

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ

№ 09 (404) 2016



ISSN 1561-1078



9 771561 107002 >

Журнал для профессионалов
и не только

Журнал основан в 1991 г.
компанией «Видеокосмос».
Издается Информационно-
издательским домом
«Новости космонавтики»

Информационный партнер:
журнал «Космические исследования»
太空探索, КНР

Редакционный совет:

А. В. Головкин –
заместитель главнокомандующего ВКС –
командующий Космическими войсками,
В. А. Джанибеков –
президент АМКос, летчик-космонавт,
Н. С. Кирдода –
вице-президент АМКос,
В. В. Ковалёнок –
президент ФКР, летчик-космонавт,
И. А. Комаров –
генеральный директор ГК «Роскосмос»,
И. А. Маринин –
главный редактор «Новостей космонавтики»,
В. Б. Непоклонов –
проректор МИИГАиК по научной работе,
Р. Пишель –
глава представительства ЕКА в России,
Б. Б. Ренский –
директор «R&K»,
В. А. Шабалин –
генеральный директор
ООО «Страховой центр «СПУТНИК»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин
Обозреватель: Игорь Лисов
Редакторы: Игорь Афанасьев,
Александр Ильин, Андрей Красильников,
Сергей Шамсутдинов
Редактор ленты новостей:
Александр Железняков
Специальный корреспондент:
Екатерина Землякova
Дизайн и верстка:
Олег Шинькович, Татьяна Рыбасова
Литературный редактор: Алла Синицына
Распространение:
Валерия Давыдова
Подписка на НК:
по каталогу «Роспечать» – 79189
по каталогу «Почта России» – 12496
по каталогу «Книга-Сервис» – 18496
через агентство «Урал-Пресс» (495) 961-23-62

Юридический адрес редакции:
119049, Москва, ул. Б. Якиманка, д. 40, стр. 7
Телефон: +7 (926) 997-31-39

E-mail: nk@novosti-kosmonavtiki.ru
Web: www.novosti-kosmonavtiki.ru

Тираж 8500 экз. Цена свободная
Отпечатано в ООО «МЕДИАКОЛОР»

Подписано в печать 01.09.2016

Журнал издается с августа 1991 г.

Зарегистрирован в Государственном комитете
РФ по печати № 0110293

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

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	Красильников А. «Иркуты» на первом «Союзе МС»
2	Шамсутдинов С. Биографии членов экипажа ТК «Союз МС»
3	Красильников А. Модернизированный корабль
6	Красильников А. Кэтлин Рубинс: «Для нас не важно – женщина или мужчина, мы можем выполнить все задачи»
10	Красильников А., Хохлов А. Полет экипажа МКС-48 Июль 2016 года
18	Красильников А. «Прогресс МС-03»: брусника, салат и борщ
19	Афанасьев И. Снова на сушу

ПИЛОТИРУЕМАЯ ТЕХНИКА

25	Афанасьев И. Орион и полеты к Луне
----	---------------------------------------

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

28	Лисов И. USA-269: пополнение в семействе SDS
----	--

ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

37	Извеков И. Обсуждалась судьба Байконура
----	--

СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ

38	Афанасьев И. Течение «Ангары»
43	П. Камнев, А. Коберниченко, А. Позин, В. Шершаков База для геофизических исследований. Многоцелевой исследовательский ракетный комплекс МР-30
45	Афанасьев И. Проект японского наноносителя
46	Афанасьев И. Reaction Engines получает финансирование от ЕКА

МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ

48	Соболев И. Добро пожаловать к Юпитеру!
54	Лисов И. Даун: всем оставаться на местах!
56	Лисов И. Неторопливое движение к Марсу – или большой скачок?

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

58	Афанасьев И. Оптика для российских спутников
----	---

СОВЕЩАНИЯ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВЫСТАВКИ

60	Извеков И. XIV симпозиум Федерации космонавтики
----	---

СТРАНИЦА ПАМЯТИ

62	Памяти Саймона Рамо
65	Памяти Бориса Николаевича Натарова

На обложке: Пилотируемый корабль «Союз МС» подлетает к станции.
Фото Роскосмоса

«Иркуты» на первом «Союзе МС»

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

7 июля в 04:36:40.208 ДМВ (01:36:40 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России выполнили пуск ракеты-носителя «Союз-ФГ» (11А511У-ФГ № Р15000-056) с первым пилотируемым космическим кораблем новой модификации «Союз МС» (11Ф732А48 № 731).

В составе экипажа: командир корабля, бортинженер-4 экспедиции МКС-48 и командир МКС-49 – космонавт-испытатель 3-го класса Роскосмоса **Анатолий Алексеевич Иванишин**; бортинженер-1 корабля и бортинженер-5 МКС-48/49 – астронавт JAXA **Такуя Ониси**; бортинженер-2 корабля и бортинженер-6 МКС-48/49 – астронавт NASA **Кэтлин Хэллиси Рубинс**. Позывной экипажа – «Иркут».

На 528.157 сек полета корабль отделился от третьей ступени носителя и оказался на орбите с параметрами (по данным Службы баллистико-навигационного обеспечения подмосковного ЦУПа; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.65° (51.67±0.06);
- минимальная высота – 200.37 км (200.22⁺⁷);
- максимальная высота – 246.94 км (242±42);
- период обращения – 88.69 мин (88.64±0.37).

В каталоге Стратегического командования США «Союзу МС» присвоили номер **41639** и международное обозначение **2016-044А**. Его полет получил индекс 475 в графике сборки и эксплуатации МКС.

Стартовая масса корабля составляла 7218 кг, в том числе бытовой отсек – 2875.9 кг, спускаемый аппарат – 1331.4 кг, топливо в баках комбинированной двигательной установки – 879.9 кг.

«Союз МС» стал 303-м пилотируемым кораблем в мире и 135-м в СССР/России, выведенным на околоземную орбиту. Это был 1461-й орбитальный пуск с Байконура, 56-й полет «Союза-ФГ», 502-й пуск с пятой пусковой установки и 176-й запуск в рамках программы МКС.



Биографии членов экипажа ТК «Союз МС»

**Командир ТК и МКС-49
Бортинженер-4 МКС-48
Анатолий Алексеевич
Иванишин**

522-й космонавт мира
112-й космонавт России

Родился 15 января 1969 г. в Иркутске, РСФСР. В 1986 г. там же окончил среднюю школу №11 и поступил в Иркутский политехнический институт. В 1987 г. со второй попытки был зачислен в Черниговское ВВАУЛ, которое окончил в 1991 г. с отличием и зо-

лотой медалью по специальности «Командная тактическая истребительная авиация» с присвоением квалификации «летчик-инженер». В 2003 г. А. А. Иванишин окончил Московский государственный университет экономики, статистики и информатики по специальности «Прикладная информатика в экономике» и получил квалификацию «информатик-экономист».

С 1991 г. Анатолий Иванишин проходил службу в строевой части ВВС в Борисоглебске Воронежской области, где летал на МиГ-29.

**Бортинженер-1 ТК
Бортинженер-5 МКС-48/49
Командир МКС-47
Такуя Ониси**

(大西 卓哉)

545-й астронавт мира
11-й астронавт Японии

Родился 22 декабря 1975 г. в Токио, Япония. В 1994 г. окончил среднюю школу в г. Йокогама, а в 1998 г. – Токийский университет, получив степень инженера в области авиационного и космического машиностроения.

С 1998 г. работал в авиакомпании All Nippon Airways (ANA) в управлении обслуживания пассажиров в токийском междуна-

родном аэропорту Ханеда. Окончил двухгодичные курсы начальной летной подготовки в г. Бейкерсфилд (шт. Калифорния) и годичную школу повышения летной подготовки в Токио. С октября 2003 г. работал вторым пилотом авиалайнера Boeing 767.

25 февраля 2009 г. Такуя Ониси был отобран кандидатом в астронавты Японского аэрокосмического агентства (JAXA) из 963 претендентов в составе пятого набора. 1 апреля 2009 г. он был зачислен в штат JAXA и приступил к базовой подготовке в Космическом центре в Цукубе, которую завершил в июле того же года. В августе 2009 г. начал общекосмическую подготовку в Космиче-

**Бортинженер-2 ТК
Бортинженер-6 МКС-48/49
Кэтлин Хэллиси Рубинс**

(Kathleen Hallisey Rubins)
546-й астронавт мира
336-й астронавт США

Родилась 10 октября 1978 г. в г. Фармингтон, штат Коннектикут (США). В 1996 г. окончила среднюю школу. В 1999 г. получила степень бакалавра в области молекулярной биологии в Калифорнийском университете в г. Сан-Диего, а в 2005 г. – докторскую степень в области биологии на факультете биохимии, микробиологии и иммунологии медицинского отделения в Стэнфордском университете.

