУРАЕВ  
"Сухов"

Jeff WILLIAMS  
"Верещагин"



Фото NASA/Bill Ingalls



▲ Администратор NASA Чарлз Болден и руководитель Роскосмоса Анатолий Перминов

Интересно, что перед посадкой в корабль космонавты хором исполнили песню «Матту Блюе»\*. А уже находясь в «Союзе» Максим Сураев спел песню «Don't Want to Miss a Thing» группы Aerosmith\*\*.

### «Союз» в автономном полете

**А. Ильин**

**30 сентября**, сразу после отделения корабля от 3-й ступени ракеты, штатно раскрылись элементы конструкции (две солнечные батареи, четыре антенны системы сближения «Курс», радиоантенна УКВ-диапазона и антенна телеметрической связи).

На 1-м витке полета штанга стыковочного механизма была выдвинута в исходное положение. На 2-м витке тестировались аппаратура «Курса» и система управления движением.

На 3-м и 4-м витках «Союз ТМА-16» выполнил двухимпульсный маневр. Сближающе-корректирующий двигатель (СКД) запустился в 14:02:01 ДМВ (величина импульса – 17.36 м/с, длительность – 43.69 сек) и в 14:45:04 ДМВ (1.76 м/с, 5.62 сек). После маневра корабль на 4-м витке находился на орбите с параметрами:

- наклонение – 51.66°;
- минимальная высота – 240.74 км;
- максимальная высота – 263.15 км;
- период обращения – 89.31 мин.

**1 октября** на 17-м витке в 11:12:00 корабль с помощью СКД осуществил одноимпульсную коррекцию (1.21 м/с, 4.3 сек) и на 18-м витке совершал полет по орбите с параметрами:

- наклонение – 51.66°;
- минимальная высота – 243.95 км;
- максимальная высота – 263.37 км;
- период обращения – 89.34 мин.

С использованием данных баллистика ЦУПа А. Киреева

### Прибытие «Союза»

**2 октября** в 11:35:07 ДМВ (08:35:07 UTC), на 34-м витке, была осуществлена стыковка пилотируемого корабля «Союз ТМА-16» к МКС. Корабль причалил к стыковочному узлу агрегатного отсека СМ «Звезда». Дальнее сближение со станцией, ее облет, зависание и причаливание выполнены в автоматическом режиме.

За стыковкой в ЦУП-М наблюдали руководитель Роскосмоса Анатолий Перминов и директор NASA Чарлз Болден, посол США в России Джон Байрли (John Beyrle), а также представители руководства российской ракетно-космической отрасли и агентств – партнеров по программе МКС.

После окончания штатных операций, включающих в себя проверку герметичности отсеков корабля и стыка, экипаж корабля «Союз ТМА-16» в составе Максима Сураева, Джеффри Уилльямса и Ги Лалиберте перешел на борт МКС, где их встретили Геннадий Падалка, Майкл Барратт, Николь Стотт, Роман Романенко, Роберт Тирск и Франк Де Винн.

В течение десяти дней на станции будут работать девять человек – представители России, США, ЕКА и Канады. Впервые в исто-

рии к станции пристыкованы три российских космических корабля: «Союз ТМА-14», «Союз ТМА-15» и «Союз ТМА-16».

Во время первого сеанса видеосвязи с экипажем МКС после успешной стыковки А.Н.Перминов пожелал объединенному экипажу МКС успешной работы: «Нам бы очень хотелось, чтобы качественно прошла смена экипажей. Желаю вам удачи и благополучного возвращения на Землю».

Общаясь с командиром МКС – российским космонавтом Геннадием Падалкой, глава Роскосмоса особо обратил его внимание на то, что канадский космический турист Ги Лалиберте за время пребывания на станции должен лучше выучить русский язык. «Иначе мы еще подумаем – возвращать его оттуда или нет», – пошутил Перминов.



Фото NASA

На сайте [www.roscosmos.ru](http://www.roscosmos.ru) публикуется блог Максима Сураева. Размещать информацию в интернет-дневнике космонавту помогает пресс-служба Роскосмоса. На второй странице блога можно прочесть впечатления Максима об автономном полете на «Союзе»:

«В те два дня, что летели к станции, не всем было абсолютно хорошо. Не, на самом деле все было очень культурно и нормально, без проблем. И всего один раз».

После первого маневра мы все перелетели в бытовой отсек, попытались попить и ну, там, все остальное...

И потом просто вырубилась. Устали. Нервное напряжение, конечно, было очень большое, вот и сказалось».

На самом деле, ориентирование идет с закруктой, то есть корабль вращается. Поэтому, если у кого вестибулярка не очень, то он, как правило, просто всю дорогу спит. А кому хорошо, тот в иллюминатор смотрит.

Так и долетели – сон, еда, окно. А за окном – прекрасные виды нашей Земли. Из космоса!»

\* Песня написана Юбером Жиро (Hubert Giraud). В оригинальном, французском, варианте песни называлась «Maty Blue». В переводе Фила Трима (Phil Trim) на английский язык второе «т» стало двойным – Matty Blue. Существует более 70 вариантов исполнения песни разными артистами.



Фото NASA

8 сентября в 17:35:00.254 EDT (21:35:00 UTC) со стартового комплекса SLC-41 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» стартовым расчетом компании United Launch Alliance (ULA) был осуществлен пуск PH Atlas V (тип 401, бортовой номер AV-018) с телекоммуникационным спутником PAN, изготовленным Lockheed Martin Space Systems Co. в интересах неназванного государственного ведомства США. Хотя 17-й по счету пуск PH Atlas V был выполнен в интересах госзаказчика, он считался коммерческим.

Через 119 мин 25 сек аппарат был успешно выведен на переходную к геостационарной орбиту, параметры которой, по данным Джонатана МакДауэлла (Jonathan McDowell), были близки к следующим:

- наклонение – 23.1°;
- минимальная высота – 7314 км;
- максимальная высота – 35400 км;
- период обращения – 766 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер **35815**, международное обозначение **2009-047A** и наименование USA-207.

По итогам пуска бригадный генерал Эдвард Болтон-младший (Edward L. Bolton Jr.), командир 45-го космического крыла, эксплуатирующего военную часть космодрома на мысе Канаверал, заявил, что проведенный запуск позволяет «гарантировать, что важные коммуникации будут и далее усиливать возможности нашей страны».

Эдвард Болтон принял должность от бывшего астронавта NASA и бригадного генерала ВВС США Сьюзен Хелмс 28 октября 2008 г. До этого с августа 2006 г. он был первым заместителем директора по системной интеграции в Национальном разведывательном управлении NRO.

Сьюзен в настоящее время служит директором планирования и политики Стратегического командования США на авиабазе Оффутт, занимаясь вопросами разработки военной стратегии и концепции развертывания ракетных и космических средств. В августе 2009 г. ей было присвоено звание генерал-майора.

### Старт

В графике американских пусков PAN появился в апреле 2009 г.; тогда старт намечался на 17 июля, но позднее был отложен до 4 и 12 августа и затем на 8 сентября.

В июле носитель собрали в Комплексе вертикальной сборки VIF и 28 июля провели пробную заправку. Решение о запуске было принято 4 сентября. Утром 7 сентября мобильную стартовую платформу с собранной на ней ракетой вывезли из VIF на старт. На то, чтобы пройти 550 м, потребовалось около получаса. Два специальных тепловоза толкали платформу по двум параллельным железнодорожным путям, а впереди нее по правому пути катились два спецвагона с аппаратурой кондиционирования воздуха под обтекателем и связи с системами носителя. На старте вагоны вошли под забетонированное перекрытие, а платформа встала в проем стартовых конструкций над газоотводом.

Предстартовый отсчет был начат 8 сентября в 10:35 EDT за семь часов до расчетного времени пуска. Стартовое окно продолжалось с 17:35 до 19:44 EDT. Метеопрогноз, ко-

П. Павельцев.  
«Новости космонавтики»



Расчетная циклограмма пуска	
Время от старта, мин:сек	Событие
00:01	Контакт подъема
00:17	Начало программного разворота
01:31	Максимальный скоростной напор
04:03	Выключение двигателя 1-й ступени РД-180 (высота 111 км, дальность 274 км, скорость более 4500 м/с)
04:09	Отделение 1-й ступени
04:19	Первое включение двигателя RL10 блока Centaur
04:27	Сброс головного обтекателя
17:27	Выключение двигателя блока Centaur
17:35	Построение ориентации для полета по промежуточной орбите
107:55	Построение ориентации для второго включения
115:10	Второе включение двигателя блока Centaur
116:36	Выключение двигателя блока Centaur
116:38	Построение ориентации для отделения КА
119:25	Отделение КА

торый накануне показывал облачность и грозу, не оправдался: над Канавералом было голубое небо. Заправка ступеней и подготовка к пуску прошла без замечаний.

Надпись на ракете гласила, что старт посвящен памяти д-ра Майкла Стромана (Michael Stroman) из United Launch Alliance.

### Понск

Ни расчетные, ни фактические параметры орбиты КА PAN официально объявлены не были, что не помешало неформальному лидеру международной группы наблюдателей Теду Молчану их спрогнозировать, а участникам группы – обнаружить КА в полете.

Тед исходил из опубликованной циклограммы выведения с очень длинным (548 сек) первым включением «Центавра», продолжительным пассивным участком и коротким вторым включением (всего 86 сек). Сходная циклограмма была использована при запуске в 2006 г. коммерческого КА Astra 1KR, для которого орбита после первого включения имела наклонение 24.83° и высоту 167×22 442 км, а после второго – 23.97° и 6212×35 787 км. Имея эти данные, Молчан построил и опубликовал поисковые орбитальные элементы на промежуточную и конечную орбиты PAN.

Как и ожидалось, Atlas V ушел со старта на восток и, как было указано в репортаже о запуске на сайте spaceflightnow.com, перед вторым включением «Центавра» находился уже на высоте около 14 500 км, что соответствовало первой поисковой орбите. Но еще до этого, всего через 34 мин после запуска, южноафриканский наблюдатель Грег Робертс (Greg Roberts) поймал четкий сигнал радиомаяка на частоте 2252.5 МГц, который по времени, направлению и величине доплеровского сдвига соответствовал ожидаемым параметрам движения разгонного блока со спутником. Робертс смог сопровождать объект в течение 14 минут, после чего был вынужден прекратить наблюдения из-за сильного ливня.

18 сентября другой южноафриканский наблюдатель Айан Робертс (Ian Roberts), просматривая из района Йоханнесбурга полосу вдоль геостационара, обнаружил неизвестный яркий КА. 20 сентября Грег Робертс вновь нашел его как в радиодиапазоне на частоте 2252.5 МГц, так и в оптическом. Последующие наблюдения двух Робертсов и Питера Уэйклина позволили Молчану надежно определить параметры орбиты объекта, который начиная с 20 сентября находился в

точке стояния 34.5° в.д. Ближе к концу октября он сместился чуть западнее, в 32.8° в.д.

Ни один ранее известный геостационарный аппарат в этой области не передает на частоте 2252.5 МГц, поэтому наблюдатели заключили, что вновь найденный яркий объект и есть PAN.

### Попытка интерпретации

Внимание космического сообщества к предстоящему пуску привлек 26 мая известный «космический» обозреватель Крейг Ково (Craig Covault), работающий ныне для сетевого издания spaceflightnow.com. В своей статье он отметил, что пуск суммарной стоимостью 500 млн \$ засекречен настолько, что неизвестно не только, на какую орбиту должен быть выведен аппарат, но и какое правительство ведомство или разведывательное агентство является его владельцем. К. Ково отметил, что в течение многих лет ни ВВС США, ни Национальное разведывательное управление NRO, ни Агентство по противоракетной обороне MDA не скрывали принадлежность им запускаемого КА.

В начале июля компания Lockheed Martin признала, что является головным подрядчиком по проекту PAN, включая изготовление спутника на базе коммерческой платформы и пусковые услуги. Этот короткий пресс-релиз заставил выдвинуть новые предположения.

Тед Молчан и Джонатан МакДауэлл высказали подозрение, что PAN – первый спутник-ретранслятор 4-го поколения системы SDS, отвечающей за передачу информации со спутников-разведчиков NRO. Эта идея выглядела сомнительно, так как ранее NRO, не называя спутники-ретрансляторы по имени и по назначению, все же признавало их своими.

Историк военных космических программ Дуэйн Дей отметил, что, если спутник сделан на лохидьювской платформе A2100, он еще не обязан быть связанным аппаратом: на этой же базе Lockheed Martin делает новые спутники раннего предупреждения SBIRS. Поговаривали даже, что это может быть первый экспериментальный КА системы ПРН третьего поколения, известной под обозначениями AIRSS и 3GIRS. Однако и SBIRS, и 3GIRS финансируются по открытым статьям бюджета, и поэтому известно, что попутный запуск экспериментального ИК-датчика на коммерческом КА планируется лишь на вторую половину 2010 г.

Наблюдатели не исключали варианта запуска на коммерческой платформе экспериментального комплекта ПН для военных телекоммуникационных спутников TSAT, хотя эта программа и была закрыта в начале 2009 г. Но и здесь не было никаких свидетельств существования такой ПН на раннем этапе работ по данной программе.

Наконец, было выдвинуто предположение, что под именем PAN скрывается новый вариант геостационарного спутника-инспектора MiTEX (НК №8, 2006). Учитывая, что инспекция спутниками MiTEX аварийного американского КА DSP F23 была «засвечена» наблюдателями (НК №3, 2009), у Агентства перспективных оборонных исследовательских проектов DARPA могли быть основания для засекречивания проекта. Здесь, однако, сомнительным выглядело использование коммерческой платформы Lockheed.

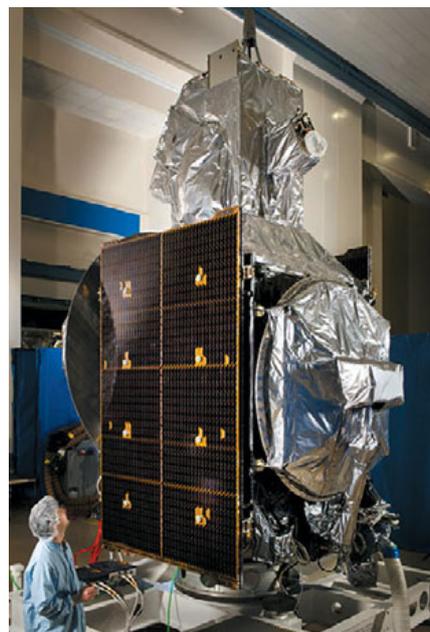
Лишь перед самым пуском туман секретности был отчасти развеян: 4 сентября пресс-служба 45-го космического крыла назвала стартовое окно и объявила, что будет запущен *правительственный телекоммуникационный спутник* и что информация о полете будет выдаваться вплоть до момента отделения КА.

22 сентября, после того как стало известно о прибытии аппарата в точку стояния, Lockheed Martin еще раз подтвердила, что заказ по проекту PAN включал изготовление телекоммуникационного спутника, создание наземного сегмента и пусковые услуги. Компания заявила, что спутник нового поколения, разработанный и изготовленный для американского правительства, работает должным образом и что уже завершены несколько важных этапов работ с целью передачи его заказчику. В пресс-релизе фирмы говорилось об использовании конфигурируемой платформы A2100\*, существующих коммерческих решений и «уникальных процессов» Lockheed Martin, что позволило получить «качественное и дешевое решение».

Более того, Lockheed Martin даже опубликовала фотографию спутника на этапе предстартовой подготовки, на которой виден вполне традиционный «кубик» с двумя рефлекторами диаметром примерно 2–3 м и модулем полезной нагрузки. Кстати, по характеристикам ракеты и предполагаемой орбиты выведения эксперты оценили максимальную массу КА примерно в 3500 кг.

Контракт на PAN, целью которого было «удовлетворение будущих потребностей правительства», был выдан Lockheed Martin в октябре 2006 г. на условиях фиксированной стоимости заказа. Старт планировался через 30 месяцев после выдачи контракта, но в итоге все-таки задержался на пять месяцев, главным образом из-за переносов предшествовавших пусков PH Atlas V.

Весной 2007 г. в печатном органе фирмы появилась статья о работе в подразделении специальных программ над проектом P360,



▲ Единственная фотография спутника PAN

\* Вероятно – в наиболее мощном варианте A2100AX.

Фото Lockheed Martin

а в другой публикации за декабрь 2007 г. фигурировали на равных два названия – P360 и PAN. Из этих источников следует, что PAN является инициативной разработкой Lockheed Martin, которую «после нескольких лет проработки концепции, анализа рынка и, наконец, подачи предложения» удалось продать правительству. В работах по проекту участвовали отделения космических систем в Саннивейле, коммерческих систем в Ньютауне, информационных систем и глобальных услуг в Сан-Хосе, а также зарубежные подразделения и совместное предприятие ULA. Менеджер программы в отделе коммерческих космических систем Майкл Макатче (Michael Makatche) в декабре 2007 г. писал: «Мы успешно проходим все контрольные точки... программы, которая изменит в будущем способ выдачи и исполнения правительственных заказов». С этими словами перекликается эмблема пуска – улыбающаяся лягушка, размахивая ковбойской шляпой, летит на ракете, на которой написано P360/PAN, а ниже лозунг: «Простейшая из программ».

Расшифровка наименования P360 неизвестна. Из другой эмблемы, отражающей усилия ULA и 45-го космического крыла по осуществлению пуска AV-018, удалось установить, что имя PAN означает Palladium At Night. У греков этим словом называли статую богини Афины Паллады, которая стояла в Трое как символ безопасности города. Palladium переводят еще как залог безопасности, оплот и просто защиту – в общем, «ночная защита».

Можно также вспомнить, что так же называется драгоценный металл палладий и искать какие-то связи с иридием, именем которого была названа спутниковая система связи Iridium. Учитывая, что создавалась она как коммерческая, а в действительности эксплуатируется главным образом в интересах Минобороны США, некая аналогия просматривается. Кстати, название Iridium было дано системе потому, что атомный номер иридия – 77, а в группировке первоначально планировали иметь 77 спутников. Атомный номер палладия – 46; предположить, что неизвестный заказчик собирается запустить еще 45 таких спутников, мы не рискуем.

Но на кого же должен работать телекоммуникационный спутник, скрывавшийся под четырехметровым обтекателем «Атласа»? Крейг Ково в своей первой статье сделал нарек в сторону ЦРУ, а основание выглядело так: ранее на слушаниях в Конгрессе главная разведслужба страны признала, что занимается усовершенствованием спутниковой связи со своими тайными агентами. Является ли эта задача частью миссии PAN, отметил Ково, разумеется, не будет обсуждаться публично, но как раз благодаря ей данный проект может оставаться вне зоны ответственности ВВС США и NRO.

В качестве других возможных владельцев КА назывались Госдепартамент и Министерство внутренней безопасности.

В период подготовки к пуску Тед Молчан нашел несколько случаев упоминания подрядчиками в одном контексте проекта PAN и спутниковой системы MUOS, которая должна прийти на смену спутникам мобильной связи UFO (UHF Follow-On), заказываемым ВМС США и работающим в интересах всех видов

Вооруженных сил, Белого дома, Госдепартамента и Министерства внутренней безопасности. Это уже была зацепка, и Грег Робертс не случайно пробовал найти сигналы спутника на характерных для UFO частотах канала «борт – Земля» 2262.5 и 2252.5 МГц. Как мы уже знаем, PAN действительно был найден по сигналу на частоте 2252.5 МГц, и Молчан выдвинул следующую концепцию: спутник PAN является единичным изделием, призванным подстраховать старые аппараты UFO в период до замены их новыми бортами MUOS.

Группировка спутников UFO действительно стара: лишь один аппарат из восьми работающих запущен после 1999 г. при сроке активного существования по контракту 10 лет. В 2004 г. деградация ее до состояния, не обеспечивающего 70-процентный уровень доступности, ожидалась в 2010 г., а первый запуск КА MUOS планировался на II квартал 2009 г. Однако в июне 2005 г. после 11 лет работы отказал КА UFO F3, а в августе 2006 г., менее чем через восемь лет после запуска, вышел из строя UFO F9. Эти отказы заставили передвинуть срок недопустимой деградации группировки на 2007 г. К настоящему времени считается, что предел по деградации будет пройден в 2009 г., но и первый запуск MUOS на PH Atlas V (551) ушел «вправо» на февраль 2011 г., так что есть все основания опасаться за стабильность работы системы.

В начале 2008 г. ВМС США запросили бюджетные средства с целью заказа дополнительной ПН УКВ-диапазона для установки на какой-нибудь подходящий КА в качестве временной меры поддержки существующей группировки. Однако средства выделены не были, и в феврале 2009 г. эту идею пришлось похоронить.

Программы UFO и MUOS, равно как и предполагавшаяся дополнительная ПН, не были засекречены и финансировались по открытым статьям военного бюджета. Секретный проект PAN, если он действительно имеет к ним отношение, может быть закрытым из-за того, что секретен бюджет его заказчика. Эта логика вновь привела Молчана к идее К. Ково о том, что заказчик – гражданская разведслужба (скорее всего – ЦРУ), которая «гораздо раньше, в 2005–2006 гг., решила, что не может рисковать перерывом в обслуживании, и получила разрешение быстро заказать и запустить спутник, совместимый с UFO». Позднее Дуэйн Дей указал второй возможный вариант использования ретрансляторов UFO в интересах ЦРУ, помимо связи с агентами: управление беспилотными разведывательными аппаратами.

Сказать честно, в день запуска связь между PAN с одной стороны и UFO и MUOS с другой не казалась достаточно обоснованной. Если говорить о частоте 2252.5 МГц, то это всего лишь частота линии «борт – Земля» одного из 20 каналов системы SGLS, используемой NASA и ВВС США для обмена командной и телеметрической информацией со своими спутниками\*. Никто не следует, что литер частоты 11 должен использо-

ваться для служебного радиообмена исключительно с аппаратами, работающими в системе UFO; кстати, кроме них, 11-й канал используют также геостационарные спутники Skynet и военные метеоспутники DMSP на низких орбитах.

Далее, если говорить о полезной нагрузке, совместимой с 39 УКВ-каналами аппаратов UFO, то для ее размещения не нужен спутник массой 3500 кг. Ведь штатный UFO массой 3400 кг несет не только ПН UHF/УКВ-диапазона, но и ПН диапазона крайне высоких частот EHF, совместимую с терминалами системы Milstar, и «вещательный» комплекс GBS для передачи в войска видовой информации.

Пол Марш, также являющийся членом международной группы наблюдателей, отметил, что на опубликованном снимке КА PAN нет никаких признаков того, что он может работать в УКВ-диапазоне – ни большой развертываемой антенны, ни характерных спиральных антенн.

Обнаружение спутника в точках стояния 34.5° и 32.8° в.д. также работает против гипотезы UFO. Все имеющиеся спутники этого типа работают в точках, зарегистрированных в свое время для системы FLTSATCOM-C (см. таблицу). Но вблизи 32–35° в.д. таких позиций просто нет, и они, по-видимому, никогда не использовались аппаратами UFO и их предшественниками.

В точке 34.5° и рядом с ней вообще нет американских аппаратов и нотифицированных (утвержденных) частотных присвоений, а лишь заявки Украины и организации Arabsat. Рядом, в 34° в.д., имеется нотифицированная точка Ирана, а в 35° в.д. – советская, а затем российская точка спутников «Радуга» и «Радуга-1».

Наименование	Номер	Обозначение	Дата запуска	Точка стояния	Состав ПН
UFO F2 (USA-95)	22787	1993-056A	03.09.1993	28.5° в.д.	UHF+SHF
UFO F4 (USA-108)	23467	1995-003A	29.01.1995	176.6° з.д.	UHF+SHF+EHF
UFO F5 (USA-111)	23589	1995-027A	31.05.1995	99.4° з.д.	UHF+SHF+EHF
UFO F6 (USA-114)	23696	1995-057A	22.10.1995	105.6° з.д.	UHF+SHF+EHF
UFO F7 (USA-127)	23967	1996-042A	25.07.1996	21.7° з.д.	UHF+SHF+EHF
UFO F8 (USA-138)	25258	1998-016A	16.03.1998	172.3° в.д.	UHF+EHF+GBS
UFO F10 (USA-146)	25967	1999-063A	23.11.1999	72.6° в.д.	UHF+EHF+GBS
UFO F11 (USA-174)	28117	2003-057A	18.12.2003	71.5° в.д.	UHF+EHF

Тед Молчан заметил, что в позиции 34.5° с января 2009 г. находится спутник AMC-14 – кстати, также изготовленный Lockheed Martin, – который остался на нерасчетной орбите во время запуска в марте 2008 г., был выкуплен неназванным правительственным ведомством США и переведен затем на синхронную орбиту наклонением 13° и условной точкой стояния 34.5° (НК №3, 2009). «Если PAN останется вблизи AMC-14, я буду полагать, что ими владеет одно и то же агентство в составе правительства США», – отметил канадский наблюдатель и добавил, что два спутника могут оказывать разные услуги.

Пол Марш, в свою очередь, указал, что на опубликованном снимке в составе ПН PAN можно видеть волновод, ведущий к рефлектору правой антенны, а сама эта антенна имеет двухступенной привод, что позволяет ей формировать перенацеливаемый луч. Толщина волновода говорит о том, что он может использоваться для передачи на частоте порядка 20 ГГц. Рефлектор левой антенны имеет больший диаметр, и она может быть предназначена для работы в диапазоне X

\* Линия «Земля – борт» имеет частоту 1803.76 МГц, равную 205/256 от частоты линии «вниз».

(8/7 ГГц). Кроме того, в составе ПН угадывается антенна межспутниковой связи.

Интересная деталь: отказавший в августе 2006 г. UFO F9 был одним из трех спутников, оснащенных вещательным комплексом GBS. Это – ПН с четырьмя транспондерами диапазона Ka (30/20 ГГц), каждый из которых способен передавать данные со скоростью до 24 Мбит/с. Основное назначение GBS – передача в подразделения полученных с разведывательных спутников и беспилотных самолетов изображений, специальных сообщений, разведывательных донесений, приказов и сигналов предупреждения о ракетных атаках, а также метеопрогнозов. Он может использоваться и для трансляции телевизионных каналов и передачи видео по запросу.

Смысла в дополнительном развертывании «вещательной» ПН в дополнение к двум оставшимся, пожалуй, больше, чем в увеличении числа работающих УКВ-комплексов с восьми до девяти – правда, для этого необходимо разместить модуль GBS хьюзовской разработки на локхидовском спутнике. Стоит также заметить, что контракт на PAN был выдан всего через два месяца после выхода из строя UFO F9 и может быть его прямым следствием. Наконец, отметим, что точки 34.5° и 32.8° в.д. оптимальны для покрытия территории Ирака и Афганистана, где американские войска ведут боевые действия в настоящее время, а также всей территории Ближнего Востока, Центральной и Восточной Европы.

Что же касается точки 32.8° в.д., то совсем рядом, в 33° в.д., «проживает» спутник

Eurobird 3 системы Eutelsat с 20 транспондерами Ku-диапазона. Там же имеются нотифицированные позиции системы Intelsat (незанятая) и американская позиция USMB-7, для которой известны только частоты командно-телеметрической радиолнии S-диапазона – 2232.5 и 2277.5 МГц (литеры частоты 07 и 16 соответственно).

Интересно отметить, что в июне 2009 г. д-р Эндрю Палович (Andrew W. Palowitch), директор программы космической защиты, финансируемой совместно ВВС США и NRO, привел в ходе симпозиума в Вашингтоне мнение генерала Дэвида Петреуса (David Petraeus), который стоит во главе Центрального командования и руководит войсками в этом регионе. Самой важной для него является связь с войсками в поле, а самым важным спутником – французский коммуникационный аппарат, через который она идет! Уж не Eurobird 3 ли имел в виду Д. Петреус?

Версия собственного специализированного КА для связи, передачи данных и управления войсками в сфере деятельности Центрального командования выглядит довольно стройной, но все же не объясняет необходимость скрывать ведомство, которому принадлежит спутник, да и «сватать» его ЦРУ в этом случае незачем.

Необычную степень секретности наблюдатели пытаются объяснить тремя способами. Одни считают, что Lockheed Martin не только изготовила и запустила КА, но и будет владеть и управлять им в интересах заказчика, и что режим секретности установлен ими совместно. В другом варианте PAN действи-

тельно считается промежуточным между UFO и MUOS аппаратом, гарантирующим выполнение некоей стратегической функции, существование которой – а тем более возможность ее потери – не может быть признано правительством. Наконец, есть третья версия: аппарат принадлежит ведомству, само существование которого пока является тайной – как до 1992 г. тайной было существование NRO.

*С использованием материалов Lockheed Martin, ULA, BBC США, spaceflightnow.com и nasaspaceflight.com*

### Сообщения

✓ Лаборатория реактивного движения JPL подтвердила 4 сентября, что проект малого исследовательского аппарата NuSTAR (Nuclear Spectroscopic Telescope Array) переведен в стадию изготовления КА. Спутник будет запущен в августе 2011 г.; на его борту будет находиться первый фокусирующий рентгеновский телескоп высоких энергий, позволяющий исследовать такие объекты, как черные дыры и взрывы сверхновых. Аппарат создается командой Калифорнийского технологического института под контролем JPL. – П.П.

✓ 11 сентября администратор NASA Чарлз Болден и генеральный директор ЕКА Жан-Жак Дордэн подписали соглашение о сотрудничестве, которое позволяет сторонам вести обмен технической информацией и людьми в ходе разработки новых космических транспортных систем. – П.П.



**Малакут Созвездие**

СТРАХОВОЙ БРОКЕР

СТРАХОВАЯ КОМПАНИЯ

«МАЛАКУТ СОЗВЕЗДИЕ» – ПРОФЕССИОНАЛИЗМ КОСМИЧЕСКИХ ПРАКТИКОВ.  
СТРАХОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ РИСКОВ И РИСКОВ ВПК.

РОССИЯ, 127051 МОСКВА,  
МАЯЯ СУХАРЕВСКАЯ ПЛОЩАДЬ, 12

ТЕЛ: +7 (495) 933 13 73  
ФАКС: +7 (495) 933 13 70

E-MAIL: MALAKUT @ MALAKUT.RU

# НОВЫЙ «Метеор» СО ТОВАРИЩИ

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

Фото С. Сергеева



**17** сентября в 18:55:07.679 ДМВ (15:55:08 UTC) с пусковой установки №6 площадки 31 космодрома Байконур стартовой командой ЦЭНКИ при участии боевых расчетов Космических войск РФ и специалистов ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», НПП ВНИИЭМ, НПО имени С.А. Лавочкина и других предприятий Роскосмоса осуществлен пуск ракеты космического назначения (РКН) «Союз-2.1Б» №002 с космическим разгонным блоком (РБ) «Фрегат» №1014.

Целью пуска было выведение на орбиты одного основного спутника – российского метеорологического КА нового поколения «Метеор-М» №1, пяти малых попутных КА – «Стерх» №12Л системы КОСПАС/SARSAT, экспериментальный образовательный «УгатуСат», научный образовательный «Университетский-Татьяна-2», экспериментальный калибровочный BLITS (все – Россия) и обзорный КА SumbandilaSat (ЮАР), а также экспериментальной технологической ПН IRIS.

## Пуск

Пусковая кампания, начавшаяся еще летом, вступила в завершающую стадию в первый стартовый день 12 сентября. В соответствии с планом РКН была вывезена из монтажно-испытательного комплекса и установлена на стартовом комплексе (СК). Контроль хода операции осуществлял заместитель руководителя Роскосмоса А.Е. Шилов. На старте присутствовали статс-секретарь – заместитель руководителя Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) В.Н. Дядюченко, руководители предприятий Роскосмоса, представители заказчиков.

Старт был назначен на 15 сентября, но дважды откладывался на сутки: в первый раз по метеоусловиям (сильный ветер), а во второй – по техническим причинам: потребова-

лись дополнительная техническая проверка СК и работы с носителем.

РН «Союз-2.1Б» была разработана и изготовлена в самарском ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс». В отличие от исходного носителя «Союз-У», в состав ракеты входит модифицированный блок «И» третьей ступени с новым двигателем РД-0124, разработанным в КБХА имени С.А. Косберга (Воронеж), а также новая цифровая система управления (СУ), созданная в НПО автоматики имени академика Н.А. Семихатова (Екатеринбург).

Выведение «Метеора-М» и его спутников производилось в северном направлении. Район падения отработавших боковых блоков первой ступени РН находился в Актобинской и Кустанайской областях Казахстана, второй ступени и головного обтекателя – в Пермском крае и Свердловской области.

Через 558 сек после старта орбитальный блок успешно отделился от третьей ступени ракеты на орбите наклонением 98.81° и высотой 190.5×212.6 км. После этого началось разведение аппаратов по целевым орбитам. Два включения ДУ «Фрегата» обеспечили переход на орбиту высотой примерно 820×850 км, на которой в 19:53 ДМВ отделились «Метеор-М» и BLITS, а в 20:45 ДМВ – почти одновременно «УгатуСат», «Университетский-Татьяна-2» и «Стерх».

После этого «Фрегат» совершил еще два маневра для перевода КА SumbandilaSat на более низкую целевую орбиту. В 21:36 ДМВ южноафриканский спутник отделился от РБ; аппаратура IRIS не отделялась и осталась на «Фрегате».

Номера и международные обозначения КА в каталоге Стратегического командования США, а также параметры орбит всех выведенных объектов, определенные по американским данным, приведены в таблице.

Номер	Обозначение	Наименование	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	Нс, км	P, мин
35865	«Метеор-М»	2009-049А	98.80°	820.3	850.0	101.34
35866	«Стерх №2»	2009-049В	98.80°	818.2	848.8	101.30
35868	«Университетский-Татьяна-2»	2009-049D	98.80°	818.0	849.9	101.32
35869	«UgatuSat»	2009-049E	98.80°	818.8	850.8	101.33
35871	BLITS	2009-049G	98.80°	819.2	851.5	101.36
35870	SumbandilaSat	2009-049F	97.37°	498.0	519.3	94.62
35867	РБ «Фрегат» и IRIS	2009-049С	97.37°	499.5	520.4	94.63
35872	3-я ступень РН	2009-049H	98.82°	187.1	223.0	88.38

Командный пункт Космических войск и Главный испытательный центр испытаний и управления космическими средствами имени Г.С. Титова (ГИЦИУ КС) подтвердили штатное выведение всех спутников на целевые орбиты. В 20:36 ДМВ, после завершения первого витка, «Метеор-М» №1 был принят на управление средствами наземного автоматизированного комплекса управления ГИЦИУ КС. Все остальные спутники, кроме неуправляемого «Блица», также переданы на управление заказчиком.

## «Метеор-М»

Спутник «Метеор-М» №1 космического комплекса гидрометеорологического обеспечения «Метеор-3М» создан ФГУП «Научно-производственное предприятие – Всероссийский НИИ электромеханики с заводом имени А.Г. Иосифьяна» (НПП ВНИИЭМ, г. Москва) в рамках Федеральной космической программы России на 2006–2015 годы. Аппарат предназначен для оперативного получения глобальной гидрометеорологической информации в целях прогноза погоды, контроля радиационной обстановки в околосредном пространстве, а также мониторинга морской поверхности, включая ледовую обстановку с целью обеспечения судоходства в полярных районах. Главный конструктор космического комплекса – Ю.В. Трифонов.

Аппарат создан на базе хорошо зарекомендовавшей себя космической платформы, получившей название «Ресурс-УКП», и в зна-

чительной степени повторяет конструкцию спутника «Ресурс-01» №4. Он имеет цилиндрическую форму при массе 2930 кг, из которых около 1300 кг приходится на полезную нагрузку (ПН). На приборной платформе КА установлены комплекс многозональной съемки для экологического мониторинга, система сбора и передачи данных с приемными антеннами метрового диапазона, аппаратура гелиогеофизического комплекса, многозональное сканирующее устройство малого разрешения, а также радиолонии сантиметрового, дециметрового и метрового диапазонов. На «корме» КА – гелиогеофизический аппаратный комплекс и раскладная антенна бортового радиолокационного комплекса, на корпусе – два пятипанельных крыла солнечных батарей (СБ) с приводами и модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы. Среднесуточная мощность системы электропитания составляет 1.4 кВт. Трехосная система ориентации обеспечивает точность определения положения КА в пространстве не хуже 10' и точность стабилизации не хуже  $5 \times 10^{-4}$  °/с. Расчетный срок активного существования спутника – 5 лет.

Комплекс полезной нагрузки (см. таблицу на с. 36) позволяет решать задачи:

- ❖ получение многозональных изображений, включая радиолокационные, и данных измерений уходящего излучения системы «земная поверхность – атмосфера» в

различных диапазонах электромагнитного спектра;

- ❖ получение гелиогеофизической информации;

- ❖ сбор и передача информации от платформ сбора данных (ПСД) различных типов (наземных, ледовых, дрейфующих).

В состав комплекса входят следующие системы:

- 1) многозональное сканирующее устройство малого разрешения (МСУ-МР);

- 2) комплекс многозональной спектральной съемки (КМСС) среднего разрешения;

- 3) бортовой радиолокационный комплекс (БРЛК) «Северинин-М»;

- 4) комплекс для получения термодинамических параметров атмосферы, включающий модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА);

- 5) гелиогеофизический аппаратный комплекс (ГГК);

- 6) бортовая информационная система (БИС);

- 7) бортовой радиокomплекс (БРК) системы сбора и передачи данных с наземных наблюдательных платформ.

Одна из основных задач дистанционного метеозондирования – получение количественных данных о вертикальном распределении температуры и влажности в атмосфере. Данные температурно-влажностного зондирования атмосферы (МТВЗА) используются в

схемах анализа и численного прогноза погоды. В связи с этим в последние годы большое внимание уделяется совершенствованию методов и повышению достоверности и точности данных МТВЗА. Данный метод базируется на интерпретации данных «косвенных» измерений – определения интенсивности уходящего теплового излучения системы «атмосфера – подстилающая поверхность» с помощью ИК- и МКВ- (СВЧ) радиометров.

Радиометрическая аппаратура СВЧ-диапазона для температурно-влажностного зондирования атмосферы МТВЗА служит на «Метеоре-М» для получения всепогодных данных МТВЗА, то есть зондирования в условиях наличия и отсутствия облачности с удовлетворительными точностными характеристиками при совместном анализе данных от 29 каналов.

Комплекс многозональной съемки КМСС для экологического мониторинга включает три камеры – две МСУ-100 с пространственным разрешением 60 м и одну МСУ-50 с разрешением 120 м. Данные КМСС служат для решения народно-хозяйственных и научных задач в региональном и глобальном масштабе. Объектами оперативного хозяйственного мониторинга могут быть:

- ◆ состояние и прогноз продуктивности сельскохозяйственных культур;

- ◆ состояние и динамика лесного покрова;
- ◆ процессы опустынивания и обезлесивания;

- ◆ состояние и динамика снежного покрова;

- ◆ оптические характеристики, первичная продуктивность и загрязнения морей и океанов;

- ◆ состояние и динамика ледового покрова морей и океанов;

- ◆ структура облачного покрова;

- ◆ аэрозольные загрязнения атмосферы;

- ◆ чрезвычайные ситуации и их последствия: лесные пожары, паводки и наводнения, атмосферные катастрофические явления, извержения вулканов, крупные антропогенные катастрофы.

Объектами фундаментальных научных исследований могут быть:

- ❖ процессы изменения биосферы;

- ❖ процессы взаимодействия суша–океан–атмосфера;

- ❖ компоненты цикла углерода и других биогеохимических циклов;

- ❖ климатообразующие процессы.

Эффективность применения видеоданных КМСС для решения указанных задач существенно повышается при их синтезе с данными других съемочных систем на КА «Метеор-М» №1, в частности с многозональным сканирующим устройством МСУ-МР, дополняющего данные КМСС измерениями в видимом, среднем и тепловом ИК-диапазонах, и радиолокатора.

Следует заметить, что БРЛК на отечественном метеорологическом спутнике впервые применен в качестве штатной аппаратуры, что позволило создать на базе «Метеора-М» многоцелевой информационный комплекс.

Полученные аппаратом радиолокационные данные будут использоваться в целях:

- ◆ обеспечения безопасности мореплавания, проведения фундаментальных и прикладных исследований ледового покрова в приполярных акваториях Мирового океана и



Фото С. Сергеева

В настоящее время «Союз-2» обеих модификаций (со «старым» РД-0110 и «новым» РД-0124 двигателем на третьей ступени) проходит летные (ЛИ) и межведомственные испытания. ЛИ включают проверку соответствия реально достигнутых характеристик заданным в техническом задании, удобства эксплуатации, полноты документации. Для полного объема летных испытаний необходимо не менее пяти пусков каждой модификации ракеты.