Кэтлин занималась исследованиями механизма интеграции вируса иммунодефицита человека HIV-1 в лаборатории инфекционных заболеваний Института биологических исследований имени Солка. Получив доктор-

скую степень, разработала первую модель инфекционного возбудителя оспы совместно с коллегами из Медицинского исследовательского института инфекционных заболеваний Сухопутных войск США и Центра по контролю и предотвращению заболеваний.

Рубинс работала научным сотрудником и возглавляла лабораторию в Институте микробиологии исследований имени Уайтхеда при Массачусеттском технологическом институте, вела полевые исследования в Демократической Республике Конго. В работах, осуществляемых в ее лаборатории, большое внимание уделялось взаимодействию вируса оспы и инфицированного организма, механизм вирусной транскрипции, трансляции и разрушения. Занималась изучением транскриптома и генома филовировов Эбола и Марбурга, аренавирусов, вызывающих геморрагическую лихорадку Лас-

С 1992 г. служил старшим летчиком-истребителем 159-го авиаполка (Петрозаводск, Республика Карелия); летал на Су-27.

29 мая 2003 г. решением МВК Анатолия Иванишина отобрали в качестве кандидата в космонавты. 4 октября 2003 г. он был зачислен в отряд космонавтов РГНИИ ЦПК (1 августа 2009 г. переведен в отряд ФГБУ НИИ ЦПК). В 2003–2005 гг. проходил общекосмическую подготовку. 5 июля 2005 г. ему была присвоена квалификация «космонавт-испытатель». В связи с реорганизацией ЦПК в 2012 г. был уволен из Вооруженных сил РФ в запас в звании полковника.

В период 2005–2009 гг. проходил подготовку в составе группы специализации по программе МКС, а затем в составе экипажей. Первый космический полет А. А. Иванишин выполнил с 14 ноября 2011 г. по 27 апреля 2012 г. в качестве бортинженера ТК «Союз ТМА-22» и экипажа МКС-29/30.

Летчик-космонавт РФ Анатолий Иванишин является космонавтом-испытателем 3-го класса, военным летчиком 3-го класса; имеет квалификации «Инструктор парашютно-десантной подготовки» и «Офицер-водолаз».

Награжден медалью «Золотая Звезда» Героя Российской Федерации, медалями «За воинскую доблесть» II степени, «За отличие в военной службе» I, II и III степени, «За службу в Военно-воздушных силах», а также двумя медалями NASA («За космический полет» и «За выдающиеся достижения»).

Анатолий Алексеевич женат на Светлане Альбертовне; у них есть взрослый сын Владислав (1993 г.р.).

ском центре имени Джонсона (США) вместе с астронавтами NASA 20-го набора. 25 июля 2011 г. после окончания ОКП получил квалификацию астронавта МКС.

В октябре 2011 г. входил в состав экипажа NEEMO-15 и провел 13 суток в подводной лаборатории Aquarius у побережья Флориды, отработывая «пилотируемый полет» на астероид.

В ноябре 2013 г. JAXA назначило Ониси в состав экипажа МКС-48/49. В феврале 2014 г. он приступил к подготовке в ЦПК имени Ю. А. Гагарина. Такуя Ониси впервые отправился в космический полет.

Ониси женат, дочери шесть лет, сыну исполнился год.

са. Совместно с организациями Армии США занималась проектами, направленными на разработку методов лечения заболеваний, вызванных вирусами Эбола и Ласса. Публиковалась во многих научных журналах.

В июле 2009 г. Кэтлин Рубинс была отобрана кандидатом в астронавты NASA (20-й набор). В 2011 г. она завершила курс ОКП в Центре Джонсона. С июня 2014 г. проходила подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-46/47, а с декабря 2015 г. – в основном экипаже МКС-48/49. Для нее это первый космический полет.

Рубинс является членом Американского общества тропической медицины и гигиены (ASTMH), Американского общества вирусологов, Американского института аэронавтики и астронавтики (AIAA). Кэтлин замужем за Майклом Маньяни, детей у нее пока нет.

Подготовил С. Шамсутдинов

Модернизированный

корабль

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

Пилотируемый космический корабль «Союз МС», отправившийся к МКС 7 июля, стал первым представителем девятой модификации кораблей «Союз».

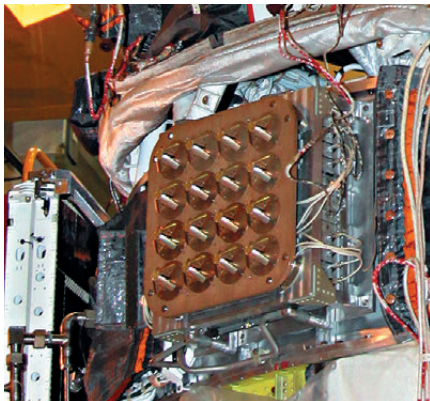
До него с 1966 г. было запущено 150 кораблей семейства «Союз» двух поколений, в том числе 127 – в пилотируемом режиме. В подсчет вошли: 16 изделий 7К-ОК (11Ф615), 33 7К-Т (26 11Ф615А8 и семь 11Ф615А9) и пять 7К-ТМ (11Ф615А12) первого поколения, 20 7К-С/7К-СТ (11Ф732), 34 «Союза ТМ» (11Ф732А51), 22 «Союза ТМА» (11Ф732А17) и 20 «Союзов ТМА-М» (11Ф732А47) второго поколения.

О новом корабле подробно рассказал в 2015 г. первый заместитель генерального конструктора РКК «Энергия» Евгений Микрин (*НК № 5, 2015, с.29-31*). За прошедший год появилась дополнительная информация. Приведем обобщенные данные о модернизированных системах «Союза МС».

◆ *Единая командно-телеметрическая система ЕКТС-ТКА (вместо командной радиотехнической системы «Квант-В»).*

Новая система создана московским предприятием «Российские космические системы» (РКС). Она работает в S-диапазоне и предназначена для закладки на корабль командно-программной информации и приема телеметрии с него. Благодаря ЕКТС-ТКА управление «Союзом МС» проводится не только с использованием наземного контура (через российские отдельные командно-измерительные комплексы), но и спутникового (через три спутника-ретранслятора «Луч-5»).

Фото А. Пантюхина



▲ Активная фазированная антенная решетка системы ЕКТС-ТКА на корабле «Союз МС»

На корабле установлено пять антенн новой системы: четыре ненаправленных (две – на крыльях солнечных батарей, две – на приборно-агрегатном отсеке) для связи с Землей напрямую и одна активная фазированная антенная решетка (на ПАО) для связи с Землей через спутники «Луч-5». ЕКТС-ТКА и ее антенно-фидерные устройства прошли испытания на российском сегменте МКС и двух грузовых кораблях «Прогресс МС».

В настоящее время для связи через спутниковый контур новой системы используются две наземные станции «Клён-Р» – в Москве и Железногорске. «Преимущество новой системы связи – в возможности контроли-

ровать все телеметрируемые параметры корабля, управлять им и поддерживать связь с экипажем, в том числе через видеотрансляцию в постоянном режиме, – сказал заместитель генерального конструктора РКС Николай Булгаков. – Уже сегодня возможности наземных станций и спутниковой группировки позволяют делать это на протяжении 70% длительности полета корабля вокруг Земли. Постоянная 100-процентная связь с экипажем станет возможна после введения в строй еще одной станции «Клён-Р» на космодроме Восточный. Ее комплексные испытания планируем завершить уже в текущем году».

Об особенностях управления «Союзом МС» через спутниковый контур ЕКТС-ТКА поведал космонавт Анатолий Иванишин на предстартовой пресс-конференции на Байконуре. «Покрытие спутниковой группировкой составляет большую часть времени полета корабля, но это не значит, что все это время корабль доступен для команд с Земли и посылки телеметрии на Землю, потому что для того, чтобы работать со спутниками, корабль должен ориентироваться на них, – пояснил он. – Ориентация осуществляется за счет разворота корабля, и есть некоторые ограничения: ориентация должна быть закончена не позднее 15 мин до включения двигателя, плюс мы летим по двухсуточной схеме, которая предполагает, что большую часть времени корабль находится в пассивном режиме закрутки, сориентировавшись на Солнце солнечными батареями при выключенной системе управления движением. Соответственно в этом режиме использовать спутники уже не получится».

◆ *Радиотехническая система взаимных измерений параметров движения «Курс-НА» (вместо системы «Курс-А»).*

Новая система разработана московским НИИ точных приборов (входит в РКС) и предназначена для поиска, сближения и стыковки корабля со станцией. Аппаратура «Курс-НА» стала вдвое компактнее, легче и в три раза экономичнее по энергопотреблению, чем «Курс-А».

«Значительное улучшение характеристик модернизированной системы достигнуто за счет высокого профессионализма специалистов НИИ ТП во главе с главным конструктором Сергеем Медведевым. Им удалось создать новый «Курс», перейдя на высокоинтегрированную элементную базу и обеспечив решение большинства задач обработки сигналов программными средствами», – отметил генеральный директор НИИ ТП Анатолий Шишанов.