Летные испытания варианта РН первого этапа – «Союз-2.1А» – успешно начались 8 ноября 2004 г. суборбитальным пуском с космодрома Плесецк. 19 октября 2006 г. осуществлен первый коммерческий пуск «Союза-2.1А» с космодрома Байконур с европейским метеорологическим КА MetOp, 24 декабря 2006 г. – из Плесецка с российским КА «Меридиан». 22 мая 2009 г. успех был закреплен запуском «Меридиана-2», и вновь из Плесецка. ЛИ варианта РН второго этапа – «Союз-2.1Б» – начались, и также успешно, 27 декабря 2006 г. запуском французского исследовательского КА Corot с космодрома Байконур. 26 июля 2008 г. из Плесецка стартовал спутник «Космос-2441» («Персона»). Таким образом, нынешний полет стал третьим для самой мощной на сегодня модификации «семерки».

Начало испытаний модификации СТА (вариант «Союз-2.1А» для пусков из Гвианского космического центра) запланировано на 2010 г.

Ввод в эксплуатацию «Союза-2» позволит заменить носители «Союз-У», «Союз-ФГ» и «Молния-М» одной универсальной ракетой.

Установка новой СУ на базе цифровой вычислительной машины и цифровой радиотелеметрической системы повышает точность выведения, устойчивость и управляемость РН, позволяет использовать крупногабаритные головные обтекатели диаметром 4.11 м и длиной 11.43 м. Усовершенствованные двигатели РД-107А, РД-108А на первой и второй ступенях и новый двигатель РД-0124 на третьей ступени (для варианта «Союз-2.1Б») увеличивают грузоподъемность на 100–1200 кг, доводя массу ПГ до 8350 кг. Применение РБ «Фрегат» расширяет диапазон орбит выведения.

В состав космической головной части РКН «Союз-2.1Б» входил РБ «Фрегат», созданный в НПО имени С.А. Лавочкина. Начальная масса изделия при максимальной заправке достигает 6635 кг, конечная масса – 970 кг. «Фрегат» очень компактен: при стартовой массе 6.4–6.5 т высота блока составляет всего лишь около 1.5 м, а описанный диаметр – 3.35 м.

в замерзающих морях, а также на крупных озерах умеренных широт;

◆ прогноза, мониторинга и информационного обеспечения мероприятий по ликвидации последствий наводнений;

◆ оперативного контроля за состоянием водной среды и соблюдением правил использования континентального шельфа в исключительной экономической зоне России;

◆ своевременного обнаружения, определения площади и конфигурации разливов нефтепродуктов на водной поверхности, а также мониторинга динамики развития загрязнений акватории Мирового океана;

◆ гидрометеорологического обеспечения сельскохозяйственного производства;

◆ мониторинга промысловых районов Мирового океана в целях информационного обеспечения производственной деятельности рыболовного флота и др.

БРЛК «Северянин-М» будет также включен в состав бортового информационного комплекса КА «Метеор-М» №2, запуск которого планируется в 2010 г.

Гелиогеофизический комплекс ГТАК-М объединяет на одной платформе пять приборов для изучения излучений широкого энергетического спектра:

① многоканальный спектрометр геоактивных корпускулярных излучений МСГИ;

② спектрометр солнечных космических лучей СКЛ;

③ детектор галактических космических лучей ГАЛС;

④ радиочастотный масс-спектрометр РИМС;

⑤ модернизированный измеритель коротковолновой отраженной радиации ИКОР.

Комплекс предназначен для измерения дифференциальных спектров в диапазоне 0.05–20 кэВ, плотности потоков частиц в диапазоне от 30 кэВ (шесть каналов), ионного состава в диапазоне 1–20 а.е.м. (два канала) и отраженной радиации в диапазоне 0.2–4 мкм.

Радиотехнический комплекс ССПД включает систему получения данных с наземных измерительных платформ. Общее количество обслуживаемых ПСД – до 1200 при 150 одновременно обслуживаемых платформ.

Информация со спутника передается в метровом, дециметровом и сантиметровом

Характеристики полезной нагрузки КА «Метеор-М»				
Наименование	Спектральный диапазон, мкм	Число каналов	Пространственное разрешение, м	Полоса обзора, км
Многозональное сканирующее устройство МСУ-МР	0.5–12.5	6	Менее 1000	2800
Комплекс многозональной спектральной съемки КМСС	0.53–0.9 0.37–0.69	3 3	60 120	500 900
Бортовой радиолокационный комплекс «Северянин-М»	Несущая частота 9.6 ГГц	–	500 и 1000	600
Модуль температурного и влажностного зондирования атмосферы МТВЗА	Частотный диапазон 18.7–183.31 ГГц	29	10–100 км (горизонтальное) 4000–5000 м (вертикальное)	1200
Гелиогеографический аппаратный комплекс ГТАК-М	Измерение спектров и потоков космических частиц			
Система сбора и передачи данных ССПД	150 ледовых, наземных и морских платформ одновременно			
Радиолинии метрового, дециметрового и сантиметрового диапазонов	Непосредственная передача информации; воспроизведение глобальной информации в сантиметровом диапазоне			

диапазонах. Использование международных диапазонов и общепринятых форматов передачи данных АРТ (LRPT) и HRPT в радиолиниях «борт-земля» делает доступной информацию с отечественного метеоспутника для международного сообщества. Поэтому «Метеор-М» рассматривается как составная часть космической подсистемы Глобальной системы наблюдений Всемирной метеорологической организации.

Бортовой информационный комплекс КА, включающий в свой состав разнообразие измерительные приборы, работающие синхронно в различных диапазонах спектра электромагнитного излучения, позволяет получать комплексную оперативную информацию для решения широкого круга задач, а именно для анализа и прогноза:

❖ погоды в региональном и глобальном масштабах;

❖ состояния акватории морей и океанов;

❖ условий для полета авиации, включая исследование структуры облачного покрова;

❖ гелиогеофизической обстановки в околоземном космическом пространстве, состояния ионосферы и магнитного поля Земли.

Аппаратура осуществляет контроль ледовой обстановки, обеспечение безопасности мореплавания, фундаментальные и прикладные исследования ледяного покрова. «Метеор-М» будет использоваться и для морской навигации.

«Этот спутник будет зондировать с помощью радиолокатора Северный морской путь, то есть определять толщину льда, молодой лед или старый, ширину полыньи, трещины. Эта информация будет передаваться капитанам ледоколов, которые смогут правильно

направлять свои суда, чтобы они не застряли во льдах», – отметил Л. А. Макриденко, генеральный директор – генеральный конструктор НПП ВНИИЭМ. По его словам, это своеобразное начало освоения арктического региона России (программа «Арктика»).

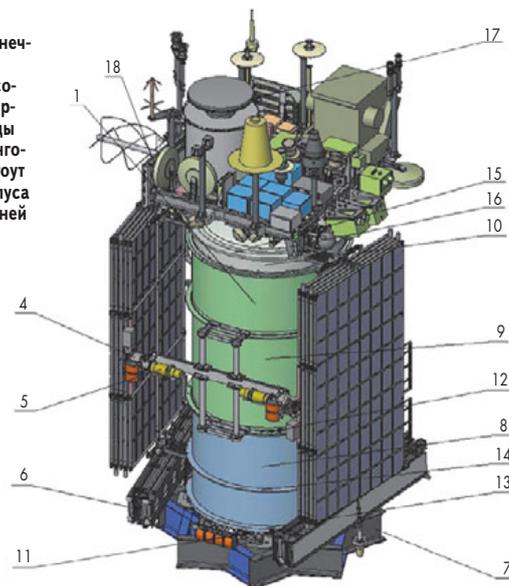
Запуск нового КА «закрывает» тяжелый пятилетний период, в течение которого у России не было собственного метеоспутника, и открывает серию перспективных аппаратов гидрометеорологического обеспечения.

«Каждая страна должна иметь свою метеорологическую систему: ее имеет Европа, США, Китай, [Индия]. Наша система была разрушена: в 2004 г. окончательно вышел из строя последний отечественный метеоспутник, и Гидрометцентр России вынужден был получать данные с иностранных КА. Точность прогноза погоды оставляла желать лучшего. Но с этим пуском ситуация изменится к лучшему, «Метеор-М» восполнит пробел», – заявил Л. А. Макриденко, отметив, что в мировой космической технике многоцелевые спутники ДЗЗ считаются наиболее сложными.

На протяжении многих лет во ВНИИЭМ ведутся НИОКР, связанные с проектированием, испытаниями, запуском и эксплуатацией КА ДЗЗ. В 1967–1994 гг. было выведено на орбиту 58 КА «Метеор-1», «Метеор-2» и «Метеор-3». Единственный «Метеор-3М» был запущен 10 декабря 2001 г. (НК №2, 2002).

В свою очередь, представитель заказчика В. Н. Дядюченко отметил, что «Метеор-М» соответствует американским и европейским аналогам и даже превосходит их по набору аппаратуры: «Мы сегодня находимся в неподнятом настроении, потому что заканчи-

▼ Конструкция КА «Метеор-М»:



назначения (ГУ «НИЦ «Планета» Росгидромета) осуществляют обработку и анализ полученных данных. Информацию принимают наземные пункты Роскосмоса (Отрадное) и Росгидромета (Обнинск и Новосибирск). По предварительным сведениям, качество полученных данных отвечает всем заданным требованиям. Включены и дали первые показания МТВЗА и ГГК – информация также отвечает заданным требованиям.

Планируется, что на первом этапе реализации Федеральной космической программы (до 2012 г.) должна быть создана орбитальная группировка из двух КА «Метеор-М», входящих в состав космических комплексов зондирования Земли и гидрометеорологического наблюдения. Поскольку метеослужба собирает информацию каждые три часа и составляет прогноз погоды, для полноценной работы нужны данные минимум от двух аппаратов. Сейчас готовится второй спутник серии «Метеор-М», который предполагается запустить в конце 2010 г.

В 2012 г. должен быть выведен на орбиту океанографический спутник «Метеор-М» №3, на котором планируется установить бортовой многоканальный радиолокатор нового поколения с пространственным разрешением порядка 1 м. Введение новых режимов и улучшение характеристик БРЛК позволит значительно расширить перечень решаемых задач и придать новое качество бортовому информационному комплексу в целом. Кроме того, на «Метеоре-М» №3 планируется установить новые многоканальные приборы – сканер мониторинга береговой зоны морей и океанов и сканер мониторинга цветности, – а также другую научную аппаратуру.

### «Стерх»

Малый КА «Стерх» №12Л создан по заказу Роскосмоса в ПО «Полет» (г. Омск), филиале ГKNПЦ имени М. В. Хруничева; генеральный подрядчик проекта – РНИИ КП. «Стерх» предназначен для поддержания российского орбитального сегмента Международной спутниковой системы поиска и спасания

КОСПАС/SARSAT. Он решает задачи приема и ретрансляции сигналов терпящих бедствие морских, воздушных и сухопутных объектов на частоте 406 МГц (режим «Коспас»), а также сбора информации с метеорологических и экологических платформ сбора данных и определения их координат (режим «Курс»). По конструкции спутник аналогичен первому аппарату, который был выведен на орбиту 21 июля РН «Космос-3М» с космодрома Плесецк (НК №9, 2009, с.36–37). Расчетная точность ориентации на Землю и Солнце – лучше 0.5°. Система ориентации работает на электронных схемах с применением цифровых методов обработки сигнала, телеметрии, командно-программного управления. Одна из новых разработок, выполненных в ПО «Полет», – солнечные датчики высокой точности.

Вскоре после запуска и отделения КА от разгонного блока «Фрегат» ЦУП в г. Королёве приступил к работе со спутником. Переход к применению малых КА считается перспективным направлением работ ПО «Полет». Над проектом работали в течение восьми лет около 70 инженеров и конструкторов КБ предприятия. По всей видимости, омичи могут рассчитывать на очередной заказ Роскосмоса, связанный с подготовкой второй пары МКА «Стерх». В Федеральной космической программе 2006–2015 гг. запланирован запуск еще двух спутников в систему КОСПАС/SARSAT. На этот раз в РНИИ КП рассчитывают повысить эффективность работы «космического дозора» за счет интеграции двух глобальных космических систем – поиска и спасания КОСПАС и навигации ГЛОНАСС.

За две недели до запуска КА №12Л в ПО «Полет» подтвердили, что работы по изготовлению и подготовке к запуску новых «Стерхов» начались. Проект выполняется под целевое финансирование.

«Университетский-Татьяна-2»

### «Университетский-Татьяна-2»

Экспериментальный микроспутник «Университетский-Татьяна-2» запущен в научно-образовательных целях. Аппарат создан ВНИИЭМ (руководитель работ – В. А. Кожевников) совместно с МГУ имени М. В. Ломоносова (директор НИИЯФ МГУ – М. И. Панасюк) и другими учебными организациями России и зарубежья. Во время пуска на космодроме Байконур присутствовал ректор МГУ В. А. Садовничий.

Аппарат предназначен для выполнения международной научно-образовательной мо-

вается этап подготовки к важному событию – началу восстановления отечественной метеорологической группировки спутников на новом технологическом уровне, соответствующем международным стандартам. Сигнал от него будут принимать все страны мира, а передаваемая информация будет соответствовать требованиям Всемирной метеорологической организации». Пример «Метеора-М», по его словам, является показателем значительного научно-технического и производственного потенциала российской ракетно-космической отрасли.

«Достигнутый при создании спутника уровень отечественных технологий, качество информации, разрешающая способность приборов соответствуют зарубежному, а по набору аппаратуры «Метеор-М» даже превосходит американские и европейские аналоги. Я хочу поблагодарить Роскосмос за то, что в наше сложное время мы делаем такой прорыв», – сказал В. Н. Дядюченко.

Летные испытания «Метеора-М» №1 продлятся несколько месяцев. В соответствии с программой полета 18 сентября началась проверка служебных систем, обеспечивающих функционирование информационной аппаратуры. Первые четыре дня полета показали, что все системы и приборы российского метеоспутника работают успешно. 30 сентября главная оперативная группа подвела итоги проверки и приняла решение о включении информационной аппаратуры. 1 октября были проведены первые включения одного из информационных комплексов – двух сканеров КМСС – и получены первые изображения европейской территории России.

Оператор космической системы ДЗЗ (НЦ ОМЗ ФГУП «РНИИ КП») и оператор бортовых информационных комплексов гидрометеорологического и океанографического

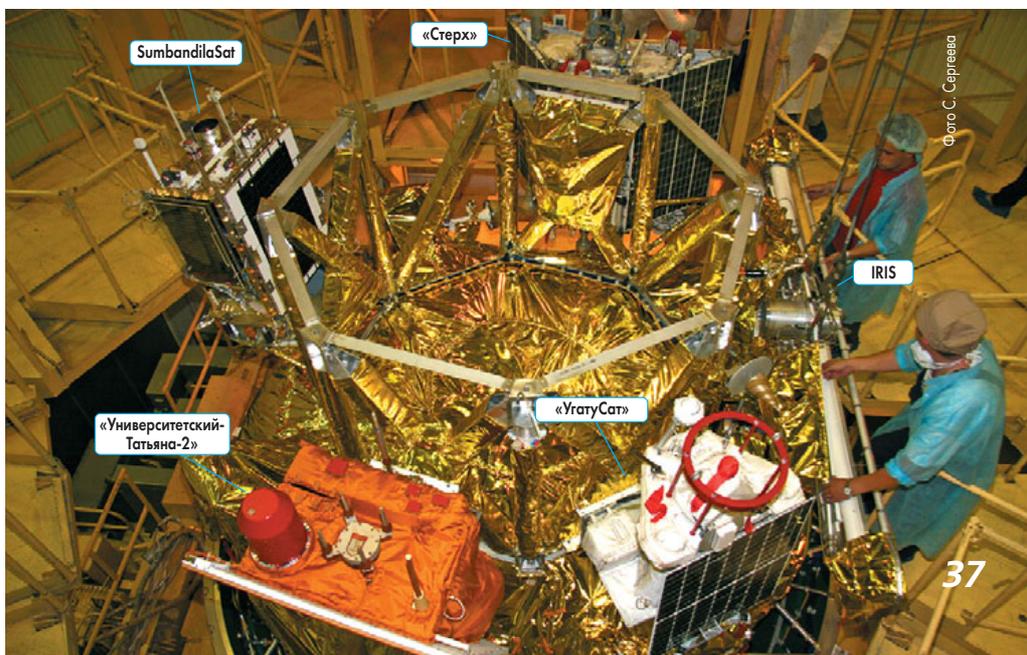
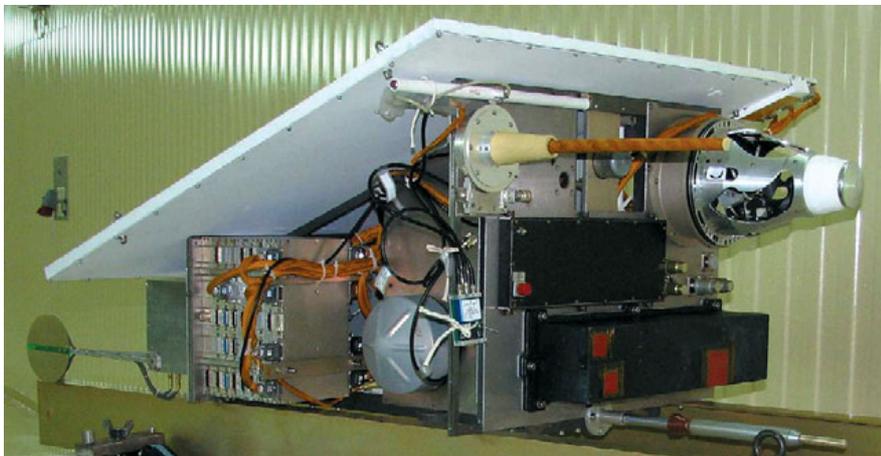


Фото С. Сергеева



▲ Научная аппаратура МКА «Университетский – Татьяна-2» состоит из телескопа «Т» и спектрометра «С» в составе прибора МТЕЛ (нижний бокс с тремя окнами), детектора флуктуаций потока заряженной компоненты «ФЗК» и детектора УФ- и красного излучения «ДУ-ФиК» (бокс над прибором МТЕЛ). Показана сторона МКА, направленная к Земле

лодежной программы изучения околоземного космического пространства, в частности:

- ◆ изучения световых явлений (эльвов) в атмосфере Земли под воздействием галактических космических лучей и энергичных заряженных частиц;
- ◆ исследования радиационной обстановки на трассе полета спутника;
- ◆ изучения вариаций гравитационного и магнитного полей Земли.

Масса спутника, созданного на негерметичной платформе, составляет 90 кг, в том числе масса научных приборов около 20 кг, габариты (с учетом антенн и датчиков) – 1200×1100×570 мм. На КА применена трехосная система ориентации на основе маховиков, обеспечивающая точность ориентации на Землю не хуже 0,2°. Электроснабжение систем обеспечивает панель СБ, установленная на корпусе. Средневитковое потребление электроэнергии составляет не менее 55 Вт. Радиолиния передачи данных работает на частоте 1,7 ГГц при скорости 665 бит/с. Объем передаваемой информации до 20 Мбайт/сутки. Срок активного существования КА не менее одного года.

В состав микроспутника входят следующие системы и устройства:

- ❖ система ориентации и стабилизации;
  - ❖ блок центральных контроллеров;
  - ❖ система электроснабжения;
  - ❖ аппаратура спутниковой навигации;
  - ❖ блок распределения питания;
  - ❖ телекомандная система;
  - ❖ радиолиния передачи данных;
  - ❖ система терморегулирования;
  - ❖ антенно-фидерные устройства;
  - ❖ система отделения;
  - ❖ полезная нагрузка.
- Состав приборов полезной нагрузки:
- ◆ микроакселерометр;
  - ◆ детектор изображения вспышки и спектрометр вспышки в УФ диапазоне;
  - ◆ детектор УФ и красного света;
  - ◆ детектор фона заряженных частиц;
  - ◆ детектор температуры и плотности электронов, магнитометр;
  - ◆ экспериментальная БЦВМ;
  - ◆ блок сбора, хранения и передачи информации ПН.

После отделения с заданными малыми угловыми скоростями от РБ «Фрегат» спутник «Университетский-Татьяна-2» присту-

пил к выполнению программы испытаний. Спустя несколько часов после старта ракеты на российских приемных станциях были зафиксированы первые сообщения КА, свидетельствующие, что все идет согласно штатному расписанию.

Специалисты НПП ВНИИЭМ, находящиеся в центре связи в Калуге, обрабатывают полученную информацию. По результатам первых суток летной эксплуатации подтверждено успешное функционирование систем служебной платформы. Следующий запланированный этап – включение научной аппаратуры, в создании которой принимали участие как отечественные, так и зарубежные предприятия и университеты. Осуществляется подготовка всех каналов передачи спутниковых данных потребителям.

Главную роль в создании спутника сыграли студенты и аспиранты НИИЯФ МГУ. Над аппаратом трудились также представители Автономного университета провинции Пуэбла (Мексика), вузов Республики Кореи (Женского университета Ихоа в Сеуле, Пусанского национального университета и Национального университета) и Чехии.

Данные нового КА позволят ответить на вопросы, поставленные ранее по измерениям на спутнике «Университетский-Татьяна»:

- ❖ Какова роль «высыпающихся» электронов и протонов в наблюдаемом приэкваториальном УФ-свечении;
- ❖ Как распределены на карте Земли разряды различного типа;
- ❖ Каков спектр излучения во вспышках в разные моменты времени;
- ❖ Какой поток электронов выходит в магнитосферу при электрических разрядах в верхней атмосфере;
- ❖ Существуют ли сопряженные (в координатах геомагнитного поля) транзиентные явления в атмосфере;
- ❖ Какова природа связи УФ-вспышек с фазой Луны.

Как заявил В. А. Садовничий, МГУ – единственный российский вуз, который дважды запускал свои спутники на околоземную орбиту (первая «Татьяна» стартовала в 2005 г. и проработала в космосе более двух лет), а всего за последние полвека университет отправил в космос около 400 научных приборов.

В настоящее время согласован технический договор и ведется активная работа над

платформой научно-образовательного спутника «Михайло Ломоносов». Его запуск планируют на 2011 год – к 300-летию М. В. Ломоносова. По сравнению с «Татьяной-2» его масса почти в пять раз больше (500 кг), и для его отправки в космос понадобится отдельная ракета. Сейчас ведутся переговоры по финансированию создания следующего спутника МГУ, и многие вузы и научные центры мира хотят принять участие в этой работе.

### «УгатуСат»

Спутник создан в студенческом конструкторском бюро «Инфокосмос» Уфимского государственного авиационного технического университета (УГАТУ) под руководством заведующего кафедрой «Телекоммуникационные системы» профессора Альберта Султанова с использованием ряда приборов и систем, поставленных профильными предприятиями. Сборка КА производилась в ПО «Полет».

«УгатуСат» предназначен для решения научно-образовательных и прикладных задач, а именно:

- ◆ проведение научных экспериментов по созданию высокоскоростных каналов передачи данных;
- ◆ организация обмена информацией со спутником через терминал системы Globalstar;
- ◆ испытания мультиспектральной оптико-электронной системы наблюдения;
- ◆ апробация перспективных технологий мониторинга окружающей среды и инфокоммуникаций;
- ◆ апробация технологий навигации с использованием систем ГЛОНАСС и GPS;
- ◆ ретрансляция данных наземных датчиков.

Реализация проекта «УгатуСат» позволит провести отработку многоцелевой малоразмерной микроспутниковой платформы в условиях космического полета и повысить технико-экономическую эффективность и информативность систем мониторинга земной поверхности. Аппарат обеспечит получение изображения подстилающей поверхности Земли и передачу видеoinформации в квазиреальном времени на приемную станцию, находящуюся в зоне радиовидимости микроспутника.

«УгатуСат» выполнен в негерметичном исполнении и по внешнему виду похож на призму, к одной из боковых граней которой прилегает панель СБ. На одном из оснований

### ▼ Подготовка аппарата «УгатуСат» на космодроме



Фото С. Сергеева

призмы установлена оптико-электронная камера, на противоположном – антенны и ряд элементов служебных систем. Компоновка спутника «горизонтальная», масса не превышает 35 кг. Средневитковая мощность системы электропитания составляет не менее 31 Вт, а пиковая – не более 90 Вт. Точность ориентации на Землю не хуже  $0.5^\circ$ . Срок активного существования не менее трех лет.

Целевая аппаратура состоит из следующих устройств:

- ❖ оптико-электронный комплекс (камера для съемки поверхности Земли с просторанственным разрешением до 59 м при полосе захвата не менее 400 км и бортовой передатчик частотой 8192 МГц с антенной);

- ❖ модем системы Globalstar;

- ❖ оптический датчик звездных координат;

- ❖ навигационная аппаратура потребителя.

В состав комплекса служебных систем входят:

- ◆ бортовой комплекс управления;

- ◆ системы электропитания, ориентации, стабилизации и обеспечения теплового режима;

- ◆ антенно-фидерные устройства;

- ◆ двигательная установка;

- ◆ конструкция микроспутника.

Аппарат станет не только учебным пособием для студентов, но и может быть использован для практических целей. По словам А.Х. Султанова, спутник позволяет создать систему наблюдения поверхности Земли. Над территорией Башкирии «УгатуСат» будет пролетать в течение 20 минут, но в это время ученые получат возможность в режиме онлайн отслеживать техногенные или природные катастрофы, пожары среднего масштаба, температурные аномалии, химические выбросы в атмосферу, наблюдать за паводковой ситуацией и видеть, где происходят вырубки лесов или геологические разработки. До сих пор в Башкирии получали подобную информацию с десятка иностранных КА. Спутник может быть использован и для организации экстренной связи в труднодоступных зонах.

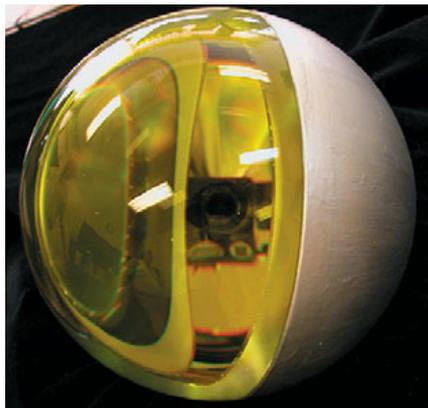
Вся информация с КА будет приниматься и обрабатываться в Центре управления полетами УГАТУ. Когда «УгатуСат» находится за пределами радиовидимости университетской станции в Уфе, сигналы от него можно будет получать через спутниковую систему Globalstar.

Подобный аппарат, способный делать снимки поверхности Земли, среди российских университетов пока имеет только Уфимский авиационный университет. Общая стоимость проекта оценивается в 120 млн руб. В эту сумму входят расходы на оборудование ЦУПа, создание аппарата и запуск его на орбиту. Деньги на проект были предоставлены УГАТУ по гранту суммой 600 млн руб, полученному в 2007 г., когда университет стал победителем конкурса инновационных вузов в рамках приоритетного национального проекта «Образование».

### BLITS

Наноспутник-ретрорефлектор BLITS (Ball Lens In The Space – Сферическая линза в космосе) разработан и изготовлен в НИИ прецизионного приборостроения (НИИ ПП, Москва) под руководством В.Д. Шаргород-

ского и В.П. Васильева по заказу Роскосмоса и Международной службы лазерной дальнометрии ILRS (International Laser Ranging Service). Соглашение между Роскосмосом и ILRS о создании и запуске спутника для решения научных проблем в области геофизики, геодинамики и теории относительности, задач высокоточного измерения и долгосрочного прогнозирования орбит специализированных навигационно-геодезических КА было подписано 10 января 2006 г.



Спутник массой 7.53 кг представляет собой автономную лазерную сферическую отражательную систему на основе оптической линзы Луненберга. Конструктивно он состоит из двух внешних полусфер из стекла марки ЛК6 с показателем преломления  $n=1.47$  и концентрической шаровой линзы из стекла марки Ф105 с  $n=1.76$  (для рабочей длины волны 532 нм). Полусферы внешним радиусом 85.16 мм наклеены на шаровую линзу радиусом 53.52 мм, причем на наружной поверхности одной из них нанесено отражающее зеркальное покрытие (алюминий).

Обычно спутники-цели для лазерной дальнометрии несут угловые отражатели, обладающие из-за разброса технологических параметров погрешностью в определении дальности до центра масс КА. BLITS сам является ретрорефлектором; он полностью симметричен, что обеспечивает погрешность привязки результатов измерений к центру масс спутника лучше 0.1 мм и позволяет реализовать субмиллиметровую точность лазерной дальнометрии.

Специальная система отделения от РБ «Фрегат» придает спутнику вращение со скоростью не менее 6 об/мин вокруг оси, нормальной к плоскости орбиты, обеспечивая оптимальные условия для наблюдений. Расчетный срок службы КА – пять лет.

### «Сумбандила»

Спутник ДЗЗ ZA-002 SumbandilaSat («Сумбандила<sup>1</sup>») – второй<sup>2</sup> южноафриканский КА и первый созданный за деньги государства. Проект, начатый Министерством науки и техники ЮАР как часть трехлетней национальной космической программы<sup>3</sup>, обошелся в 26 млн рандов (3.5 млн \$).

Аппарат массой 81 кг был разработан и изготовлен компанией SunSpace Pty. Ltd. при Университете Стелленбосха, специализирующейся на микроспутниковых технологиях. SunSpace использовала опыт, полученный при разработке, сборке и эксплуатации КА SunSat-1. Руководителем нового проекта стал профессор Сиас Мостерт (Sias Mostert). В обеспечении запуска спутника с 2006 г.

принимали участие специалисты российского ГРЦ «КБ имени академика В.П. Макеева». Работы велись в соответствии с двусторонним российско-южноафриканским соглашением.

Спутник должен решать задачи мониторинга лесных и сельскохозяйственных угодий, уровня воды в водохранилищах и стихийных бедствий. Градостроители будут использовать изображения с КА для решения проблемы перегрузки дорожного движения, борьбы с нелегальной застройкой и т.п.

SumbandilaSat выполнен в виде параллелепипеда с габаритными размерами 1163×775×587 мм. Исполнение – негерметичное; на одной из боковых граней установлена панель СБ с выходной мощностью 65 Вт (пиковая мощность для каждого эксперимента 10 Вт). На передней грани размещены антенные устройства.

Стабилизация КА трехосная, обеспечивается комплектом датчиков (трехкомпонентный магнитометр, солнечный и земной датчики, звездный датчик, датчики угловых скоростей на волоконно-оптическом гироскопе, GPS-приемник) и исполнительных органов (три маховика, магнитные катушки). Спутник имеет бортовую ДУ для коррекций орбиты, включающую бак с бутаном, клапаны и сопло. Первый небольшой подъем орбиты КА был зарегистрирован уже 29 сентября.

Основная ПН КА – мультиспектральная камера MSMI (Multi-Spectral Microsatellite Imager) с апертурой оптической системы 80 мм и фокусным расстоянием 400 мм, обеспечивающая при съемке с высоты 500 км разрешение 6.25 м и полосу захвата 45 км. Она оснащена двумя трехстрочными линейными детекторами (8200 элементов) для съемки в шести полосах видимого и ближнего ИК-диапазонов спектра<sup>4</sup> и CMOS-датчиком для панхроматической съемки (1280×1024 пиксела). Камера разработана и изготовлена компанией SunSpace в кооперации с рядом европейских фирм.

Спутник оснащен энергонезависимой памятью в 24 Гбайт и радиокомплексом с пропускной способностью 72 Мбит/с. Передача изображения с высоким разрешением будет производиться на наземную станцию слежения в Хартебеестхукском центре спутниковых приложений (Hartebeesthoek Satellite Application Centre) в г. Гаутенг, а также на запасные станции на полигоне Оверберг (Overberg Test Range) и в Университете Стелленбосха.

Аппарат сможет проводить повторную съемку одного и того же места раз в четверо суток, но различные точки Южной Африки будут доступны для съемки каждые два дня. Район съемки и число изображений будут определяться собственником спутника – правительством ЮАР.

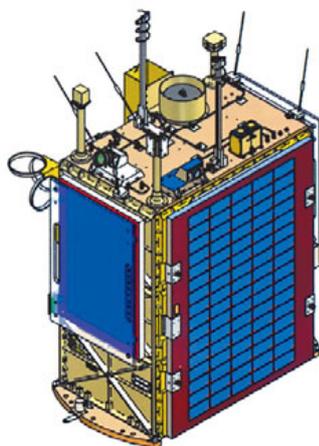
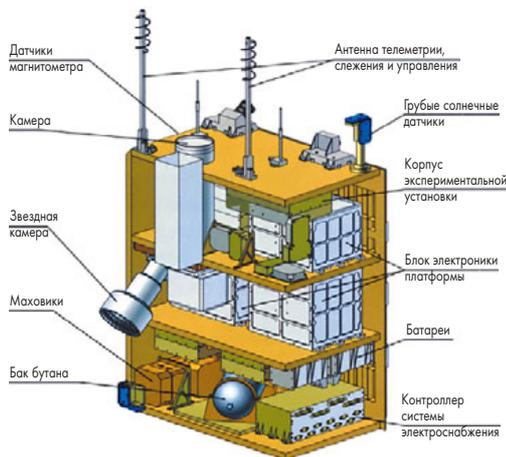
На КА установлены дополнительные полезные нагрузки. Так, радиоловительский

<sup>1</sup> «Прокладывающий путь», или «Идущий впереди», – на языке народности венда.

<sup>2</sup> КА SunSat-1 массой 64 кг, запущенный 23 февраля 1999 г. ракетой Delta II с авиабазы Ванденберг, стал первым южноафриканским КА, достигшим орбиты. Он был построен на деньги попечителей Университета Стелленбосха (Stellenbosch University) в г. Кейптаун.

<sup>3</sup> НК № 11, 2006, с. 53.

<sup>4</sup> 0.44–0.51, 0.52–0.54, 0.52–0.59, 0.63–0.69, 0.69–0.73 и 0.845–0.89 мкм.



транспондер Южноафриканской ассоциации любительской спутниковой радиосвязи, работающий в диапазоне 2 м (145.880 МГц, приемник) и 70 см (435.350 МГц, передатчик) и имеющий официальный номер SO-67, будет использоваться также и в образовательных целях. Коммуникационная ПН спутника даст возможность оказывать и некоторые услуги передачи данных по принципу электронной почты.

Радиолобительская ПН будет функционировать совместно с аппаратурой реконфигурируемой системы связи (Software Defined Radio Experiment) Университета Стелленбосха, которая представляет собой второй бортовой компьютер, используемый в режиме цифрового процессора сигналов. Оба эксперимента используют общий приемник и передатчик.

На борту КА также находится оборудование, подготовленное Университетом Стелленбосха, Столичным университетом имени Нелсона Манделы и Университетом Квазулу-Наталь, для следующих экспериментов:

- ① определение радиационной стойкости готовых коммерческих микросхем программируемой логики;
- ② исследование вынужденных колебаний струны;
- ③ прохождение очень низкочастотных радиоволн.

Срок активного существования КА составит, как предполагается, пять лет при расчетном сроке службы три года.

SumbandilaSat – первый КА второго поколения малых спутников (массой от 80 до 450 кг) компании SunSpace, предназначенных для высокоточного наблюдения, научных исследований и низкоорбитальной связи.

Официальные лица ЮАР придадут огромное значение запуску своего второго спутника, который после отказа страны в середине 1990-х годов от масштабной национальной космической программы действительно выглядит крупным достижением. ZA-002 представляет собой техническую базу для участия ЮАР в космической инициативе по созданию низкоорбитальной группировки для системы управления ресурсами Африки. Выведенный на орбиту КА стал первым спутником такого типа.

SumbandilaSat ждал запуска с ноября 2006 г. Первоначально его планировали вывести на орбиту российской конверсионной РН «Штиль-2.1», стартовой с борта подводного ракетосца. Запуск южноафриканского спутника отложили на весну 2007 г., а затем по соображениям безопасности и по ряду других причин выведение КА на орбиту неоднократно переносилось, и лишь 22 августа 2009 г. южноафриканские специалисты приступили к подготовке своего КА на Байконуре.

Запуск спутника SumbandilaSat – событие особой важности для ЮАР, которое положило начало применению микроспутников для оперативного выполнения поставленных задач. Для КБ имени В. П. Макеева это также очень крупное достижение в рамках международной деятельности. Несмотря на переход к другому носителю, миасское предприятие сохранило за собой статус головного подрядчика на запуск южноафриканского спутника. Таким образом, успешно реализован первый международный проект, в котором специалисты предприятия выполнили весь цикл разработки проектно-конструкторской документации, изготовления материальной части, ее экспериментальной отработки, участвуя также в подготовке и организации запуска спутника.

«Проделанная работа является ярким показателем качественного и высокопрофессионального выполнения обязательств, взятых ГРЦ», – подчеркнул генеральный конструктор КБ имени В. П. Макеева В. Г. Дегтярь.

### IRIS

Неотделяемый ПГ, остающийся на РБ «Фрегат», – технологическая экспериментальная установка IRIS (Inflatable and Rigidizable Structure) – создан по международным проектам № 2835 и 2836 в рамках сотрудничества между компанией EADS и НПО имени С. А. Лавочкина для демонстрации в условиях орбитального полета технологии раскрытия и отверждения конструкций с помощью факторов космического пространства. Бортовая аппаратура предназначена для получения и передачи на Землю изображений развернутой конструкции IRIS и определения собственной частоты колебаний отвержденной конструкции.

Предполагается, что данные технологии найдут применение при разворачивании крупногабаритных космических конструкций, например больших панелей СБ. В сложенном состоянии такие панели будут занимать минимальный объем. В перспективе ожидается, что удельная масса подобных СБ составит не более 0.51 кг/м<sup>2</sup>, а удельная мощность – 0.28 кВт/кг, что в несколько раз лучше, чем у применяемых ныне батарей на основе кремния или арсенида галлия.

Установка IRIS состоит из двух панелей, закрепленных на адаптере ПГ блока «Фрегат». Каждая панель включает непо-

движную приборную раму, подвижную раму, пневматический цилиндр, систему наполнения, траверсу и два контейнера. В исходном положении вся панель представляет собой компактную штангу, не выходящую за габариты РБ. Между траверсой и рамой закреплена арамидная ткань с полимерным связующим на основе поливинилового спирта. Под действием усилия пневмоцилиндра панель разворачивается, натягивая влажную пленку. Под действием УФ-излучения низкомолекулярные составляющие разрушаются, конструкция теряет пластичность и отвердевает.

В состав экспериментальной установки IRIS массой 40 кг также входят:

- ❖ комплекс бортовой аппаратуры, включающей систему управления панелью, антенно-фидерную и радиосистемы, пиротехническую систему и блок электроснабжения;
- ❖ бортовая кабельная сеть;
- ❖ система обеспечения теплового режима;
- ❖ система телеметрических измерений, включающая датчики выдвижения панелей, датчики температуры и давления;
- ❖ научная аппаратура, состоящая из системы измерения динамических параметров и видеокамеры.

Эксперимент с пневматическими отверждаемыми конструкциями проводился факультативно после отделения КА SumbandilaSat и завершения основной программы полета РБ «Фрегат» в течение девяти витков. На первом витке эксперимента выполнялись раскрытие панели и ее отверждение; телеметрическая информация записывалась на запоминающее устройство блока управления и «сбрасывалась» на Землю в зоне радиовидимости станций слежения. На втором витке проводился динамический эксперимент с панелью IRIS и запись телеметрической информации на запоминающее устройство. На восьмом и девятом витках производился только «сброс» информации на Землю.

По материалам Роскосмоса, НПП ВНИИЭМ, ПО «Полет», ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» и сообщениям отечественных и иностранных СМИ

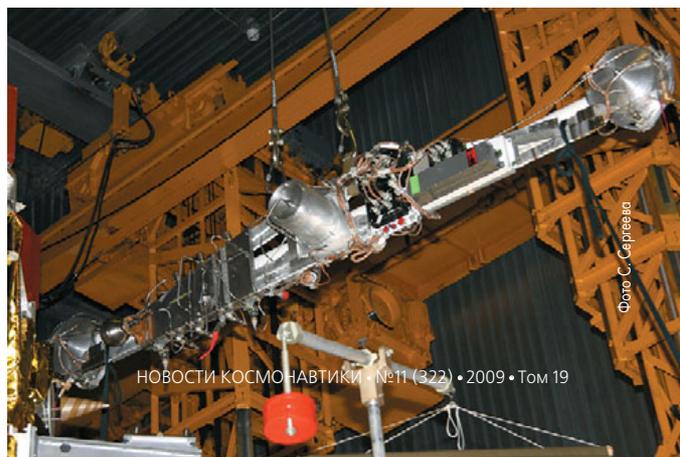


Фото С. Сергеева

# «Соединение» номер пять

## В полете – КА Nimiq 5

В. Мохов.  
«Новости космонавтики»

**17** сентября в 22:19:18.997 ДМВ (19:19:19 UTC) с 39-й пусковой установки 200-й площадки космодрома Байконур был осуществлен пуск РН «Протон-М» (8К82КМ №93508) с разгонным блоком (РБ) «Бриза-М» (14С43 №99508). Полезной нагрузкой был телекоммуникационный КА Nimiq 5, принадлежащий канадскому оператору Telesat. Провайдером пусковых услуг выступила компания International Launch Services Inc. (ILS).

По данным Центра обработки и отображения полетной информации ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, в 07:34:03.293 ДМВ спутник Nimiq 5 отделился от РБ и вышел на орбиту со следующими параметрами (в скобках даны плановые значения):

- наклонение –  $13^{\circ}00'09''$  ( $13^{\circ}00'16''$ );
- высота в перигее – 9490.40 км (9490.64 км);
- высота в апогее – 35785.80 км (35785.86 км);
- период обращения – 819 мин 49.5 сек (819 мин 49.9 сек).

В каталоге Стратегического командования США аппарату Nimiq 5 присвоен номер **35873** и международное регистрационное обозначение **2009-050A**.

Запуск Nimiq 5 был осуществлен по схеме выведения с использованием штатных трассы полета и районов падения отдельных частей РН. Первые три ступени вывели

орбитальный блок (ОБ) на суборбитальную траекторию с наклонением  $51.52^{\circ}$ , высотой в апогее 184.2 км и высотой условного перигея -743.6 км. Дальнейшее выведение на целевую орбиту прошло по схеме с пятью включениями маршевого двигателя «Бриза-М». Расчетная длительность выведения от момента старта РН до отделения КА была 33288.0 сек (9 час 14 мин 48 сек), реальная составила 33284.29 сек.

### Канадские телетрансляторы

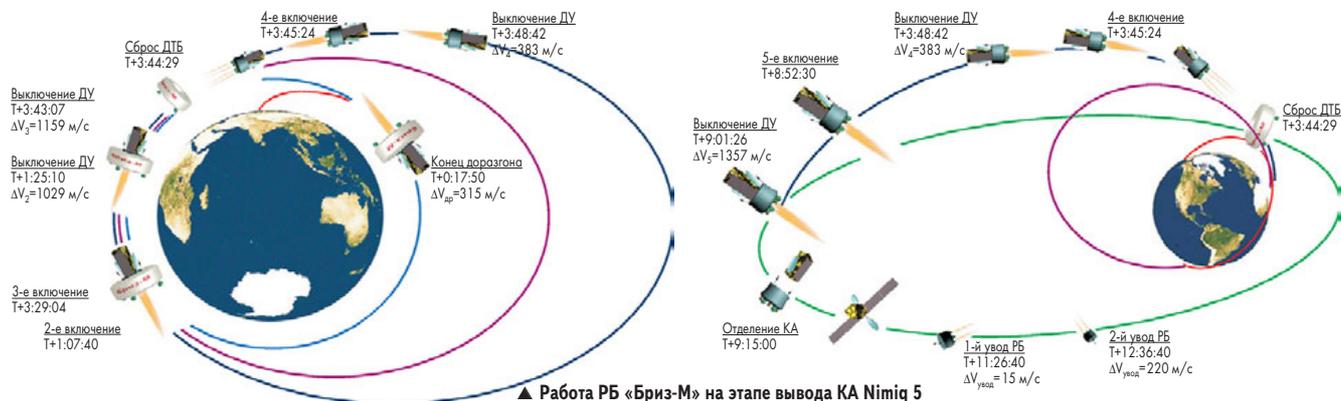
Telesat – канадско-американский оператор спутниковой связи, обеспечивающий передачу данных и предоставляющий услуги распространения радиопередач в Северной Америке. Нынешний Telesat образован в октябре 2007 г. в результате приобретения канадской национальной компанией Telesat Canada Corp. американского оператора Lorat Skyнет Corp. и находится на четвертом месте в мировой «табели о рангах».

Название «nimiq» для своих аппаратов компания выбрала из эскимосского языка, оно означает «связывать» или «соединять». Это имя победило в национальном конкурсе, который Telesat Canada провела в 1998 г. и на который было подано более 36 000 предложений. Название Nimiq было решено давать всем КА непосредственного телевидения Telesat Canada, а теперь и просто Telesat.

Новый Nimiq имеет пятый порядковый номер, но является лишь четвертым спутником, которому это имя было дано при запуске... и седьмым КА, носившим это название.

Nimiq 1, первый КА в серии, стартовал 21 мая 1999 г. на РН «Протон-К» и вот уже десять лет работает в основной точке подсистемы Nimiq –  $91^{\circ}$  з.д. Второй спутник был запущен 30 декабря 2002 г. на «Протоне-М» (это был первый коммерческий пуск РН этого типа) и выведен во вторую орбитальную позицию системы –  $82^{\circ}$  з.д. (В период с 22 января по 12 февраля 2003 г. была проведена «рокировка» этих КА, однако уже 20 февраля произошел отказ в системе электропитания Nimiq 2. В результате к началу марта оба спутника вернулись в свои исходные точки; Nimiq 2 сохранил работоспособность, но на нем могут работать одновременно лишь 26 из 32 транспондеров Ку-диапазона.)

Для увеличения объемов вещания в 2003 г. Telesat Canada арендовала у американской компании DirecTV спутник DirecTV-3 (он же DBS-3). Этот КА, выведенный на орбиту в июне 1995 г., в октябре 2002 г. был уведен на орбиту захоронения, однако в сентябре 2003 г. «реанимирован» и стабилизирован вблизи точки  $82^{\circ}$  з.д. С 23 августа 2004 г. он работал под именем Nimiq 2i в точке  $91^{\circ}$  з.д. вместе с Nimiq 1, а в феврале 2006 г. еще раз сменил имя на Nimiq 3 и вер-



Графика В. Адашкина

Аппараты семейства Nimiq						
Новое имя КА	Изготовитель КА	Базовая платформа	Количество транспондеров и диапазон	Дата запуска	РН	Точка стояния на ГСО
Nimiq 1	LMCSS	A2100AX	32×Ku	20.05.1999	«Протон-К»/ДМ-2	91° з.д. (с 06.1999 по н.вр.)
Nimiq 2	LMCSS	A2100AX	32×Ku, 2×Ka	29.12.2002	«Протон-М»/«Бриз-М»	82° з.д. (с 03.2003 по 10.2008); 91° з.д. (с 11.2008 по н.вр.)
Nimiq 3*	HSCC	HS-601	16×Ku	10.06.1995	Ariane-42P (V74)	91° з.д. (с 08.2004 по 02.2006); 82° з.д. (с 03.2006 по 05.2009)
Nimiq 4i**	HSCC	HS-601	16×Ku	03.08.1994	Atlas-2A (AC-107)	91° з.д. (с 02.2006 по 04.2007)
Nimiq 4iR***	HSCC	HS-601	16×Ku	18.12.1993	Ariane-44L (V62)	91° з.д. (с 05.2007 по 02.2009)
Nimiq 4	EADS Astrium	Eurostar-3000S	32×Ku, 8×Ka	19.09.2008	«Протон-М»/«Бриз-М»	82° з.д. (с 10.2008 по н.вр.)
Nimiq 5	SS/Loral	LS-1300	32×Ku	17.09.2009	«Протон-М»/«Бриз-М»	72.7° з.д. (с 10.2009)

\* Бывший DBS-3, DirecTV-3 и Nimiq 2i. \*\* Бывший DBS-2 и DirecTV-2. \*\*\* Бывший DBS-1 и DirecTV-1.  
LMCSS – Lockheed Martin Commercial Space Systems; HSCC – Hughes Space and Communications Company

нулся в позицию 82°, откуда до мая 2009 г. вещал вместе с «проблемным» Nimiq 2.

В конце 2005 г. Telesat Canada взяла в аренду DirecTV-2 (DBS-2), который был переименован в Nimiq 4i и в январе–феврале 2006 г. переведен в точку 91° з.д. Однако через год Nimiq 4i исчерпал бортовой запас топлива, и Telesat Canada вновь обратилась за помощью к DirecTV. В апреле 2007 г. последняя заменила DirecTV-1 (DBS-1) в точке 72.5° з.д. более новым аппаратом DirecTV-1R и передала «телесатовцам» старый спутник. Ему поменяли имя на Nimiq 4iR и перегнали в 91° з.д. В самом начале мая, после переключения вещания с 4i на 4iR, первый из них был введен на орбиту захоронения.

Год назад, 19 сентября 2008 г., с помощью «Протона-М» был выведен на орбиту и введен в эксплуатацию 9 октября в орбитальной позиции 82° з.д. Nimiq 4. Через три недели «проблемный» Nimiq 2 перегнали в точку 91° для подстраховки Nimiq 1, а два арендованных «старичка» вскоре были выведены из эксплуатации: 9 февраля 2009 г. – Nimiq 4iR, а 1 июня – Nimiq 3.

Таким образом, к сентябрю 2009 г. в системе использовались три КА: Nimiq 1 и 2 – в точке 91° з.д., Nimiq 4 – в 82° з.д.

Контракт на поставку Nimiq 5 был подписан Telesat Canada с компанией Space Systems/Loral в январе 2007 г. Тогда же объявили, что запуск намечен на вторую половину 2009 г.

Аппарат построен на базе спутниковой платформы LS-1300. Это первый случай, когда КА семейства Nimiq создается на этой базе. Правда, Telesat эксплуатирует четыре КА семейства Telstar (11N, 12, 14 и 18) на основе LS-1300, унаследованные от Loral Skynet.

Стартовая масса КА – 4745 кг. Две пяти-секционные панели высокоэффективных солнечных батарей размером 26 м обеспечивают мощность электропитания не менее 10 кВт в начале полета, а в конце расчетного 15-летнего срока эксплуатации – 8.64 кВт. Аппарат имеет трехосную систему ориентации. Для перевода на геостационарную орбиту используется апогейный двигатель R-4D-11. В изготовлении КА также участвовали предприятия канадской аэрокосмической промышленности; в частности, мультиплексоры и выключатели поставила фирма ComDev International Ltd., а антенны – MacDonald, Dettwiler and Associates Ltd. (MDA).

На борту Nimiq 4 установлены 32 транспондера диапазона Ku с полосой пропускания 24 МГц и мощностью по 120 Вт. Через

них ведется передача на недорогие и широко распространенные в Северной Америке 18-дюймовые персональные антенны.

8 октября Nimiq 5 прибыл в новую для системы Nimiq точку стояния – 72.7° з.д. Он предназначен для расширения возможностей системы по предоставлению услуг цифрового телевидения, а также для передачи аудио- и цифровой информации абонентам на всей территории Канады и континентальной части США. Спутник будет ретранслировать программы как национальных телеканалов Канады, так и региональных кабельных телеканалов. Передачи будут вестись не только английским и французском – государственных языках Канады, – но и на итальянском, немецком, китайском и на языках канадских индейцев. Мощности спутника также будут использоваться для передачи музыки CD-качества и цифровых данных, для доступа в Internet.

Основным провайдером услуг спутникового телевидения через КА семейства Nimiq является канадская компания Bell TV (ранее называлась Bell ExpressVu, затем Dish Network Canada и ExpressVu Dish Network). 10 сентября 1997 г. Bell TV начала оказывать услуги в Торонто, Оттаве и Монреале. Она предоставляет вещание более чем 500 каналов цифрового телевидения и радио, а также 90 каналов телевидения высокой четкости. По состоянию на сентябрь 2009 г. системой пользовалось более 2 млн подписчиков. На Nimiq 5 компания Bell TV для своих нужд задействует половину транспондеров, а вторая половина будет сдана в аренду американской системе Dish Network.

По информации ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, Роскосмоса, ЦЭНКИ, ILS, Space Systems/Loral, Telesat Canada, Bell TV, DirecTV Corp.

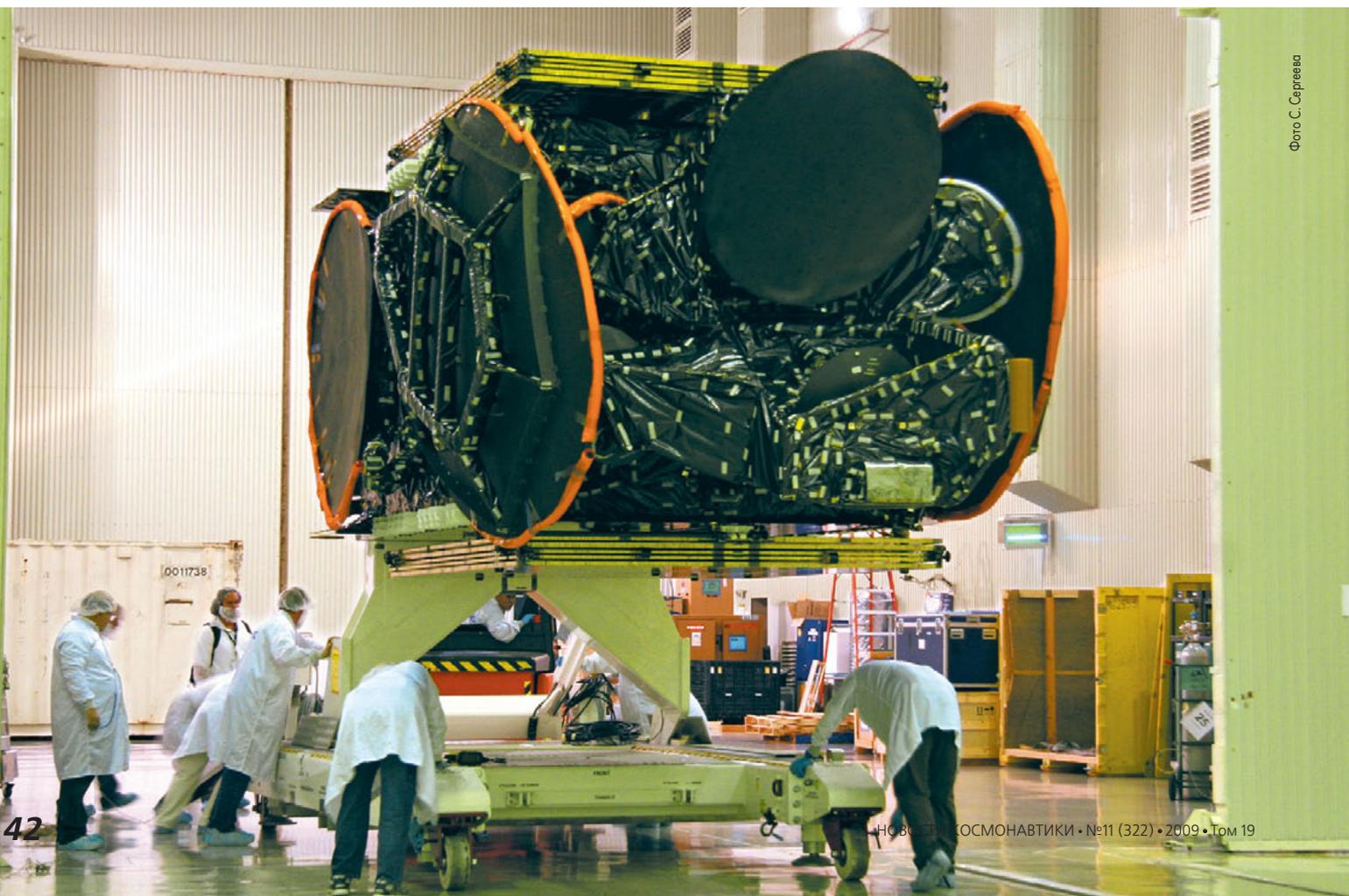


Фото С. Сергеева

# Второй индийский океанолог

А. Кучейко специально для «Новостей космонавтики»

**23** сентября в 11:51 по местному времени (06:21 UTC) с первого стартового комплекса Космического центра имени Сатиша Дхавана (о-в Шрихарикота, штат Андхра-Прадеш, Индия) специалисты Индийской организации космических исследований ISRO осуществили успешный пуск ракеты-носителя PSLV-C14.

Основным полезным грузом был индийский океанологический спутник *Oceansat-2* массой 960 кг. В качестве попутных грузов на орбиту были выведены четыре образовательных нано- и пикоспутника: *SwissCube-1* (Лозаннская политехническая школа, Швейцария), *BeeSat* (Берлинский технический университет, Германия), *UWE-2* (Вюрцбургский университет, Германия) и *ITU-pSat 1* (Стамбульский технический университет, Турция), а также два неотделяемых германских полезных груза (ПГ) *Rubin-9.1* и *-9.2* германской фирмы OHB-System AG.

23 сентября в пятый раз использовалась четырехступенчатая ракета PSLV массой 230 т в облегченном варианте – без стартовых ускорителей (core alone). Предстартовый отсчет начался за 51 час до старта и прошел без внеплановых задержек. Через 18 мин 01 сек после старта спутник *Oceansat-2* отделился от четвертой ступени и вышел на рабочую орбиту со следующими параметрами:

- наклонение – 98.34°;
- высота в перигее – 717.5 км;
- высота в апогее – 723.7 км;
- период обращения – 99.25 мин.

В течение последующих 45 сек было осуществлено последовательное отделение четырех малых спутников.

Номера и международные обозначения спутников, присвоенные им в каталоге Стратегического командования (СК) США, а также параметры орбит каждого из КА представлены в таблице. Идентификация малых КА приведена по данным СК США.

Номер	Обозначение	Наименование	Параметры орбиты			
			i	Hp, км	Ha, км	P, мин
35931	2009-051A	Oceansat-2	98.34°	717.5	723.7	99.25
35932	2009-051B	SwissCube-1	98.34°	716.0	723.2	99.22
35933	2009-051C	BeeSat	98.33°	712.2	723.1	99.19
35934	2009-051D	UWE-2	98.33°	712.3	723.2	99.18
35935	2009-051E	ITU-pSat 1	98.34°	716.1	723.3	99.22
35936	2009-051F	4-я ступень	98.29°	722.3	793.5	100.00

Руководитель ISRO Мадхаван Наир назвал очередной успешный групповой запуск КА индийским носителем PSLV «фантастическим достижением».

Прием телеметрии спутника *Oceansat-2* на первых витках полета осуществляли станции командно-измерительного комплекса Индии ISTRAC в Бангалоре и Лакнау, а также привлекаемые станции Маврикий, Биак (Индонезия), Свальбард и Тромсё (Норвегия) и Тролль (Troll) на одноименной норвежской полярной станции в Антарктиде.

25 сентября приемная станция Шаднагар Национального центра ДЗЗ в Хайдерабаде приняла с *Oceansat-2* первые изображения Индии и Аравийского моря. Начало оперативной эксплуатации ожидается через шесть месяцев после завершения цикла орбитальных испытаний и калибровки датчиков.

## Помощник индийских рыбаков

Новый спутник предназначен для продолжения программы исследований океанов, береговых зон и атмосферы. Она была начата в 1999 г. первым индийским океанологическим аппаратом *Oceansat-1* (IRS-P4; HK №7, 1999), который и через 10 лет после старта продолжает работать.

*Oceansat-2* был запущен в плоскость орбиты первого аппарата и после коррекций 26 сентября и 16 октября перешел на орбиту той же высоты, что и у предшественника. Оба спутника находятся на штатной солнечно-синхронной орбите высотой 720 км (местное время прохождения нисходящего узла около 12:00), близкой к кратной с периодом повторения трассы через двое суток (29 витков). При этом *Oceansat-2* идет с опережением на 43 минуты, и его витки ложатся почти точно посередине между витками *Oceansat-1*. Вместе два аппарата просматривают любой заданный район не реже чем через сутки.

Основные задачи *Oceansat-2*: измерение параметров приводного ветра и концентрации хлорофилла; обнаружение цветения фитопланктона и пылевых бурь; изучение атмосферных аэрозолей, концентрации взвеси в морской воде и границы распространения льдов; информационное обеспечение оперативных сервисов, начатых на основе продуктов *Oceansat-1*.

Новый спутник разработан в Центре космических приложений SAC (Space Applications Centre) в Ахмадабаде на базе типовой космической платформы с трехосной системой стабилизации, многократно испытанной в серии IRS. Электропитание обеспечивают две панели солнечных батарей (СБ) на базе кремниевых

фотоэлементов общей мощностью 1360 Вт, идентичные используемым на IRS-P5/P6, а также две батареи никель-кадмиевых аккумуляторов емкостью 24 А·ч.

Система управления создана на базе микропроцессора MAR31750, а определение орбитального положения и скоро-

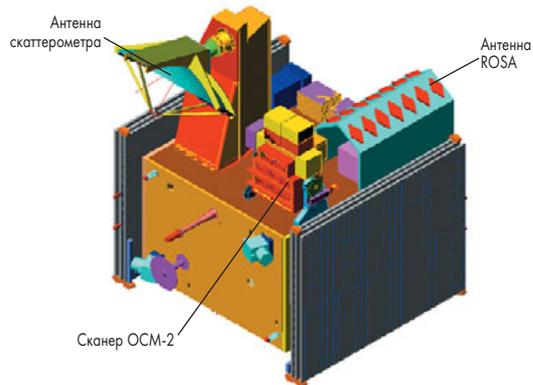


сти осуществляется с помощью 8-канального двухчастотного приемника спутниковой навигации SPS с точностью 70 м и 2 м/с соответственно (предусмотрено существенное улучшение точности в случае постобработки данных). Расчетный срок активного существования *Oceansat-2* определен в пять лет.

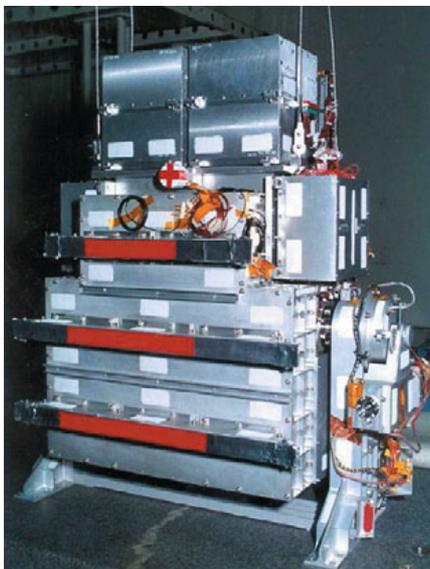
На спутнике размещены три комплекта полезной нагрузки (ПН):

- ❶ оптический сканер цветности океана OCM-2 (Ocean Color Monitor);
- ❷ микроволновый сканирующий скаттерометр SCAT (Scanning Scatterometer) для определения поля приводного ветра;
- ❸ зондировщик состояния атмосферы и ионосферы Земли ROSA (Radio Occultation Sounding for Atmosphere) на основе радиозатменных измерений эффектов распространения навигационных сигналов системы GPS.

Вся измерительная информация передается на Землю со скоростью 42.5 Мбит/с по радиолинии на частоте 8300 МГц с квадратурной фазовой модуляцией QPSK (в I-канале радиолинии передаются изображения сканера OCM, а в Q-канале – данные датчиков SCAT и ROSA). Для сбора информации в глобальном масштабе на спутнике установлено твердотельное запоминающее устройство емкостью 64 Гбит. Телеметрия передается на частоте 2250 МГц со скоростью 4 кбит/с.



▲ Установка КА Oceansat-2 на адаптер PH PSLV-C14



▲ Сканер OSM-2

Сканер OSM-2 массой 78 кг предназначен для получения изображений морской поверхности в восьми спектральных каналах видимого и ближнего ИК участков спектра (0.4–0.9 мкм) с пространственным разрешением 360×236 м в полосе захвата 1420 км. Он состоит из восьми линзовых телескопов (фокальное расстояние 20 мм) со спектральными фильтрами. В электронном блоке использованы матрицы ПЗС длиной 6000 элементов (размер каждого 10×7 мкм). Сканирование осуществляется за счет орбитального перемещения спутника. Радиометрическое разрешение – 12 бит, отношение сигнал/шум лучше 512, а потребляемая мощность сканера – 134 Вт. Для исключения засветки датчиков отраженными солнечными лучами на полуденной орбите предусмотрена возможность отворота оптической системы в пределах ±20° вдоль траектории полета.

В новом приборе, в отличие от датчика OSM предшествующего спутника, изменены частоты спектральных каналов В6 (620 вместо 670 нм) и В7 (740 вместо 765 нм) для более точного измерения концентрации твердых частиц взвеси и хлорофилла.

Для передачи результатов измерений сканера на Землю применяются два режима:

① региональный LAC (Local Area Coverage) в реальном масштабе времени в зоне радиовидимости приемной станции с пространственным разрешением 360 м;

② глобальный GAC (Global Area Coverage) со сбросом записанных данных и с полным обзором Земли в пределах до 75° широты с разрешением 4 км в течение двух суток.

Национальный Центр ДЗЗ в Хайдерабаде в результате обработки данных сканера OSM-2 получает базовые продукты уровня 1 (изображения после геометрической и радиометрической коррекции) и продукты уровня 2, для разработки которых требуется дополнительная информация: карты концентрации хлорофилла и общего содержания взвешенных частиц, карты значений коэффициента диффузного ослабления ( $K_d$  – 490 нм) и аэрозольной оптической толщины на длине волны 865 нм. Временное усреднение позволяет рассчитать продукты уровня 3 – еженедельные, ежемесячные и годовые карты параметров морской среды.

Области применения продуктов сканера OSM: определение перспективных зон рыбного промысла; мониторинг динамики фитопланктона и цветения морских водорослей; определение прибрежных течений и вихрей; оценка биопродуктивности морских зон; мониторинг экологического состояния и степени загрязнения береговых зон стоками рек и сбросами нефтепродуктов с судов; динамика изменения береговой черты и др.

Скаттерометр SCAT – новый прибор в серии Oceansat, он установлен вместо 4-частотного сканирующего СВЧ радиометра Multi-frequency Scanning Microwave Radiometer (MSMR). SCAT является импульсным радиолокатором Ku-диапазона частот (13.515 ГГц), который позволяет рассчитывать скорость и направление приводного ветра на основе измерений коэффициента обратного рассеяния по четырем азимутальным углам и сигналов двух видов поляризации. Коническое сканирование поверхности Земли осуществляется при помощи вращающейся с частотой 21.14 об/мин параболической антенны диаметром 1 м. Антенна формирует два узких луча (внутренний и внешний) с сигналами разной поляризации, что позволяет повысить точность определения поля ветра и чувствительность скаттерометра благодаря высокой величине отношения сигнал/шум.

Ширина полосы захвата зоны конического сканирования составляет 1450 км для внутреннего луча (НН) и 1820 км для внешнего (VV), пространственное разрешение – 26×46 и 31×65 км соответственно. Диапазон измеряемой скорости ветра 4–24 м/с с точностью лучше 20% (СКО), точность определения направления ветра составляет 20° (СКО). Предусмотрены режимы с бортовой обработкой данных и с записью на бортовой накопитель для сбора данных в глобальном масштабе и режим передачи необработанных данных в реальном масштабе времени.

Выпускаемые в национальном Центре ДЗЗ NRSC продукты на основе данных скаттерометра SCAT позволят получать глобальные карты приводного ветра и будут использованы для разработки метеопрогнозов, оценки состояния океана, изучения изменений климата, слежения за развитием тайфунов, оценки параметров сезонных муссонов, изучения ледового покрова Антарктиды и др.

Радиозатменный зондировщик ROSA создан компанией TAS-I (Thales Alenia Space-Italia) при финансовой поддержке Итальянского космического агентства ASI и впервые установлен на индийском спутнике в рамках двусторонней программы научных исследований. Прибор является двухканальным приемником GPS, который обеспечивает прием сигналов на частотах L1 и L2 (коды

▼ Антенна зондировщика ROSA



▲ Скаттерометр SCAT

C/A и P) через две разнесенные антенны, ориентированные по вектору орбитальной скорости и в зенит. Задержка в распространении сигналов GPS из-за рефракции атмосферы позволяет рассчитывать температурно-влажностный профиль верхних слоев атмосферы с очень высокой точностью – менее 1 К по температуре и 10% по влажности. Горизонтальное пространственное разрешение составляет 300 км, а вертикальное меняется от 200 м в нижней тропосфере до 1–3 км в стратосфере. Масса прибора – 17 кг, энергопотребление в рабочем режиме – 38 Вт.

В целях оперативной глобальной оценки состояния земной атмосферы агентство ASI планирует установить аналогичные приборы по программе ROSA в качестве дополнительной ПН на спутниках SAC-D (Аргентина и США, запуск в 2010 г.) и SABRINA (Италия, запуск в 2011 г.). С помощью новой технологии ученые надеются выявить долговременные тенденции изменения климата и улучшить прогноз ионосферных возмущений.

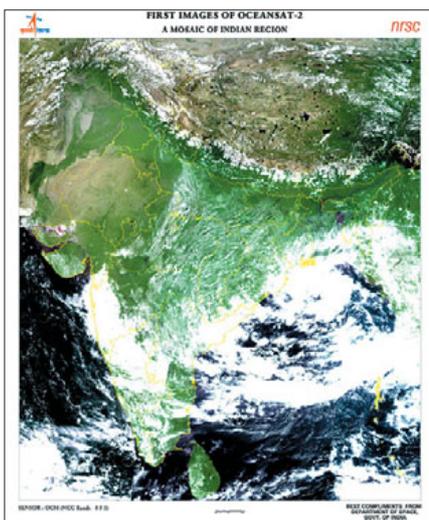
### Результаты и перспективы

В результате успешного запуска Индия увеличила до 10 спутников крупнейшую в мире (после США) национальную группировку спутников с аппаратурой съемки Земли. Среди аппаратов, перечисленных в табл. 1, есть и военные КА видовой разведки.

Сегодня актуальным является вопрос практического применения космической информации (или результатов космической деятельности). После запуска первого спутника Oceansat-1 в Индии была внедрена в промышленную эксплуатацию система информирования рыбаков о расположении перспективных

**Табл. 1. Действующие индийские КА с аппаратурой съемки Земли**

Наименование КА	Дата запуска	Носитель	Масса, кг	Высота орбиты, км	Датчики	Разрешение, м	Полоса захвата, км
IRS-1D	28.09.1997	PSLV-C1	1250	737x823	LISS-3 PAN WiFS	23.5 и 70 5.8 188	142 70 804
IRS-P4 Oceansat-1	26.05.1999	PSLV-C2	1036	720	OCM MSMR (не работает)	360 22-105 км	1420 1360
TES	22.10.2001	PSLV-C3	1108	568	PAN	< 1	10
IRS-P6 ResourcSat-1	17.10.2003	PSLV-C5	1360	817	LISS-3 LISS-4 AWiFS	23.5 5.8 56	140 25 или 70 740
IRS-P5 Cartosat-1	05.05.2005	PSLV-C6	1560	618	PAN-A PAN-F	2.5	28 (стерео) 55 (моно)
Cartosat-2	10.01.2007	PSLV-C7	650	635	PAN	0.8	10
Cartosat-2A	28.04.2008	PSLV-C9	690	635	PAN	0.8	9.6
IMS-1	28.04.2008	PSLV-C9	83	635	MS HySI	37 505	151 130
RISAT-2	20.04.2009	PSLV-C12	300	406x552	PCA X-диапазона	<1-50	10-240
Oceansat-2	23.09.2009	PSLV-C14	960	720	OCM-2 SCAT Ku-диапазона	360 50 км	1420



▲ Первый снимок с Oceansat-2 сканером OCM

зон рыбного промысла. Показательно, что оператором нового сервиса является не ISRO, которая занята разработкой космической техники, а специализированный Национальный центр океанологических информационных сервисов INCOIS (Indian National Centre for Ocean Information Services). Прогнозы по размещению зон рыбного промысла трижды в неделю передаются по средствам связи в различные порты на побережье Индии. Всего в системе оповещения насчитывается более 350 приемников и более 25 000 пользователей. Интересно отметить, что рассылка оповещений организуется бесплатно, так как считается, что налогоплательщики уже оплатили информационные услуги в спутниковой системе, созданной на бюджетные средства.

В Индии опубликованы расчеты, согласно которым отношение «доходы/затраты»

для траулеров возрастает с 1.27 до 2.12 в случае применения космических прогнозов. Исследования в штате Керала по данным 2001–2003 гг. показали, что они позволяют сократить время поиска рыбы на 30–70%. Организованы также оперативные сервисы предупреждения о приближении циклонов и тайфунов на базе спутниковой информации. Разрабатывается сервис прокладки оптимальных маршрутов торговых судов с учетом спутниковых карт полей приводных ветров и течений.

Спутниковые датчики для определения спектральных параметров океанов эксплуатируются во многих странах с обширными шельфовыми зонами (табл. 2).

Планы ISRO предусматривают разработку более совершенного спутника Oceansat-3 с 12-канальным сканером цветности океана OCM (по оценкам индийских океанологов, для оптического наблюдения океанов требуется не менее 12 спектральных каналов) с запуском после 2013 г. Другой перспективной программой является размещение сканера высокого разрешения HR-GEO на геостационарной орбите, что позволит вести непрерывные наблюдения с пространственным разрешением 50 м в видимом диапазоне, 500 м – в средней области ИК-спектра и 1.5 км – в тепловом участке ИК-спектра.

### Шесть миниатюрных попутчиков

В групповом запуске 23 сентября на орбиту были выведены четыре миниатюрных спутника класса CubeSat и два неотделяемых полезных груза Rubin-9.

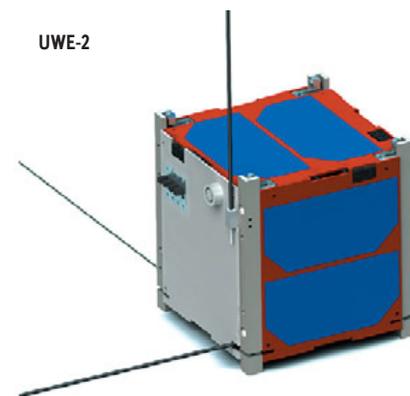
Концепция пикоспутников CubeSat была разработана в 1999 г. в Стэнфордском университете и Калифорнийском политехническом университете CalPoly для удешевления и



▲ Два «Рубина» и четыре контейнера с «Кубсатами»

сокращения сроков создания образовательных и экспериментальных аппаратов. Базовым элементом концепции является миниатюрная космическая платформа в форме куба с ребром 10 см массой не более 1 кг (по существующей классификации аппараты массой менее 1 кг – пикоспутники, менее 10 кг – наноспутники). Комплектация ПН зависит от решаемых задач, а служебные подсистемы могут быть собраны на базе стандартных дешевых коммерчески доступных компонентов.

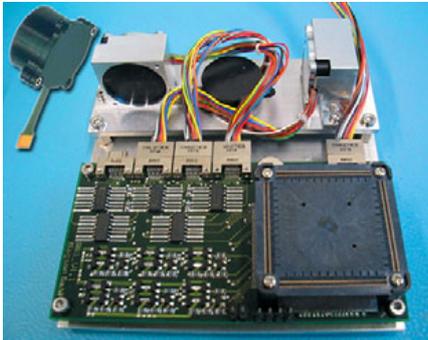
Удачная идея получила широкое распространение среди университетов различных стран мира, и даже аэрокосмический гигант Boeing запустил в апреле 2007 г. пикоспутник CSTB-1 (CubeSat TestBed 1), бортовая камера которого вместо расчетных 6 месяцев снимала Землю более двух лет, до 2009 г.



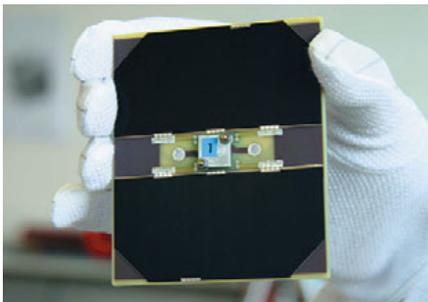
UWE-2 (University of Würzburg Experimental-Satellite) является уже вторым спутником Вюрцбургского университета (UWE-1 был запущен 27.10.2005 на российской РН «Космос-3М»). Он предназначен для демонстрации миниатюрной системы спутниковой навигации на базе приемника GPS Phoenix, разработанного в Германском космическом агентстве DLR. На спутнике массой около 1 кг установлен микропроцессор Hitachi H8 с операционной системой µCLinux, датчики пассивной двухосной системы ориентации. Радиолиния передачи данных работает на частоте 437.385 МГц со скоростью 1.2 кбит/с.

**Табл. 2. Действующие и вновь запущенные оптические приборы съемки океанов**

КА	Оператор	Дата запуска	Прибор	Ширина кадра, км	Разрешение, м	Число спектральных зон	Спектральный диапазон, нм
OrbView-2	NASA (США)	01.08.1997	SeaWiFS	2806	1100	8	402-885
Oceansat-1 (IRS-P4)	ISRO (Индия)	26.05.1999	OCM	1420	360/4000	8	402-885
Terra (EOS-AM1)	NASA (США)	18.12.1999	MODIS	2330	1000	36	405-14385
SAC-C	CONAE (Аргентина)	21.11.2000	MMRS	360	175	5	480-1700
Envisat	EKA	01.03.2002	MERIS	1150	300/1200	15	412-1050
Aqua (EOS-PM1)	NASA (США)	04.05.2002	MODIS	2330	1000	36	405-14385
Parasol	CNES (Франция)	18.12.2004	POLDER-3	2100	6000	9	443-1020
HY-1B	CNSA (Китай)	11.04.2007	COCTS	1400	1100	10	402-12500
			CZI	500	250	4	433-695
			HICO	50	100	124	380-1000
Прибор на японском модуле Kibo на МКС	NRL, NASA (США)	10.09.2009					
Метеор-М №1	Роскосмос (Россия)	17.09.2009	MCY-50	940	120	3	370-690
Oceansat-2	ISRO (Индия)	23.09.2009	OCM-2	1420	360/4000	8	400-900



▲ Инженерная модель системы ориентации на микрогиридинах



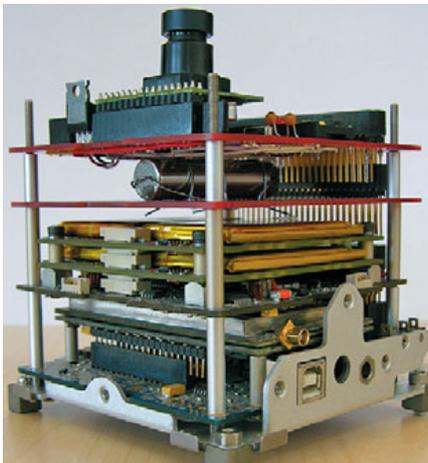
▲ Фотоэлементы СБ спутника BeeSat выполнены из арсенида галлия

*BeeSat* (Berlin Experimental and Educational Satellite) создан в Техническом университете Берлина для орбитальной отработки новых микрогиридинов. В целях обеспечения трехосной ориентации на спутнике массой около 1 кг установлены четыре гиридина массой менее 30 г и размером 20×20×15 мм.

Расчетный срок существования аппарата – 1 год, мощность солнечных батарей 1.36 Вт, среднее энергопотребление – 0.5 Вт. Система управления – на базе процессора ARM-7 с тактовой частотой 60 МГц, оперативной памятью 2 Мбайт и флэш-памятью 16 Мбайт. Для передачи телеметрии со скоростью 9.6/4.8 кбит/с используется стандартная радиолиния на частоте 435–436 МГц, модуляция GMSK, мощность передатчика – 0.5 Вт. На спутнике установлена цветная микрокамера с ПЗС матрицей размером 1600×1200 пикселей для съемки Земли в кадровом режиме в формате VGA, а также миниатюрный радиопередатчик S-диапазона массой 0.1 кг для передачи данных со скоростью 1 Мбит/с.

*ITU-pSat 1* (Istanbul Technical University PicoSatellite) является первым образовательным спутником Турции. Он создан на

▼ «Начинка» пикоспутника ITU-pSat

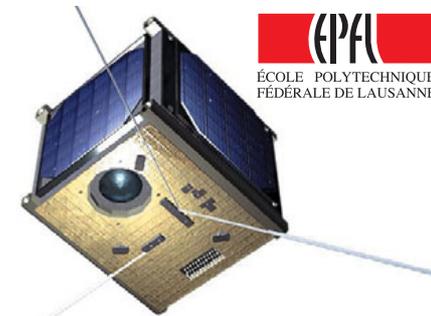


факультете аэронавтики Стамбульского технического университета ITU. Основное назначение – испытание системы пассивной магнитной стабилизации пикоспутника с угловой ошибкой менее 15°.