В системе «Курс-НА» новая обзорная активная фазированная антенная решетка АО-753А заменила сразу четыре старые

антенны: обзорную с механическим сканированием 2А0-ВКА и три ненаправленные АКР-ВКА. Новая система была испытана на «Прогрессе М-15М», «Прогрессе М-21М» и двух «Прогрессах МС».

Возможности системы управления движением «Союза МС» вместе с «Курсом-НА» позволяют проводить стыковку с меньшей начальной дальности и в более узком секторе рабочих углов. «Курс-НА» обеспечивает высокую точность измерений взаимной дальности, радиальной скорости, углов пеленга, ориентации и крена.

◆ *Аппаратура спутниковой навигации АСН-КС (вместо системы радиоконтроля орбиты 38Г6).*

Новая аппаратура принимает навигационные сигналы спутников ГЛОНАСС и GPS и определяет координаты и скорость корабля в текущий момент времени, которые затем используются для вычисления параметров орбиты и дальнейших маневров либо прямо на борту, либо баллистическими на Земле. Четыре приемные антенны L-диапазона АСН-КС расположены на бытовом отсеке. Новая система прошла испытания на «Прогрессах М-М» (начиная с «Прогресса М-25М») и на двух «Прогрессах МС».

◆ *Цифровая телевизионная система (вместо аналоговой).*

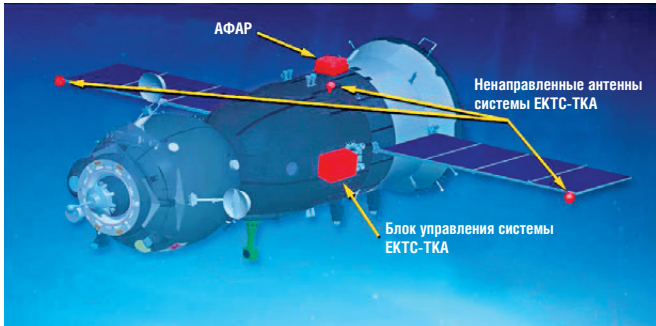
В телевизионной системе «Клёт-М» аналоговый передатчик заменен на цифровой с кодированием видеозображения в формате MPEG-2 с целью снижения влияния промышленных помех на качество принимаемого сигнала. Новое оборудование прошло отработку на «Прогрессе М-14М» и двух «Прогрессах МС».

«Кроме своего прямого предназначения – передачи телевизионного изображения космонавтов внутри спускаемого аппарата и стыковочного узла [станции] космонавтам и в ЦУП во время стыковки – эта система позволяет организовать межбортовую радиолинию, – отметил Анатолий Иванишин. – С дальности 80 км включается телевизионная система в режим межбортовой



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Фото NASA



▲ Основные особенности нового корабля «Союз МС»



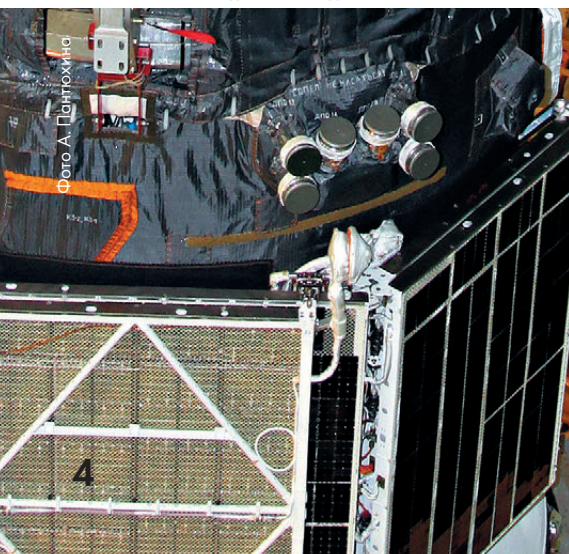
радиолинии. При этом обеспечивается передача [на корабль] спутниковых [навигационных] координат, которые получает станция. Плюс к ним добавляются измерения положения станции относительно базовой системы координат. Плюс по тем же [навигационным] измерениям корабля от спутников мы получаем возможность очень точного взаимного определения координат».

◆ *Модернизированная система записи информации СЗИ-М (вместо СЗИ).*

Данная система разработана в подмосковном НПО измерительной техники (входит в РКС) и предназначена для автономной регистрации телеметрической и речевой информации (своеобразный космический «черный ящик»). Она выполнена на современной элементной базе с использованием отечественных электрорадиоизделий и обеспечивает отображение телеметрической информации на пульте космонавта. Новая система устанавливается на пилотируемых кораблях начиная с «Союза ТМА-04М».

СЗИ-М состоит из двух блоков сбора информации и одного спасаемого накопителя УН-М в ударотеплозащищенном корпусе, находящегося под креслом командира корабля. Накопитель имеет емкость не менее 4 Гбайт информации, сохраняет работоспособность при ударе о землю со скоростью до 150 м/с и способен в течение получаса выдерживать температуру до 700°C.

▼ *Связка двигателей ДПО*



◆ *Дополнительная противометеоритная защита.*

Она была смонтирована по требованию NASA на бытовом отсеке грузовых и пилотируемых кораблей для снижения вероятности пробоя метеороидными частицами и космическим мусором при нахождении на МКС. Такая защита применяется начиная с «Прогресса М-15М» и «Союза ТМА-04М».

◆ *Изменение схемы размещения двигателей причаливания и ориентации.*

Это сделано в целях: выполнения программы полета при отказе одного любого двигателя ДПО; обеспечения безопасности экипажа (возможности реализации режима построения ориентации и стабилизации при спуске корабля) при двух отказах в подсистеме ДПО комбинированной двигательной установки корабля, включая отказ (разгерметизацию) одного из топливных коллекторов.

В состав комбинированной ДУ «Союза ТМА-М» входило 28 двигателей причаливания и ориентации: 16 большой тяги и 12 малой тяги. На новом корабле доработан блок автоматики ДПО и вместо 12 двигателей малой тяги ДПО-М установлены 12 двигателей большой тяги ДПО-Б. Таким образом, подсистема ДПО теперь включает два полностью резервированных коллектора по 14 ДПО-Б в каждом.

«Не так давно мы дублировали экипаж Маленченко, у которого во время стыковки произошел сбой в работе одного из двигателей причаливания и ориентации (НК №2, 2016, с.8-10) и по этой аварии корабль начал отход от станции – так работает автоматика, – прокомментировал Иванишин. – Если бы это случилось на нашем корабле, например, то система бы просто переключилась с двигателя одного коллектора на другой [коллектор] и стыковка продолжилась бы».

◆ *Повышение мощности солнечных батарей и увеличение емкости буферных батарей.*

Начиная с «Союза ТМА-03М» в системе электропитания устанавливаются доработанные «крылья» солнечных батарей, у которых площадь фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) увеличена на 1,1 м² с применением ФЭП с повышенным КПД (с 12 до 14%), а также добавляется пятый блок питания 906В емкостью 155 А·ч.

◆ *Цифровой блок управления резервным контуром БУРК (вместо аналогового блока управления перемещением и ориентацией БУПО-1).*

Замена продиктована прекращением производства ряда комплектующих БУПО-1. БУРК был испытан на двух «Прогрессах МС».

«На корабле реализован новый контур управления, который традиционно называется «аналоговым», хотя он стал цифровым, на базе вычислительной машины, – поведал Иванишин. – В этой модификации «аналоговый» контур способен строить трехосную ориентацию. Этого не было раньше, точнее возможность была, но она реализовывалась другими методами и занимала существенно больше времени».

◆ *Модернизированный блок датчиков угловых скоростей БДУС-3А (вместо БДУС-3М).*

Вследствие снятия с производства комплектующих элементов для БДУС-3М на кораблях «Союз ТМА-М» прошел отработку модернизированный БДУС-3А.

◆ *Светодиодная фара СФОК (вместо светильника СМН-4).*

На передней части бытового отсека «Союзов» (начиная с «Союза ТМА-04М») и

грузового отсека «Прогрессов» (начиная с «Прогресса М-16М») для освещения стыковочной мишени при причаливании кораблей к станции устанавливается фара СФОК со светоизлучающими диодами вместо светильника СМИ-4 с кварцгалогенной лампой накаливания КГЗ 12-100.

◆ *Модернизированная система телефонно-телеграфной связи «Рассвет-ЗБМ» (вместо «Рассвет-М»).*

Новая система используется начиная с «Союза ТМА-04М» и позволяет определять координаты места посадки спускаемого аппарата с помощью встроенного приемника навигационных сигналов систем ГЛОНАСС и GPS и передавать их поисковикам и в ЦУП с использованием радиомаяка УСБ-12 системы КОСПАС/SARSAT.