Спутник массой около 1 кг оснащен микрокамерой с ПЗС матрицей размером 640×480 пикселей для съемки Земли с низким разрешением и стандартными подсистемами пикоспутника: управления на базе Pumpkin FM430, ориентации, электропитания и связи на базе трансивера MHX-425 массой 80 г.

Бортовой радиомаяк работает на частоте 437.325 МГц и посылает в коде Морзе сигнал 'TA1KS ITUPSAT1 HR'. Изображения передаются на Землю с довольно высокой для пикоспутников скоростью 19.2 кбит/с.

*SwissCube-1* – первый КА, изготовленный полностью в Швейцарии. В его создании участвовали студенты нескольких университетов под общим руководством космического центра Федеральной политехнической школы в Лозанне (EPFL, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne). Масса КА – 0.82 кг, основное назначение – съемка ночного свечения ионосферы Земли с целью сбора необходимой информации для разработки более совершенных датчиков Земли.



Аппарат снабжен системами ориентации (трехкомпонентный магнетометр, шесть солнечных датчиков и гироскопы), электропитания, управления и передачи данных, а также миниатюрной камерой. Передача изображений осуществляется по радиолинии УКВ-диапазона на частоте 437 МГц со скоростью 1.2 кбит/с (мощность – 1 Вт), в пассивном режиме камеры радиомаяк передает код Морзе со скоростью 10 бит/с. Командная радиолиния работает на частоте 145 МГц.

Основная полезная нагрузка – линзовый телескоп с углом поля зрения 25° с CMOS-детектором, который обеспечивает формирование изображений размером 188×120 пикселей, угловое разрешение 0.16°/пиксел. Спектральный фильтр настроен на длину волны 767 нм с возможностью пошагового изменения. Производительность аппаратуры – один снимок в неделю. Программа съемок делится на два этапа: в течение первых трех месяцев будут получены до 20 снимков свечения в разных условиях освещенности, на втором этапе будет осуществляться съемка свечения только над лимбом Земли на высотах 50–120 км для разработки новых датчиков Земли. Ожидается, что КА проработает примерно один год.

Сигналы со всех четырех спутников были приняты 23 сентября на первом и втором витках над европейскими станциями.

Компания OHB-System AG (Германия) установила на 4-й ступени PH PSLV два неотде-

ляемых ПГ – *Rubin-9.1* и *-9.2* массой по 8 кг. Они предназначены для испытания концепции спутниковой системы автоматической идентификации морских судов АИС (AIS – Automatic Identification System) с ретрансляцией сигналов через низкоорбитальные спутники связи Orbcomm.

*Rubin-9.1* под наименованием AIS  Pathfinder-2 разработан компанией Luxspace из Люксембурга для орбитальных испытаний спутникового приемника АИС первого поколения и отработки технологии распознавания сообщений различных судов в районах интенсивного судоходства. 30 сентября со спутника приняты первые сообщения судовых систем АИС. Станция приема и управления расположена в Редю (Бельгия).

*Rubin-9.2* был изготовлен компанией  AAC Microtec (бывшая Angstrom Aerospace, Швеция) для продолжения экспериментов по спутниковой автоматической идентификации морских судов АИС, начатых с запуском неотделяемых ПГ *Rubin-7* и *-8*. Конструктивно аппаратура *Rubin-9.2* аналогична *Rubin-8*, которая имела в своем составе ретрансляторы для передачи сигналов АИС через спутники связи Orbcomm и была запущена в составе 4-й ступени ракеты PSLV-C9 в апреле 2008 г.

Услуги по запуску малых КА на PH PSLV-C14 впервые предоставила компания Innovative Solutions In Space B. V. (ISIS), созданная в 2006 г. группой разработчиков наноспутника Delfi-C3 (HK №6, 2008). В настоящее время фирма предлагает еще семь стартовых возможностей в 2010 г. и три в 2011 г. на индийских, российских и американских PH.

По материалам ISRO, NRSC, IOCCG, EO Portal, а также университетов TUB, ITU, UW, EPFL

**Сообщения**

✓ По сообщению журнала *Flight Global* от 11 сентября, проект британского лунного аппарата MoonLITE заморожен ввиду отсутствия средств. Еще во втором квартале 2009 г. предполагалось выдать контракт на сумму около 1 млн фунтов на девятимесячное обоснование проекта (фаза А). Однако этого не произошло, и, как утверждают источники в промышленности, контракт не будет выдан ранее апреля 2010 г. Напомним, что в рамках проекта MoonLITE (Moon Lightweight Interior and Telecom Experiment; HK №4, 2008, с. 53) предполагается запуск в 2014 г. спутника Луны с последующим сбросом пенетраторов на лунную поверхность. – П.П.

✓ 1 сентября компания General Dynamics NASSCO передала ВМС США судно обеспечения T-AKE 8, названное *Wally Schirra*. Корабль имеет длину 210 м при осадке 9.12 м и водоизмещении 41 200 т и способен пройти до 14 000 морских миль со скоростью до 20 узлов и доставить до 10 000 т припасов и горючего. Восьмой корабль T-AKE назван в честь американского астронавта, капитана 1-го ранга ВМС США Уолтера Ширры (Walter M. Schirra Jr.). Ранее судно T-AKE 3 получило наименование *Alan Shepard*. – П.П.

А. Ильин.  
«Новости космонавтики»

# Демонстрация глобального контроля

выполнено в зоне видимости пункта Диего-Гарсия. После отделения КА 2-я ступень выполнила еще два маневра – увода и выжигания остатков топлива.

В каталоге Стратегического командования США аппараты получили номера **35937** и **35938**, международные обозначения **2009-052A** и **2009-052B**, а также наименования USA-208 и USA-209.

Расчетная орбита КА имела наклонение 58,00° и высоту 1350 км. Параметры фактических орбит объявлены не были. В таблице показаны параметры орбит переднего (1) и заднего (2) спутника пары по состоянию на 2 октября, определенные независимыми наблюдателями. Соответствие объектов каталожным номерам – условное.

Для первого КА радиолобителями зафиксирована рабочая частота командно-телеметрической радиолинии 2247.5 МГц (10-й канал системы SGLS), для второго – 2272.5 МГц (15-й канал).

## STSS

Аппараты STSS Demo – опытные спутники космической системы наблюдения и сопровождения STSS (Space Tracking and Surveillance System), являющейся одной из информационных компонент многоэшелонной системы защиты от баллистических ракет. История STSS и разрабатывавшихся для нее спутников описана в *НК* № 7, 2009.

Система STSS, ранее известная как SBIRS-Low, должна обнаруживать и сопровождать баллистические цели от старта до входа боевых блоков в атмосферу. Именно это отличает новую систему от других, способных отслеживать ракеты только в момент старта.

Спутники STSS Demo и наземная инфраструктура для них разработаны компанией Northrop Grumman в соответствии с контрактом 2002 г. на сумму 868.7 млн \$. Полезную нагрузку создала компания Raytheon; два модуля ПН были поставлены заказчику в марте и декабре 2006 г. Суммарные расходы на проект STSS за 2002–2010 ф.г. по открытым статьям бюджета составят 2162.6 млн \$.

Суммарная масса двух КА с переходником – 2244 кг, таким образом масса каждого из спутников – около 1000 кг. Подробное описание КА не опубликовано, но из рисунков и фотографий очевидно, что они имеют трехосную систему стабилизации и получают питание от двух пятиэлементных солнечных батарей. Модуль полезной нагрузки (ПН) размещается на надирной стороне КА и защищен от засветки горизонтальным и вертикальным солнечными экранами. Аппараты оснащены модулями и антеннами межспутниковой связи.

Полезная нагрузка КА предназначена для обнаружения и сопровождения ракет и боевых блоков и регистрации фактов перехвата как на фоне Земли, так и на фоне космоса. ПН включает датчик обнаружения целей с широким полем зрения, датчик сопровождения с узким полем зре-

ния и компьютерную систему обработки данных.

Датчик обнаружения представляет собой телескоп со сканирующей призмой, оснащенный приемной матрицей коротковолнового ИК-диапазона. Обнаружение осуществляется на активном участке полета ракеты в диапазоне «от горизонта до горизонта» самостоятельно или по внешним целеуказаниям. Датчик имеет встроенные функции подавления бликов и земных помех.

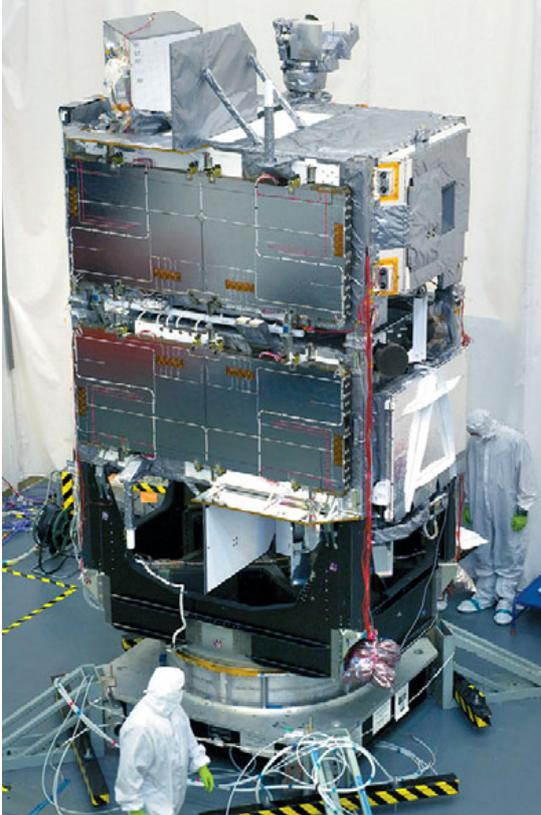
Датчик сопровождения предназначен для сопровождения «холодных» целей на среднем участке траектории. Он представляет собой телескоп с двухступенным приводом с приемниками трех типов в фокальной плоскости: видимого диапазона (размер кадра 256×256), коротковолнового и длинноволнового ИК-диапазонов (каждый – 128×128). Высокая чувствительность прибора обеспечивается активным охлаждением оптики и ИК-приемников до 40 К с помощью криоохладильников.

Обработанная информация передается на наземные командные пункты для обеспечения пусков перехватчиков. Как заявил представитель Northrop Grumman, «STSS Demo продемонстрируют ключевые функции сенсоров космического базирования, передавая данные по сопровождению ракет перехватчикам с точностью, необходимой для обеспечения успешного перехвата целей».

Миссия STSS Demo продлится от двух до четырех лет. Управление КА осуществляет Центр космических экспериментов в области ПРО на авиабазе Шривер. Программа экспериментов предусматривает участие двух запущенных ранее спутников – NFIRE (*НК* № 6, 2007) и STSS-ATRR (*НК* № 7, 2009).

Еще несколько десятилетий назад, когда только закладывался фундамент ПРО, было понятно: для обеспечения эффективной защиты от баллистических ракет необходимо создать быстрый и эффективный метод глобального обнаружения и отслеживания вражеских пусков. А значит потребуются целое созвездие низкоорбитальных КА – по меньшей мере 18, чтобы охватить районы Азии и Ближнего востока, и не менее 30 для глобального контроля всего мира. Специалисты по ПРО считают создание такой системы оправданным, так как для эквивалентного покрытия одних лишь средних широт потребовалось бы построить до 50 радаров типа TRU-2 и до 20 транспортируемых морских РЛС X-диапазона.

Развертывание полномасштабной системы STSS до недавнего времени предполагалось начать в 2012–2013 гг., причем в ходе эксплуатации STSS Demo специалисты надеялись уточнить необходимые характеристики рабочих КА и их количество, необходимое для непрерывного слежения за земной поверхностью. Однако в проекте бюджета на 2010 ф.г., опубликованном в мае 2009 г., не содержится никаких сведений о предполагаемых после 2010 г. расходах и о сроках развертывания полноценной системы.



**25** сентября в 08:20:00.233 EDT (12:20:00 UTC) с площадки SLC-17B Станции ВВС США «Мыс Канаверал» был осуществлен пуск ракеты-носителя Delta II (в конфигурации 7920-10C) с двумя экспериментальными спутниками STSS Demo, принадлежащими Агентству по ПРО США. За организацию запуска отвечало NASA, в августе принявшее у ВВС США стартовые комплексы PH Delta II на мысе Канаверал. Осуществила пуск компания United Launch Alliance.

Спутники STSS Demo были доставлены на старт 27 августа 2009 г. и установлены на ракете. Пуск планировался на 15 сентября, но был отложен сначала на 18 сентября, затем на 19-е, на 21-е и на 23-е. В этот день ракета была заправлена, но старт пришлось отменить из-за плохих погодных условий. После отмены специалисты обнаружили утечку из фланца трубопровода системы заправки под стартовым столом – и пуск пришлось отложить на 25 сентября. Наконец, при второй попытке старт был задержан на 20 минут из-за того, что дождь препятствовал началу заправки 1-й ступени жидким кислородом.

Ракета ушла со старта по азимуту 65°. Через 632 сек после старта 2-я ступень с полезным грузом вышла на орбиту наклонением 54,60° и высотой 185×1537 км. После баллистической паузы продолжительностью чуть менее 32 минут двигатель был включен второй раз на 67 сек, изменяя наклонение и доводя скорость связи до 7182 м/с. Первый КА успешно отделился от ступени через 47 мин 49 сек после старта, второй – через 445 сек после первого и после разворота 2-й ступени на 180°.

Активный участок полета контролировали наземные станции на мысе Канаверал и в Нью-Гемпшире, прием информации на баллистическом участке производила станция Оухангер в Британии, а отделение КА было

Номер	Обозначение	Наименование	Параметры орбиты			
			i	H <sub>p</sub> , км	H <sub>a</sub> , км	P, мин
35937	2009-052A	STSS Demo 1	57.99°	1335.4	1352.9	112.51
35938	2009-052B	STSS Demo 2	57.98°	1340.2	1352.8	112.56

# Новая «лунная гонка» не обойдется без русских

П. Шаров.  
«Новости космонавтики»

**21** сентября было объявлено, что участником конкурса Google Lunar X-Prize стала команда «Селеноход» – и на сегодня это первый и единственный представитель России в этом престижном соревновании.

В сентябре 2007 г. американский фонд X-Prize и компания Google объявили о международном конкурсе Google Lunar X-Prize с призовым фондом 30 млн \$, целью которого является создание первого в истории частного лунохода (НК №9, 2008; №3, 2009). Главный приз в 20 млн \$ будет присужден команде, которая до конца 2012 г. сможет успешно осуществить мягкую посадку своего мобильного робота на поверхность Луны и выполнить ряд требований. Так, он должен преодолеть не менее 500 м и отправить на Землю пакет данных, включающий видеоматериалы и фотографии высокого качества.

Организаторы предусмотрели в фонде конкурса приз для того участника, чей ровер выполнит эти требования вторым, – он получит 5 млн \$. Еще один дополнительный приз размером в 5 млн \$ достанется команде, которая сможет либо найти следы бывшего присутствия землян на Луне (например, посадочные модули американских кораблей Apollo или советские межпланетные станции «Луна»), либо обнаружить залежи льда в лунных кратерах, либо выжить в течение «лунной ночи» (последнее, пожалуй, является наиболее сложным заданием).

Конкурс Google Lunar X-Prize положил начало новой эре исследований Луны. Эксперты дали ей название «Луна 2.0», а многие уже заговорили о новой «лунной гонке». Так или иначе, организаторы считают, что, помимо толчка к развитию новой техники и поднятия мирового интереса к космическим исследованиям, результатом станет создание задела для будущих полномасштабных исследований Луны, в частности строительства баз на ее поверхности.

На настоящий момент в конкурсе участвует 21 команда, куда входят представители 44 стран мира (некоторые команды являются интернациональными), в том числе США, Китая, Индии, Японии, Малайзии, Канады, Румынии, Германии, Италии и Дании. Теперь список официальных участников пополнился и нашей страной.

«Замечательно, что команда из России участвует в конкурсе Google Lunar X-Prize, – прокомментировал это событие Уильям Померанц (William Pomerantz), директор по космическим проектам фонда X-Prize. – Русские ученые и инженеры продемонстрировали потрясающие возможности, создав луноходы и другие космические аппараты во время первой «лунной гонки». Теперь русская команда, опираясь на это наследие, сможет запустить «Луну 2.0» – новую эру, в которой частные компании и государствен-

ные космические агентства сотрудничают, чтобы создать устойчивую и надежную программу исследований Луны. Эта задача не будет полностью выполненной без привлечения талантливых специалистов из России».

## О проекте и его целях

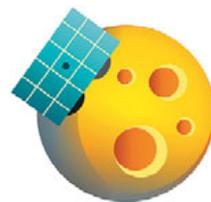
Главной задачей участия в конкурсе «Икс-прайз» для команды «Селеноход», разумеется, является победа – первыми в истории создать частный мобильный ровер и доставить его на Луну. У молодых российских специалистов есть хорошая возможность «отдать должок» за проигрыш «лунной гонки» в далеких 1960-х (а кроме американцев, в конкурсе участвуют представители практически всего мира, и это еще более «подхлестывает»).

Выиграть такой беспрецедентный конкурс, конечно, очень престижно: о победителе и о представляемой им стране заговорят на всю планету. Так было с Бертом Рутаном из Scaled Composites, который вместе со своей командой завоевал первый приз в конкурсе Ansari X-Prize в 2004 г. А ведь Рутан не только одержал победу – он создал большой задел для развития частного суборбитального туризма! Кто бы мог подумать, что из идеи простого участия в конкурсе выльется целая программа по созданию нового направления в космическом туризме? А между тем «платформа» Берта Рутана получила интереснейшее развитие: связка ракетоплана SpaceShipTwo и самолета-носителя White Knight Two станет первой частной космической транспортной системой, способной доставлять туристов за пределы земной атмосферы. Кстати, уже совершаются тестовые полеты WK2, а на 7 декабря этого года запланирован первый показ SS2...

Аналогичные перспективы, очевидно, ожидают и Google Lunar X-Prize. Основываясь на результатах предыдущего конкурса, можно утверждать, что просто одностороннее участие в подобных инициативах исключено и без использования в дальнейшем технологических и научных заделов, которые будут созданы, не имеет смысла.

Новый конкурс «Икс-приза» в данном случае – это хорошая возможность, на основе которой можно выстроить перспективную программу частного-государственного партнерства по освоению Луны. В тех же Соединенных Штатах привлечение частных компаний в космонавтику становится тенденцией – и ярким примером является программа COTS.

«Наша главная цель – это разработка низкобюджетной малогабаритной роботизированной платформы (шасси) для использования в качестве основы для построения планетоходов, работающих на поверхности Луны и других ближайших космических тел. В настоящее время в мире не существует ни



SELENOKHOD

Google LUNAR X PRIZE

одной готовой коммерческой платформы для лунных/планетных передвижных аппаратов. Спрос на такие решения уже начинает появляться и будет только расти», – говорит менеджер проекта Сергей Седых.

На самом деле эта идея очень привлекательна и заслуживает внимания. Не нужно обладать какими-то особыми знаниями, чтобы понимать: освоение Луны немислимо без полномасштабных исследований роботами непосредственно на ее поверхности – одними орбитальными КА дело не ограничится, если в перспективе действительно планируется создавать лунные базы. Опять же понятно, что для выполнения этой задачи двух советских «Луноходов», которые провели исследования в 1970-х годах, явно недостаточно.

Исчерпывающий ответ на вопрос «Где именно строить первую лунную базу?» может быть получен лишь в случае скооперированных исследований наземной (в данном случае «налунной») группировкой из мобильных роверов и орбитальными аппаратами.

Ключевым словом здесь является «группировка». Если орбитальные КА имеют возможность охватывать протяженные районы лунной поверхности и их число может быть лимитировано, то работающих на поверхности луноходов должно быть много по определению. Построение детальных трехмерных карт местности, исследование свойств грунта на основе новейших приборов и методов, эксперименты по обмену информацией между роверами непосредственно (беспроводная связь, научные данные по разным районам), а также между роверами и орбитальными КА (связь, телеметрия, тестирование основ навигационной системы типа GPS или «Глонасс», научные данные для передачи на Землю и т. д.) – вот такими могут быть основные задачи работ в привлекательных с точки зрения строительства баз районах Луны.

Теперь о группировке роверов непосредственно. Мобильные роботы, разрабатываемые сейчас NASA для исследования, например, Марса, при всех своих преимуществах (в первую очередь, это технические

возможности) имеют ряд существенных недостатков.

Во-первых, дороговизна. Проект по созданию исключительно успешных марсоходов Spirit и Opportunity обошелся NASA примерно в 750 млн \$ (не включая средства на управление их работой в течение шести лет). Ни о какой колонии из подобных роботов для освоения Луны речи быть не может: с учетом кризиса и того факта, что бюджет Роскосмоса в пять с лишним раз меньше бюджета NASA, надеяться на реализацию такой программы не приходится.

Во-вторых, масса. Доставка аппарата массой в несколько сот килограммов на поверхность Луны – затея безумно дорогая. Совершенно ясно, что выводимая на низкую околоземную орбиту и доставляемая на Луну масса находится в прямой зависимости с ценой ракеты-носителя, на которой будет осуществлен запуск. А так как одним-двумя роверами в долгосрочной перспективе не обойтись, создание тяжелых аппаратов не будет эффективным подходом в освоении Луны.

В-третьих, это «единичность» изготовленных образцов, которая опять же неизбежна из-за их большой стоимости. Пусть ровер и будет «навороченным» в технологическом плане, но если это единственная полезная нагрузка (ПН), доставляемая на Луну, то повышаются риски: выход из строя единственного лунохода означает провал всей миссии. А вот если будет два или несколько мини-луноходов, то вероятность выполнить программу увеличивается; одновременно растет охват территории и возможность проведения дополнительных экспериментов по схемам «ровер–ровер» и «ровер–орбитальный КА».

Данные аргументы говорят за то, что изготовление небольшой, дешевой и универсальной мобильной платформы себя оправдает. В качестве примера можно привести подход, используемый на рынке телекоммуникационных спутников: разрабатывается стандартная платформа, представляющая собой по существу инфраструктуру для ПН (под инфраструктурой понимаются обязательные подсистемы, обеспечивающие функционирование ПН: электропитания, терморегулирования, радиосвязи, бортовых вычислений и хранения данных, передвижения, а также различные интерфейсы). И эта платформа потом поставляется разным заказчикам, которые ставят на нее свою ПН и таким образом существенно расширяют возможности ее применения.

Подобный подход, используемый сейчас во всем мире, позволит сделать доступной мобильную платформу, уже «обкатанную» на Луне и имеющую необходимую «открытую архитектуру», не только для государственных, но и для частных заказчиков – как в России, так и за рубежом, – которые обладают относительно небольшими бюджетами, но выражают заинтересованность в изучении Луны, Марса, других планет и астероидов, пригодных для исследования колесными аппаратами. Этим будет оказано содействие научному сообществу: возможность облегчить, удешевить и ускорить доставку научной аппаратуры на поверхность исследуемых космических объектов повысит эффективность работы научных коллективов в

России и в мире. Например, Нидерланды уже заключили соглашение с командой-участником Odyssey Moon по отправке на Луну первого голландского научного прибора...

### Луноход на новом уровне

Что касается концепции самого лунохода, разрабатываемого в рамках проекта «Селеноход», он представляет собой роботизированный мобильный аппарат с элементами искусственного интеллекта, оснащенный необходимыми устройствами для работы на лунной поверхности в течение ограниченного времени. Ровер будет оснащен панелями СБ, аккумуляторными батареями, электромоторами, бортовым компьютером, системой терморегуляции, комплексом радиосвязи, фото- и видеокамерами (в том числе высокого разрешения). Двусторонняя радиосвязь с Землей будет осуществляться через ретранслятор, размещенный на посадочном модуле.

В ровере будут использоваться некоторые технические решения, примененные в проектах по созданию советских «Луноходов», однако в целом принципиально новым будет практически все: начиная от элементной базы и электроники, которые за прошедшие 30 лет пережили настоящую революцию, и заканчивая научными методами и способами получения научной информации, обладающими на порядки более высоким возможностями, чем у советских «предшественников». Вкупе с миниатюризацией электроники и открытостью архитектуры серийное создание подобных мини-луноходов может стать тем самым решением, которое приблизит нашу страну к началу промышленного освоения Луны и позволит ей занять достойное место среди других стран, нацелившихся на колонизацию нашего естественного спутника.

### На языке молодого поколения

А теперь о том, что могут дать подобные проекты нашей космонавтике в социальном плане. «Не секрет, что ракетно-космическая отрасль в нашей стране испытывает острый недостаток в притоке молодых, квалифицированных кадров. На наш взгляд, причиной

этому являются две проблемы – отсутствие интереса и низкие зарплаты, – полагает руководитель команды Николай Дзись-Войнаровский. – Мы заинтересованы в том, чтобы с помощью нашего проекта повлиять на сложившуюся ситуацию. Считаем, что участие в конкурсе Google Lunar X-Prize – это одна из немногих возможностей заинтересовать молодежь космонавтикой. Современные компьютерные и информационные технологии, Wi-Fi, Интернет, радиотехника, системы с искусственным интеллектом и многое-многое другое – это то, без чего невозможно реализовать наш проект, и это тот самый «язык», на котором разговаривает сегодня прогрессивная российская молодежь.

Именно такие молодые и талантливые ребята входят в нашу команду, у них «горят глаза» и есть желание работать на благо российской космонавтики. Кроме всего этого, их подхлестывает дух соревнования: ведь по всему миру десятки коллективов, поддерживаемые государственными и научными организациями, включились в борьбу за главный приз конкурса Google Lunar X-Prize. Мы хотим доказать всему миру, что наши специалисты унаследовали тот бесценный опыт советских пионеров космонавтики, который был накоплен в XX веке, когда об СССР говорил весь мир как о великой космической державе, и что наши ребята будут их достойными продолжателями».

В принципе этим все сказано. Молодежи действительно нужно что-то новое, вдохновляющее и имеющее перспективы развития. Одними рассказами о том, какими мы были великими в прошлом, молодое поколение в отрасль не привлечешь. Да, мы гордимся достижениями СССР в космосе, никто это не оспаривает, но где же наши новые Циолковские, Королёвы, Гагарины? Кто будет строить через 20–30–40 лет те самые лунные базы, о которых заявляют «в верхах»?

К слову сказать, Президент России Д.А. Медведев объявил 2011-й Годом российской космонавтики. Не советской, а российской! А без молодых специалистов, которые придут на смену сегодняшним, еще во

▼ Радиоуправляемый макет «Селенохода» был показан на послепосадочной пресс-конференции в ЦУПе 11 октября



Фото П. Шарова

многим представляющим советское поколение, конструкторам, инженерам, физикам и баллистикам, не видать России космических побед в XXI веке!

Что же касается низких зарплат инженеров и конструкторов в отрасли, то, к сожалению, это острый вопрос. Работу в офисе многие предпочитают труду на производстве, а с таким подходом Луна становится просто недостижимой мечтой. Конечно, эта ситуация неправильная, и ее надо исправлять. Пример перед глазами: в высокоразвитых странах (прежде всего, США) профессии специалистов, занятых в космонавтике, являются востребованными, престижными и достойно оплачиваемыми. Вот они, по всей видимости, и будут осваивать естественный спутник Земли, а мы увидим только телерепортажи, если ситуация коренным образом не изменится...

### Насколько это реально?

По признанию членов команды, это основной вопрос, который им приходится слышать. И это естественно: успешно посадить аппарат на Луну за такой короткий срок, да еще и усилиями «частников», кажется совершенно невыполнимой задачей. Но это только на первый взгляд.

Если внимательно изучить концепцию проекта, то становится понятно, что он не несет в себе непреодолимых технических сложностей. Средства доставки (в данном случае, это РН, разгонный блок и перелетно-посадочный модуль) не нуждаются в разработке «с нуля» – они могут быть заказаны у традиционных российских предприятий. Правда, если ракеты и «разгонники» у нас летают и давно доказали свою надежность, то вот с перелетно-посадочным модулем все сложнее. Команда предлагает весьма интересное и практичное решение этого вопроса.

В Федеральной космической программе до 2015 г. предусмотрена реализация двух российских лунных миссий – «Луна-Глоб» и «Луна-Ресурс-1», планируемых к запуску в 2012 г. И если в рамках первого предполагается создание орбитального аппарата для исследования Луны, то второй, планируемый к реализации в кооперации с Индией, предусматривает создание лунохода для индийской стороны (проект Chandrayaan-2) и его доставку на лунную поверхность.

Всем известно, что последний раз наша страна запускала к Луне межпланетную станцию в 1976 г. – это была советская АМС «Луна-24». За последующие 33 года не было осуществлено ни одного лунного проекта! Такой длительный перерыв – серьезное испытание для наших инженеров (к несчастью, многие из тех, кто участвовал в те далекие годы в советской лунной программе, ушли из жизни, унеся с собой бесценный опыт), и риск неудачи здесь велик, как это ни прискорбно.

Участники команды «Селеноход» считают, что их проект способен помочь планам России в новом витке исследования Луны. Каким образом?

Как уже упоминалось, по условиям конкурса «Икс-Прайз» для выигрыша первого приза нужно выполнить условия конкурса до 2012 г. включительно. Как можно заметить, сроки здесь совпадают. Идея состоит в том, что НПО имени С. А. Лавочкина, на которое возложены работы по проекту «Луна-Ресурс-1» / Chandrayaan-2, без отвлечения своих ресурсов получит возможность «обкатать» технологии в проекте «Селеноход», который может быть реализован на тех межпланетных заделах, которые предприятие предусматривает использовать в будущих лунных миссиях.

Все это означает: если запуск в рамках конкурса «Икс-Прайз» состоится раньше, чем отправка индийского лунохода по проекту Chandrayaan-2, то мы получим возможность протестировать баллистику, связь, посадку и управление аппаратом на поверхности, то есть все ключевые этапы миссии, которыми, как уже было сказано, Россия не занималась три десятка лет.

Таким образом, команда может одновременно принять участие в престижном международном соревновании и минимизировать риски проекта «Луна-Ресурс-1» / Chandrayaan-2, что будет критически важным моментом как для российской, так и для индийской стороны.

Теперь о самом главном – о финансировании проекта. По условиям конкурса, оно должно осуществляться из частных источников (государственное участие не может превышать 10%). По словам руководителя команды Н. Дзись-Войнаровского, на данный момент команда ведет переговоры с рядом

потенциальных инвесторов – как крупными российскими компаниями, так и отдельными предпринимателями, проявившими заинтересованность в участии в реализации этого проекта. «Зеленым светом» для инвесторов должна стать уверенность, что в отрасли в целом и в Федеральном космическом агентстве в частности эту идею поддержат и окажут содействие.

На данном этапе была проведена предварительная финансовая оценка проекта. Расчеты показывают, что он укладывается в призовой фонд конкурса Google Lunar X-Prize. Кстати, бюджеты других команд, участвующих в соревновании и имеющих реальные шансы на успех благодаря сотрудничеству с аэрокосмическими предприятиями своих стран, составляют намного большие суммы (от 75 до 100 млн \$). Но это объясняется главным образом тем, что их роверы имеют намного большие массы и размеры, используются другие ракеты-носители и т.д.

Основная статья расходов любой команды-участника – это затраты на пусковые услуги, которые составят львиную долю всех средств, вложенных в проект. Пожалуй, это самый сложный вопрос, решение которого предопределяет судьбу участия нашей страны в конкурсе «Икс-прайз». Пока в качестве основного варианта команда «Селеноход» рассматривает носитель «Днепр» как надежную и зарекомендовавшую себя ракету. Однако не исключаются и другие варианты, которые будут прорабатываться, чтобы сэкономить значительную часть средств инвесторов. Кстати, Элон Маск, президент частной компании SpaceX, осуществившей успешный вывод на орбиту малайзийского спутника RazakSAT на РН Falcon-1 в июле этого года, пообещал скидки тем участникам конкурса, которые воспользуются его услугами...

Остается пожелать удачи команде как представителю интересного и перспективного проекта, поднимающего интерес к российской космонавтике и имеющего шанс стать хорошим заделом для начала полномасштабного освоения Луны в рамках частно-государственного партнерства.

*Дополнительную информацию можно найти на сайтах:*

[www.selenokhod.com](http://www.selenokhod.com)

[www.googlelunarxprize.org](http://www.googlelunarxprize.org)

## «Фобос-Грунт» отложен...

**П. Павельцев.**  
**«Новости космонавтики»**

**З**апланированный на октябрь 2009 г. запуск российской АМС «Фобос-Грунт» отложен на следующее астрономическое окно – на ноябрь 2011 г.

Главная задача КА, изготавливаемого НПО имени С. А. Лавочкина, – это посадка на Фобос, забор образцов грунта и доставка их на Землю. Помимо этого, комплекс научной аппаратуры из 19 приборов должен обеспечить детальную фотосъемку и исследование вещества Фобоса на месте посадки и на пролете, изучение пылевой среды в окрестностях Марса и Фобоса и выполнение других научных задач.

В соответствии с заключенным контрактом, «Фобос-Грунт» должен доставить с Земли на орбиту спутника Марса китайский малый аппарат «Инхо-1» («Светлячок»).

До самого последнего времени запуск межпланетной станции «Фобос-Грунт» планировался на осень 2009 г. (весной говорили про сентябрь, летом про октябрь и про ноябрь). В августе 2010 г. станция должна была выйти на орбиту вокруг Красной планеты, в апреле 2011 г. достичь Фобоса, а в июле 2012 г. ее возвращаемый аппарат ждали бы на Земле.

21 сентября директор Института космических исследований РАН Л. М. Зелёный сообщил корреспондентам РИА «Новости» и Интерфакса, что на состоявшемся в этот

день в Роскосмосе заседании запуск КА «Фобос-Грунт» был перенесен на 2011 год.

29 сентября в интервью «Российской газете» руководитель Роскосмоса А. Н. Перминов заявил, что Бюро Совета РАН по космосу рекомендовало перенести реализацию проекта на октябрь 2011 г., чтобы обеспечить более высокую надежность. «Ученые рассчитывают уточнить характер самой поверхности Фобоса, – отметил руководитель Роскосмоса. – Это нужно, чтобы точнее сконструировать устройство для забора грунта. Если грунт слишком твердый, то неправильно выбранный способ его забора может свести к нулю результат столь дорогой экспедиции. Кроме того, пока не достигнута 100-процентная надежность дублированной непрерывной связи с аппаратом на всех этапах полета. Нужна и более надежная отработка составных элементов».

# Messenger вышел на финишную прямую

П. Шаров.  
«Новости космонавтики»

**29** сентября в 21:54:58 UTC по бортовому времени американская АМС Messenger со скоростью 5.4 км/с совершила пролет Меркурия на минимальной высоте 228 км. Это было третье и последнее сближение аппарата с планетой в графике полета, основной целью которого было осуществление гравитационного маневра для обеспечения условий по выходу на орбиту вокруг Меркурия, который запланирован на 18 марта 2011 г.

Напомним, что Messenger был запущен 3 августа 2004 г. и является первым аппаратом, предназначенным для детального исследования Меркурия. За пять лет он преодолел путь длиной более 3.6 млрд км, совершив шесть гравитационных маневров у внутренних планет Солнечной системы: один пролет Земли (02.08.2005), два пролета Венеры (24.10.2006, 05.06.2007) и уже три пролета Меркурия (14.01.2008, 06.10.2008, 29.09.2009).

Основной задачей этих пролетов является изменение величины и направления вектора скорости КА с тем, чтобы при его финальном сближении с Меркурием в марте 2011 г. подлетная скорость была минимальна и бортового запаса топлива хватило для выхода на орбиту вокруг планеты. И естественно, ученые стараются по максимуму использовать каждый пролет для изучения очередного небесного тела с помощью бортовой научной аппаратуры.

Лишь при возвращении «Мессенджера» к Земле в августе 2005 г. особых научных измерений не проводилось – осуществлялась лишь калибровка приборов. К минимуму пришлось свести и программу исследований во время первой «встречи» с Венерой – планета находилась тогда почти точно за Солнцем (в верхнем соединении), связь с КА была затруднена. А вот во время второго визита к нашей ближайшей «соседке» приборы станции уже работали в полную силу, чтобы использовать редкий шанс изучить Венеру (НК №9, 2007). Так, были получены ценные данные об атмосфере планеты, о плазменных процессах в магнитосфере, проводилась съемка Венеры с высоким разрешением на подлете и отлете.

Особенно ценными стали первые два пролета Меркурия – ведь до этого к планете приближался всего один земной аппарат! Так, за эти два сближения Messenger с помо-

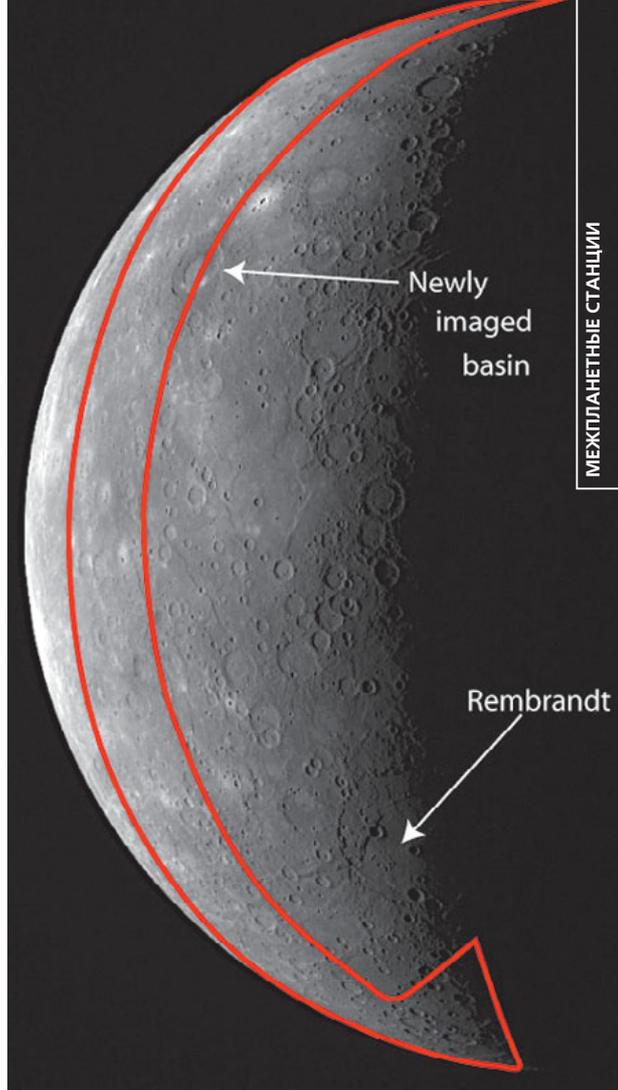
щью своих камер детально отснял около 80% поверхности Меркурия (в том числе и районы, которые ранее никогда не охватывались космической съемкой; НК №3, 9 и 12, 2008). Другие научные инструменты также отработали «на ура», передав на Землю данные о плазменной среде вокруг планеты, о ее ядре и магнитном поле. Удалось подтвердить наличие криовулканизма на поверхности Меркурия, который был предметом споров ученых на протяжении 30 лет – после того, как непонятные структуры в ландшафте Меркурия впервые выявил Mariner 10 в 1974–1975 гг.

Третий раз Messenger подходил к Меркурию с относительной скоростью почти на 1/3 меньше, чем во второй, и гравитационное воздействие Меркурия должно было повернуть траекторию полета не на 27°, а почти на 50°. По геометрии и условиям освещенности пролет был очень похож на второй, но если зона съемки при отлете почти точно совпадала с областью, снятой в октябре 2008 г., то подлетные снимки открывали последнюю Terra Incognita, которую еще не сфотографировал ни один КА. Кроме того, у подлетной и отлетной зон было небольшое перекрытие, позволяющее провести стереосъемку. В план пролета были включены съемки подлетной мозаики узкоугольным каналом MDIS, целевые наблюдения разных районов широкоугольным каналом MDIS и спектрометром MASCIS и, наконец, детальной мозаики части южного полушария Меркурия при отлете.

Главная задача пролета была достигнута: Messenger идет по нужной траектории и уже через 18 месяцев должен стать первым в истории искусственным спутником Меркурия. Однако научная программа, которую в течение длительного времени планировали ученые, составляя посекундный график команд, оказалась наполовину сорвана.

Итак, 28 сентября в 14:24 UTC аппарат перешел в режим радиомаяка и начал обрабатывать 30-часовую программу наблюдений. 29 сентября в 21:55 он прошел над Меркурием со скоростью свыше 5.3 км/с, отклонившись от заданной высоты 228 км не более чем на 100 м. Еще через 8 мин Messenger зашел за планету и оставался в радиотени в течение 51 мин.

Точка перигелия траектории лежала в тени, в которой Messenger должен был находиться 18 минут, с 21:41 до 21:59, питаясь в это время от аккумуляторных батарей. Но примерно через 10 мин после входа в тень и за 12 мин до захода за планету наземная станция неожиданно потеряла несущую частоту передатчика станции.



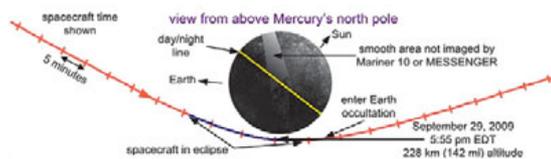
▲ Рис. 1. Выделенную область на поверхности Меркурия никто не видел с близкого расстояния до сентября 2009 г.

Статистика, приведенная на официальном интернет-сайте миссии Messenger, свидетельствует, что за время своего полета аппарат совершил четыре больших маневра DSM и двенадцать малых коррекций траектории TCM. Что самое поразительное, последняя коррекция состоялась еще 19 декабря 2007 г., обеспечив успех первого пролета Меркурия. После этого благодаря творческому использованию технологии «солнечного паруса» у навигаторов появилась возможность постепенно «подправлять» траекторию полета, почти не расходуя бортового запаса топлива, и уже шесть коррекций TCM были отменены.

А вот маневры DSM таким способом заменить невозможно. Четвертая большая коррекция состоялась в декабре 2008 г. 4 декабря в 20:30 UTC бортового времени на 4.5 мин был включен двухкомпонентный маршевый двигатель, в результате чего станция изменила свою гелиоцентрическую скорость на 219 м/с и довела ее до 30 994 м/с. Второе включение ровно через четверо суток добавило еще 24.7 м/с. Пятая большая коррекция запланирована на 24 ноября 2009 г.

За пять лет полета было проведено 11 «апгрейдов» ПО научной аппаратуры и три «апгрейда» ПО бортового управляющего компьютера. Последний из них состоялся 14 июля 2009 г.

9 февраля 2009 г. станция прошла очередной перигелий на расстоянии 0.31 а.е. от Солнца. Между 7 и 11 февраля с помощью бортовой камеры MDIS было сделано 256 снимков для поиска вулканоидов – гипотетических астероидов, орбиты которых лежат внутри орбиты Меркурия. Аналогичный поиск проводился ранее в июне 2008 г.



▲ Схема третьего пролета «Мессенджера» у Меркурия



▲ Рис. 2. Один из видов Меркурия, переданных «Мессенджером». Разрешение в правом нижнем углу снимка – 410 м

Как позже выяснилось, бортовой компьютер станции «вылетел» в защитный режим из-за нерасчетной конфигурации системы электропитания. Заложённая программа наблюдений была остановлена, записанные данные сохранены. 30 сентября в 05:30 UTC Messenger удалось вернуть в нормальный режим работы, и после этого вся информация была передана на Землю.

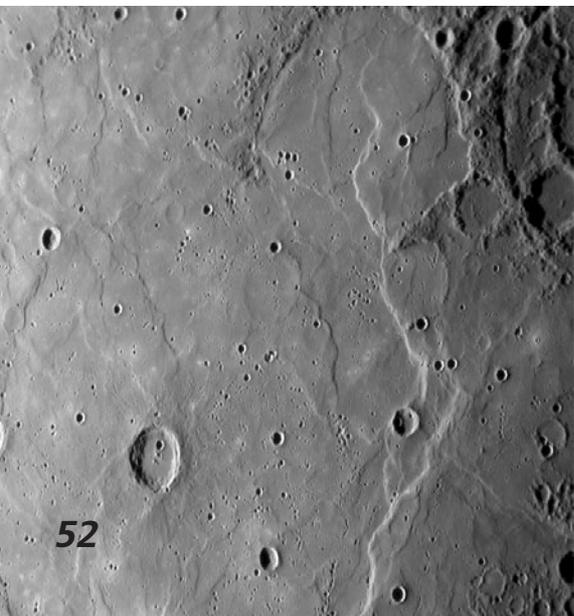
На подлётных снимках на фоне черноты космоса был отчетливо виден быстрорастущий диск Меркурия, который по мере приближения к планете начал открывать детали рельефа. Именно на подлете «Мессенджеру» КА удалось отснять 5% поверхности, которую до этого никто и никогда не видел (рис. 1)...

Известно, что Меркурий внешне очень напоминает Луну. Однако на красивой мозаике (рис. 2), составленной из 62 кадров с высоким разрешением, можно увидеть явное отличие. Если внимательно присмотреться к поверхности вдоль до горизонта, можно увидеть гладкие равнины, что является дополнительным аргументом в пользу теории наличия геологической активности на Меркурии.

На рис. 3 явно различима очень гладкая область, где плотность распределения кратеров существенно ниже, чем в соседних районах. Несмотря на свою «молодость», эта равнина уже оказалась видоизменённой тектонической активностью Меркурия – уступы и хребты в виде «морщин» служат этому подтверждением.

Интересно сравнивать снимки одних и тех же районов поверхности, сделанные во время разных пролетов. Гладкая равнина округлой формы, «перерезанная» посередине мощным уступом (рис. 4, слева), на фоне ис-

▼ Рис. 3. «Молодая» равнина на Меркурии



пещерной кратерами поверхности выглядит очень занято, и это видно как на прошлогодних октябрьских снимках, так и на свежих. Возможно, это депрессия, которая со временем заполнилась более «молодым» веществом Меркурия.

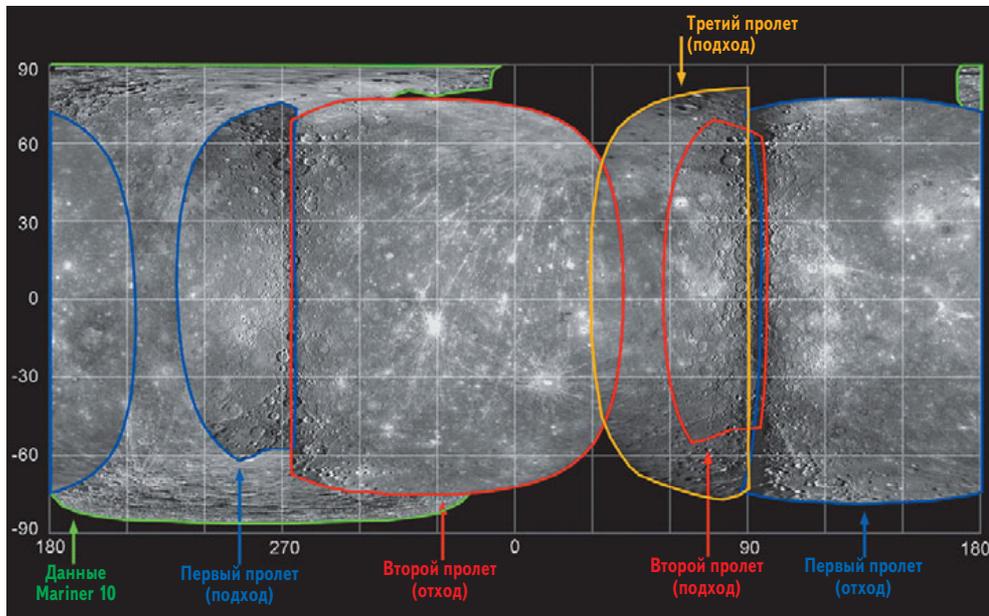
Благодаря трем визитам «Маринера-10» и трем пролетам «Мессенджера» ученые располагают на настоящий момент подробной картой почти всей поверхности Меркурия. Исключение составляют околополярные районы выше 60° широты. Эту «нехватку» планируется восполнить после выхода КА на орбиту вокруг Меркурия.

Что касается информации от других приборов, хочется надеяться, что аппарат успел что-то сделать и передать на Землю до возникновения нештатной ситуации и после восстановления нормальной работы. Так, очень интересными и ценными могли быть данные магнитометра, ведь магнитное поле Меркурия уже преподносило ученым сюрпризы, а в третьем пролете аппарат должен был пройти через «хвост» магнитосферы планеты.

Своеобразный итог третьему пролету Меркурия подвел научный руководитель проекта Шон Соломон (Sean C. Solomon) из Института Карнеги в Вашингтоне: «Специалисты научной группы Messenger заслужили похвалы за их профессиональный и эффективный подход к решению проблемы перехода КА в защитный режим. Они быстро выявили неполадку и вернули КА в нормальный режим работы, а также предприняли все меры по «спасению» научной информации, которая должна была быть получена после пролета».

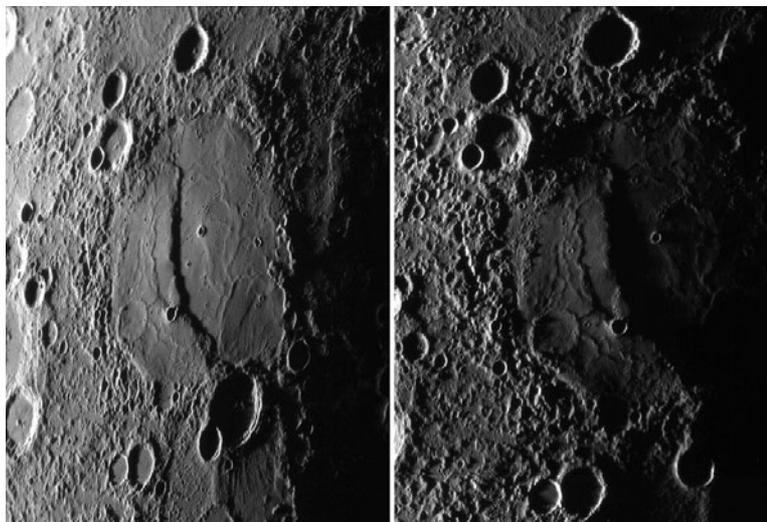
Для Ш. Соломона, как и для всех членов команды «Мессенджера», очевидно: основная задача сентября выполнена, и у «Мессенджера» еще будет возможность детально исследовать Меркурий с орбиты спутника.

▼ Вклад «Маринера-10» и «Мессенджера» в составление полной карты поверхности Меркурия



Подготовка к этой работе уже идет: в январе 2009 г. команда Messenger начала «репетиции» орбитальной программы, известные под именем WITL (week-in-the-life – «неделя жизни»). Целью этих тестов были отработка и тестирование новых операций и программного обеспечения для реализации основной научной программы КА.

«Прежде ни один КА не выходил на орбиту вокруг Меркурия, поэтому у нас нет опыта планирования и составления графика научных наблюдений в такой обстановке, – пояснила менеджер проекта Элис Берман (Alice Berman). – Поэтому мы составили и выполняем детальный план подготовки к орбитальным операциям, гарантирующий, что все критерии успеха научной программы нашей миссии будут достигнуты к моменту ее формального окончания – 17 марта 2012 г. Тесты, цель которых состоит в имитации не-



▲ Рис. 4. Два снимка одного и того же участка поверхности, сделанные в октябре 2008 г. (слева) и в сентябре 2009 г. (справа)

скольких недель работы КА на орбите, являются составной частью этого общего плана».

К настоящему времени состоялось два теста WITL: первый проводился с января по апрель этого года, а второй начался в июле и закончился в октябре. В 2010–2011 гг. специалисты проекта выполняют еще как минимум семь тестов WITL, в том числе и с перекрытием во времени, моделируя разные фазы полета и орбитальные условия.

По материалам APL

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»

**25** сентября в г. Одинцово Московской области состоялась рабочая встреча руководителя Федерального космического агентства Анатолия Перминова и главы Одинцовского муниципального района Александра Гладышева. Тема встречи – использование результатов космической деятельности (РКД) в интересах муниципальных образований Российской Федерации. В совещании приняли участие генеральный директор Научно-производственной корпорации (НПК) «РЕКОД» Вячеслав Безбородов, представители администрации Одинцовского района и руководство Одинцовского гуманитарного института (ОГИ).

Участники мероприятия обсудили основные направления, формы и сроки реализации первой в России муниципальной «космической» целевой программы использования РКД в интересах социально-экономического и инновационного развития Одинцовского района на 2009–2011 гг. (далее – Программа).

В ходе встречи руководитель НПК «РЕКОД» В. Г. Безбородов провел презентацию проекта Программы, в частности – проектов муниципального центра космических услуг, спутниковых систем мониторинга крупных инженерных сооружений, транспорта и безопасности дорожного движения, природопользования и экологии, а также научно-образовательного комплекса ДЗЗ.

А. В. Крутиков, проректор по маркетингу и рекламе Одинцовского гуманитарного института, представил презентацию «Создание инновационно-образовательного космического центра на базе ОГИ».

После обмена мнениями А. Н. Перминов и А. Г. Гладышев подписали Соглашение между Федеральным космическим агентством и Одинцовским муниципальным районом о взаимодействии в области использования РКД, где определили полномочных представителей сторон: от Роскосмоса за выполнение Программы отвечает НПК «РЕКОД», от Одинцовского района – Одинцовский гуманитарный институт.

Затем было подписано соглашение о сотрудничестве в области использования РКД между НПК «РЕКОД» и ОГИ.

Анатолий Перминов, отметив усилия государства в области космонавтики, подчеркнул, что сегодня «крайне важно, чтобы эти усилия сопровождались не менее масштабными работами, обеспечивающими макси-

В настоящее время Роскосмосом заключены соглашения о взаимодействии в области использования РКД с органами исполнительной власти 58 российских регионов. В последние несколько лет произошел переход от точечного внедрения некоторых спутниковых технологий к программно-целевому методу широкомасштабного использования результатов КД. Основной механизм этого перехода – разработка и реализация региональных целевых космических программ. Первая из них принята в 2007 г. в Калужской области, затем в 2008 г. – в Республике Татарстан и Красноярском крае. Для 19 регионов целевые программы находятся в стадии разработки.



КОСМОС – БЕЗБОРОДОВ

Фото НПК «РЕКОД»

## Первая муниципальная...

мально эффективное использование уникального космического потенциала России».

Подписание соглашения с Одинцовским районом открывает новый этап в использовании РКД. «Впервые работа Федерального космического агентства в таком масштабе выходит на уровень органов местного самоуправления, муниципальных образований, которые находятся на переднем крае решения насущных социальных и экономических задач, заботятся об удовлетворении повседневных потребностей наших граждан. Знаменательно, что это происходит именно в Одинцовском муниципальном районе, который отличается высокой творческой и инновационной активностью, неформальным отношением к своему социально-экономическому и культурному развитию, богатыми историческими традициями», – заявил А. Н. Перминов. Этот район был выбран в качестве пилотной зоны Роскосмоса для комплексной отработки технологий, средств и методов использования РКД в интересах социально-экономического развития муниципальных образований.

«Это первое пилотное соглашение между Роскосмосом и муниципальным органом власти. Механизм работы данного проекта прост, понятен и эффективен; в течение 2010 г. будет получен экономический эффект – сразу станет видно, каким образом используется служебный автотранспорт и насколько эффективно работают государственные службы», – сказал после подписания документа глава Роскосмоса.

Внедряемая система, в частности, позволяет отслеживать со спутников навигационной системы ГЛОНАСС перемещение всех спецавтомобилей – «скорой помощи», патрульных машин милиции, общественного и грузового транспорта, а также осуществлять непрерывный и круглосуточный мониторинг автодорог, путепроводов, лесного и кадастрового хозяйства.

«Конечно, сначала будут протесты и даже возмущения со стороны некоторых чиновников, но постепенно все притрется, а

простой человек только выиграет от внедрения этой системы. Будут проблемы и с соблюдением земельного кадастра – в Одинцовском районе живут не только простые граждане», – заметил А. Н. Перминов.

В свою очередь, А. Г. Гладышев сообщил, что внедрение системы начнется с установки датчиков ГЛОНАСС на машинах «скорой помощи» и милиции.

Определен еще один большой совместный проект – «Космический дворец спорта». Его цель – создание типовой системы спутникового мониторинга и прогнозирования состояния крупного спортивного сооружения с использованием систем ГЛОНАСС/GPS. Проект будет реализовываться на базе Дворца спорта г. Одинцова. А. Н. Перминов заверил, что агентство окажет всемерную, в том числе и финансовую, поддержку этим работам. Пилотный проект финансируется Роскосмосом в рамках ОКР «Центр-ПМ» за счет средств федерального бюджета, выделяемых по федеральной целевой программе «Глобальная навигационная система», и Одинцовским районом в рамках Программы. Объемы финансирования проекта будут определены отдельным соглашением.

В заключительном слове руководитель Роскосмоса поздравил участников встречи с принятием первой в России муниципальной целевой программы использования РКД: «Надеюсь, что такой удачный старт наших совместных начинаний по внедрению космических продуктов и услуг в социально-экономическую и управленческую практику Одинцовского муниципального района придаст новый импульс появлению аналогичных проектов и станет хорошим залогом будущих свершений на благо нашей Родины».

С использованием материалов Роскосмоса и РИА «Новости»

Фото в заголовке:  
Руководитель Роскосмоса Анатолий Перминов и глава Одинцовского муниципального района Александр Гладышев

# Ракетные новинки МАКС-2009



СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

Фото И. Афанасьева

**И. Афанасьев, Д. Воронцов.**  
**«Новости космонавтики»**

**Д**ва года назад международный авиакосмический салон МАКС-2007 представил новинки отечественного ракетостроения<sup>1</sup>. За прошедшее время картина существенно изменилась: некоторые разработки продвинулись далеко вперед, другие остались лишь на бумаге. Событиями, оказавшими основное воздействие на направление работ в области российской транспортно-космической инфраструктуры, стали решение о создании космодрома Восточный и проведение конкурса на новый носитель среднего класса повышенной грузоподъемности (РН СКПГ)<sup>2</sup>. Ракета, создаваемая в первую очередь для обеспечения запусков пилотируемого транспортного космического корабля нового поколения (ПТК НП)<sup>3</sup> с нового российского космодрома, стала настоящим «гвоздем программы» МАКС-2009.

## Носитель нового поколения

На МАКС-2009 впервые демонстрировался макет изделия РН СКПГ «Русь-МП» в грузовом варианте с обтекателем длиной 19 м и диаметром 4.35 м. Головной разработчик носителя – «ЦСКБ-Прогресс» – отвечает также за создание второй ступени; первой ступенью занимается ГРЦ «КБ имени В. П. Макеева». Макет ракеты демонстрировался на

стенде РКК «Энергия» – головного разработчика всего нового пилотируемого ракетно-космического комплекса.

Имена собственные носителя и корабля пока не определены. Между тем работы по средствам выведения ведутся в рамках ОКР «Русь-М», что позволило ряду зарубежных экспертов отождествить это название с ракетой – им оно кажется более звучное и удобопроизносимой аббревиатурой. В частности, исходная «пилотируемая» РН была названа «Русь-МП». Для простоты воспользуемся этим подходом и мы.

Как известно, согласно требованиям Роскосмоса на базе исходной РН СКПГ должны быть созданы носители грузоподъемностью до 50 т, а в перспективе и до 100 т. В ходе авиасалона в ряде зарубежных СМИ появилась информация (со ссылкой на источники в «ЦСКБ-Прогресс») о трех модификациях семейства «Русь-М» – ракете среднего класса «Русь-МС» и двух тяжелых носителях «Русь-МТ». В целом все семейство вполне укладывается в концепцию, которую изложил в мае 2008 г. генеральный директор ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» А. Н. Кирилин<sup>4</sup>. Доступные данные позволяют оценить основные параметры этих ракет (табл. 1), предназначенных для пусков с космодрома Восточный.

Стартовые (СК) и технические (ТК) комплексы – универсальные для всего семейства РН; они являются составными частями космического ракетного комплекса и создаются как объекты нового строительства на космодроме Восточный.

Первые ступени носителей строятся на базе универсального ракетного блока (УРБ) с

кислородно-керосиновым двигателем РД-180 разработки НПО «Энергомаш». Предприятие уже приступило к созданию специальной модификации этого двухкамерного ЖРД; готовность же к полету ожидается к 2014 г.

Уже известная читателям «Русь-МП» имеет на первой ступени «жесткую» связку из трех не разделяющихся в полете УРБ; на второй ступени установлены четыре кислородно-водородных двигателя РД-0146 разработки КБХА.

«Русь-МС», которую можно считать «дублером» ракеты «Союз-У» при запусках с Восточного автоматических КА, состоит из одного УРБ (первая ступень) и блока «И» от носителя «Союз-2.1Б» (вторая ступень).

«Русь-МТ» грузоподъемностью 35 т (условное наименование «Русь-МТ-35») на первой ступени использует связку из пяти УРБ, а в качестве второй – кислородно-водородную ступень (от исходного варианта «Русь-М») с четырьмя двигателями РД-0146. Предположительно ракета предназначена для запуска тяжелых автоматических КА, прежде всего на геопереходную (ГПО) и геостационарную (ГСО) орбиты. Масса выводимого ПГ существенно зависит от уровня стартовой тяги двигателей первой ступени. Необходимость пуска на пониженной тяге диктуется ростом осевых перегрузок при увеличении числа УРБ на первой ступени. Для ограничения перегрузок можно использовать три способа: дросселирование двигателей со старта, дросселирование в полете и переход на трехступенчатую схему.

Последний способ применен в варианте «Русь-МТ-50» и подразумевает дросселирование только центрального УРБ, подобно тому, как это сделано на ракетах «Ангара-3/5» и Delta IV Heavy. При дросселировании РД-180 центрального УРБ до уровня 40% номинала перегрузки не превышают 4.5 единиц. Но за это приходится платить усложнением конструкции за счет введения системы разделения боковых и центрального блоков. В ракете «Русь-МТ-50», предназначенной для

Табл. 1. Характеристики носителей, создаваемых в рамках ОКР «Русь-М»

Условное обозначение/ Параметры	«Русь-МС»*	«Русь-МП» (РН СКПГ)	«Русь-МТ-35»*	«Русь-МТ-50»*
Класс	Средний	Средний, повышенной грузоподъемности	Тяжелый	Тяжелый
Стартовая масса, т	233.0–235.0	673.0	≈1100.0	≈1433.0
Стартовая тяговооруженность	1.68	≈1.36	1.77	1.2–1.36*
Макс. поперечный размер, м	3.8	11.6	11.6	11.6
Длина, м	н/д	61.1	н/д	н/д
<b>Компоненты и рабочие запасы топлива</b>				
1-я ступень	ЖК + керосин (180 т)	ЖК + керосин (540 т)	ЖК + керосин (900 т)	ЖК + керосин (960 т)
2-я ступень	ЖК + керосин (22.5 т)	ЖК + ЖВ (46.5 т)	ЖК + ЖВ (46.5 т)	ЖК + керосин (240 т)
3-я ступень	–	–	–	ЖК + ЖВ (50 т)
<b>Тип и тяга маршевой ДУ</b>				
1-я ступень	1×РД-180 (390/424)**	3×РД-180 (916.5/1016.1)	5×РД-180 (1950/2120)	4×РД-180 (1560/1696)
2-я ступень	1×РД-0124 (–/30)	4×РД-0146 (–/40)	4×РД-0146 (–/40)	1×РД-180 (≈156/170 – при 40% номинала)
3-я ступень	–	–	–	4×РД-0146 (–/40.0)
<b>Масса полезного груза, т</b>				
На орбите Н=200 км, i=51.8°	6.5	≈23.8	33.0–36.0	53.0–54.0
На ГСО	–	4.0 (с КРБ)	7.0–7.5	≈11.5
Относительная масса ПГ, %	≈2.8	≈3.5	≈3.2	≈3.77

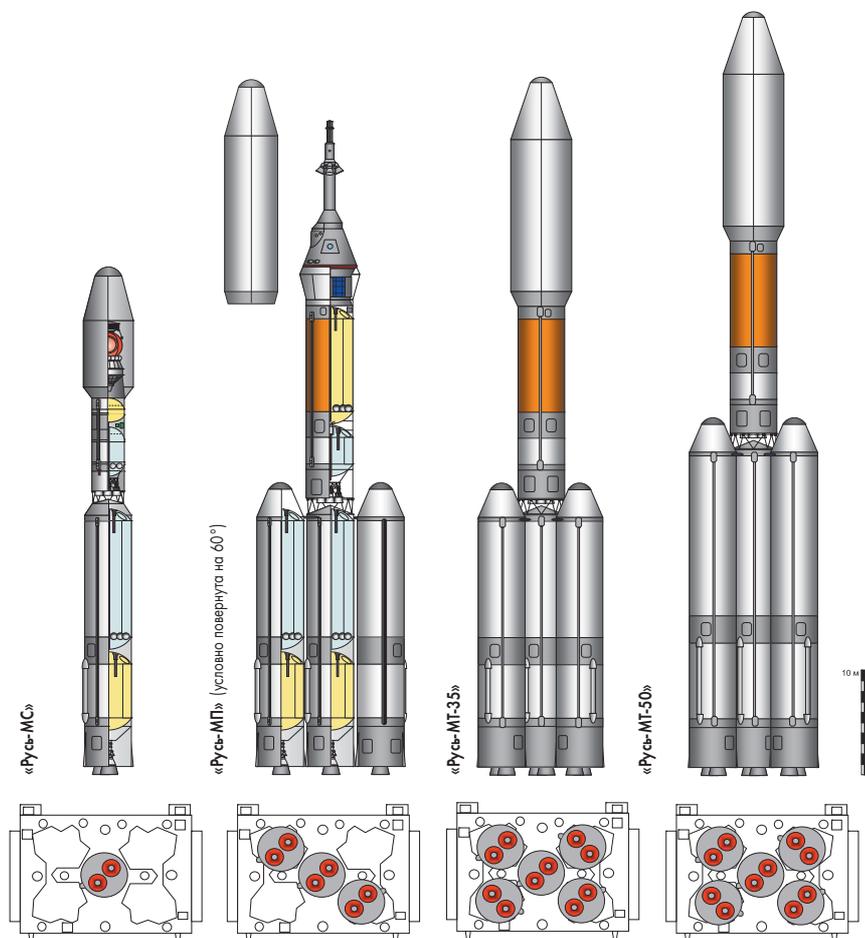
\* Оценка авторов. \*\* Тяга, тс; в числителе – на Земле, в знаменателе – в пустоте.

<sup>1</sup> НК № 11, 2007, с. 52–55.

<sup>2</sup> НК № 5, 2009, с. 44–45.

<sup>3</sup> НК № 9, 2008, с. 8–12.

<sup>4</sup> НК № 8, 2008, с. 60–63.



▲ Ракеты-носители, разрабатываемые в рамках ОКР «Русь-М»

использования в пилотируемых полетах к Луне и Марсу, применены УРБ и криогенная верхняя ступень с увеличенной заправкой.

Интересная особенность семейства – унифицированный стартово-стыковочный блок, аналогичный по назначению и конструкции блоку «Я» сверхтяжелого носителя «Энергия». При унификации посадочных мест УРБ данное решение позволяет эксплуатировать все ракеты семейства «Русь-М» с одного универсального СК.

**Новые «Союзы»**

Среди других экспонатов «ЦСКБ-Прогресс» были уже известные ракеты «Союз-2-3» и «Союз-1». Последняя предназначена для замены носителей семейств «Циклон» и «Космос-3М» и дублирует РН «Рокот». Проект получил поддержку Роскосмоса и Минобороны РФ, которое частично финансирует разработку. «Перспективной модернизации [РН

«Союз»] бывший командующий Космическими войсками В.А. Поповкин воодушевился после того, как стал участником стендовых испытаний кузнецовского двигателя. Двигатель прошел прожиг безукоризненно, показал великолепные эксплуатационные характеристики, несмотря на то что пролежал в запасниках многие десятилетия», – заявил Л.Н. Бельский, заместитель генерального директора НПО «Автоматика» (г. Екатеринбург).

«Союз-1» создается на основе ракеты «Союз-2.1Б» путем изъятия боковых блоков, изменения нижней цилиндрической части центрального блока (перевод на диаметр 2.66 м) и введения опор под стрелы «тюльпана» стартового комплекса взамен кронштейнов крепления боковых блоков. Но самое главное – это установка двигателя НК-33, вопрос о восстановлении производства которого сейчас активно обсуждается. В ЖРД

будет применен карданный подвес, созданный в Санкт-Петербургском КБ «Арсенал». Ранее планировалось применять кардан от двигателя РД-0120 с центрального блока «Энергии», а не так давно велись переговоры о возможности применения в «Союзе-1» узла подвеса американской компании Aerojet.

Управление по крену на участке работы первой ступени – с помощью двух блоков неподвижных сопел в верхней части хвостового отсека. Каждый блок состоит из трех сопел – двух тангенциальных и одного продольного. Сопла работают на горячем окислительном газе с постоянным расходом, отбираемом из затурбинного тракта НК-33. При отсутствии возмущений в канале крена газ истекает через продольное сопло, создавая небольшую тягу. При возникновении возмущений газ направляется в одну из пар тангенциальных сопел.

Система управления (СУ) полетом заимствуется с «Союза-2», но ее программное обеспечение и настройки будут модифицированы под новый профиль полета.

Первый пуск «Союза-1» изначально планировался на 2010 год, но по ряду причин был перенесен на I квартал 2011 г. Для сокращения сроков создания ракеты разработчики пошли даже на отказ от некоторых перспективных решений. В частности, в первом пуске будет использована БЦВМ «Малахит-3» вместо «Малахита-7», предлагавшегося создателем СУ – НПО «Автоматика».

Зарубежные эксперты связывают заинтересованность Минобороны РФ в «Союзе-1» с возможностью подстраховки на случай перебоев с поставкой двигателей для блока «Бриз-КМ» ракеты «Рокот».

▼ В России макет РН «Союз-1» (слева) был впервые представлен на МАКС-2009



Табл. 2. Характеристики носителей «Союз-1» и «Союз-2-3»					
Класс	«Союз-1»		«Союз-2-3»		
	Легкий		Средний		
Используемый космодром	Байконур	Плесецк	Байконур	Плесецк	Куру
Стартовая масса, т	158.0		335.5–340.0		
Стартовая тяговооруженность	1.17		≈1.4–1.5 (в зависимости от режима работы НК-33)		
Максимальный поперечный размер, м	3.0		10.3		
Длина, м	44.0		47.0		
Компоненты и рабочие запасы топлива, т					
– 1-я ступень	ЖК + керосин (н/д)		ЖК + керосин (н/д)		
– 2-я ступень	ЖК + керосин (22.5)		ЖК + керосин (н/д)		
– 3-я ступень	–		ЖК + керосин (22.5)		
Тип и тяга маршевой ДУ					
– 1-я ступень	1×НК-33 (185/202.6)*		4×РД-107А (342.4/416)		
– 2-я ступень	1×РД-0124 (–/30)		1×НК-33 (185/202.6)*		
– 3-я ступень	–		1×РД-0124 (–/30)		
Масса ПГ, т					
– На орбите Н=200 км	2.85 (i=51.8°)	2.80 (i=62.8°)	10.0 (i=51.8°)	9.70 (i=62.8°)	10.70 (i=5.3°)
– На ППО	–	–	2.48	2.10	3.90
Относительная масса ПГ, %					
	1.8		3.1		

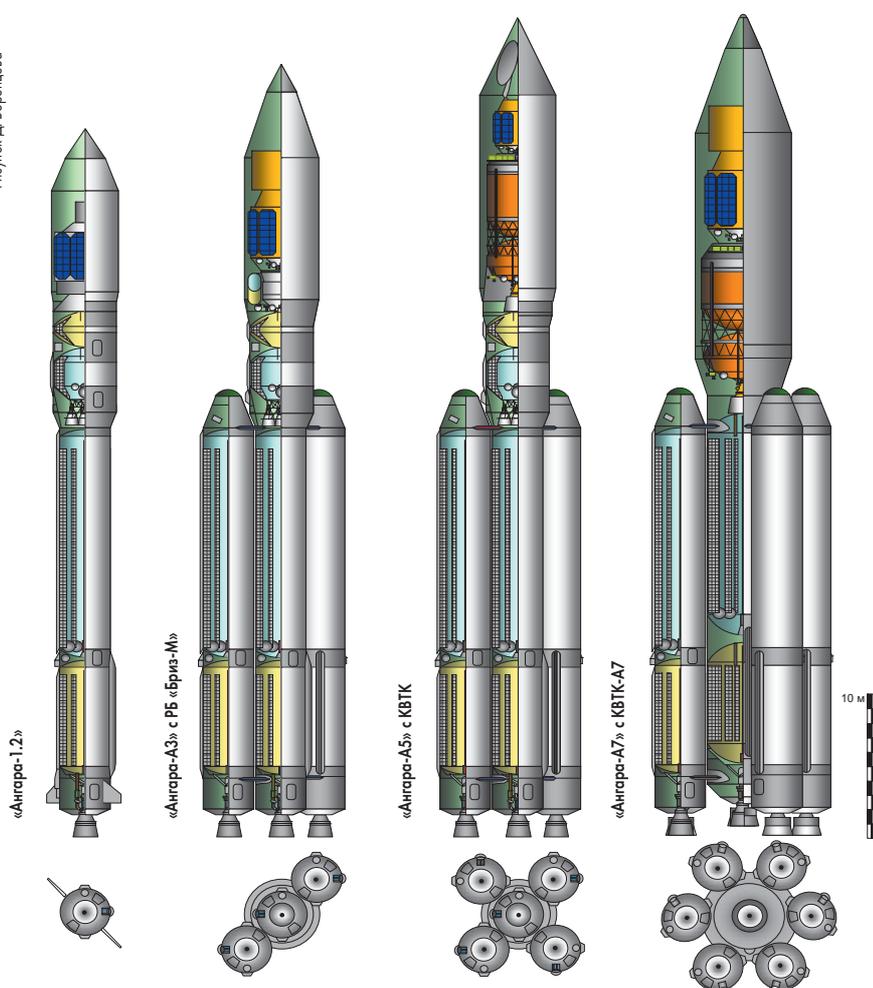
\* Тяга, тс; в числителе – на Земле, в знаменателе – в пустоте.

Табл. 3. Основные характеристики носителей «Ангара»

	«Ангара А1.2»	«Ангара А3»	«Ангара А5»		«Ангара А7»
Класс	Легкий	Средний	Тяжелый		Тяжелый
Используемый космодром	Плесецк	Плесецк	Плесецк	Байконур («Байтерек»)	Плесецк
Стартовая масса, т	171	481	773		1133
Стартовая тяговооруженность	1.146	1.22	1.27		1.21
Макс. поперечный размер, м	3.6 (диаметр УРМ-2)	8.7	8.7		≈10.2
Длина, м	≈41.5	≈43.6	48.6 (с «Бриз-М»), 52.0 (с КВТК)		≈52
Компоненты и рабочий запас топлива, т					
– 1-я ступень	ЖК + керосин (130)	ЖК + керосин (260)	ЖК + керосин (520)		ЖК + керосин (780)
– 2-я ступень	ЖК + керосин	ЖК + керосин	ЖК + керосин		ЖК + керосин
– 3-я ступень	–	ЖК + керосин	ЖК + керосин		–
Тип и тяга ДУ					
– 1-я ступень	1×РД-191 (196/213)*	2×РД-191 (392/426)	4×РД-191 (784/852)		6×РД-191** (1176/1296)
– 2-я ступень	1×РД-0124А (-/30)	1×РД-191 (196/213)	1×РД-191 (196/213)		1×РД-191** (196/216)
– 3-я ступень	–	1×РД-0124А (-/30)	1×РД-0124А (-/30)		–
Масса ПГ, т					
– На орбите Н=200 км, i=63°	3.8	14.6	24.5	25.6	35.0
– На ГПО	–	3.6 (с КВСК); 2.4 (с «Бриз-М»)	7.5 (с КВТК); 5.4 (с «Бриз-М»)	8.2 (с КВТК); 6.8 (с «Бриз-М»)	12.5 (с КВТК-А7)
– На ГСО	–	2.0 (с КВСК); 1.0 (с «Бриз-М»)	4.6 (с КВТК); 3.0 (с «Бриз-М»)	5.0 (с КВТК); 3.7 (с «Бриз-М»)	7.6 (с КВТК-А7)
Относительная масса ПГ, %	2.22	3.04	3.17	3.31	3.09

\* Тяга, тс; в числителе – на Земле, в знаменателе – в пустоте. \*\* С выдвигаемым сопловым насадком.

Рисунок Д. Воронцова



#### ▲ Ракеты-носители семейства «Ангара»

«Союз-1», в свою очередь, станет ступенькой к «Союзу-2-3». В случае успешных летно-конструкторских испытаний (ЛКИ) первая ступень «Союза-1» может легко превратиться в центральный блок «Союза-2-3». Последний носитель, создающийся на основе решений «Союза-2.1Б» и «Союза-1», предназначен для запуска автоматических КА, в том числе в рамках коммерческих программ. Ранее первый пуск намечался на 2010 год, но с учетом приоритетной разработки «Союза-1» может быть передвинут на конец 2011 – начало 2012 г.

Между тем реализация проектов «Союз-1» и «Союз-2-3» напрямую зависит от судьбы НК-33. Напомним, что на этот двигатель есть еще один претендент, о котором немало говорили на МАКСе, – американский носитель Taurus II<sup>1</sup>. Новые подробности этого проекта мы представим в одном из следующих номеров НК.

#### Изменчивая «Ангара»

На МАКС-2009 была представлена вся линейка носителей семейства «Ангара» разработки Центра имени М. В. Хруничева. Для

русских выставок относительной новинкой явился макет РН тяжелого класса «Ангара-А7»<sup>2</sup>. Основные характеристики ракет семейства приведены в табл. 3.

В отличие от ракет, разрабатываемых в рамках ОКР «Русь-М», «Ангара» создается исключительно на основе кислородно-керосиновых ступеней, водород планируется применять только в перспективных разгонных блоках.

Интересно, что уже на втором МАКСе подряд легкая «Ангара-1.2» представлена двумя различными макетами. Один показывал конфигурацию ракеты с УРМ-2 «традиционного» диаметра (3.6 м), тогда как второй – вариант «однокалиберной» ракеты с уменьшенным диаметром блока второй ступени (2.9 м). Статус последнего варианта неизвестен. В 2007 г. в интервью НК<sup>3</sup> первый заместитель генерального конструктора ГКНПЦ – начальник КБ «Салют» Ю. О. Бахвалов сообщил, что исходный УРМ-2 «не вполне оптимален для «Ангары-1.2» и в дальнейшем планируется оптимизировать вторую ступень». Возможно, что «тонкий» вариант «Ангары-1.2» и есть результат такой оптимизации.

Сейчас работы по «Ангаре» ведутся в Центре Хруничева с высокой интенсивностью. В частности, на МАКС-2009 шли переговоры с представителями Космического агентства Казахстана по проекту ракетно-космического комплекса (РКК) «Байтерек», который также стронулся с «мертвой точки». 24 сентября на 12-м заседании подкомиссии по комплексу Байконур Межправительственной комиссии по сотрудничеству между Россией и Казахстаном было решено, что Россия выделит под совместный российско-казахстанский проект Универсальный комплекс стэнд-старт УКСС (площадка 250), созданный по программе «Энергия-Буран». По словам главы Казкосмоса Талгата Мусабаева, «работы по строительству РКК «Байтерек» начнутся с 2010 года».

Явным успехом стал пуск РН Naro<sup>4</sup>, фактически положивший начало ЛКИ легкой «Ангары»: циклограммы работы первой ступени южнокорейской ракеты и УРМ-1 в составе ее российской «сестры» практически не отличаются. Кроме того, УРМ-1 с успехом проходит огневые стендовые испытания<sup>5</sup>.

ЛКИ комплекса «Ангара», как известно, начнутся с РН легкого класса, несмотря на то, что конкретные ПГ для нее пока не определены. Не ясно и будущее средней «Ангары-3», но, судя по всему, это не сильно беспокоит ее создателей: никакой специфики в «тройке» нет, и она может быть «создана» в любой момент путем изъятия из «Ангары-5» двух боковых блоков. По крайней мере так считают специалисты КБ «Салют». Результаты прожогов УРМ-1 и УРМ-2 будут целиком распространяться и на «Ангару-3».

#### Вокруг разгонных блоков

Класс космических разгонных блоков (КРБ) был представлен в основном экспонатами ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, среди которых

<sup>1</sup> НК №11, 2008, с. 51.

<sup>2</sup> НК №8, 2008, с. 62; №8, 2009, с. 62-63.