◆ *Дублирующие электродвигатели в системе стыковки и внутреннего перехода.*

Для повышения надежности выполнения режимов стягивания и герметизации стыка после стыковки кораблей к станции, начиная с «Союза ТМА-08М» и «Прогресса М-20М», приводы стыковочного механизма и герметизации стыка заменены на приводы с дублированными электродвигателями.

◆ *Цифровой корректор гамма-лучевого высотомера «Кактус-2В» (вместо аналогового).*

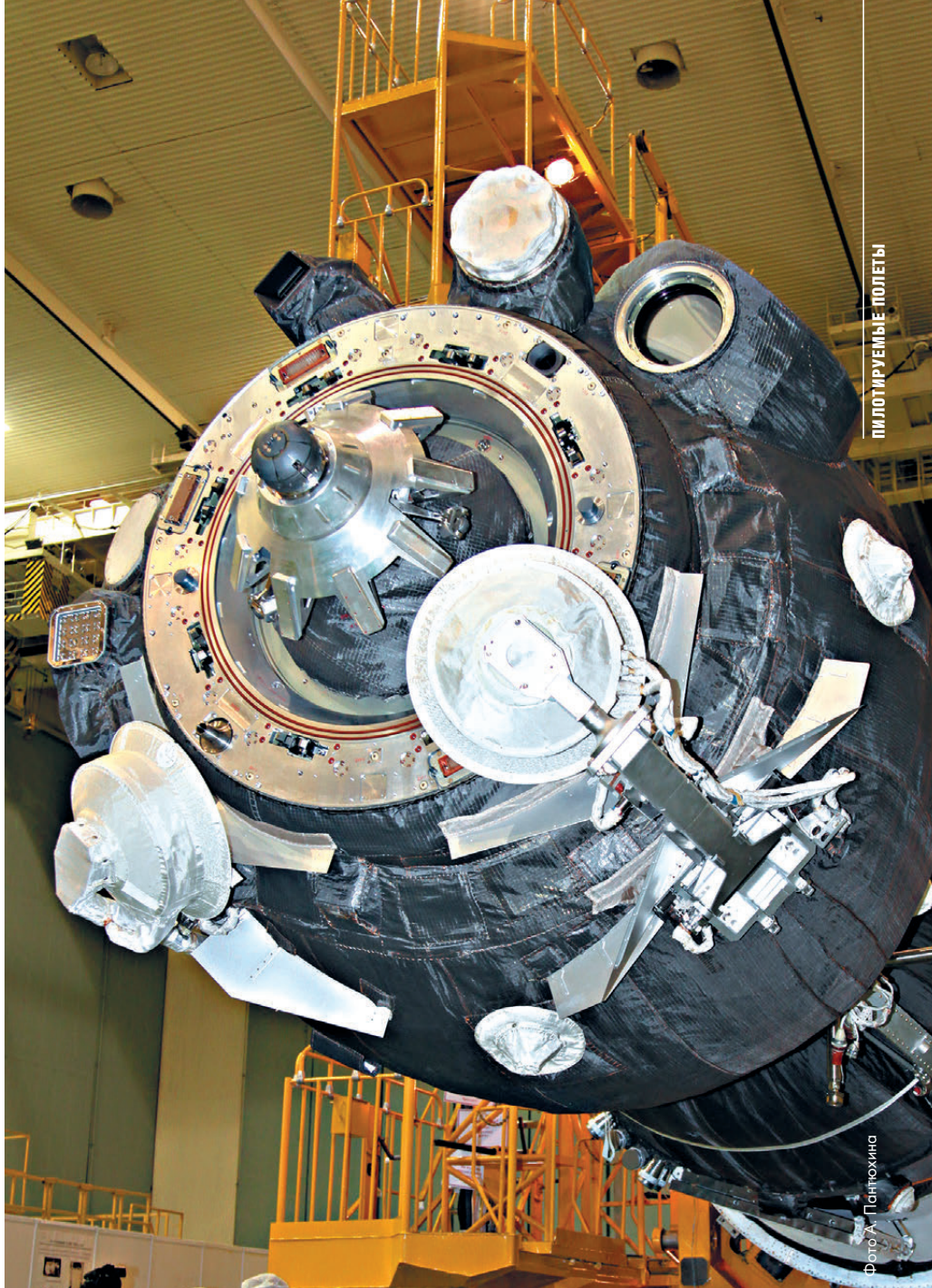
С целью увеличения точности и необходимости использования новых комплектующих питерский ЦНИИ робототехники и технической кибернетики заменил аналоговый корректор (прибор формирования команды на включение двигателей мягкой посадки) на цифровой. Новый прибор прошел летную отработку при приземлениях «Союза ТМА-08М» и «Союза ТМА-11М» и впервые

Первоначально запуск первого «Союза МС» планировался на 18 марта 2016 г. Однако после того, как старт первого «Прогресса МС» передвинули с 21 ноября на 21 декабря 2015 г., пришлось пропустить «Союз ТМА-20М» вперед. Почему? Потому что правила диктуют необходимость успешного выполнения двух испытательных полетов «Прогрессов МС» перед полетом первого «Союза МС», а это никак не могло быть сделано до намеченного срока. Поэтому запуск «Союза МС» отложили на 21 июня.

В конце апреля старт «Союза МС» отодвинули еще на три дня, чтобы уменьшить промежуток между приземлением и запуском двух «Союзов» для более эффективной работы космонавтов.

Последний перенос старта «Союза МС» – с 24 июня на 7 июля – был связан с неисправностью в системе управления движением корабля. «Выяснилось, что корабль будет закручиваться при стыковке с МКС, и пока не могут остановить его вращение, – выразился источник ТАСС в ракетно-космической отрасли. – Сначала думали, что это сбой программного обеспечения. Специалисты обновили программное обеспечение (ПО), проверили его на наземном тренажере, однако и после этого ситуация не изменилась».

Для решения данной проблемы блок управления резервным контуром был снят и отправлен в Королёв с целью перепрошивки ПО. 6 июня пресс-служба Государственной корпорации «Роскосмос» подтвердила отсрочку запуска и сообщила, что для повышения безопасности полета к станции первого «Союза МС» решено провести ряд дополнительных тестов ПО.



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Фото А. Пантюхина

штатно использовался при посадке «Союза ТМА-17М».

◆ *Доработанный электронный формирователь импульсов расхода топлива.*

Это делалось для повышения точности и надежности прибора с целью исключения возможности несанкционированного счета при отсутствии расхода топлива. Доработанный ЭФИР был испытан на кораблях «Союз ТМА-М».

◆ *Доработанный прибор УКТ-98.*

Для исключения возможности нештатной работы регулятора расхода теплоносителя в приборе перераспределили транзисторы, формирующие команды, по разным матричным кристаллам с целью недопущения формирования троированных команд управления на одном матричном кристалле. Доработанный УКТ-98 прошел тестирование на кораблях «Союз ТМА-М».

Стоит отметить, что в связи с модернизацией приборов «Союза МС» на переходном отсеке ракеты-носителя «Союз-ФГ» было установлено новое антенно-фидерное устройство, обеспечивающее ретрансляцию

сигнала с корабля на наземные приемные станции при выведении на орбиту.

Кроме того, РКК «Энергия» по контракту с Федеральным космическим агентством от 1 декабря 2014 г. предстоит внедрить блок интегрирования угловых скоростей на «Союзе МС-05» (запуск 29 мая 2017 г.).

Существуют планы по замене оптического прибора ВСК-4 (специального визира космонавта) в спускаемом аппарате, использующегося для контроля положения корабля во время стыковки и ручного построения его ориентации, на видеоориентатор, работающий без ограничений по светотеневой обстановке и позволяющий наблюдать изображение на дисплее пульта космонавта.

Еще инженеры рассматривают возможность исключить выступание двух узконаправленных антенн с электронным сканированием 2АСФ1-М-ВКА системы «Курс-НА» за плоскость стыковочного агрегата в случае их нераскрытия. Для этого предлагается установить данные антенны в другое транспортное положение.



Кэтлин Рубинс: «Для нас не важно – женщина или мужчина, мы можем выполнить все задачи»

А. Красильников

6 июля в гостинице «Космонавт» города Байконур состоялась предстартовая пресс-конференция основного и дублирующего экипажей пилотируемого корабля «Союз МС», которые перед этим были утверждены Государственной комиссией. Приятно отметить, что Такуя Ониси и Кэтлин Рубинс отвечали на вопросы журналистов на русском языке.

Кэтлин сообщила, что во время предстоящего полета запланировано множество событий на борту МКС. «К нам прилетит много

кораблей, будут выходы в открытый космос и много-много экспериментов. Это хорошо для нас выполнять очень насыщенные полеты, – сказала она. – Я очень благодарна за такое планирование, которое сделали на Земле. Я не думаю о нашей работе на борту станции отдельно как об операциях и исследованиях. Они одинаковы для меня. Все, что мы делаем на борту станции, – это изучение того, как человек может жить [в космосе]».