<sup>3</sup> НК №9, 2007, с. 44-45.

<sup>4</sup> НК №10, 2009, с. 28-31.

<sup>5</sup> НК №9, 2009, с. 48-49.

Табл. 4. Характеристики КРБ разработки ГКНПЦ имени М. В. Хруничева

Обозначение	«Бриз-М»	«Бриз-КМ»	«Бриз-КС»	12 КРБ	КВТК (базовый вариант)	КВСК	КВТК-А7
Применение	«Протон-М», «Ангара»	«Рокот»	«Рокот», «Ангара А1.1»	GSLV	«Ангара А5»	«Ангара А3»	«Ангара А7»
Масса конструкции, т	2.39	1.14	0.95	2.5	4.4	3	5
Масса заправляемого топлива, т	~20.0	~5.0	~5.0	12.6	19.6	11	27
Компоненты топлива	АТ-НДМГ	АТ-НДМГ	АТ-НДМГ	ЖК-ЖВ	ЖК-ЖВ	ЖК-ЖВ	ЖК-ЖВ
Длина/диаметр, м	2.65/4.0	2.60/2.50	2.57/2.50	9.10/2.80	~11.0/4.1		~11.0/5.0
Тяга маршевого двигателя, тс	2.0	2.0	2.0	7.5	7.5	7.5	7.5
Удельный импульс, сек	328.1	328.1	328.1	454	470	470	470
Число включений в полете	8	8	8	2	5	5	5
Год первого полета	1999	2000	Разработка	2001	План 2015	Разработка	Разработка

имелось несколько новинок. В настоящее время в Центре ведутся работы как по совершенствованию существующих КРБ, так и по созданию новых. К последним относятся кислородно-водородные блоки КВТК, КВСК и КВТК-А7 (НК №8, 2008, с. 63), предназначенные для использования в составе ракет «Ангара». Сводные данные КРБ, создаваемых в ГКНПЦ, приведены в табл. 4.

Рядом с макетами ракет «Ангара» за павильоном Роскосмоса можно было увидеть крайне любопытный экспонат – кислородно-водородную двигательную установку (ДУ) для перспективных КРБ носителя среднего класса. Она разработана в филиале Центра Хруничева – БХМ имени А. М. Исаева. Конструкция решена по блочно-модульному принципу и состоит из четырех блоков камер и модуля подачи топлива. Каждый блок включает две камеры, кинематически связанные с электроприводом, обеспечивающим их качение в одной плоскости. Вся сборка объединена рамой. ДУ выполнена по «открытой» схеме, а ее камеры разработаны на основе рулевых камер «индийского» двигателя КВД-1 и снабжены коническими насадками для увеличения степени расширения сопла. В результате пустотный удельный импульс, согласно представленной информации, достигает почти 457 сек. Общая тяга установки – около 2 тс при массе 165 кг, диаметре 1.4 м и высоте 0.79 м. Время непрерывной работы до 1200 сек. ДУ рассчитана на шестикратный запуск.

Пока не ясно, найдет ли реальное применение эта установка, но ее разработка выглядит вполне перспективно. По данным проспекта ГКНПЦ, при старте из Байконура КРБ, оснащенный данной установкой, обеспечит РН «Союз-2.1Б» прирост массы, выводимой на ГСО, до 70% по сравнению с РБ «Фрегат».

Еще одной разработкой, созданной в БХМ для использования в КРБ, является двигатель С5.86.1000-0 тягой 7.5 тс и удельным импульсом 370 сек, работающий на компонентах «жидкий кислород и сжиженный природный газ». К настоящему времени два

экземпляра двигателя, создаваемого на базе КВД-1, прошли успешные испытания.

Из других «ракетных» экспонатов МАКСа стоит отметить малые разгонные блоки «Тор» и «Арс» от КБ «Арсенал» (г. Санкт-Петербург), предназначенные для доведения на орбиту малых КА. Масса «Тора» составляет всего-навсего 24 кг при диаметре 0.35 м, а твердотопливный двигатель торцевого горения имеет форму тора и оснащен четырьмя соплами. Управление блоком – с помощью четырех поворотных рулевых РДТТ.

«Арс» – тоже малый РБ, но жидкостный. Он выполнен на основе установки 4Э18, разработанной в ТМКБ «Союз» для спутников УС-А и УС-П. В состав ДУ, серийно изготавливаемой Машиностроительным заводом «Арсенал» под техническим руководством КБ «Арсенал», входит маршевый двигатель тягой ~300 кгс, ЖРД жесткой стабилизации и коррекции орбиты и двигателя мягкой стабилизации. Масса заправленного блока составит 1000 кг (включая 500 кг топлива) при диаметре 1.3 м и длине 1.7 м. Его системы обеспечивают трехосную ориентацию связки РБ-КА в течение всего периода межорбитального перелета. Блок полностью автономен; в его составе планируется применить ряд систем и агрегатов, которые используются в разрабатываемых малых спутниках.

КБ «Арсенал» оценивает срок выполнения ОКР по созданию блока «Арс» в два года при стоимости разработки около 5 млн \$ и стоимости серийного РБ около 2 млн \$. К сожалению, статус этих интересных разработок пока не определен, и, вероятно, «Арс» и «Тор» призваны служить для демонстрации возможностей «Арсенала».

### Мысли вслух

«Ракетные итоги» прошлого авиасалона давали повод к тревожным размышлениям, вызванным чрезмерным, на наш взгляд, разнообразием предлагавшихся носителей (тогда еще не было ясно, что обилие вариантов ракет обусловлено формированием предложений по конкурсу Роскосмоса). В итоге складывалась картина ненужной конкуренции. Тендер на РН СКПГ и нынешний авиасалон все расставили на свои места. При всей «интересности» многих экспонатов МАКС-2009 совершенно очевидно, что лицо российской космической техники на ближайшие десятилетия будут определять носители двух семейств – «Ангара» и «Русь-М».

Иногда раздается критика по поводу ненужного дублирования. Но так ли это на



▲ Малый разгонный блок «Тор» разработки КБ «Арсенал» (г. Санкт-Петербург)

самом деле? Во-первых, семейства «разведены» по разным космодромам: «Ангара» обособится в Плесецке и на Байконуре («Байтерек»), тогда как «Русь-М» пойдет на Восточный.

Во-вторых, явное «пересечение» линий наблюдается в самом востребованном сейчас сегменте грузоподъемности – между «Ангарой-А5» и «Русью-МП». Но последняя, в отличие от конкурента, оптимизирована под пилотируемые миссии, а выводимая масса «Ангары-А5» несколько выше. К тому же дублирование в данном случае повысит устойчивость парка российских РН к разного рода форс-мажорным обстоятельствам. Аналогия здесь – Atlas V и Delta IV, гарантированно обеспечивающие доступ в космос Соединенным Штатам.

Второе пересечение – «Русь-МТ-35» и «Ангара-7» – скорее мнимое. Тяжелая ракета Центра Хруничева выпадает из унифицированного ряда, имея центральный блок диаметром 4.1 м. На технологичности это не отражается – есть осадка «Протона» под тот же диаметр. Но наверняка возникнут проблемы с размещением ракеты на СК в Плесецке из-за несовпадения посадочных мест. «Русь-МТ-35» лишена этого недостатка. К тому же грузоподъемность «Ангары-7» допускает пилотируемую высадку на Луну минимум при трех-четырёх пусках, тогда как в унифицированном ряду «Руси-М» имеется модификация, обеспечивающая решение задачи за два пуска. Поэтому, скорее всего, «Ангара-7» так и останется «запасным проектом на всякий случай», а вот «Русь-МТ» сможет занять нишу носителя для выведения тяжелых КА на ГСО, сохраняя конкурентоспособность России на рынке коммерческих пусков. Ведь уже через 5–10 лет нам придется конкурировать с мощными китайскими носителями CZ-5 и новыми модификациями Ariane 5.

Сравнение «Ангары-1» и «Союза-1» показывает, что и в данном случае о конкуренции говорить трудно. Хотя «Ангара-1» в полтора раза грузоподъемнее, но она долгое время сможет летать только с одного-единственного СК в Плесецке. «Союз-1», напротив, может стартовать с нескольких СК в Плесецке и на Байконуре. Таким образом, носители не столько конкурируют, сколько дополняют друг друга, обеспечивая оптимальную загрузку предприятий отрасли.

Что касается самого тяжелого представителя семейства «Русь-М», 55-тонной ракеты, то здесь тоже есть повод для размышления. Ее грузоподъемность, конечно, позволяет организовать двухпусковую экспедицию на Луну, но, как говорится, «внатяг». Желательно все же иметь грузоподъемность не менее



60–65 т. Но в выбранной схеме со «слабой» водородной ступенью это уже практически невозможно. В принципе у разработчиков есть несколько вариантов, чтобы повысить выводимую массу. Первый – увеличить заправку УРБ. Но при этом уменьшается тяговооруженность ступеней, и не факт, что энергетика носителя вырастет существенно. Второй – «вылизывание» конструкции блоков и применение более совершенных конструкционных материалов для повышения массовой отдачи. Этот путь хорош, но – увы – ведет к росту затрат и сроков реализации проекта.

Кардинальный способ повышения грузоподъемности – применение более мощных двигателей на второй ступени – к сожалению, в настоящее время нереализуем. По мнению специалистов ЦНИИмаш, восстановление производства единственного мощного российского «водородника» РД-0120 в ближайшее время нереально: потеряна стендовая база, утрачен ряд технологий... Их восстановление, теоретически возможное, займет долгие годы и потребует сотен миллионов (если не миллиардов) долларов. Надо честно признать, что еще долго применение жидкого водорода в российских ракетах будет ограничено КРБ и сравнительно небольшими верхними ступенями. А создание более мощных водородных двигателей необходимо рассматривать на более отдаленную перспективу.

Направивается вывод, что в семейство тяжелых носителей необходимо ввести РН с более мощными двигателями, чем РД-180. Например, использование четырех боковых блоков с РД-170/171 на первой ступени и высотной модификации РД-180 (или двух высотных РД-191) на центральном блоке полностью решает проблему «65-тонника».

Еще один немаловажный аспект, который может повлиять на успешную реализацию проектов «Ангара» и «Русь-М», – это производственные мощности и научно-тех-

нический потенциал отрасли. Не будем в очередной раз говорить об остро стоящей «кадровой проблеме» (хотя и она требует решения). В данном случае нас интересуют чисто технические моменты.

В России достаточно ракетных заводов с незагруженными производственными мощностями. А вот с двигателями, особенно для вторых-третьих ступеней и разгонных блоков, проблемы могут возникнуть.

По информации ГКНПЦ (НК №6, 2009, с. 46), омское ПО «Полет» планирует выйти к 2015 г. на производство 60 модулей УРМ-1 в год (для 10 ракет тяжелого и 10 – легкого класса), а уже в 2020 г. удвоить число выпускаемых модулей. Для такого количества ракет потребуются с учетом резервных и испытательных порядка 150 двигателей РД-191 и 45–48 двигателей РД-0124. Производством первых займутся целых три завода – ВМЗ (Воронеж), «Протон-ПМ» (Пермь) и «Металлист» (Самара), при окончательной сборке в НПО «Энергомаш». При необходимости к сборке могут быть подключены и другие предприятия.

А вот РД-0124 пока изготавливается только опытным производством КБХА (100% акций которого летом 2009 г. было передано ГКНПЦ). Но ситуация усугубляется тем, что этот двигатель требуется и для РН «Союз-2.1Б», «Союз-2-3» и «Союз-1», а также для «Руси-МС». Со временем, вероятно, все коммерческие пуски «Союзов» перейдут на РД-0124, имеющий высокие характеристики, а только из Куру планируется осуществлять до пяти пусков ежегодно. Одновременно будет расширяться использование «Союза-2.1Б» в интересах федеральных ведомств. Только в 2010 г. планируется шесть пусков этой РН, в том числе два – в интересах российских ведомств. Нельзя исключать и использование с 2011 г. двух-трех «Союзов-1» в год в интересах Минобороны РФ, а с 2015 г. – одной-двух

РН «Русь-МС». То есть в этот период потребность в двигателях РД-0124 может возрасти еще на 15–20 изделий, достигнув 60–70 штук с учетом резерва и контрольно-выборочных испытаний! А есть ли для этого мощности? Не станет ли производство РД-0124 новым «узким местом» российского ракетостроения?

Еще сложнее может оказаться ситуация с кислородно-водородными ЖРД. Пока единственные их изготовители – Усть-Катавский вагоностроительный завод (серийное производство двигателей разработки КБХМ) и ВМЗ. Согласно требованиям Роскосмоса, РН СКПГ должна запускаться темпом 15–20 раз в год, а в начальный период эксплуатации – до 10 раз в год. Значит, потребное количество РД-0146 составит от 40 до 80 штук, а с учетом резерва и испытаний (20%) – от 48 до 96 штук в год. Если учесть возможность полетов тяжелых вариантов РН «Русь-МТ» (2–3 пуска ежегодно), то потребный темп выпуска РД-0146 должен достигать 58–110 штук в год! А ведь здесь не учтена потребность для КВСК и КВТК, а это, по нашим оценкам, еще 10–20 штук в год.

Но и это еще не все. Если в перспективе, как и записано в требованиях Роскосмоса, будет создан носитель грузоподъемностью 100 и более тонн, ему потребуются и мощный кислородно-водородный ЖРД – если мы, конечно, не собираемся навечно застрять в «керосиновых рамках».

Как отмечалось выше, с РД-0146 можно «со скрипом» решить задачу создания РН грузоподъемностью 55–60 т. Но для «стотонника» нужен ЖРД если и не класса РД-0120, то как минимум тягой 80–100 тс. Учитывая, что его создание и «в лучшие годы» занимало более 8–10 лет, инвестировать в его разработку надо начинать уже сегодня. На наш взгляд, именно разработка и производство ЖРД будут являться критически важными объектами инвестиций, без которых все планы останутся лишь на бумаге.

## И. Чёрный.

### «Новости космонавтики»

**10** сентября компания Alliant Techsystems (АТК) провела на полигоне в Промотори (север штата Юта) полномасштабные огневые стендовые испытания (ОСИ)<sup>1</sup> пятисекционного РДТТ первой ступени РН Ares I. Информация, необходимая для выполнения основных задач теста – оценки характеристик двигателя по 46 параметрам, собиралась датчиками и передавалась по 650 каналам.

Испытанный РДТТ (изделие DM-1<sup>2</sup>) – самый мощный на сегодня двигатель в мире<sup>3</sup>. По максимальной расчетной вакуумной тяге он почти в 2.5 раза превосходит каждый из пяти двигателей F-1, которые обеспечили старт лунной ракеты Saturn V, а также вдвое мощнее РД-171М, установленного на первой ступени носителя «Зенит-3SLБ». Для заливки заряда использовались почти двести замесов твердого топлива по 7000 фунтов



(3175 кг) в каждой партии. При времени работы 123 сек общий импульс тяги в вакууме достигает 1641 МН·сек (368.79 млн фунтов·сек).

Стенд, на котором двигатель закреплен в горизонтальном положении, спроектирован

так, чтобы РДТТ мог беспрепятственно «наезжать» на тягоизмеритель<sup>4</sup> в передней части, но жестко фиксироваться от действия боковых сил, возникающих при работе системы управления вектором тяги (СУВТ). Последняя отрабатывала отклонение сопла в

<sup>1</sup> Первую попытку проведения ОСИ, намеченную на 27 августа, отменили до запуска двигателя из-за проблем с управляющей наземной аппаратурой.

<sup>2</sup> Интересно, что данный образец собран из компонентов, которые раньше использовались в общей сложности в пяти ОСИ и в 48 реальных полетах кораблей системы Space Shuttle. Здесь были детали – начиная от миссии STS-1 и заканчивая компонентами, совершившими полет STS-118.

<sup>3</sup> Следует отметить, что в США в период 1965–1967 гг. были проведены три стендовых испытания еще более мощных РДТТ тягой до 2500 тс, но в серию эти двигатели не пошли.

<sup>4</sup> Смонтирован на торце железобетонного блока размерами 12.2×24.4×30.5 м, большая часть которого вкопана в землю. Для заливки блока массой 12 000 т потребовалось почти 900 цементовозов.

## Характеристики РДТТ компании ATK

Параметры	Четырехсекционный	Пятисекционный
Назначение	Стартовый ускоритель системы Space Shuttle	1-я ступень PH Ares I и ускоритель PH Ares V
Диаметр корпуса, м	3,71	3,71
Общая длина двигателя, м	38,47	46,97
Общая масса двигателя, т	589,7	731,4
Масса топливного заряда, т	503,5	626,7
Макс. расчетная тяга, тс	1175	1632
Время работы двигателя, сек	124	123

двух плоскостях, как требовалось по циклограмме испытаний.

Этот аспект вызывает особый интерес, поскольку именно сигнал о неисправности вспомогательного пульта СУВТ послужил причиной прекращения испытаний 27 августа на временной отметке T-20 сек.

Для включения DM-1 был использован воспламенитель – небольшой РДТТ в передней части камеры, содержащий 134 фунта (60 кг) специального топлива, которое при сгорании дает струю газов повышенной температуры. После подачи команды «Зажигание» образуется огненный шар и волна давления, распространяющиеся по внутреннему каналу основного заряда со скоростью около 370 миль в час (600 км/ч) и поджигающие твердое топливо на своем пути.

Наблюдатели (к моменту начала ОСИ собралось несколько тысяч человек) находились примерно в полутора милях (2,4 км) от распада между холмами, где на горизонтальном стенде-постаменте был установлен двигатель. Они стали свидетелями феномена, названного «дымной вспышкой»: пройдя критическое сечение сопла, огненный шар газов разогнался до сверхзвуковой скорости и с оглушительным хлопком вырвался наружу. В этот момент начало гореть основное топливо: всего за 260 мс двигатель подошел к тяге, сравнимой с его весом, а за 1 сек после включения вышел на номинальную тягу.

Газы, образующиеся при сгорании основного топливного заряда, истекали из сопла, смешивались с окружающим воздухом и разбивали на капли расплавленного кварца покрытие, которое предохраняет бетон в зоне испытаний. Фейерверк огненных брызг повис над распадком.

Все это было очень хорошо видно. Сильный психологический эффект придавало то, что грохот от работающего двигателя достиг наблюдателей лишь через 7 сек после команды «Зажигание» и продолжался две минуты, пока не сгорел основной заряд топлива. Сразу же над двигателем повисла пелена тумана: на его корпус полилась охлаждающая вода, а в сопло снаружи ворвался холодный углекислый газ для тушения остатков топлива и сведения к минимуму воспламенения внутренней теплоизоляции, поскольку ее состояние предполагалось изучить позднее.

Все цели испытаний, общая стоимость которых оценивается в 75 млн \$, достигнуты

ATK – ведущая аэрокосмическая и оборонная компания, имеющая списочный состав более чем 18 000 сотрудников в 22 штатах США и в других странах. Годовой доход корпорации составляет примерно 4,8 млрд \$. ATK является генеральным подрядчиком по созданию пятисекционного РДТТ первой ступени PH Ares I, включая рулевые приводы, а также по основному и управлению двигателям системы аварийного спасения корабля Orion.

полностью, утверждает Кент Роминджер (Kent V. Rominger), вице-президент по испытаниям и исследованию операций отделения космических систем ATK и ветеран-астронавт, на счету которого пять полетов на шаттле. Он также сообщил, что колебания тяги (thrust oscillation), об опасности которых в последний год говорили с такой тревогой, оказались «ниже, чем в большинстве случаев работы четырехсекционного двигателя фирмы ATK, используемого для полетов челнока» (см. таблицу). Вероятно, это объясняется иным профилированием заряда, а также использованием топлива с меньшей скоростью горения.

И хотя для полной оценки характера и влияния колебаний на конструкцию штатной ракеты еще потребуются дополнительные проверки, К. Роминджер заявил: «Первые тесты показали, что мы уверенно идем по намеченному пути и с теми мерами по ослаблению колебаний, которые мы планируем, не будет проблем».

Амплитуды возникших в ходе ОСИ колебаний были в 8–10 раз меньше, чем предельные значения, заложенные конструкторами в проект, а значит они не могут нести угрозу жизни астронавтов. «Это выглядит как приятный сюрприз... – заметил К. Роминджер. – Мы очень довольны результатами испытаний». До начала тестов были намечены способы «смягчения» колебаний: активные и пассивные демпферы на носителе, изоляторы колебаний для экипажа в командном модуле корабля Orion. Теперь, возможно, дополнительные амортизаторы, которые могли бы добавить миллионы долларов в окончательную стоимость носителя, и не потребуются. Кстати, датчики на твердотопливных ускорителях шаттлов, запущенных в течение 2008 г., также показали, что колебания первой ступени PH Ares I будут значительно ниже, чем предполагалось.

Майк Кан (Mike Kahn), исполнительный вице-президент отделения космических систем фирмы ATK, также высоко оценил результаты испытаний: «ОСИ не только проверяют обновленную конструкцию двигателя, взятого из программы Space Shuttle, но и свидетельствуют, насколько успешна совместная работа NASA и промышленных подрядчиков». Кан также отметил, что команда разработчиков «показала себя строгой и дисциплинированной при соблюдении сроков разработки следующего поколения пилотируемых ракет-носителей и осталась в пределах выделенного бюджета и графика».

После состоявшегося теста ATK планирует выполнить еще несколько. Уже началось изготовление секции двух РДТТ, на которых следующим летом проведут испытания при пониженной (+4°C) и повышенной (+32°C) температуре топливного заряда.

Компания также намерена выполнить 7 октября бросковые испытания основной парашютной системы спасения первой ступени. В тестах будет задействован военный транспортный Boeing C-17, который произведет сброс груза-имитатора массой более 27 т,

и использован один парашют, купол которого является самым большим в мире. Штатная первая ступень PH Ares I будет приводиться на трех парашютах.

Тем временем на мысе Канаверал продолжается подготовка к первому пуску самой высокой (на сегодня) в мире ракеты\*: сборка первого полумакетного образца Ares I-X в здании вертикальной сборки VAB (Vertical Assembly Building) уже завершена. Проведение первых летно-конструкторских испытаний (ЛКИ) первоначально намечалась на 31 октября, но в середине сентября дату «сдвинули влево» – на 27 октября.

Первая ступень включает в себя четыре «боевые» секции твердотопливного ускорителя шаттла, тогда как пятая является лишь имитатором штатной секции. Вторая ступень и корабль Orion также макетные. В ходе испытаний планируется замерить около 600 параметров носителя, а также испытать парашютную систему спасения первой ступени.

Основной целью ЛКИ, учитывая «макетность» ключевых элементов, будет оценка летных характеристик носителя на участке работы первой ступени. «Вот уже более трех десятилетий никто нигде в мире не строил ракету такой высоты», – заметил по этому поводу инженер NASA Трент Смит (Trent Smith).

Завершение сборки носителя и успешные ОСИ двигателя первой ступени почти совпали с публикацией выводов так называемой «комиссии Огастина» (см. «Американская пилотируемая программа на перепутье» в НК №8 и №9, 2009). «Нынешние программы [в том виде], как они проводятся, не могут быть выполнены», – заявил Норман Огастин (Norman Augustin) членом Палаты Представителей в подкомитете по науке и технике 15 сентября. – Это путь, который не приведет к полезной, безопасной программе исследований в связи с несоответствием между фондами и способами исполнения». Огастин также сказал, что NASA потребуются по меньшей мере на 3 млрд \$ в год больше для того, чтобы адекватно финансировать программу Constellation.\*\*

Оказалось, однако, что Ares хоронить преждевременно. «Каждый день мы слышим: «Ах, Ares будет отменен», – говорит Роберт Герман (Robert Herman), высокопоставленный представитель ATK на мысе Канаверал. – Нет, Ares отменен не будет!» Ракета выжила в списке вариантов, представленных комиссией Огастина президенту Обама, и руководство NASA надеется, что администрация продолжит программу при высоком уровне финансирования. Это хорошая новость означает для ATK сохранение сотен рабочих мест и стабильный доход.

«У нас сейчас есть договор, так что мы полным ходом будем продолжать его выполнять», – говорит Герман. Для Америки разработка технологий движет экономику. «Идя к Луне мы развиваем эти технологии», – вторит ему «простой инженер» Смит.

По материалам PRNewswire, NASA, ATK, Florida Today и The Space Review

\* По длине (94,5 м) Ares I превосходит ракеты Ariane 5, Atlas V и Delta IV, но не достигает высоты PH Saturn V (110,6 м).

\*\* NASA уже потратило 7,7 млрд \$ на различные компоненты программы.

# Дмитрий Пахомов: «Ученые не могут существовать без перспективы»

3 сентября в ИТАР–ТАСС состоялась пресс-конференция руководства ОАО «Научно-производственное объединение энергетического машиностроения имени академика В. П. Глушко», одного из мировых лидеров в области разработки мощных ЖРД. В мероприятии участвовали генеральный директор предприятия Д. В. Пахомов, первый заместитель главного конструктора И. Ю. Фатуев, директор по связям с общественностью Ю. Г. Коротков, которые рассказали представителям отечественных и зарубежных СМИ о текущем состоянии и перспективах НПО «Энергомаш».

Д. В. Пахомов сообщил о начале работ по созданию модификации двухкамерного двигателя РД-180 для перспективной РН среднего класса (НК №5, 2009, с. 44). «Теперь мы дождалась счастья, когда наша продукция может быть использована в интересах России, – отметил Дмитрий Вячеславович. – Этот двигатель будет устанавливаться на перспективной ракете для космодрома Восточный, эскизный проект которой будет завершен в 2010 г. Мы готовы производить двигатель в необходимых количествах».

Если первый старт новой РН состоится, как запланировано, в 2015 г., то все двигатели должны быть готовы к 2014 г. «При нормальном уровне финансирования мы с этой задачей справимся», – заключил гендиректор «Энергомаша».

Он напомнил, что двигатель РД-180, который предполагается использовать на этом носителе, уже давно поставляется в США для использования на ракетах семейства Atlas III и Atlas V: из 40 отгруженных двигателей 22 уже использованы. Всего по контракту предполагается поставить более 100 РД-180.

По поводу поставок в Соединенные Штаты Д. В. Пахомов сказал: «Нас радует стабильность, с которой развивается этот про-

ект. Радует то, что американская сторона рассматривает возможность расширенного использования первой ступени РН Atlas и предлагает свои бустеры в другие проекты, как внутри США, так и вовне (например, в Японии по программе Galaxy Express). Если это произойдет, то в дополнение к тем устойчивым объемам поставок, которые мы имеем (четыре-пять двигателей в год, сейчас планируется до шести), объем наших работ может быть существенно увеличен... Каждый год мы видим, что на ближайшие четыре года у нас есть чем заняться по этому направлению».

Дмитрий Вячеславович отметил отличную работу однокамерного РД-191 в составе южнокорейской ракеты-носителя KSLV-1: «Наш двигатель отработал в штатном режиме и выполнил задачу на 100%». По его оценке, теперь РД-191 «может быть предложен на внешнем рынке». По контракту предприятие обязано изготовить для KSLV-1 два двигателя – второй сейчас находится в работе. Его отгрузка будет осуществлена в начале 2010 г. По словам Д. В. Пахомова, двигатель будет передан ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, а затем в составе готовой первой ступени отправится в Южную Корею.

На вопрос журналистов, не являлся ли чрезмерным риск установки нового двигателя на корейский носитель без проведения огневых стендовых испытаний (ОСИ) блока в России, И. Ю. Фатуев ответил: «Конечно, риска никакого не было. Двигатель к этому моменту прошел довольно большой объем автономной стендовой отработки и непосредственно накануне перед корейским пуском – успешное ОСИ в составе ракетной ступени. Поэтому никаких сомнений перед корейским пуском у нас не было. Все было сделано в обычном, принятом в нашей стране алгоритме отработки двигателей».

Напомним, что РД-191 используется в перспективной отечественной РН семейства «Ангара», Д. В. Пахомов заявил: «Как только ракета будет сделана, наш двигатель поднимет ее в космос». Невзирая на финансовые коллизии последних месяцев, работы по РД-191 ведутся в соответствии с утвержденным графиком. ОСИ блока УРМ-1, проведенные 30 июля, и пуск РН Naro 25 августа показали, что коллективы НПО «Энергомаш» и Центра Хруничева под эгидой Роскосмоса в состоянии решить поставленные президентом России задачи по разработке РН «Ангара». По оценке Д. В. Пахомова, проект РД-191 подтвердил, что в Химках сохранилась конструкторская школа, а предприятию удалось создать разумную кооперацию, которая позволила качественно и в срок производить необходимое количество двигателей.

Относительно российско-европейского партнерства руководитель предприятия сообщил, что по состоянию на сегодняшний день сколько-нибудь серьезных отношений



▲ Генеральный директор НПО «Энергомаш» Дмитрий Вячеславович Пахомов

в области разработки ракетных двигателей со странами Евросоюза нет, поскольку «у них достаточно консервативно построены работы в области космической техники». Он добавил, что это «определяется протекционистской политикой, направленной на то, чтобы тратить деньги при осуществлении таких работ внутри стран Евросоюза». Тем не менее проведенные ранее и намечающиеся совместные российско-европейские исследования носят обоюдовыгодный характер.

На 11–13 сентября в Германии запланирована встреча руководства НПО «Энергомаш» с представителями ракетно-космической промышленности Германии и Франции, где будет обсуждаться возможность активизации «несколько затухшего сотрудничества». «Думаю, благодаря тем техническим событиям, о которых мы говорили сегодня [успешные работы по «Ангаре» и пуск KSLV-1], интерес у них появится», – заметил Д. В. Пахомов.

Отвечая на вопрос о финансовом состоянии предприятия, он признал, что проблемы имеются, но в ближайшее время ожидается выделение государственной гарантии в 3 млрд руб.

Касаясь темы работ на будущее, глава «Энергомаша» заметил, что «специалисты и ученые не могут существовать без того, чтобы не делать чего-то на перспективу, хотя бы в голове». По его словам, каждое десятилетие (из последних двух) компания выдает «на гора» по двигателю, но все упирается в финансовую поддержку разработок. При наличии инвестиций она могла бы предложить и многозарядные, и трехкомпонентные ЖРД.

Материал подготовлен И. Афанасьевым

▼ На корейской РН Naro был установлен ЖРД производства НПО «Энергомаш»



РД-180, разработанный и производящийся в НПО «Энергомаш», в 2008 г. был признан Соединенными Штатами лучшим ракетным двигателем в мире на сегодняшний день. В Америку РД-180 поставляется совместным предприятием «РД АМРОСС» как готовое изделие с собственной пневмо- и гидроавтоматикой, приводами системы управления вектором тяги, системой продувки и силовой рамой. Две камеры могут отклоняться на угол  $\pm 8^\circ$ . Двигатель стартовой тягой более 390 тс имеет встроенную систему диагностики и мониторинга состояния. Связи со стартовым комплексом и ракетой минимизированы; электросоединения – консольные; рама имеет упрощенные механические интерфейсы.

Благодаря использованию РД-180 NASA уже реализовало несколько известных межпланетных миссий. Среди них – запуск орбитального аппарата для исследования лунной поверхности и аппарата для исследований лунных кратеров LRO/LCROSS в июне 2009 г. и межпланетного зонда New Horizons, стартовавшего к Плутону в декабре 2005 г.



# Александр Мезенцев: Байконуру отдано полжизни

**5** сентября исполнилось 60 лет Александру Фёдоровичу Мезенцеву, главе администрации Байконура – города испытателей ракетно-космической техники. Кавалер орденов России и Казахстана, генерал-майор запаса, академик Российской академии космонавтики имени К.Э. Циолковского, заслуженный строитель Российской Федерации, человек неумной энергии, требовательный руководитель – это строки из биографии А.Ф. Мезенцева. Основная цель – служение Отечеству, а главное его дело – Байконур, которому отдано в прямом смысле полжизни.

Он родился в офицерской семье в Смоленске. Вместе с родителями и младшим братом Дмитрием (ныне – губернатор Иркутской области) ему пришлось поехать по разным городам и весям. Военная инженерная академия имени А.Ф. Можайского стала его стартовой площадкой. В 1971 г. лейтенант Мезенцев получил квалификацию военного инженера-строителя по специальности «Технические системы военных объектов» и был направлен на Байконур.

На космодроме он прошел путь от начальника расчета до начальника Управления эксплуатации специальных объектов. Под его руководством более 10 лет эксплуатировалось более тысячи сооружений специального фонда космодрома, сотни километров магистральных водоводов и тепловых сетей. Он принимал участие в эксплуатации систем жизнеобеспечения комплексов «Энергия-Буран», «Зенит».

Особая страница в жизни Александра Мезенцева – создание Военно-космического Петра Великого кадетского корпуса в Санкт-Петербурге. Многолетняя армейская школа (30 лет), опыт создания Кадетского корпуса, знание Байконура – определили его дальнейшую судьбу: главой администрации Байконура его утвердили президенты России и Казахстана. В середине 2002 г. он принял город.

По просьбе редакции Л. Брянцева встретилась с главой Байконура и задала ему несколько вопросов.

**– Чем Вам интересен Байконур сейчас?**

– Прежде всего, тем, что здесь ничего не идет по шаблону. Это было всегда – и когда был молодым офицером, и когда командо-

вал службой эксплуатации спецобъектов... А сейчас и подавно. Приходится быть и хозяином, и политиком, помнить о настоящем, заботиться о будущем. Администрацией разработан план антикризисных мер, которые позволят нам сохранить в обществе стабильность и уверенность. Мы живем и трудимся вдали от России, и на мне, помимо забот руководителя субъекта Федерации, в какой-то степени лежат и обязанности министра иностранных дел. Мы ежегодно принимаем до 40 различных делегаций самого высокого ранга. Например, в начале октября будем встречать большую делегацию участников XVIII Генеральной ассамблеи Всемирной туристической организации.

Второе: не могу равнодушно пройти мимо стариков и школьников. Первые защищали страну, строили космодром; вторые – это будущее космодрома и двух стран. Я в ответе за них как чиновник. Вот почему Байконур является участником приоритетных национальных программ «Образование» и «Здравоохранение». В нашем отделении Пенсионного фонда России, управлении социальной защиты и управлении образования работают люди без преувеличения с золотыми сердцами. Наша программа социальной поддержки населения предусматривает небольшую доплату из бюджета к пенсии ветеранам, и мы стараемся сохранить ее несмотря ни на что. Материнским капиталом у нас смогут распорядиться более 370 семей. В Договоре аренды есть понятие «житель Байконура», то есть мы не акцентируем внимание на гражданстве и стараемся обеспечивать всех социальной поддержкой.

И третье. В 2005 г. мы всем миром завершили строительство православного храма, теперь строим мусульманскую мечеть. Знаю, что для людей это важно. И если религия отвлекает кого-то от наркотиков и прочих асоциальных явлений – значит и мой вклад есть в хорошее дело.

**– На Байконуре сейчас – время перемен. Каково Ваше видение этого процесса?**

– Байконур за последние семь лет значительно изменился. Новым содержанием наполнился Договор аренды, планомерно решаются социальные вопросы. Несколько десятилетий ядром гарнизон космодрома жил военным укладом. Сейчас администрация Байконура – это орган исполнительной власти России. Начиная с 2002 г. было завершено примерно 20 целевых программ, значительно укрепивших материально-техническую базу предприятий и учреждений, находящихся в ведении городской администрации. В этот же период введено в эксплуатацию около сорока городских объектов после реконструкции или капитального ремонта.

В настоящее время складывается новая интеграция предприятий промышленности, решаются организационно-технические вопросы, проводится оптимизация штатной структуры. Теперь военнотехнические могут работать на стартовых и технических ком-

плексах без приостановления воинской службы.

На Байконуре мы готовим молодежь, которая будет работать на предприятиях космической отрасли. Одно из направлений учебного процесса лицея «Международная космическая школа» – аэрокосмическое, в школе №3 работают военно-космические классы, в 4-й школе – классы «пожарный кадет», а наш техникум выпускает специалистов среднего звена. Филиал МАИ «Восход» уже 45 лет готовит инженеров для отрасли. Недавно достигнуто соглашение о том, что теперь и у граждан Казахстана – студентов филиала «Восход» МАИ – будет возможность проходить практику на российских космических предприятиях Байконура. Это один из примеров добрососедских отношений, стратегического партнерства двух стран.

Другим примером может служить строительство в Байконуре за счет республиканского бюджета двух комплексов – «женская консульства – родильный дом» и «детский сад – школа». Межгосударственным интересам служит также назначение акима Кызыл-Ординской области Болатбека Куандыкова специальным представителем президента Республики Казахстан на комплексе «Байконур».

Комплекс становится единым организмом, которым легко управлять и внутри которого легко взаимодействовать, взвешенно решая проблемы Байконура. Это еще раз было подчеркнуто на заседании 12-й подкомиссии по комплексу «Байконур» Межправительственной комиссии по сотрудничеству между Россией и Казахстаном, состоявшемся 23–24 сентября в Байконуре. Сопредседатели подкомиссии руководитель Роскосмоса А.Н. Перминов и председатель Казкосмоса Т.А. Мусабиев отметили, что за принятыми решениями и подписанными документами идут конкретные дела.

**– Каковы ближайшие перспективы города и космодрома?**

– Наша главная цель: обеспечить выполнение российских и международных космических программ. Уверен, что комплекс «Байконур» будет продолжать свое поступательное развитие. Россия и Казахстан продлили Договор аренды до 2050 г. Реализация проекта «Байтерек» от этапа технического проектирования переходит к этапу конкретной работы.

Мы продолжаем совершенствовать систему безопасности города и его объектов. Охрана комплекса теперь в одних руках – УВД МВД России. С 2006 г. у нас единая служба МЧС в форме Специализированного управления ФПС №70 МЧС России.

Планируем сделать бывший солдатский городок офисным и учебным центром, освободив здания детских садов для детворы. На сегодняшний день в бывших казармах, после их капитального ремонта и реконструкции, уже размещены городское профессионально-техническое училище и административные офисы.



# Конференция операторов

**П. Шаров.**  
**«Новости космонавтики»**  
 Фото И. Маринина



**28–29 сентября** в гостинице «Ренессанс» в Москве прошла 14-я ежегодная конференция и выставка операторов и пользователей сети спутниковой связи и вещания Российской Федерации SATRUS-2009.

Организаторами мероприятия выступили национальный оператор спутниковой связи ФГУП «Космическая связь» (ГПКС) и компания Comnews Conferences при поддержке Министерства связи и массовых коммуникаций и Федерального агентства связи. Партнерами и участниками SATRUS-2009 стали около 150 компаний и организаций, среди них – ОАО ИСС имени М.Ф. Решетнёва, Thales Alenia Space, EADS Astrium, ARD, Hughes Network Systems, Eutelsat, Rusat, iDirect, «M2M-телематика», «Ингосстрах» и др. Конференцию посетили 336 делегатов. Ведущими форума были главный редактор ИГ «КомНьюс Груп» Леонид Коник и заместитель генерального директора ГПКС Ксения Дроздова. В течение двух дней конференции было сделано 33 доклада.

В настоящее время лидером отечественных операторов спутниковой связи является ГПКС, предоставляющее широкий спектр услуг связи и вещания с использованием собственной спутниковой группировки и наземных технических средств: телерадиовещание (в том числе трансляция цифровых пакетов федеральных, региональных и коммерческих телерадиопрограмм), непосредственное спутниковое вещание, телефония, передача данных, доступ к сети Интернет, видеоконференцсвязь, дистанционное образование. Предприятие создает региональные спутниковые распределительные сети телерадиовещания, мультисервисные сети на базе технологий VSAT, оказывает услуги зарубежным спутниковым операторам по управлению и мониторингу КА.

О перспективах развития спутниковой группировки ГПКС рассказал и.о. генераль-

ного директора Юрий Прохоров. Он отметил, что по состоянию на сентябрь 2009 г. в состав российской государственной спутниковой группировки гражданского назначения, находящейся в хозяйственном ведении ГПКС, входят 11 КА на геостационарной орбите (ГСО) в позициях от 14° з.д. до 140° в.д.

Основу спутниковой группировки ГПКС составляют КА серии «Экспресс-AM», выведенные на орбиту в период с декабря 2003 г., а также спутник непосредственного телерадиовещания Wopum-1 и используемый ресурс КА Eutelsat W4. В феврале 2009 г. спутниковую группировку ГПКС пополнили два новых спутника, которые успешно прошли летные испытания и введены в эксплуатацию в мае, – «Экспресс-AM44» и «Экспресс-МД1». Что касается первого, то он заменил выработавший свой ресурс аппарат «Экспресс-А3» в орбитальной позиции 11° з.д.; второй же был размещен в точке 80° в.д.

В настоящее время на спутниках ГПКС, работающих в С-, Ku- и L-диапазонах частот, насчитывается более 280 эквивалентных транспондеров, при этом общая пропускная способность группировки составляет порядка 10 000 МГц. Планируется, что создание и вывод на орбиту новых КА увеличит к 2015 г. пропускную способность группировки ГПКС более чем в два раза. Ресурс, которым будет располагать ГПКС, учитывает перспективные потребности российских пользователей, в том числе для приоритетной реализации ФЦП «Развитие телерадиовещания на 2009–2015 годы» и дальнейшего развития сетей спутниковой связи и вещания.

Юрий Прохоров подчеркнул, что в 2009 г. ГПКС под руководством Минкомсвязи России и Федерального агентства связи приняло ряд мер, направленных на развитие спутниковой группировки связи и вещания гражданского назначения. В частности, это продолжение работ по созданию тяжелого КА «Экспресс-AM4» (запуск в 2011 г. в позицию 80° в.д.) и малого КА «Экспресс-МД2» и завершение подготовки конкурсной доку-

ментации по созданию КА «Экспресс-AM8». Планируется, что два последних будут выведены одной РН «Протон» в 2011 г. и займут позиции 145° в.д. и 14° з.д. соответственно. Кроме того, завершается подготовка конкурсной документации по созданию спутников непосредственного вещания «Экспресс-AT1» и «Экспресс-AT2» (запуск в 2012 г. в позиции 56° в.д. и 36° в.д.).

Состоялся конкурс по КА «Экспресс-AM5» и «Экспресс-AM6» (запуск в 2012 г. в позиции 140° в.д. и 53° в.д.) и определен победитель – ОАО ИСС имени М.Ф. Решетнёва. 12 августа 2009 г. был подписан договор между ГПКС и ОАО ИСС на проектирование, разработку, изготовление, испытания, подготовку к запуску и сдачу в эксплуатацию на орбите вышеназванных КА.

От компании Eutelsat Communications выступил региональный директор в странах СНГ Николай Орлов. Он сообщил, что в 2009 г. Eutelsat транслирует свыше 260 ТВ-программ на русском языке, из которых более 200 – через спутник W4 (позиция 36° в.д.), покрывающий Европейскую часть России и СНГ, 50 – через спутники HotBird (13° в.д.) и EuroBird 9A (9° в.д.), покрывающие Европу, Ближний Восток и Северную Африку, для непосредственного приема и распространения в кабельных сетях.

В планах Eutelsat – запуск в ноябре 2009 г. аппарата W7; он займет позицию 36° в.д. и обеспечит замену КА SESat-1 (который продолжит работу в другой орбитальной позиции). Спутник W7 будет располагать шестью лучами для покрытия Европы, Европейской части России и СНГ, Ближнего Востока, Центральной Азии и Африки. Предполагается, что он почти в три раза увеличит спутниковую емкость для непосредственного телерадиовещания на территории Европейской части России и СНГ в дополнение к спутнику W4.

Большой интерес вызвало выступление генерального директора ОАО «Газпром – космические системы» Дмитрия Севастьянова. Он рассказал о последних достижениях компании в области создания и эксплуатации системы спутниковой связи и вещания. Это небезызвестная система «Ямал», основу которой составляют КА «Ямал-100», «Ямал-201» и «Ямал-202», а также сеть станций спутниковой связи и система спутникового цифрового ТВ.

Спутники «Ямал-100» и «Ямал-201», работающие в орбитальной позиции 90° в.д., предназначены для обслуживания России и стран СНГ. Их зоны покрытия охватывают 95% территории России, где проживает 98% населения страны. На базе ресурса этих КА оказываются услуги по реализации каналов связи и передачи данных, видеоконференцсвязи, распределительного ТВ и спутникового доступа в Интернет. На их основе реализуются сети центрального и регионального ТВ, дистанционного образования и телемедицины.

А вот спутник «Ямал-202», находящийся в позиции 49° в.д., предназначен преимущественно для международного рынка. Его зона обслуживания охватывает большую часть восточного полушария Земли, где проживают свыше трех миллиардов человек. Этот КА в основном используется для организации магистральных каналов между центрами сосредоточения информационных ресурсов (преимущественно

Фото в заголовке:

С докладом выступает и.о. генерального директора ГПКС Юрий Валентинович Прохоров

Европа) и центрами потребления этих ресурсов (развивающиеся страны Северной Африки, Ближнего Востока и Азии), а также для распространения ТВ-каналов. «Ямал-202» оптимален и для организации каналов связи и передачи данных корпоративных клиентов, имеющих интересы в развивающихся странах, а также для правительственных структур. Д. Н. Севастьянов отметил, что на конец 2008 г. через спутники «Ямал» в России работало около 5300 центральных и абонентских приемо-передающих земных станций спутниковой связи, что составляет примерно 15% от общего количества станций в стране.

Большие перспективы, как считают в «Газпром – космические системы», ожидают проект по созданию спутников «Ямал-300». Несмотря на имеющиеся трудности с его реализацией, руководство компании видит возможность завершить его, сменив производителя: в июле этого года вступил в силу контракт с ОАО ИСС на выполнение работ по созданию космического комплекса «Ямал-300» с аппаратом «Ямал-300К». Этот КА должен быть запущен в 2011 г. и выведен в точку 90° в.д. На спутнике планируется установить 8 транспондеров С-диапазона и 18 транспондеров Ku-диапазона по 72 МГц каждый. Зоны покрытия спутника ориентированы на обслуживание России и стран СНГ (перенацеливаемый луч также предназначен для использования на международном рынке).

В 2008 г. ОАО «Газпром» провело открытый конкурс по выбору поставщика двух спутников «Ямал-400». По совокупности квалификационных, коммерческих и технических критериев победителем выбрана Thales Alenia Space. С этой компанией заключен контракт, и в настоящее время ведутся работы по организации финансирования проекта.

Помимо системы «Ямал», ОАО «Газпром – космические системы» в рамках ФКП на период 2006–2015 гг. отвечает за реализацию еще двух важных проектов: создание системы ДЗЗ «Смотр» на базе низкоорбитальных спутников и системы непосредственного цифрового вещания и мобильной связи «Полярная звезда» на базе спутников на высокоэллиптических орбитах.

В работе форума участвовала аналитик из Euroconsult North America М.А. Ежова. Она рассказала о текущем состоянии и перспективах развития услуг спутниковой связи в Европе и в мире. Особое внимание было уделено бюджетам, выделенным правительствами на гражданские и военные космические программы, которые составили в 2008 г. 62 млрд \$ – на 9% больше, чем в 2007 г. Что касается финансирования, выделенного российским правительством, то, по словам Марии Ежовой, отмечено ежегодное увеличение бюджета в среднем на 30% за последние пять лет, что, в частности, сказалось на программах спутниковых телекоммуникаций и спутниковых навигационных систем.

Если говорить о космических системах фиксированной связи, то бюджет продолжает расти – это относится как к спросу на транспондеры (+9%), так и к получаемым доходам (+10.7%), причем такой рост особенно отмечается в последнее десятилетие.

В России в 2008 г. спрос на транспондеры повысился почти на 13%. Этот рост вызван увеличением спроса на транспондеры для

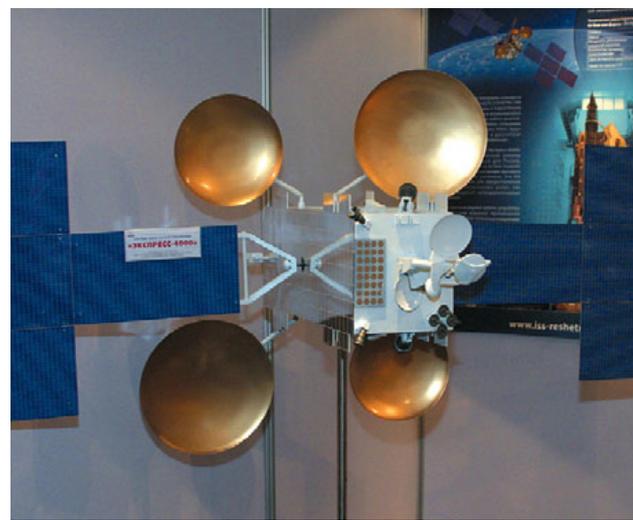
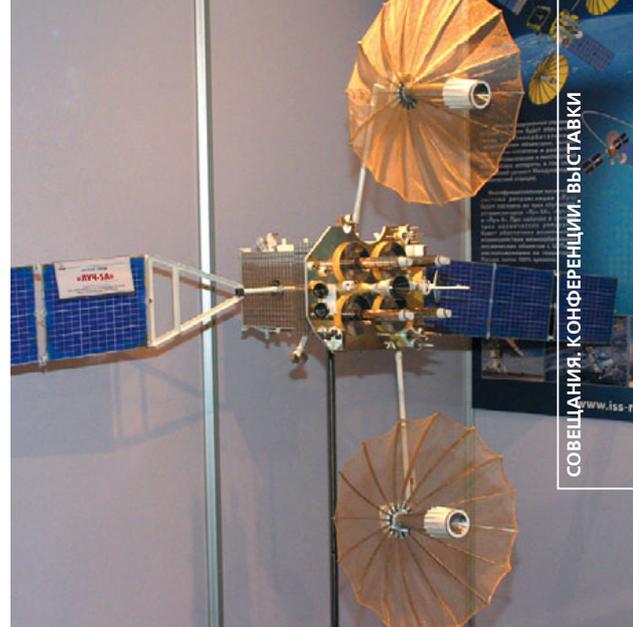
обеспечения телевещания, но страна продолжает испытывать большую потребность и в телекоммуникационных услугах. Данная тенденция останется, что будет вызывать увеличение потенциального рынка для операторов фиксированной связи в регионе, заключает М.А. Ежова.

Заместитель генерального директора Международной организации космической связи (МОКС) «Интерспутник» Ш. Коллар рассказал о перспективных проектах, которыми занимается компания. В ходе совместной с ГПКС деятельности МОКС «Интерспутник» в течение уже многих лет продвигает спутниковый сегмент и услуги ГПКС на международном рынке. Так, компания успешно осуществляет продажи ресурса КА «Экспресс-АМ44», который введен в эксплуатацию в мае 2009 г. в штатной точке стояния 11° в.д. По словам Ш. Коллара, был заключен договор на аренду 40 МГц в С-диапазоне с английской компанией Earthly Orbit Communications Limited (емкость используется для организации сетей в направлении Англия–Нигерия). А в ходе проводившейся в «Экспоцентре» выставки «Связь–Экспокомм-2009» был подписан контракт с компанией 013 Netvision Ltd. (Израиль) на аренду одного ствола полосой 40 МГц С-диапазона на указанном КА.

Что касается деятельности по продвижению продуктов российской космической промышленности, то в 2008 г. «Интерспутник» разработал и приступил к осуществлению двух крупных совместных спутниковых проектов. Задачей первого является производство и запуск современного спутника связи в рамках сотрудничества с компанией Space Communication Ltd. (Израиль). С израильской стороны в сентябре 2008 г. было подписано соглашение по использованию частотных присвоений в позиции на геостационарной орбите 17° в.д. Принципиальное значение для «Интерспутника» имеет тот факт, что партнером по проекту выступает российское ОАО ИСС, которое обеспечит производство современного КА в интересах израильского оператора.

Второй проект заключается в создании и запуске спутника Telkom-3 по заказу компании Telkom Indonesia. «Интерспутник» в данном случае выступает в качестве интегратора и координатора проекта в интересах ОАО ИСС: 18 декабря 2008 г. было объявлено о победе «фирмы Решетнёва» в тендере на производство и запуск данного КА.

Генеральный директор ОАО ИСС имени академика М.Ф. Решетнёва Николай Тестоедов рассказал участникам конференции SATRUS-2009 о спутниках «Экспресс-АМ5» и «Экспресс-АМ6» на базе платформы тяжелого класса «Экспресс-2000». Кроме того, выступили представители европейских компаний Thales Alenia Space и EADS Astrium, которые уже много лет присутствуют на российском рынке и являются пример успешной кооперации с предприятиями космической промышленности РФ.



# Конференция по микроспутниковым технологиям

И. Афанасьев.  
«Новости космонавтики»  
Фото автора

16–17 сентября в Центральном доме ученых РАН (Москва) прошла VII ежегодная конференция «Микротехнологии в авиации и космонавтике»\*, посвященная актуальным проблемам миниатюризации КА и приборов, проектам новых космических систем на базе сверхмалых аппаратов (микро-, нано- и пикоспутников) и малозатратных средств выведения на орбиту, а также вопросам применения микротехнологий в различных областях космической деятельности.

На форум собрались представители производственных и научно-исследовательских организаций Роскосмоса и других ведомств, институтов РАН, университетов и вузов, а также организаций других стран (Украины, Белоруссии, Китайской Народной Республики). Более 90 участников заслушали 39 докладов.

Работа конференции была организована по шести тематическим секциям:

① Новые проекты КА и систем, создаваемых на основе микро- и нанотехнологий.

② Технологические аспекты разработки сверхмалых КА и систем на их основе (моделирование, конструирование, производство, испытания).

③ Малозатратные средства выведения сверхмалых КА. Микродвигательные установки.

④ Миниатюризация бортовых подсистем и элементов КА. Применение устройств микро- и наносистемной техники.

⑤ Вопросы управления сверхмалыми КА. Прием, обработка и интерпретация данных. Области применения авиакосмических систем на базе микро- и нанотехнологий.

⑥ Университетские разработки сверхмалых КА.

Ставшая уже традиционной конференция превратилась в место зарождения новых перспективных проектов в направлении создания сверхминиатюрных систем и изделий авиационной и космической техники, что способствует быстрейшему внедрению микро- и наносистемной техники.

## Основные тенденции

Тон конференции задали докладчики представители ФГУП «РНИИ КП» А. А. Романова, А. С. Селиванова и Ю. М. Урличича «Тенденции развития технологий сверхмалых КА и новых спутниковых систем на их основе». В нем были отмечены некоторые любопытные особенности развития малых спутников. В частности, по мнению докладчиков, развитие этого направления подчиняется закону Мура, введенному для электроники. Его смысл сводится к тому, что число транзисторов в интегральной микросхеме возрастает экспонен-

циально, удваиваясь раз в два года, или увеличиваясь в десять раз каждые шесть лет. Подчиняясь этому закону, эффективность малых КА должна постоянно возрастать при сохранении малых размеров. Этот факт был выявлен сэром Мартином Суитингом (Martin Sweeting), директором британской компании SSTL (Surrey Satellite Technology Ltd.), одного из мировых лидеров в области создания мини-, микро- и наноспутников\*\*.

Основные принципы, заложенные в разработку КА этих классов: для их создания используется коммерчески доступная элементная база, что позволяет существенно удешевить производство, ускорить создание и обеспечить более эффективную эксплуатацию аппаратов. В последние 2–3 года особый рост активности наблюдается в категориях «нано» и «пико».

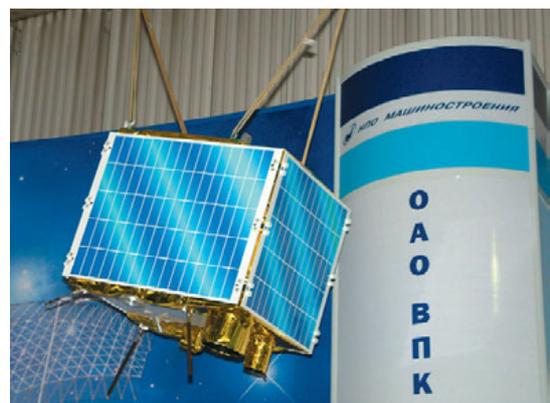
С 1980-х годов до сегодняшних дней малые КА прошли в своем развитии четыре этапа:

- ① экспериментальные исследования;
- ② подтверждение концептуальных положений, заложенных в технические решения;
- ③ демонстрационные исследования;
- ④ переход в стадию оперативной эксплуатации.

К настоящему времени уже созданы две орбитальные группировки, основанные на малых спутниках, обеспечивающих оперативное использование: Международная система мониторинга природных катастроф DMC (Disaster Monitoring Constellation) эксплуатирует четыре аппарата, принадлежащие Алжиру, Нигерии, Турции и Великобритании, а группировка RapidEye – пять германских микроспутников ДЗЗ с аппаратурой большого пространственного разрешения.

Характеристики малых аппаратов (МКА) непрерывно растут и в ряде случаев уже сопоставимы с возможностями «больших» спутников. Например, запущенный в октябре 2001 г. спутник PROBA (PРоject for On-Board Autonomy), принадлежащий ЕКА аппаратом массой 94 кг, испытал гиперспектрометр с разрешением 20 м в надире. А уже цветная видеокамера индонезийского КА LAPATubsat массой 56 кг, запущенного в январе 2007 г., обеспечивает в основном режиме шестиметровое пространственное разрешение. При этом съемка идет в реальном масштабе времени, а оператор в центре управления может перенацелить спутник с помощью джойстика.

Разработчики Берлинского технического университета заявляют, что в скором времени смогут в тех же массогабаритах обеспечить пространственное разрешение 2.5 м.



▲ Аппарат ДЗЗ, разработанный НПО машиностроения на базе микроспутника «Бауманец»

В 2000 г. наноспутник SNAP-1 (Surrey Nano-satellite Application Platform), имеющий трехосную ориентацию при массе всего 6.5 кг, уже испытывал ПЗС-камеру с разрешением 1 км.

Аналогично пространственному разрешению растет скорость передачи данных и объемы хранения информации на борту. В целом малые спутники ДЗЗ к 2010 г. при массе 100 кг достигли пространственного разрешения около 1 м. Конечно, составляя в ряде случаев серьезную конкуренцию большему КА, малые спутники не могут заменить их полностью – у каждого вида аппаратов свои достоинства и своя ниша.

Дальнейшее развитие малых КА, видимо, будет обеспечено улучшением эксплуатационных характеристик, поскольку, к примеру, для спутников ДЗЗ пространственное разрешение вряд ли получится сделать лучше одного метра.\*\*\*

А вот срок активного существования малых КА можно значительно увеличить. В частности, компания SSTL на основе спутника NigeriaSat-2 создает перспективный аппарат ДЗЗ для системы DMC с пространственным разрешением 1.8 м и семилетним сроком активного существования.

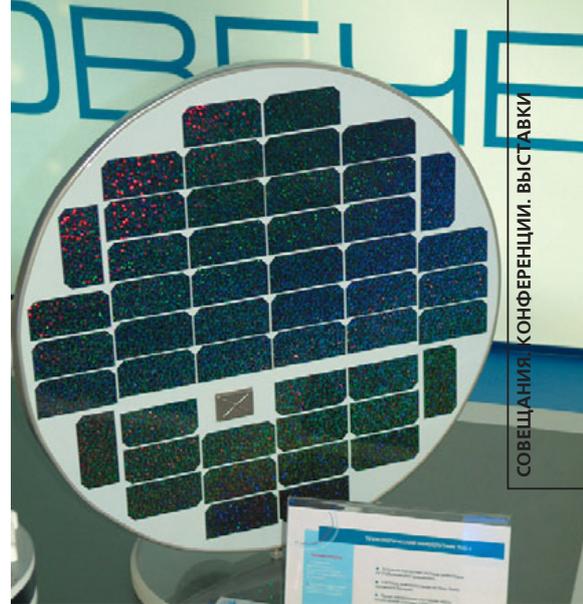
Другое направление совершенствования КА – создание «созвездий» спутников, позволяющих существенно повысить частоту просмотра и обеспечить оперативный глобальный сбор данных по всему «шарику». Применительно к ДЗЗ объединение нескольких малых спутников в так называемый «рой» дает возможность организовать в том числе распределенную апертуру и, таким образом, увеличить пространственное разрешение.

Определенные перспективы есть и у радиолокационных МКА. Уже созданы спутники с радарными синтезированной апертурой массой 300–800 кг, и есть возможность дальнейшего улучшения массогабаритных показателей. «Совершенно четко наблюдается тенденция к тому, что и эти КА в ближайшем будущем существенно уйдут в категорию мини- и микроаппаратов», – было подчеркнуто в докладе РНИИ КП.

\* Подобные мероприятия, организуемые ФГУП «РНИИ КП», проводились начиная с 2002 г. в Санкт-Петербурге, а с 2006 г. проходят в Москве.

\*\* В категорию «мини» попадают КА с массой от 50 до 500 кг, «микро» – от 10 до 50 кг, «нано» – от 1 до 10 кг, «пико» – от 0.1 до 1 кг.

\*\*\*Для лучшего разрешения требуется применение оптико-электронной системы с большей апертурой, что ведет к росту массогабаритных показателей.



▲ Технологический наноспутник ТНС-1

Данные о некоторых российских МКА					
Наименование КА	Разработчики	Назначение	Масса, кг	САС, лет	Дата запуска
«Университетский-Татьяна-2»	НИИЯФ МГУ, ВНИИЭМ	Исследование транзитных явлений в атмосфере	90	1	17 сентября 2009 г.
«УгатуСат»	УГАТУ, ПО «Полет»	Эксперименты в области ДЗЗ	30–35	3	17 сентября 2009 г.
VLITS	НИИ ПП	Эксперименты с лазерной дальнометрией	7,5	5	17 сентября 2009 г.
«Чибис-М»	ИКИ, РККЭ	Изучение грозных разрядов с орбиты	40	2	2009–2010 гг.
«СМКА» («Юбилейный-2»)	СибГАУ, ОАО ИСС	Летные испытания перспективных бортовых приборов	45		2009
YouthSat	ISRO, МГУ	Мониторинг солнечной радиации, изучение влияния солнечной активности на верхние слои атмосферы			I квартал 2010 г.
«Бауманец-2»	МГТУ	Эксперименты в области ДЗЗ			2010 г.
«Зонд-ПП»	ИРЭ, НПОЛ	Исследование земной поверхности при помощи радиометра L-диапазона	150		2010 г.
ТНС-0 №2	РНИИ КП	Отработка управления КА через глобальные телекоммуникационные сети	около 5		2-я половина 2010 г.
«Аист»	СГАУ, ЦСКБ–Прогресс	Отработка систем магнитной ориентации и измерения и компенсации микроускорений			2010 г.
МКА-ТУС («трековая установка»)	НИИЯФ МГУ	Исследование частиц космических лучей предельно высоких энергий (выше $5 \times 10^{19}$ эВ)	225	3	2010 г.
«Радиоскаф-2» (SuitSat-2)	НИИЯФ МГУ, РККЭ	Измерение уровня радиации на низких орбитах		Несколько месяцев	После 2010 г.
Gresat	РНИИ КП, ИПМ РАН, МФТИ, ZARM	Отработка системы ориентации	5–6		

Интересным решением при создании МКА является использование сигналов глобальных навигационных спутниковых систем в пассивном режиме – например, отраженных от морской поверхности сигналов для определения скорости приводного ветра и волнения.

Суммируя вышесказанное, докладчики сделали следующие основные выводы:

① Меняется концепция самого КА – на сегодня это больше прибор в космосе, чем совокупность разных, отдельно существующих подсистем.

② МКА, безусловно, имеют нишу оперативных приложений.

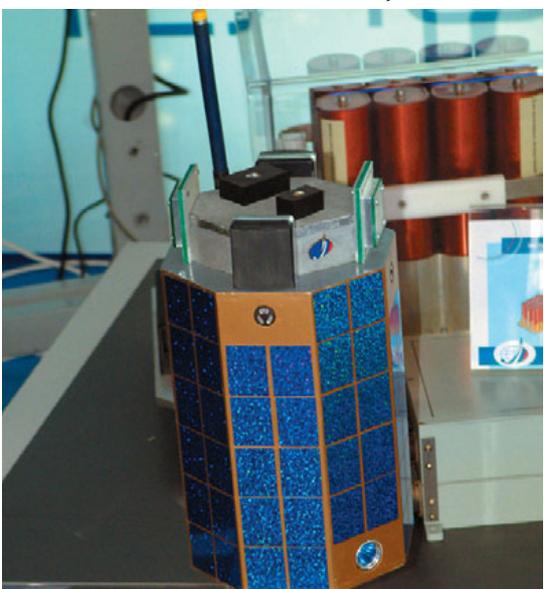
③ Малые спутники становятся главным направлением развития космического сегмента систем наблюдения Земли.

### Новые российские проекты

В настоящее время в России создаются разнообразные малые КА научно-прикладного и учебного назначения. В создании МКА принимают участие ведущие предприятия ракетно-космической отрасли и учебные заведения.

МКА «Аист» для отработки магнитной системы ориентации малых спутников, системы измерения и компенсации микроускорений, исследования проблем микрогравитации, измерения магнитных полей Земли, изучения прохождения сверхшироких УКВ-радиосигналов через ионосферу Земли, а также решения других задач разрабатывает-

#### ▼ Макет технологического наноспутника ТНС-0 №2



ся совместно Самарским государственным аэрокосмическим университетом (СГАУ) имени С. П. Королёва и ГНПРКЦ «ЦСКБ–Прогресс». Спутник должен быть запущен в I квартале 2010 г. попутно с КА «Бион-М».

СГАУ отвечает за разработку технических предложений и эскизного проекта МКА, комплектацию научной аппаратурой и служебным оборудованием, а «ЦСКБ–Прогресс» – за разработку рабочего проекта, изготовление, испытания и вывод спутника на орбиту МКА. В рамках осуществления проекта пятнадцать студентов-пятикурсников и аспирантов пройдут целевую подготовку в ГНПРКЦ; они же будут работать над проектом «Аист» на предприятии.

Российско-германский технологический наноспутник Gresat создается на платформе спутника ТНС-0\* совместно РНИИ КП, ИПМ РАН, МФТИ и Центром прикладных космических технологий и микрогравитации ZARM Бременского университета.

Характерная особенность КА – наличие двух бортовых ЭВМ и двух линий связи. Компьютер ROC от РНИИ КП использует процессор TMS320VC5 фирмы Texas Instruments и связывается с ЦУПом через модем Globalstar, а компьютер ZOC от ZARM задействует микроконтроллер Atmel AVR ATmega128, а связь с Землей поддерживает через спутники Orbcomm. Российская ЭВМ имеет приоритет, но работать они будут по очереди, а при необходимости могут перезагружать друг друга и даже перепрошивать друг другу новое программное обеспечение. Компьютеры имеют общую систему электропитания на базе литий-ионного аккумулятора и солнечных батарей (СБ), а также общую систему ориентации, использующую в качестве датчиков трехосный магнитометр и фотодиоды (датчики Солнца и горизонта), а в качестве исполнительных органов – три взаимно перпендикулярные токовые катушки.

С системой ориентации связаны главные эксперименты. Планируется отработать различные режимы ориентации: вдоль вектора магнитного поля, в инерциальной системе, в орбитальной системе. Необходимые для этого усилия образуются в результате суммирования управляющих моментов от катушек

\* ТНС-0 №1 запущен 28 марта 2005 г. с борта Международной космической станции во время выхода космонавтов в открытый космос.

с гравитационным полем. Рассматривается возможность установки дополнительной ПН – миниатюрного ионного масс-спектрометра разработки Института космической физики (Кируна, Швеция). Масса российского оборудования (корпус, компьютер, система электропитания и антенны Globalstar) около 3 кг, германского (компьютер, магнитометр, токовые катушки, модем и антенны Orbcomm) – 0.54–0.76 кг. Масса ионного масс-спектрометра – 0.6–0.65 кг. Способ и дата вывода не уточняются, но можно предположить, что спутник будет запущен в составе грузов ТКГ «Прогресс» и отправлен в автономный полет во время выхода космонавтов в открытый космос.

Микроспутник «Юбилейный-2» создается в кооперации ОАО ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва и СибГАУ и предназначен для летной отработки перспективных бортовых приборов и учебного процесса. В настоящее время завершена выпуск основной рабочей конструкторской документации и началось изготовление матчасти. Завершено создание корпусных узлов МКА и сотовых панелей СБ, изготовлен ряд приборов системы ориентации и стабилизации (гироскопы, приборы ориентации на Солнце и на Землю, магнитометр), которые будут доставлены в ОАО ИСС в первой декаде октября 2009 г. Большая часть аппаратуры ПН будет использована в составе КА впервые, благодаря чему получит летную квалификацию.

В создании бортовых приборов спутника непосредственное участие принимают студенты СибГАУ. Они, в частности, разработали и изготовили уголкового лазерного отражателя, предназначенный для измерения расстояния от КА до Земли.

Благодаря этим и другим МКА, создающимся в России (о спутниках «Университетский-Татьяна-2», «Стерх», VLITS рассказано на с. 37–39), можно говорить, что направление малоразмерных аппаратов считается (и является) достаточно перспективным, а их использование позволяет решать задачи с меньшими затратами, чем при использовании «больших» спутников.

По материалам докладов VII конференции «Микротехнологии в авиации и космонавтике», сообщением Роскосмоса и ОАО ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва, а также газеты СГАУ «Полет» от 12.04.2008

И. Афанасьев, А. Шлядинский  
специально для «Новостей космонавтики»

Окончание. Начало в НК № 10, 2009

## ЧАСТЬ II

### На пути к совершенству. Apollo и «Союз»

В предыдущем номере мы рассказали о начальном этапе разработки системы аварийного спасения (САС). По мере усложнения задач, стоявших перед пилотируемыми кораблями, совершенствовались и системы спасения. Следующая американская САС была разработана для корабля Apollo, командный модуль CM (Command Module) которого почти в четыре раза превосходил по массе капсулу Mercury. Баки ракет, применявшихся для запуска «Аполлона» – как гиганта «Сатурна-5», так и более скромного «Сатурна-1В», – были залиты жидким кислородом, керосином и жидким водородом. При смешивании этих компонентов образовывалась взрывоопасная смесь, сгорание которой протекало с огромной скоростью, а для инициации взрыва достаточно было искры. Возникла необходимость в создании системы спасения, отличающейся большой мощностью, высокой надежностью и повышенным быстродействием.

Предполагалось, что двигательная установка (ДУ) САС будет спасать астронавтов «Аполлона» в аварийной ситуации, возникающей при старте или на начальном участке полета до высоты 80 км, обеспечивая увод CM от неисправной ракеты. Все эти вводные повлияли на устройство и внешний облик ДУ САС. Хотя габариты и масса спасаемого блока существенно возросли, внешне новая система во многом напоминала «меркуриевскую»: та же твердотопливная ракета, стоя-

▼ Для испытаний САС корабля Apollo (рисунок справа) в условиях максимальных скоростных напоров использовалась специальная твердотопливная PH Little Joe 2



Фото С. Сергеева

# Спасение на старте

щая в носовой части CM на переходной ферме, сваренной из титановых труб. Но появились и конструктивные отличия: ДУ стала очень мощной, и пламя из четырех ее сопел могло повредить корабль.

Для предохранения CM сопла двигателя установили под углом 35° к продольной оси системы, а CM прикрыли коническим обтекателем, закрывавшим корабль также от скоростного напора при нормальном выведении. На вершине этого обтекателя и установили ферму ДУ САС. Над основным двигателем имелись еще два, с соплами, выходящими в бок и заделанными «заподлицо» с корпусом основной ДУ: один управляющий и один раздельный РДТТ. Общая масса САС составила 4,037 т, а длина (с обтекателем CM) – 10,33 м. Параметры двигателей системы приведены в таблице.

В зависимости от ситуации система работала в режимах нормальной или аварийного полета. При штатном выведении на орбиту на PH Saturn V и отсутствии необходимости использования ДУ САС через 197 сек после старта на высоте 96 км срабатывал раздельный РДТТ, который отделял ферму с обтекателем от CM и уводил ее в сторону от траектории полета носителя.

При аварии носителя или корабля на старте либо на активном участке полета последовательность работы САС была такова. Автоматически включался основной РДТТ – и спасаемый блок отделялся от РН. Через 1–2 сек после этого задействовался управляющий двигатель, который изменял траекторию полета уводимой части. Спасаемый блок отводился в сторону и вверх (более чем на 1200 м) от аварийной ракеты. Далее следовал баллистический полет блока,

### Характеристики двигательных установок

САС корабля «Аполлон»			
Характеристики РДТТ	Основной	Управляющий	Раздельный
Тяга, тс	66,675	1,141	14,781
Время работы, сек	8	0,5	1
Масса, кг	2130	23	195
Длина, см	464	56	141
Диаметр корпуса, см	66	23	66

раскрытие парашютов и приводнение командного модуля.

Чтобы парашютная система могла работать нормально, обеспечивалась необходимая ориентация CM. Для этого служили развращаемые аэродинамические поверхности-дестабилизаторы, укрепленные на вершине длинного «жезла» ДУ САС, которые после прохождения верхней точки полета развращали спасаемый блок днищем CM вперед. До окончания работы основного двигателя ДУ САС «дестабилизаторы» оставались прижаты к его корпусу.

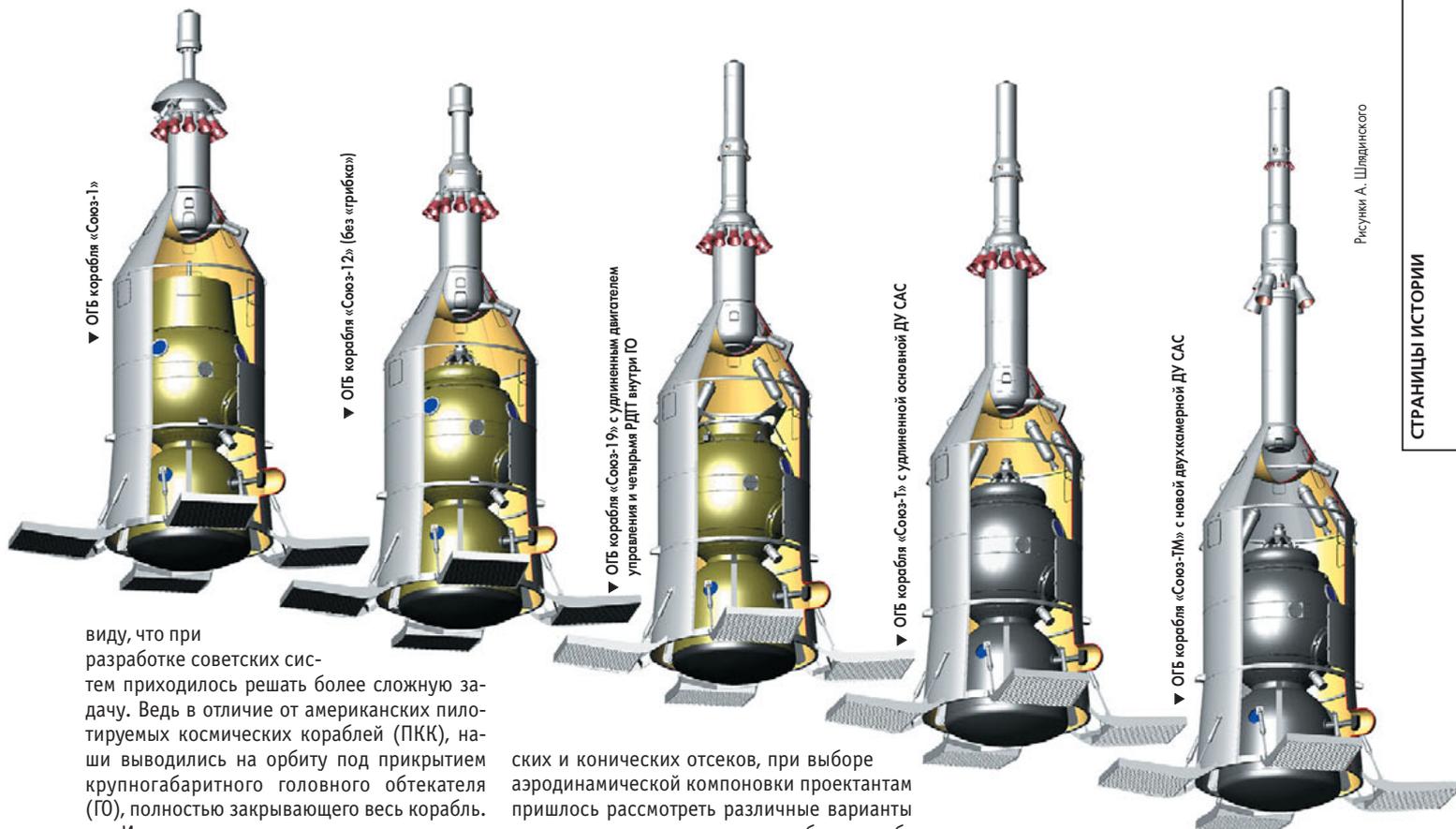
Однако если авария ракеты происходила на высоте свыше 36 км, где дестабилизаторы неэффективны, ориентация спасаемого блока достигалась за счет балансировочного груза-противовеса (компактная, но чрезвычайно тяжелая болванка из обедненного урана, укрепленная в самом носике ДУ САС). Последующая ориентация CM до входа в плотные слои атмосферы обеспечивалась штатной системой управления спуском с двухкомпонентными микро-ЖРД.

Испытания системы спасения «Аполлона» проходили по программе, напоминающей «меркуриевскую», с отработкой циклограммы на Земле и на малой высоте – после взлета макета CM со стартового стола с помощью ДУ САС (в 1963 и 1965 гг.), а в условиях прохождения наибольших аэродинамических нагрузок – с помощью специальной твердотопливной PH Little Joe 2 в различных конфигурациях (в 1964–1966 гг.).

Первые пуски советских кораблей, имеющих «классическую» САС со специальной ДУ, начались на шесть лет позже стартов «Меркурия». Но это не говорит о том, что наши конструкторы отставали от американских или, тем более, что им было легче работать, используя заочный опыт. Надо иметь в

Рисунок А. Шлядинского





виду, что при разработке советских систем приходилось решать более сложную задачу. Ведь в отличие от американских пилотируемых космических кораблей (ПКК), наши выводились на орбиту под прикрытием крупногабаритного головного обтекателя (ГО), полностью закрывающего весь корабль.

Из конструктивно-эксплуатационных соображений многоцелевой корабль «Союз» имел оригинальную компоновку, включающую бытовой отсек (БО), спускаемый аппарат (СА) и приборно-агрегатный отсек (ПАО). Разделение на отсеки позволило уменьшить возвращаемую массу (снизив, соответственно, массу теплозащиты, конструкции и парашютной системы) и обеспечить возможность выполнения критически важных моментов миссии – стыковки с другими объектами, коррекции орбиты и т. п. – при нахождении экипажа в СА на случай внезапного прекращения полета и возвращения на Землю. За такую компоновку пришлось расплачиваться усложнением аэродинамической схемы отделяемого головного блока (ОГБ) и циклограммы работы системы спасения. Поэтому порядок работы САС «Союза» коренным образом отличался от любой другой, созданной до него.

Не только сам корабль, но и ГО, закрывающий его при выведении, четко делился на две части – верхнюю (ОГБ), внутри которой располагались отсеки корабля (БО и СА) и основные агрегаты системы спасения, и нижнюю, внутри которой стоял ПАО «Союза». Снаружи, в самой верхней части обтекателя, крепилась ДУ САС, а в самой нижней части, в районе плоскости разделения, – четыре решетчатых аэродинамических стабилизатора, прижатые при нормальном полете к корпусу ГО.

Учитывая, что с момента возникновения аварии и до срабатывания САС могло пройти какое-то время, за которое РН могла потерять управляемость и принять совершенно необычное пространственное положение, необходимо было обеспечить стабилизацию ОГБ и управление на участке работы системы спасения с тем, чтобы увести блок в безопасный район, в сторону от траектории полета ракеты. В теории для этого могли быть использованы различные способы стабилизации и управления.

Поскольку конфигурация ОГБ «Союза» представляет собой сочетание цилиндриче-

ских и конических отсеков, при выборе аэродинамической компоновки проектантам пришлось рассмотреть различные варианты геометрических характеристик оболочек обтекателя в сочетании с разными способами его сопряжения с ДУ САС и аэродинамическими стабилизаторами. Было установлено, что наиболее рационально использовать в составе блока раскрываемые решетчатые стабилизаторы, которые эффективно обеспечивали смещение центра давления в раскрытом положении при незначительном увеличении лобового сопротивления. Такие стабилизаторы работали в широком диапазоне скоростей полета (от дозвуковых до гиперзвуковых) и позволяли быстро стабилизировать в пространстве ОГБ и увести его от ракеты, даже находящейся в беспорядочном падении и кувыркающейся по всем осям с высокой угловой скоростью. В сложенном положении стабилизаторы практически не влияли на аэродинамические характеристики ракетно-космического комплекса «Союз».