Рубинс также поведала о выходе в открытый космос, который она совершит вместе с Джеффри Уилльямсом в августе с целью присоединения к МКС стыковочного адаптера IDA-2, доставляемого грузовым кораблем Dragon (полет SpX-9). «Для нас очень важно, чтобы установить такое оборудование. Оно позволит стыковать новые американские корабли. И мы как экипаж очень рады возможности сделать такую внекорабельную деятельность. Думаю, это будут очень важные часы полета для меня», – пояснила она.

Анатолий Иванишин отметил, что на станции каждый из членов экипажа, помимо национальной программы исследования, участвует в международных проектах. В качестве примера он привел совместный российско-американский эксперимент «Перемещение жидкостей» (Fluid Shifts).

В честь 80-летия киностудии «Союзмультфильм» экипаж «Союза МС» взял с собой на МКС плюшевого Чебурашку.

«Сегодня началась космическая одиссея главного мультигероя страны – Чебурашки. В настоящий момент он находится в пути на Байконур. Успешно прошел мульткомиссию и предполетную подготовку, – отметила 6 июля пресс-служба Министерства культуры РФ. – Телезрители увидят любимого персонажа, плавающего в невесомости, разглядывающего Землю в мульттелескоп, изучающего жизнь станции, проводящего мультэксперименты. Чебурашка посмотрит с космонавтами лучшие фильмы киностудии, выйдет в открытый космос и запустит в открытый космос юбилейный вымпел киностудии».

«Его задачи связаны с изменениями в структуре глаза, которые были обнаружены у астронавтов после длительных космических полетов. Есть предположение о том, что из-за перераспределения жидкости в организме, происходящего в отсутствие силы тяжести, повышается внутричерепное давление и это ведет к тому, что давление давит на заднюю стенку глаза, изменяется ее форма, получается не та фокусировка, – сообщил он. – И чтобы подтвердить эти предположения цифрами и понять, что происходит, был



Эмблема экипажа корабля «Союз МС»

Эмблему разработал испанский художник Хорхе Картес (Jorge Cartes). Экипаж одобрил ее 27 июля, а Роскосмос утвердил 18 сентября 2015 г.

Эмблема «Союза МС» отображает первый полет новейшей модификации космического корабля «Союз», который уже почти полвека стоит на службе космонавтики. Корабль показан сближающимся со станцией и доставляющим в орбитальный дом очередной экипаж. Условный номер корабля «01» выделен жирным шрифтом, что подчеркивает новое начало, которое однажды приведет к пилотируемой экспедиции на Марс – планету, красный кружок которой на рисунке «скрывается» за нулем.

Логотип Роскосмоса помещен внизу. Фамилии космонавтов из трех стран, написанные на их языках, расположены по бордюру эмблемы.

Аналогичную нашивку, только без фамилий, получили дублиеры. – Л.Р.



задуман этот эксперимент, который включает три фазы: предполетную, полетную и послеполетную. В ходе них выполняются такие измерения, как общий объем воды в организме, распределение воды, клеточный и внутриклеточный объем плазмы крови, большой объем ультразвуковых исследований.

По толщине кожи в таких местах, как лоб, голень и пятка, можно судить о распределении жидкости. Ультразвуковыми методами определяются размеры сосудов, и особенно интересны те, которые питают головной мозг. Проводятся ультразвуковые исследования сердца. При подготовке в США – такое было первый раз в моей жизни, когда сразу три специалиста УЗИ работали надо мной, снимая данные в рамках этого эксперимента.

Выполняются исследования на магнитно-резонансном томографе, тоже связанные с кровотоками головы. Измеряется внутриглазное давление. Мы тренировались и будем использовать работу в паре, то есть помогать друг другу. Кроме того, будем полагаться на опытного оператора на Земле, потому что картинка с ультразвукового датчика будет транслироваться и под его руководством мы будем выполнять эти исследования.

Для того чтобы понять, как невесомость влияет на организм, и предсказать последствия для космонавтов и астронавтов, на Земле используется такой метод, как измерения, проводимые на операторе, помещенном в положение ногами вверх. В космосе же наоборот: чтобы понять, как можно противодействовать этому явлению, будет использоваться российский костюм «Чибис», который организует декомпрессию нижней половины туловища.

Мы рассчитываем, что с помощью этого эксперимента удастся разработать комплекс мер, направленных на предотвращение указанных изменений для космонавтов и астронавтов. Он найдет применение и для тех проблем, которые есть на Земле: некоторые заболевания, связанные с повышением внутричерепного давления. Результаты этого эксперимента могут способствовать их решению».

Среди совместных экспериментов Такуя Ониса выделил РСГ. «В японском модуле Kibo проводится эксперимент по выращиванию кристаллов протеина. В нем участвуют Россия и Япония. На Земле гравитация играет большую роль и корректирует формы кристаллов, а в невесомости кристаллы растут по-другому. Поэтому мы изучаем этот процесс», – объяснил он.

Кэтлин сообщила, что на американском сегменте будет много экспериментов по молекулярной и клеточной биологии. «Мы планируем изучать на примере клеток сердца, как они растут и функционируют на борту, – отметила она. – Мы впервые будем определять последовательность ДНК в космосе. Будет использоваться очень интересное техническое оборудование».

Такуя признался, что ему комфортно лететь на модернизированном «Союзе МС», потому что это очень надежный корабль. «Так показала история их полетов», – добавил он. Анатолий тоже сказал, что экипаж уверен в технике: «Недавно мы были в монтажно-испытательном корпусе, где собирают ракеты, и



Фото С. Сергеева

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ



Фото С. Сергеева



Фото С. Сергеева



Кораблем «Союз МС» на станцию доставили 4,5 кг яблок, 2,5 кг апельсинов, 15 банок икры осетровых рыб, по девять тубиков с хреном и аджикой.

с интересом узнали, что это будет 1863-й пуск для носителя «Союз». (Стоит отметить, что здесь речь идет обо всех ракетах семейства Р-7. А об особенностях подсчета количества их пусков на сайте самарского РКЦ «Прогресс» рассказывалось в *НК* № 4, 2013, с.6.)

Ониси поведал, что проводить его в полет на космодром Байконур приехало множество друзей из Японии: «Они мои коллеги, капитаны на «Боинге-777», мы тренировались в Америке много лет вместе и я очень рад, что у меня на Байконуре так много друзей будет смотреть наш запуск».

Кэтлин Рубинс подчеркнула, что среди американских астронавтов существует равноправие мужчин и женщин. «У нас одинаковые программы, – сказала она и, глядя на

Пегги Уитсон, добавила: – У нас есть очень хороший пример женщины, сделавшей много выходов в открытый космос. И она была командиром на борту станции. Поэтому для нас не очень важно – женщина или мужчина, мы можем выполнить все задачи», – объяснила она.

Ониси отметил, что дата запуска «Союза МС» приходится на традиционный японский праздник Танабата, когда на бамбуковых ветках развешивают небольшие кусочки тонкой цветной бумаги с написанными на них желаниями, иногда в стихотворной форме. «Примерно 30 лет назад я написал пожелание стать астронавтом, – признался он. – И вчера я снова написал свое пожелание – чтобы наш полет был совершен успешно. К сожалению, здесь нет бамбука, поэтому кусочек бумаги я повесил на дерево, которое мы традиционно посадили на Аллее космонавтов. И, возможно, позже я возьму с собой этот кусочек бумаги».

При запуске «Союза МС» был впервые задействован Балтийский командно-измерительный пункт (БКИП), созданный московским предприятием «Российские космические системы» (РКС). БКИП состоит из двух комплексов технических средств – «Факел» и «Неман», которые размещены в Калининграде и Калининградской области.

Как сказал генеральный директор РКС Андрей Тюлин, с вводом БКИП в эксплуатацию отпадает необходимость в дальнейшем использовании научно-исследовательского судна «Космонавт Виктор Пацаев», стоящего на приколе в Калининграде. «Дальнейшая судьба судна будет решаться. Возможно, там будет оборудован музей», – добавил он.

Такая собирается привезти на станцию много японской еды и поделиться ею с коллегами. Он выразил надежду, что каждый этап полета будет поучительным и очень интересным. «Полет в космос – это мечта детства и поэтому я очень рад, что скоро буду в космосе. Во время полета нас ждет очень много научных экспериментов, – сказал он. – В японском модуле Kibo есть шлюзовая камера. Есть японский грузовик «Коунотори», который доставит аккумуляторы для станции. Его полеты уникальные – ведь только Япония умеет выполнять такие задачи. Поэтому я очень рад и горд, что могу участвовать в таком полете».

Кэтлин отметила, что 16-летие непрерывного пребывания экипажей на МКС, которое будет отмечаться в ноябре, интересно с точки зрения науки, так как столько же времени на борту станции живут микробы, которых можно изучать.