В случае аварии носителя на старте или на атмосферном участке полета перед включением основного двигателя САС подавались команды на одновременное разделение корабля в плоскости «СА–ПАО» и головного обтекателя поперек, примерно на уровне нижнего среза СА. Одновременно происходило раскрытие и фиксация решетчатых стабилизаторов, которые становились поперек потока. Затем давалась команда на включение ДУ САС. Передача тягового усилия шла через три лемента, опорные площадки которых размещены в двух поясах: верхний охватывал корабль «за горло» в районе стыка БО и СА, а нижний находился в районе лобового теплозащитного экрана СА. Верхний пояс передавал боковые и осевые усилия, нижний – только боковые.

При полете ОГБ под действием тяги ДУ САС спускаемый аппарат с космонавтами «висел» снизу, что облегчало его свободный выход из обтекателя после окончания работы основного двигателя системы спасения. Сброс обтекателя осуществлялся двигателем увода, расположенным в верхней части «ба-

шенки» ДУ САС, под балансировочным грузом. Последний обеспечивал необходимую центровку уводимой части ГО. Между основным двигателем и двигателем увода располагались управляющие РДТТ, служащие для отклонения траектории ОГБ в сторону от направления полета ракеты.

Если выведение проходило безаварийно, то на 120-й секунде полета, на начальном участке работы второй ступени, ДУ САС сбрасывалась путем включения двигателя увода. После этого обтекатель «располовинивался»: включались небольшие специальные РДТТ в его верхней части, которые разворачивали створки вокруг шарниров и сбрасывали их на 160-й секунде полета. Захватывающие элементы, оставшиеся в разбрасываемых створках, при этом автоматически освобождали корабль, который продолжал полет до выхода на орбиту.

Таким образом, циклограмма работы САС «Союза» была достаточно сложна и требовала слаженной работы большого числа различных систем. Но она позволяла облегчить конструкцию корабля, упрощая задачи установки на нем антенн, оптических систем, солнечных батарей и другого оборудования, работающего в космосе. Кроме того, система с обтекателем и решетчатыми стабилизаторами позволяла проектировать и испытывать ДУ САС и ПКК независимо друг от друга.

По мере совершенствования комплекса «Союз» менялся внешний облик его ОГБ, и особенно заметно – ДУ САС. На протяжении 43 лет использовалось пять ее вариантов.

На первых «Союзах» использовалась описанная выше система, состоящая из основного двигателя, двигателя увода и четырех управляющих двигателей. Последние располагались под небольшим полусферическим обтекателем, по форме напоминающим шляпку гриба.

Первый пуск носителя 11А511 с данной САС состоялся 28 ноября 1966 г. с беспилот-



▲ Уникальные фото пожара РН «Союз-У» 26 сентября 1983 г.: четкая работа САС спасла космонавтов В. Г. Титова и Г. М. Стрекалова

ном «Союзом» типа 7К-ОК, получившим название «Космос-133»; первый пилотируемый пуск состоялся 23 апреля 1967 г. («Союз-1»). В последний раз эта САС применялась, по-видимому, во время полета «Союза-11».

Усовершенствованная система спасения первого поколения была использована в рамках международной программы «Экспериментальный полет “Аполлон-Союз”» (ЭПАС). Основной двигатель ДУ САС остался прежним, но диаметр двигателя увода увеличился, а вместо четырех управляющих РДТТ появился один, с четырьмя соплами. Еще выше был установлен двигатель с одним радиальным соплом – для увода спасаемой части с траектории полета ракеты.

Первый пуск РН 11А511У с такой САС состоялся 3 апреля 1974 г. с беспилотным «Союзом» типа 7К-ТМ, получившим название «Космос-638», первый пилотируемый пуск – 2 декабря 1974 г. («Союз-16»). После выполнения программы ЭПАС в ходе полета «Союза-19» (старт 15 июля 1975 г.) остались запасные носители и корабли; один из них («Союз-22») был запущен 15 сентября 1976 г. с фотоаппаратурой МКФ-6.

Трагическая гибель экипажа «Союза-11» 30 июня 1971 г. заставила разработчиков существенно модифицировать корабль. Обязательность использования скафандров на активных участках полета привело к резкому росту массы отдельных систем ПКК. Не помогло и то, что для запусков предполагалось применять форсированный носитель с усовершенствованной третьей ступенью, имевшей больший запас топлива. Чтобы уложиться в грузоподъемность РН, пришлось сократить число членов экипажа до двух и снять с «Союза» некоторые системы. В частности, на транспортные корабли типа 7К-Т с коротким сроком автономного полета перестали ставить солнечные батареи.

ДУ САС этих «Союзов» осталась более похожа на первый вариант, только вместо «грибка» с четырьмя управляющими двигателями появился единый четырехсопловый блок. С помощью носителя с такой САС вы-

полнились полеты «Союзов» к станциям ОПС и ДОС («Салют-3» – «Салют-6»), проводились экспедиции посещения, в состав которых входили космонавты соцстран. Эксплуатация этого варианта завершилась запуском 14 мая 1981 г. корабля «Союз-40».

Зачем, казалось бы, система спасения беспилотному кораблю, у которого даже СА нет? Однако очевидцы, наблюдавшие запуск первого «Прогресса» на экранах телевизоров, отчетливо видели «башенку» на ГО при явном отсутствии привычных решетчатых стабилизаторов! А все объяснялось просто. Основной «изюминкой» «Прогресса» было максимальное заимствование элементов ПКК «Союз», только СА был заменен переходным негерметичным отсеком соответствующих размеров. В нем располагались баки с запасами компонентов топлива, воды и воздуха, предназначенными для перекачки на борт станции. Для ускорения и удешевления разработки решено было применить и головной обтекатель «Союза», но в нем ДУ САС играла роль замка, удерживающего створки. Для того чтобы не менять аэродинамику РН, решили оставить и ДУ САС, заменив заряд топлива алюминиевой болванкой. Рабочим остался только двигатель увода.

Вот почему с 20 января 1978 г. по 5 мая 1990 г. третья модификация САС «Союза» использовалась еще 43 раза. Надо отметить, что в нескольких последних полетах в корпусе основного двигателя стояло катапультное кресло орбитального корабля «Буран» с манекеном, которое отстреливалось на участке больших сверхзвуковых скоростей. Так с помощью одной САС были проведены испытания системы спасения другого КА.

16 декабря 1979 г. состоялся первый испытательный запуск корабля «Союз Т» (7К-СТ), а 5 июня 1980 г. – первый пилотируемый полет новой машины. Для этого ПКК была разработана новая САС второго поколения, но у нее была предшественница, о которой следует рассказать отдельно.

10 марта 1967 г. с космодрома Байконур был осуществлен запуск спутника «Космос-146». Но лишь спустя двадцать лет мы узнали, что под стандартным названием скрывался беспилотный корабль «Зонд», запущенный с помощью РН «Протон-К» с разгонным блоком Д и предназначенный для отработки пилотируемого облета Луны по программе Л-1.

Там, где есть пилотируемый полет, должна быть и САС. Она стояла и на «Зондах»: корабль Л-1 разрабатывался на базе «Союза», имея общие с последним СА и ПАО, хотя бытовой отсек отсутствовал – мощности «Протона» с разгонным блоком не хватало для отправки к Луне целого «Союза». Общими были и некоторые элементы ОГБ: от уводимой части «союзовского» блока сохранили носовой конус и юбку, прикрывающую СА, убрав при этом цилиндрическую часть, закрывающую БО. Были сохранены и решетчатые стабилизаторы. Чтобы удерживать под обтекателем спускаемый аппарат во время работы

САС, вместо бытового отсека на Л-1 пришлось установить т.н. «копорный конус», позволявший передавать усилия от обтекателя на СА через верхний пояс опор.

А вот ДУ САС для лунного корабля сделали новую. Несмотря на то что ОГБ был почти на полторы тонны легче, ГО имел больший диаметр и соответственно массу. Кроме того, по стартовой массе «Протон» почти в 2,5 раза превосходил «Союз». Взрыв или даже пожар такой тяжелой ракеты в случае аварии был для корабля гораздо опаснее. Ведь баки «Протона» заливались хотя и не взрывоопасным, но высокотоксичным топливом. Немудрено, что проектанты пытались сделать все, чтобы как можно скорее и дальше увести корабль от аварийной ракеты.

При том же диаметре, что у «союзовской» ДУ САС, основной двигатель новой системы имел примерно в 1,5 раза большую длину. Поскольку тяга РДТТ в основном зависит от площади горения топлива, а у зарядов со сквозным каналом она определяется длиной шашки, тяга нового двигателя также выросла примерно в 1,5 раза. В результате тяговооруженность новой ДУ увеличилась почти вдвое.

Как известно, пилотируемый облет Луны на корабле Л-1 так и не был совершен, хотя по программе «Зонд» состоялось 11 пусков. Увы, успех пришел к Л-1 слишком поздно, а в четырех пусках корабль вообще не был выведен на орбиту, и в большинстве аварий был

виноват носитель... Должного политического эффекта программа Л-1 не достигла, а вот новая САС во время аварийных пусков прошла успешную проверку и в 1979 г. была применена для нового ПКК «Союз Т». Изменения коснулись управляющих РДТТ, которые поменялись местами с двигателями увода.

Циклограмма работы системы спасения в составе нового комплекса еще более усложнилась. В тот небольшой промежуток времени, когда ДУ САС уже сброшена, а корабль еще прикрыт обтекателем, вероятность неблагоприятного исхода при аварии носителя еще велика. Новая система могла отделить СА и увести его в сторону с помощью четырех небольших РДТТ, установленных непосредственно в обтекателе. Эти же двигатели на участке максимального скоростного напора помогли основной ДУ САС «оторвать» спускаемый аппарат от носителя.

Для кораблей серии «Союз ТМ» (первый испытательный полет состоялся 21 мая 1986 г.) была спроектирована новая САС, вобравшая в себя весь предыдущий опыт. Прежде всего, еще раз увеличили длину основного (центрального) двигателя, который стал двухкамерным. Конструктивно он был разделен на стартовый РДТТ с четырьмя большими соплами и маршевый, имеющий тот же диаметр, но в четыре раза короче. Соответственно последний имел четыре небольших сопла.

При аварии на старте оба двигателя работают последовательно, время их работы одинаково, но тяга второго в четыре раза меньше, чем первого. При аварии на участке

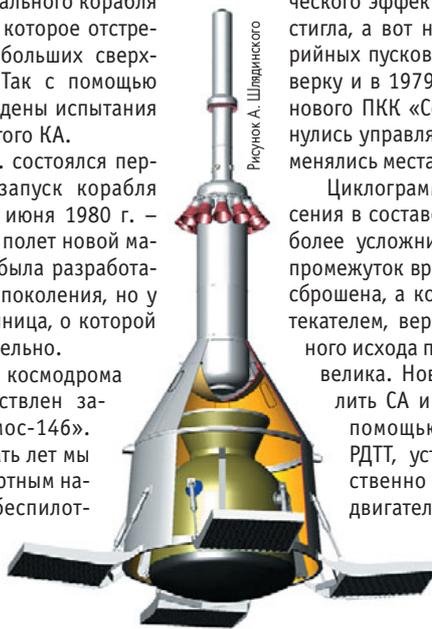
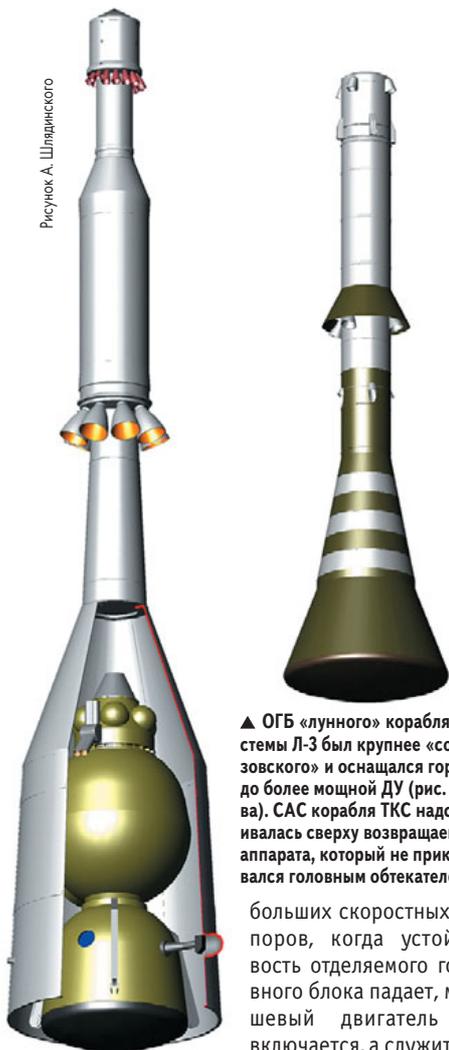


Рисунок А. Шляпинского

▲ Обтекатель ОГБ корабля Л-1 («Зонд») был коротким и оснащался мощной ДУ САС



▲ ОГБ «лунного» корабля системы Л-3 был крупнее «союзского» и оснащался гораздо более мощной ДУ САС (рис. слева). САС корабля ТКС надстраивалась сверху возвращаемого аппарата, который не прикрывался головным обтекателем

больших скоростных напоров, когда устойчивость отделяемого головного блока падает, маршевый двигатель не включается, а служит дополнительным балансирующим грузом. Эффективность решетчатых стабилизаторов уменьшается на сверхзвуке, однако при этом коническая носовая часть ГО значительно более устойчива.

Сопла стартового двигателя расположены так, чтобы пламя при их работе проходило между решетками стабилизаторов, не обжигая их и не вызывая раскачку ОГБ. Как и у «Союза Т», новая система спасения имеет три вспомогательных РДТТ, установленных в верхней части ГО.

Таким образом, за время эксплуатации кораблей серии «Союз» было создано пять вариантов ДУ САС, отличающихся внешним видом, геометрическими размерами (длина ОГБ последних «Союзов» более чем на 3,5 м больше, чем первых), числом и расположением двигателей и циклограммой их работы.

### Боковые ответвления

Исторический интерес представляют еще две САС.

Первая была спроектирована для комплекса Н-1 – Л-3, предназначенного для полета советских космонавтов на Луну. Сверхтяжелая ракета Н-1 заставляла применить и огромную ДУ САС, диаметр основного двигателя которой был значительно больше «союзского». Система спасения должна была уводить СА очень далеко от места аварии. Интересно была решена проблема схода ОГБ с траектории полета ракеты: половина из 12 расположенных кольцом сопел РДТТ увода имели больший диаметр среза, чем остальные. Таким образом, создавался некоторый эксцентриситет тяги, обеспечивающий уход

блока в сторону. ОГБ не оснащался решетчатыми стабилизаторами – роль стабилизаторов играли сравнительно длинная ДУ САС с грузом-противовесом с одной стороны и конический обтекатель СА, имеющий большой угол полураствора, с другой стороны.

Все четыре беспилотных пуска Н-1, проведенные в 1969–1972 гг., были неудачными, но в трех из них САС успешно спасла спускаемый аппарат корабля, уведя его от аварийной ракеты.

Вторая из описываемых САС была создана в реутовском ОКБ-52 под руководством В.Н. Челомея. Здесь проектировались ПКК для облета Луны и посадки на ее поверхность. До стадии летных испытаний они не дошли, поэтому САС этих кораблей в статье не рассматриваются. Но в середине 1970-х годов был создан и проходил испытания транспортный корабль снабжения (ТКС), предназначенный для доставки экипажа и грузов на орбитальную станцию «Алмаз». Возвращаемый аппарат (ВА) корабля ТКС напоминал капсулу Gemini и командный модуль «Аполлона» в одном лице: из соображений простоты спасения в аварийной ситуации он также был установлен в верхней части корабля.

Одинаковые условия функционирования привели к похожему конструктивно-компоновочным решениям. Однако ДУ САС этого корабля лишь внешне напоминала «аполлоновскую». Так, двигатели опирались не на решетчатую ферму, а на РДТТ тормозной двигательной установки схода с орбиты и на отсек с микро-ЖРД системы управления спуском на Землю. Кроме основного РДТТ, система имела управляющий двигатель; роль аэродинамического стабилизатора играл сам конический ВА.

Автономные испытания САС корабля ТКС проводились в 1975–1979 гг. на космодроме Байконур с использованием ВА, который взлетал на спасательных двигателях практически со стартового стола. Интересно, что во время испытаний одновременно действовали два мощных двигателя – как спасательный, так и тормозной: общая тяга такой «объединенной ДУ» составляла 86 тс. ВА поднимался над землей примерно на 1,5 км. Было проведено пять таких экспериментов – все успешные.

Для отработки ВА на этапе реального выведения и на орбите была создана система, по обводам и центровке соответствующая ТКС и запускаемая на штатном носителе «Протон-К». Сверху на ее корпус устанавливался возвращаемый аппарат с ДУ САС и ТДУ, а под ним, внутри корпуса, – ВА только с ТДУ.

Всего было выполнено четыре пуска с парными ВА, причем в одном из них была вынужденно испытана САС. 5 августа 1977 г. на 49-й секунде после старта отказала система управления носителем «Протон-К». САС сработала как положено, обеспечив спасение верхнего ВА, который совершил мягкую посадку. Нижний ВА, оставшийся на аварийной ракете, был потерян.

### Китайский вариант

САС китайского корабля «Шэньчжоу» имеет три режима работы. Спасение на малой высоте – от старта и до сброса ДУ САС на 120-й секунде полета – осуществляется включением четырех основных РДТТ. Спасение на большой высоте, в период от 120-й до 200-й секунды полета (до момента, когда сбрасывается ГО), выполняется включением шести дополнительных двигателей – четырех на вершине и двух в основании ГО. Наконец, от момента сброса обтекателя и до выведения на орбиту корабль спасается путем штатного отделения от ракеты. В двух первых случаях отделяется комбинация спускаемого аппарата, орбитального модуля и спецотсека, в третьем – ПКК целиком.

САС взводится за 30 минут до пуска РН. Предусмотрены также варианты срочной эвакуации космонавтов из корабля, находящегося на старте: скоростной лифт, полуавтоматическая и автоматическая тросовые системы. В целом китайская САС сохраняет фамильные черты «союзской». Интересно, что сброшенные ДУ САС разыскиваются и утилизируются путем подрыва, «чтобы сохранить секрет твердого топлива, которое невозможно повторно использовать».

За всю историю пилотируемых полетов ДУ САС пришлось применить по назначению лишь однажды. 26 сентября 1983 г. перед запуском «Союза Т» №16Л с космонавтами Владимиром Титовым и Геннадием Стрекаловым на ракете начался пожар. Буквально за секунды до взрыва были включены двигатели САС, которые увели корабль на безопасное расстояние и позволили экипажу произвести благополучную посадку на СА.

К сожалению, опыт аварийного спасения, накопленный в ходе создания и использования одноразовых космических кораблей, оказался неприменим для многоразовых аппаратов. За 28 лет полетов шаттлов было потеряно два корабля с экипажами. 26 января 1986 г. в ходе аварийного запуска с мыса Канаверал погиб корабль «Челленджер», а 1 февраля 2003 г. при спуске в атмосфере разрушилась «Колумбия».

Подчеркнем, что расхожее мнение об отсутствии на челноках САС ошибочно. У шаттлов нет ДУ САС – это верно, но система спасения экипажа, и довольно сложная, имеется. Просто в силу особенностей полета и конструкции крылатого корабля концепция аварийного спасения экипажей построена на иных принципах, нежели у капсульных кораблей. Но об этом мы поговорим в другой раз.

▼ По функциональным особенностям САС китайского корабля «Шэньчжоу» напоминает аналогичную систему корабля «Союз-ТМА»



# Пусть земля ему будет небом...

В полночь с 29 на 30 сентября на 80-м году жизни в своей квартире в Гурзуфе, в Крыму, скоропостижно скончался один из первых космонавтов мира дважды Герой Советского Союза Павел Романович Попович.

Смотрел телевизор, заболела голова. Пошел в спальню, прилег... И не проснулся...

Трудно представить, что нет с нами этого замечательного человека, легендарного героя-космонавта.

Он был одним из пилотов первого в мире космического корабля «Восток», став четвертым космонавтом нашей страны и шестым космонавтом планеты, поднявшимся на орбиту. Он первым открыл люк первой в мире военной орбитальной станции «Алмаз» («Салют-3») и затем успешно работал на ее борту. 22 года в отряде космонавтов. 20 лет возглавлял Ассоциацию музеев космонавтики. 13 лет – член редакционного совета «Новостей космонавтики». 10 лет – президент Украинского союза космонавтов... Это лишь малая толика того, что он совершил на жизненном пути, и его достижения высоко оценены.

Генерал-майор ВВС в отставке Павел Романович Попович – дважды Герой Советского Союза, Герой Труда Вьетнама, кавалер двух орденов Ленина, орденов Красной Звезды, Дружбы народов (все – СССР), орденов Почета и «За заслуги перед Отечеством» IV степени (Россия), ордена князя Ярослава Мудрого IV степени (Украина).

... Совсем недавно он с группой товарищей посетил город Чебоксары, где возложил цветы на могилу своего «космического брата» Андрияна Николаева, которому исполнилось бы 80 лет. Павел Романович очень тепло отзывался о друге, пел в его память украинские песни. Ничто не предвещало беды. 6 сентября поздно вечером в отличном расположении духа и с хорошим самочувствием Павел Романович сел в московский поезд. Через день он уехал в Гурзуф, где отдыхал с супругой и откуда ему не суждено было вернуться живым.

Редакция НК вместе со всем российским и украинским народом скорбит о Павле Романовиче и выражает самые искренние соболезнования его близким.

Павло Попович родился в семье рабочего (кочегара) сахарного завода в украинском поселке Узин Киевской области 5 октября 1930 г. Так говорят документы. А сам Павел Романович, когда в 2005 г. я поздравлял его с 75-летием, рассмеялся и поведал такую историю: «Опоздал ты с поздравлением на год. Ты ведь знаешь, я был в оккупации. Документы в местном поссовете во время войны все пропали. В 1946 году, когда мне надо было поступать в ремесленное училище (г. Белая Церковь), пошли мы с мамой в поссовет справить документы. Позвали туда еще двух наших соседок, чтобы подтвердить мое рождение. Мама говорит: «Родился он в 29-м». А соседка говорит: «Нет, в



## ПОПОВИЧ Павел Романович 05.10.1930—30.09.2009

30-м. Я хорошо помню этот год. У меня тогда первый раз корова отелилась». Вторая подтвердила... Так и записали мне 1930-й». То ли в шутку рассказал эту историю Павел Романович, то ли всерьез... Но 6 сентября в Чебоксарах я ему напомнил этот рассказ и спросил: «До 80-летия осталось 29 дней... Где Вас с юбилеем поздравлять?» – «Пусть в этом году Андрюша отпразднует (он имел в виду Андрияна Николаева), а я уж на следующий год... Земляки предлагают сначала на Украине отпраздновать, потом в России... Я думаю, так и сделаю...» Но не случилось...

В 1951 г. он окончил Индустриальный техникум трудовых резервов в Магнитогорске и одновременно аэроклуб, где научился пилотировать легендарный Ут-2. Здесь же, в Магнитогорске, Павло запел. Пел он, конечно, и раньше, но именно здесь руководительница хора Таисья Фёдоровна Мухачёва заметила певучего юношу и пригласила в коллектив. Павел Романович говаривал: «У меня был оперный тенор...», и не раз он затыгивал одну из украинских песен, которые знал во множестве. А единственную песню на украинском, которую знал я, – «Нэс Галя воду...», он почему-то не любил. Зато многие русские песни пел с удовольствием и с большим чувством. Например, начинал петь великую и очень грустную песню про Стеньку Разина:

*Из-за острова на стрежень,  
На простор речной волны  
Выплывают расписные  
Острогрудые челны...*

Заунывная певучая песня продолжалась – и вдруг Павел Романович ее прерывал, делал хитрые глаза и очень озорно, без пауз, начинал петь куплет совершенно другой песни – в другом, игривом и веселом тоне:

*Лиза, Лиза, Лизавета,  
Я люблю тебя за это.  
И за это, и за то,  
Что не должен знать никто...*

А потом вновь, без какой-либо паузы, на его лице появлялась печаль – и он продолжал как ни в чем не бывало:

*На переднем Стенька Разин,  
Обнявшись, сидит с княжной...*

Эти куплеты – то грустные тягучие, то задорные и смешные, были просто чудными и поднимали всем настроение. Так мы с ним пели и в тот последний день – 6 сентября...

Павел Романович был очень веселым, компанейским человеком. Очень любил анекдоты. С особенным вкусом он рассказывал анекдот про разницу между украинцем и хохлом, между русским и цацапом, между евреем и жидом с точки зрения пьющих горилку кумов. В то же время он не был таким простым и открытым, как казалось с первого взгляда. Глубина его души проявлялась во всем. Он никогда ни о ком не говорил плохо... Даже когда его сильно «доставали», он не ругался, а пытался найти общий язык и решить вопрос полюбовно. Очень переживал, что не удалось это сделать с первой женой Мариной. Много пережил из-за разлада, а зла в сердце не держал... И еще, Павел Романович всегда старался помогать людям – чем только мог. Никогда никому не отказывал. Даже если не было другой возможности помочь, то своим сочувствием, поддержкой он давал человеку силы и вселял надежду...

В 1951 г. Павел Попович поступил в Сталинградское военное авиационное училище летчиков, базировавшееся тогда под Новосибирском. Там он освоил Як-11 и Як-18. Через год его перевели в 52-е ВАУЛ на Дальнем Востоке, и он стал летать на Ла-9. Еще через год это училище расформировали, а талантливого летчика направили в Военную офицерскую инструкторскую школу ВВС в Грозном. Там он освоил МиГ-15бис. После ее окончания в декабре 1954 г. по распределению служил летчиком-истребителем на Севере. В 1958 г. был переведен на службу в Подмоскovie в Кубинку. Здесь ему и предложили стать космонавтом.

В 1959 г. Павел прошел медкомиссию, а 7 марта 1960 г. вышел приказ главкома ВВС К. А. Вершинина №267 о зачислении его и еще 11 летчиков на должности слушателей в в/ч 26266 – будущий Центр подготовки космонавтов. Павел Попович в расположении

части прибыл первым, так как служил ближе всех – под Москвой. Ему поручили встречать и размещать пополнение. Так он встретил Юрия Гагарина, Алексея Леонова, Владимира Комарова и других. Всем помогал, во всем принимал участие. Спустя несколько лет, когда космонавты с семьями переехали в Звёздный городок, Поповича за хлебосольство и гостеприимность называли «добрый человек из Звёздного».

17 марта первая группа приступила к подготовке. Летом 1960 г. для подготовки к первому полету была сформирована шестерка, в которую вошел и Попович. Когда стал вопрос о первом космонавте, Павел проголосовал за Гагарина. Я ему задавал вопрос: «Почему не написали себя? Неужели не хотелось быть первым?» Павел Романович ответил: «Я не мог полететь первым – ведь я украинец. Первым должен был полететь русский парень из рабочей семьи... Вот и полетел Юра Гагарин. Потом полетел Герман из интеллигентной, но тоже русской семьи. А мы с Андреем [Андреем Николаевым] полетели вслед и, по мнению Сергея Павловича, олицетворяли дружбу народов. Ведь мы по национальности чуваш и украинец».

1962 год. Этот полет был совершенно уникальным. Впервые на орбите находились два пилотируемых космических корабля – «Восток-3» и «Восток-4», причем летели они в прямой видимости и каждый пилот мог видеть корабль другого. Впервые космонавт (Николаев) отвязался от кресла и парил в кабине. Впервые в космосе прозвучало пение: Андриян, практически никогда не певший, и Павло спели дуэтом «Течет река Волга», а потом специально для Сергея Павловича Королёва, тоже родившегося на Украине, – «Дывлиюсь я на нэбо, тай думку гадаю...»

Павел Романович рассказывал, что Андриян перед полетом попросил положить в корабль воблу... А ее положили не Николаеву, а Поповичу... И когда «Восток-3» и «Восток-4» сблизались и космонавты смогли общаться, Павел Попович, подтрунивая над другом, сказал: «Спасибо за заботу, Андрияша. Твоя вобла пришлась очень кстати. Так приятно пожевать соленького...» Дружный смех раскатился над планетой...

Полет прошел полностью успешно – без нештатных ситуаций. А вот приземление оказалось очень жестким. Космонавт, как известно, спускался на парашюте отдельно от корабля. После касания Земли из-за сильного ветра Павла Поповича несколько раз перевернуло в воздухе и бросило на землю. Когда он оклемался и смог встать, то увидел, как ему повезло. Он оказался на небольшой площадке мягкого грунта, а вокруг сплошные каменные глыбы. «Несколько метров в сторону – и от Поповича остались бы лишь воспоминания», – шутил он.

После этого легендарного полета Павел практически не изменился. Остался таким же добрым и компанейским. Ему были чуж-

ды амбиции, или, как сейчас говорят, «понты». Когда кончилась бесконечная череда приемов и визитов, в 1966 г. П. Р. Поповича назначили в группу космонавтов для подготовки к полету на разрабатываемом в самарском ЦСКБ корабле для военного использования «Звезда» (7К-ВИ). Во главе группы космонавтов он часто ездил в Самару, участвовал в разработке эргономики кабины, тренировался в деревянном макете корабля и на динамическом стенде с имитацией стрельбы в космосе. А в 1968 г. очень активно отстаивал программу, когда ее закрывали.

Начиная с 1967 г. и до закрытия программы в 1969 г. он проходил подготовку по программе облета Луны УР-500-Л-1 в экипаже с Виталием Севастьяновым. Затем был включен в группу подготовки к полету по программе «Алмаз» – военной орбитальной станции, создаваемой в НПО машиностроения под руководством В. Н. Челомея.

В сентябре 1972 г. его назначили командиром первого экипажа, который должен был лететь на новую суперсекретную стан-

выполнения программы. (Кстати сказать, следующий корабль – «Союз-15» – с «Алмазом» так и не состыковался.)

За две недели полета Попович и Артюхин полностью выполнили программу и успешно возвратились на Землю, но... к вечеру у обоих космонавтов поднялась температура до 40°. Подскочило давление, в два раза вырос пульс... Попович вспоминал: «Ну, думаю, помираю... Положили нас на носилки, откачали...»

Между двумя этими стартами пошло более десяти лет. За это время Павел Романович окончил Военно-воздушную академию имени профессора Н. Е. Жуковского; он был делегатом XXIII съезда КПСС, XV съезда ВЛКСМ, депутатом Верховного совета Украинской ССР 6–11 созывов.

После реадaptации Павел Попович вернулся к работе начальника Первого управления ЦПК. Именно в этом управлении находится отряд космонавтов, и оно отвечает за всю наземную подготовку экипажей. Через четыре года он стал заместителем начальника Центра по научно-испытатель-



Эта фотография, скорее всего, последняя в жизни этого удивительного человека. Ее сделал Павел Шаров в Чебоксарах 6 сентября. На ней прощальный взгляд Павла Романовича Поповича из тамбура уходящего поезда. Таким – добрым, отзывчивым, веселым, доброжелательным – запомнился всем нам космонавт-4

цию, получившую открытое название «Салют-2». Станция была запущена 3 апреля 1973 г., но 14 апреля, когда она ушла на «глухие» витки, произошла разгерметизация – возможно, из-за попадания одного из обломков, образовавшихся при взрыве третьей ступени РН «Протон».

Попович не пал духом и продолжил подготовку. Следующий «Алмаз» под названием «Салют-3» стартовал 25 июня 1974 г., а через восемь дней к нему отправился «Союз-14» с П. Р. Поповичем и Ю. П. Артюхиным на борту. Через сутки они уже были на станции, но мало кто знал, что стыковка прошла с осложнениями. Корабль начало «сносить» от станции, и Павел Попович, чтобы лучше чувствовать ручки управления «Союза», в нарушение всех инструкций снял перчатки и состыковал корабль. Если бы произошел отказ и корабль ударился в станцию, могла произойти разгерметизация, и тогда Попович вряд ли спасся бы. Бортинженер Юрий Артюхин протестовал, но Павел ему ответил: «Ты спасешься и скажешь, что я добровольно на это пошел». Так проявилось мужество космонавта, готового пожертвовать жизнью ради

тра по научно-испытательной работе, оставаясь активным космонавтом. Только в 1982 г. П. Р. Попович покинул отряд, оставшись заместителем начальника ЦПК. В 1989 г. он ушел из ЦПК и был избран директором Всесоюзного научно-исследовательского центра «АИУС-Агроресурс», проработав в этой должности более 15 лет.

В этот период он возглавлял Федерацию бокса СССР и России, был президентом Общества дружбы СССР–Австрия, президентом Фонда социальной поддержки ветеранов Вооруженных сил «Союз», членом Союза писателей.

В августе 1993 г. Павел Романович ушел в отставку из рядов Вооруженных Сил. Даже на пенсию он не мог оставаться без работы. Последние годы был председателем совета директоров Всероссийского института сельскохозяйственных аэрофотогеодезических изысканий и очень ответственно относился к этой работе. Никогда не опаздывал на советы, тщательно к ним готовился. Тем не менее работа в совете позволяла ему все лето проводить в своей небольшой квартире в Гурзуфе. Павел Романович ездил туда каждый год, причем сам был за рулем. Иногда его меняла Аля – так нежно он называл горячо любимую супругу Алевтину Фёдоровну. Лишь последние два года они ездили к морю на поезде. Павел Романович очень любил Крым и Гурзуф. Часто рассказывал: из одного окна его квартиры видно море, из другого – горы... Приглашал в гости.

Нужно особо сказать о хлебосольстве Павла Романовича. Он очень любил украинскую кухню. Как-то побывал в небольшом московском ресторане «Ёлки-палки» и потом рассказывал, как его там потчевали варениками с картошкой и украинским борщом. Однажды мне довелось зайти к нему, когда его любимой Али не было дома. Павел Романович настоял,

чтобы я прошел в дом и отведал украинского борща, который она приготовила. Красному борщу сопутствовали украинская водочка из холодильника и несколько сортов украинского сала. Одно из них, которое просто таяло во рту, Павел Романович особенно хвалил: «Оно из Харьковской области, где свиней откармливают особым образом – попеременно кормят то обычными злаками, то кукурузой. И опаливают их в дыму кукурузных листьев». В тот вечер мы долго спивали с Павлом Романовичем разные песни, и он пошутил, что нам надо все это записать на диск... Не случилось.

А еще Павел Романович страшно любил рыбачить. Везде, куда бы ни приезжал, он мог не пойти в баню, отказаться от охоты, но никогда не отказывался от рыбалки. Однажды, посещая в очередной раз Чебоксары, родину космонавта-3, он попал на рыбалку. Правда, непринужденная беседа с президентом Чувашии Николаем Фёдоровым несколько затянулась – и к месту лова на дальний берег Волги мы прибыли с опозданием. Местные волжские рыбаки уже вытягивали сеть, и Павел Романович поспешил к ним присоединиться. Какова же была его радость, когда в сети забился полтораметровый сом! Возможно, не меньшую радость он испытал, когда я принес ему большую фотографию этого

события: «Всю жизнь рыбаку, а фотографии с хорошим уловом нет ни одной...»

Павел Романович был большим патриотом родной Украины. Переживал, особенно когда бывал в музее на родине своего друга Андрияна Николаева, что его родной дом в Узине местные власти не сохранили, хотя в 60-х годах он еще стоял... С гордостью представлялся при знакомстве: «Первый космонавт Украины!» – и очень радовался, когда его узнавали в Киеве, Днепропетровске, Одессе, Узине... А его, конечно, узнавали! И любили! Страшно переживал все конфликты между нашими странами, осуждая недалёковидность украинских политиков.

О Павле Романовиче можно рассказывать бесконечно. Все, кто его знал, вспоминают о нем с большой теплотой и доброй улыбкой. Этот светлый человек не оставлял равнодушным никого, с кем общался, кто был с ним рядом хоть мгновение... И вот – как гром среди ясного неба! – прозвучало сообщение о его кончине.

На военном самолете тело Павла Романовича привезли в Москву. На прощание с героем космоса в Культурный центр Вооруженных сил (бывший ЦДСА) на Суворовской площади 3 октября пришли тысячи людей. Практически все космонавты стояли в почетном карауле. Два с половиной часа непрерывная вереница прощающихся шла мимо гроба. Десятки венков несли курсанты военных училищ Москвы впереди, казалось, бесконечной траурной процессии. Церемонию прощания в доме ритуалов на Троекуровском кладбище Москвы вел заместитель руководителя Роскосмоса Виталий Давыдов. С проникновенными прощальными речами выступили руководитель Роскосмоса Анатолий Перминов, друг космонавтов народный артист России Иосиф Коб-



зон, коллега и друг Алексей Леонов, начальник ЦПК Сергей Крикалёв, руководитель полетов Владимир Соловьёв и многие другие. Проститься с другом приехал из больницы Виталий Севастьянов. Память своего земляка почтили космонавт независимой Украины Леоид Каденюк и заместитель директора Украинского космического агентства.

Панихида завершилась православным отпеванием. Павел Романович Попович был погребен на одной из центральных аллей Троекуровского кладбища неподалеку от храма. Всем присутствовавшим особенно запали в душу прощальные слова космонавта Алексея Леонова: «Прощай друг. Пусть земле тебе будет небом...» – И.М.

*«Ушёл из жизни смелый и мужественный человек, представитель первого, легендарного отряда российских космонавтов. Люди, работавшие рядом с ним, всегда ценили и глубоко уважали его за преданность делу, требовательность к себе и глубокую личную порядочность».*

*Президент России  
Дмитрий Медведев*



**ПОРВАТКИН**  
**Николай Степанович**  
**15.04.1932–28.09.2009**

**28 сентября 2009 г.** в возрасте 77 лет умер бывший космонавт отряда ЦПК ВВС полковник в отставке Николай Степанович Порваткин. 1 октября он был похоронен рядом с супругой Людмилой Ивановой (1938–2000) на кладбище деревни Леониха около Звёздного городка. Редакция *НК* приносит свои искренние соболезнования родным, близким и друзьям Николая Степановича. Умер замечательный, эрудированный, обаятельный и очень скромный человек. Его имя навсегда останется в истории отечественной космонавтики и в наших сердцах.

Николай Порваткин родился 15 апреля 1932 г. в селе Воздвиженка Красовского района Саратовской области. В 1952 г. он окончил Серпуховское военное авиационное техническое училище специальных служб и остался служить там в качестве инструктора.

В период 1955–1960 гг. Николай Степанович учился в Военно-воздушной инженерной академии имени Н.Е. Жуковского. По окончании академии с июля 1960 г. по декабрь 1961 г. служил инженером по авиационному оборудованию в одном из истребительных авиационных полков. Затем был переведен в НИИ-2 войск ПВО в г. Калинин (ныне – Тверь) на должность младшего научного сотрудника отдела полигонных измерений. В этом институте в апреле 1968 г. он защитил диссертацию кандидата технических наук.

12 апреля 1967 г. инженер-майор Н.С. Порваткин приказом Главкома ВВС был зачислен в отряд космонавтов ЦПК ВВС в составе 4-го набора. С мая 1967 г. по июль 1969 г. он прошел обще-космическую подготовку и 18 августа 1969 г. был назначен на должность космонавта.

С августа 1969 г. по август 1970 г. Порваткин готовился в группе к полетам на военно-исследовательском корабле «Союз-ВИ». Затем до 1983 г. проходил подготовку по программе «Алмаз», но в экипажи не назначался. Принимал участие в управлении пилотируемых полетами в качестве оператора связи.

Николай Степанович являлся активным космонавтом 16 лет. И все эти годы он ждал своего полета, и не просто ждал, а трудился на благо советской космонавтики, участвуя как космонавт в самых различных наземных тренировках и испытаниях. И хотя его космический старт так и не состоялся, но своим ежедневным трудом он обеспечивал полеты других космонавтов.

20 апреля 1983 г. Н.С. Порваткин был отчислен с должности космонавта-испытателя, но как опытный специалист оставлен в отряде космонавтов ЦПК и назначен сменным руководителем группы управления. С октября 1986 г. он уже служил в должности руководителя полетами, ведущего инженера группы отряда космонавтов ЦПК.

24 декабря 1987 г. Николай Степанович был уволен из Вооруженных Сил СССР по возрасту с Благодарственной грамотой МО СССР. После увольнения в запас он многие годы работал научным сотрудником в отделе управления полетами космических кораблей в РКК «Энергия». Являясь специалистом по внекорабельной деятельности, он внес значительный вклад в обеспечение безопасной работы космонавтов за бортом космических аппаратов.

За многолетнюю службу Н.С. Порваткин был награжден орденом «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени и десятью медалями. – С.Ш.