Журналисты спросили Иванишина, какие мысли приходят в голову незадолго до старта. «Не знаю, как сложится в этот раз, но в прошлый раз я помню, что мы садимся в «Союз» за два часа до старта. Это время для того, чтобы занять места и проверить готовность систем корабля. И есть какое-то свободное время, которое планируется на тот случай, если возникнут нештатные ситуации. И вот то желание, которое у меня было тогда, когда подходило время к тому, что уже пора лететь: скорее бы уже, потому что сил больше нет ждать», – ответил россиянин.





Фото NASA/Bill Ingalls

На предстартовой пресс-конференции на Байконуре Анатолий Иванишин объяснил, почему «Союз МС» полетит к МКС по двухсуточной, а не четырехвитковой схеме: «Поскольку это первый испытательный полет, то была выбрана двухсуточная схема. За время полета мы будем выполнять тест ручного управления – сделаем это после выведения и после расстыковки от станции».

Двухсуточная схема используется на первых трех «Прогрессах МС» и первых двух «Союзах МС». И это связано не только с испытанием модернизированных систем, но и с тем, что пока не полностью введен в эксплуатацию Восточный командно-измерительный пункт на космодроме Восточный, который необходим для управления кораблями новой серии при полетах по четырехвитковой схеме. Предполагается, что полеты по «быстрой» схеме возобновятся начиная с «Прогресса МС-04» и «Союза МС-03».

На момент выхода «Союза МС» на орбиту фазовое рассогласование со станцией составляло 314°. 7 июля на 3–4-м витках полета в 08:20:37 и в 09:07:22 ДМВ «Союз МС» осуществил двухимпульсный маневр. Длительность работы двигателей составила соответственно 195.1 и 42.9 сек, величины импульсов – 26.64 и 17.13 м/с. После маневра корабль перешел на орбиту наклонением 51.66°, высотой 282.18×308.66 км и периодом обращения 90.20 мин.

Можно задаться вопросом, почему первый импульс имел такую большую продолжительность по сравнению со вторым. Объяснение простое: первый выполнялся с помощью восьми двигателей причаливания и ориентации (ДПО), второй – с использованием сближающе-корректирующего двигателя (СКД). Вообще обычно оба импульса осуществляются на СКД, но в полете «Союза МС» в схему внесли изменения. На то он и испытательный...

8 июля на 17-м витке в 05:38:37 с задействованием четырех ДПО был проведен корректирующий маневр длительностью 28 сек и величиной импульса 1.93 м/с. В итоге корабль очутился на орбите наклонением 51.66°, высотой 284.66×307.94 км и периодом обращения 90.23 мин.

9 июля на 33-м витке в 05:11:22 и 05:55:55 были выполнены маневры выхода в прицельную точку, в результате которых орбита поднялась до 362.1×405.5 км. Выполнив сближение, в 07:06:27 «Союз МС» в автоматическом режиме пристыковался к Малому исследовательскому модулю «Рассвет».

В это время МКС находилась на орбите наклонением 51.66°, высотой 401.84×420.97 км и периодом обращения 92.56 мин. Комплекс, масса которого достигла 405 707 кг, совершал 100 841-й виток, он же 4-й суточный.



Фото С. Сергеева

А. Красильников, А. Хохлов.
«Новости космонавтики»
Фото NASA и Роскосмоса

Полет экипажа МКС-48

Июль 2016 года

Экипаж МКС-48:

Командир – Джеффри Уильямс
Бортинженер-1 – Алексей Овчинин
Бортинженер-2 – Олег Скрипочка
Бортинженер-4 – Анатолий Иванишин (с 9 июля)
Бортинженер-5 – Такуя Оноси (с 9 июля)
Бортинженер-6 – Кэтлин Рубинс (с 9 июля)

В составе станции на 01.07.2016:

ФГБ «Заря»	МИМ-2 «Поиск»
Node 1 Unity	Node 3 Tranquility
СМ «Звезда»	Cupola
LAB Destiny	МИМ-1 «Рассвет»
ШО Quest	PMM Leonardo
СО «Пирс»	BEAM
Node 2 Harmony	«Союз ТМА-20М»
АРМ Columbus	«Прогресс МС»
JPM Kibo	«Прогресс МС-02»

Динамика конструкции станции под присмотром

1 июля в рамках эксперимента «Отклик» (регистрация ударов метеороидных и техногенных частиц по внешним элементам конструкции станции с помощью пьезоэлектрических датчиков) Алексей Овчинин и Олег Скрипочка проверили функционирование датчиков и уточнили определение координат места удара. В дальнейшем Алексей регулярно контролировал работу одноименной аппаратуры в служебном модуле «Звезда».

В интересах «Идентификации» (исследование динамики конструкции МКС при различных внешних силовых воздействиях с учетом изменения модульного состава станции) измерялись ускорения и микроускорения в российских модулях при различных динамических операциях. После этого Овчинин и Скрипочка перезаписывали данные с трехкомпонентного цифрового измерителя микроускорений ИМУ-Ц, находящегося в Малом исследовательском модуле «Рассвет», на лэптоп RSE-1 для последующего их сброса на Землю.

В ходе «Вибролаба» (отработка методов и средств контроля условий эксплуатации в части уровней микровиброускорений на российском сегменте МКС) Анатолий Иванишин копировал информацию с научной аппаратуры на карту памяти и передавал ее в подмосковный ЦУП.

Тем временем на американском сегменте станции 1 июля Джеффри Уильямс возобновил операции с трехмерным принтером AMF, начатые в июне. Наземные специалисты дистанционно напечатали тестовую деталь. 5 июля были напечатаны еще две детали, на следующий день – три. 7–12 июля принтер продолжил печатать образцы, как горячие пирожки, сделав в общей сложности 34 детали. 13 июля астронавты подготовили

принтер AMF и образцы к возвращению на Землю в августе на грузовом корабле Dragon (миссия SpX-9).

В течение месяца Джеффри вместе с Такуя Оноси и Кэтлин Рубинс снимали видео о ежедневной рутинной рабочей деятельности для эксперимента Habitability. Это исследование поможет определить достаточный объем обитаемых модулей для длительных космических полетов.

7 июля аппаратура эксперимента Meteor была установлена на рабочей стойке WORF на нижнем иллюминаторе Лабораторного модуля Destiny. С помощью камеры фиксируются изображения входа метеорных частиц в атмосферу Земли. Аппаратура приступила к съемке метеорных потоков Дельта-Аквариды и Персеиды в июле–августе. 25 июля экипаж заменил жесткий диск в аппаратуре.

12 июля Джеффри подготовил планшет-считыватель фирмы NanoRacks в ожидании прибытия образцов на «Дракон». 15 июля он установил в модуле Destiny несколько захватов для эксперимента Gecko Gripper (исследование клейких «гекконых»

устройств захвата для различных поверхностей на космических объектах).

18 июля экипаж заменил карты памяти в аппаратуре эксперимента Strata-1, моделирующего свойства реголита на малых космических телах. 21 и 25 июля в стойке NanoRacks астронавты обслуживали образовательные эксперименты по физике жидкостей и материалов.

28 июля аппаратура эксперимента Maritime Awareness Radio была подключена к стойке Express-3 и к наружной антенне. В течение года на МКС будет тестироваться система автоматической идентификации морских кораблей.

«Прогресс» покачался на штанге

1 июля при помощи грузового корабля «Прогресс МС» было проведено тестирование телеоператорного режима управления (ТОРУ).

Испытание потребовалось после того как в декабре 2015 г. при стыковке данного грузовика к станции выявился отказ ТОРУ (НК №2, 2016, с.25). Причиной была неис-

Королёвское НПО измерительной техники (входит в московское предприятие «Российские космические системы») создает аппаратуру БАР-ARM для эксперимента «Экспресс» по отработке методов поиска мест утечки воздушной среды из герметичных отсеков станции.

В настоящее время системы обнаружения негерметичности строятся на основе датчиков-микрофонов, фиксирующих свист потока воздуха и вибрацию корпуса, или ионизационных датчиков, фиксирующих концентрацию газов возле отверстия и вычисляющих примерные координаты источника течи.

Аппаратура БАР-ARM более универсальна и надежна благодаря использованию сразу нескольких методов поиска утечки – камер

ультрафиолетового и инфракрасного диапазонов, приборов контроля вакуума и напряженности электрического поля. Она состоит из оптико-электронного блока, пульта контроля и управления и ноутбука.

На дисплее лэптопа показываются данные с датчиков и изображения с оптических и электрофизических приборов. Оптико-электронный блок устанавливается снаружи станции и предназначен для выявления различных эффектов и аномалий, происходящих при разгерметизации: изменение давления собственной внешней атмосферы МКС; изменение температурного поля внешней поверхности; свечение газов и паров воды в ультрафиолетовом диапазоне; изменение напряженности электрического поля.

правность блока преобразования сигналов на рабочем месте ТОРУ в модуле «Звезда», который экипаж заменил в апреле 2016 г.

Некоторую нервозность процессу мог придать тот факт, что это было первое испытание ТОРУ в сближении после памятного тарана орбитальной станции «Мир» кораблем «Прогресс М-34» в июне 1997 г.

Итак, в 05:36:34 UTC «Прогресс МС» отчалил от «Пирса». В 05:38:25 Алексей перешел на ручное управление кораблем, включив с пульта ТОРУ ручки управления движением (РУД) и ориентацией (РУО).

В 05:39:34 грузовик с использованием двигателей причаливания и ориентации (ДПО) выдал восьмисекундный импульс, благодаря чему «Прогресс» отделился на расстоянии 200 м от станции.

В 05:47 ЦУП-М дал Овчинину «добро» на осуществление причаливания к МКС.

ЦУП: Есть разрешение на выполнение причаливания, выполняйте подход. Обеспечьте скорость подхода 0.2–0.3 м/с.

Овчинин: Вас понял, отклоняю РУД на себя на 7–8 сек.

ЦУП: Вас понял, выполняйте. В процессе причаливания также продолжайте выполнять дооблет.

Овчинин: Вас понял, выдал импульс для причаливания.

ЦУП: Принято, идем до дальности зависания 20–30 м. Работаем в основном РУД, движение РУО минимизировать. Как оцениваете скорость подхода?

Овчинин: Визуально [на дисплее рабочего места ТОРУ] скорость подхода порядка 0.3–0.35 м/с.

ЦУП: По мере причаливания продолжайте регулировать скорость подхода.

Овчинин: Вас понял, кресты собраны, нахожусь на оси заданного стыковочного узла.

ЦУП: Рекомендую выполнить зависание по угловому размеру стыковочного узла две клетки.

Овчинин: Вас понял, приступил к гашению скорости.

ЦУП: О выполнении зависания просьба доложить.

Овчинин: Выполнил зависание (05:50:44). Визуально дальность порядка 25 м. Сейчас контролирую точность зависания.

Алексей выдал с пульта ТОРУ на «Прогресс МС» команду включения питания системы стыковки и внутреннего перехода. В 05:59 «Земля» дала разрешение на продолжение причаливания.

ЦУП: Станция переведена в текущее положение. Рекомендуемая скорость причаливания 0.06–0.15 м/с, пользуйтесь импульсным режимом РУД. На дальности 3 м выполните контрольное зависание.

Овчинин: Выдал импульс на причаливание.

ЦУП: Рекомендую выполнить зависание по угловому размеру мишени три клетки, по ширине мишени. Работаем ручкой РУД, здесь все получается РУД.

Овчинин: Да, вас понял. Диаметр стыковочного узла три клетки. Кресты совмещены. Дальность – 6 м.

ЦУП: Просьба доложить о выполнении зависания.

Овчинин: Выполнил зависание. Дальность – 3 м. Уточняю совмещение крестов.

ЦУП: Рекомендую выдать 2 сек на подвод.

Овчинин: Вас понял. Дальность – 3 м. Кресты совмещены. Готов выдать импульс для причаливания.

ЦУП: Вас понял, выдавайте 2 сек на подвод.

Овчинин: Выдал 2 сек на подвод.

ЦУП: Принял, работаем РУД до конца, до касания.

Овчинин: Вас понял, ожидаем касания. Есть касание, есть сцепка.

В 06:04:47 «Прогресс МС» причалил к «Пирсу».

Сразу после касания и механического захвата на грузовике из-за ошибки в программном обеспечении запустился динамический режим. Иными словами, бортовая ЦВМ-101 посчитала, что корабль все еще находится в свободном полете, и приступила к построению ориентации. В результате «Прогресс» примерно минуту включал двигатели ДПО по осям X и Y и раскачивался на выдвинутой штанге стыковочного агрегата. Зрелище было не для слабонервных... По рекомендации «Земли» космонавты выдали команду «Отбой динамического режима» с пульта ТОРУ, и после успокоения связки было выполнено стягивание объектов.

Единственный официальный комментарий по данной нештатной ситуации последовал только от пресс-службы РКК «Энергия», и не содержал никаких подробностей: «После причаливания грузового корабля к МКС зафиксированы незначительные отличия от запланированной тестовой программы, не повлиявшие на результат успешно проведенного эксперимента».



▲ На стоп-кадре с видео хорошо видно раскачивание «Прогресса МС» на штанге стыковочного агрегата

Проверив герметичность стыка между «Пирсом» и «Прогрессом МС», космонавты открыли станционный переходный люк. Они осмотрели и сфотографировали приемный конус стыковочного агрегата модуля «Пирс» и стыковочный механизм «Прогресса», чтобы наземные специалисты оценили последствия покачивания грузовика. Затем станционный люк снова закрыли и проверили герметичность.

3 июля в 02:13:55 при подготовке к расстыковке на «Прогрессе МС» отключился блок измерения приращения скорости БИПС-М и сформировалась авария «Отсутствие обмена с акселерометром».

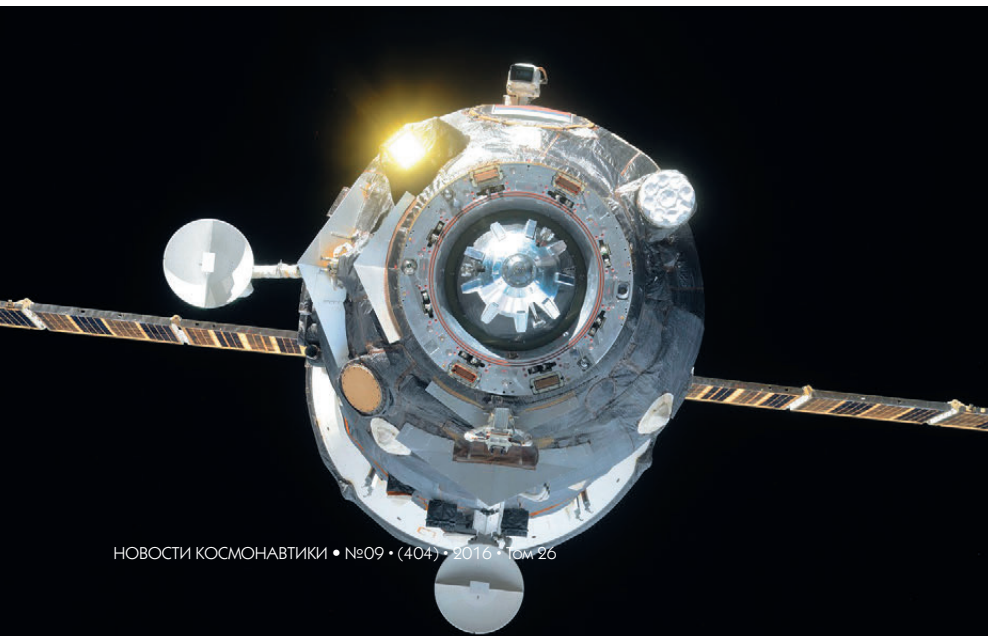
На расстыковку это не повлияло – и в 03:48:35 на 100746-м витке станции корабль массой 5390 кг окончательно покинул МКС. Станция массой 398963 кг продолжила полет по орбите наклонением 51.66°, высотой 402.17×421.00 км и периодом обращения 92.56 мин.

В 03:51:35 грузовик выдал первый импульс увода от станции (длительность – 8 сек, величина – 0.73 м/с). После этого он развернулся по крену на 180° и в 03:56:35 сделал второй импульс (43 сек, 4.6 м/с).

Во время расстыковки проводился тест телевизионной системы «Клэст-М» корабля «Прогресс МС» и телевизионной системы модуля «Звезда» в режиме межбортовой радиолинии. Было получено изображение хорошего качества в формате MPEG-2, однако при этом отсутствовал обмен данными между «Прогрессом» и «Звездой».

Кроме того, после отчаливания корабля на МКС при переходе из индикаторного режима в режим активного управления с помощью двигателей ориентации модуля «Звезда» было задано построение неправильной ориентации. На исправление ошибки было затрачено в три раза больше топлива, чем планировалось (90 вместо 30 кг).

В 07:00:00 UTC на 3000-м витке полета корабля был включен сближающе-корректирующий двигатель «Прогресса МС», который проработал 191 сек и выдал тормозной импульс величиной 106.4 м/с, достаточный для сведения корабля с орбиты, его входа в плотные слои атмосферы и разрушения. По расчетам баллистиков ЦУП-М, несгоревшие элементы конструкции грузовика упали в 4420 км юго-восточнее города Веллингтон (Новая Зеландия), в районе с центром, имеющим координаты 49°36′ ю. ш., 128°33′ з. д.



По данным NASA, в ближайший год к МКС планируется запустить следующие корабли:

- ◆ 22.08.2016 – Cygnus (OA-5);
- ◆ 23.09.2016 – «Союз МС-02» (№ 732);
- ◆ 30.09.2016 – Kounotori-6 (HTV-6);
- ◆ 20.10.2016 – «Прогресс МС-04» (№ 434);
- ◆ 11.11.2016 – Dragon (SpX-10);
- ◆ 15.11.2016 – «Союз МС-03» (№ 733);
- ◆ 30.12.2016 – Cygnus (OA-7);
- ◆ 01.02.2017 – «Прогресс МС-05» (№ 435);
- ◆ 01.02.2017 – Dragon (SpX-11);
- ◆ 11.03.2017 – «Союз МС-04» (№ 734);
- ◆ 12.05.2017 – Dragon 2 (SpX-D1, беспилот.);
- ◆ 29.05.2017 – «Союз МС-05» (№ 735);
- ◆ 01.06.2017 – Dragon (SpX-12);
- ◆ 15.06.2017 – «Прогресс МС-06» (№ 436);
- ◆ 06.07.2017 – Cygnus (OA-8);
- ◆ 24.08.2017 – Dragon 2 (SpX-D2, пилотир.).



Поиску самолета помешала облачность

В этом месяце в интересах эксперимента «Сейсмопрогноз» (экспериментальная отработка методов мониторинга электромагнитных и плазменных предвестников землетрясений, чрезвычайных ситуаций и техногенных катастроф) Алексей и Олег еженедельно сбрасывали и архивировали на лэптопе RSK-1 информацию с жесткого диска модуля контроля и сбора данных одноименной научной аппаратуры, находящейся на внешней поверхности модуля «Звезда».

5 июля в рамках эксперимента «Напор-мини РСА» (отработка системы оптических телескопов для получения и передачи видеоизображений подстилающей поверхности Земли с борта российского сегмента МКС на наземные приемные станции) Овчинин с помощью лэптопа RSS-1 заменил программное обеспечение блока контроля интерфейсов полезных нагрузок ТВМ1-Н. На следующий день он почистил вентиляционные отверстия бортового запоминающего устройства БЗУ-М.

5–7 июля в ходе «Релаксации» (регистрация спектральной яркости поверхности

Земли и атмосферы) Алексей и Олег смонтировали на иллюминатор №9 модуля «Звезда» спектрально-ультрафиолетовую систему «Фиалка-МВ-Космос» и провели наблюдение земной поверхности.

1 июля в интересах «Урагана» (наблюдение и фотосъемка Земли для выявления развития природных катаклизмов) космонавты снимали район схода селевого потока на Военно-Грузинской дороге. В ночь на 2 июля Овчинин попытался сфотографировать предположительные места падения самолета МЧС Ил-76 в Иркутской области, однако этому помешала высокая облачность...

Кроме того, россияне снимали вулканы Кливленд, Фуэго, Масая, Турриальба, Сангай и Руис.

11–16 июля Скрипочка обеспечивал проведение совместного американо-российского эксперимента EarthKAM (автоматическая фотосъемка с борта МКС участков поверхности Земли с высоким разрешением по запросам учащихся образовательных учреждений): смонтировал на иллюминаторе №3 модуля «Звезда», включил и настроил цифровой фотоаппарат Nikon D2X, заряжал аккумуляторные батареи и менял объективы.

26 июля для «Визира» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной научной аппаратуры пилотируемых космических комплексов) Олег определял возможность установки рамки приемников угломерной ультразвуковой аппаратуры СКПФ-У на панели 116 модуля «Звезда».

Прибытие «Иркутов»

9 июля в 04:06:27 UTC первый пилотируемый корабль новой модификации «Союз МС» причалил к модулю «Рассвет». В 06:25 открылись переходные люки между «Союзом» и «Рассветом» – и «Иркуты» (Анатолий Иванишин, Такуя Ониси, Кэтлин Рубинс) присоединились к «Бурлакам» (Алексей Овчинин, Олег Скрипочка, Джеффри Уилльямс).

Члены прибывшего экипажа пообщались со своими семьями, собравшимися в ЦУП-М.

– Ребята, вы выглядите замечательно, похоже, что у вас был отличный полет наверх, – сказал Майкл Маньяни, муж Кэтлин. – Кажется, что вы уже профессионалы в плавании через люки.

– Мы не столь хороши, как эти ребята, – ответила Рубинс, подразумевая «Бурла-



ков». – Но, да, у нас был хороший полет. Это было фантастикой!

– Все выглядит хорошо. Поздравляю также Анатолия и Такуя. Желаю вам, ребята, безопасного и продуктивного полета. И, Кэтлин, надеюсь поговорить с тобой через несколько дней. Я обязательно принесу камеру, чтобы показать тебе Белку и Стрелку.

Так назвали Майкл и Кэтлин своих домашних питомцев в честь собак, совершивших космический полет в августе 1960 г. на втором советском корабле-спутнике.

11 июля началась разгрузка «Союза МС». Кроме того, «Иркуты» провели тренировку по отработке практических навыков при использовании аварийной маски в случае нештатной ситуации на станции и ознакомились с оборудованием, применяемым в аварийной обстановке на МКС.

12 июля видеокамеры GoPro Hero 3, которые записывали действия космонавтов, были демонтированы из спускаемого аппарата «Союза МС». Экипаж скопировал видеоматериалы на возвращаемый жесткий диск, очистил флэш-карты и зарядил аккумуляторы. Печатную и электронную бортовую документацию заменили на доставленную на «Союзе».

14 июля из корабля изыали телекамеры СА-1 и СА-2 и световые блоки ССД-302: первые уложили в «Союз ТМА-20М» для возвращения на Землю, последние – на удаление. 15 июля «Бурлаки» и «Иркуты» рассмотрели и перераспределили роли и обязанности в аварийных ситуациях. Космонавты провели профилактику механизмов герметизации крышек люков между модулем «Рассвет» и кораблем «Союз МС», не обнаружив при этом посторонних предметов.

Влияние стресса на иммунитет

6 июля в интересах эксперимента «Матрешка-Р» (радиационная обстановка на трассе полета и на борту МКС) Олег инициировал пузырьковые детекторы «баббл-дозиметр» и передал их Джеффри для размещения на экспонирование в японском Экспериментальном модуле Kibo. Спустя неделю Такуя собрал дозиметры и отдал их Скрипочке для считывания показаний.

По экспериментам «Взаимодействие-2» (изучение закономерностей поведения экипажа в длительном космическом полете) и «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а также внутригруппового и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности космонавтов по связи с ЦУП-М) россияне заполняли опросники.

Задачей «Пилота-Т» было исследование с помощью аппаратуры комплекса «Нейролаб-2010» надежности профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете. В ходе «Кардиовектора» (получение новой научной информации о роли правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета) экипаж выполнял измерения с использованием одноименной аппаратуры и сфигмоманометра «Тензоплюс», которые автоматически записывались на лэптоп RSE-Med.

Работая в целях «Дана» (исследование взаимосвязи между изменениями давления в сонной артерии и изменением чувствительности центрального дыхательного механизма), обследуемые находились в пневмовакuumном костюме «Чибис-М»: требовалось определить время задержки дыхания на выдохе и вдохе, снять электрокардиограмму и измерить артериальное давление. Этот же костюм использовался в «Биокарде» (изучение механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации) с целью регистрации ЭКГ и замера артериального давления.

В рамках «Коррекции» (оценка эффективности фармакологической коррекции минерального обмена в условиях длительного воздействия микрогравитации) космонавты регистрировали принимаемые жидкость и пищу (медицинские препараты) в бортовом журнале после завтрака, обеда и ужина, а затем брали пробы венозной крови, обрабатывали их на центрифуге «Плазма-03» и отправляли в морозильник MELFI.

В интересах «Нейроиммунитета» (получение научных данных о воздействии стрессоров различного происхождения на систему иммунитета до, во время и после космического полета) измерялось артериальное давление, в течение суток записывалась ЭКГ прибором «Космокард», брались пробы слюны и волос и проводились психологические и стресс-тесты.

Целью «Альгометрии» было комплексное исследование изменений порога болевой чувствительности в длительном космическом полете методом механического раздражения, а задачей «Удод» – изучение возможности коррекции гемодинамических изменений в невесомости с помощью отрицательного давления на вдохе.

В ходе совместного американо-российского эксперимента «Перемещение жидкостей» (изучение механизмов регуляции распределения жидких сред в организме и их влияния на изменения внутричерепного давления и функции зрительного анализатора в условиях длительного космического

▼ Анатолий Иваншин проводит эксперимент «Удод»



полета и воздействия отрицательного давления на нижнюю часть тела) экипаж брал пробы воды из бортовой кухни, крови, мочи и слюны и укладывал их в морозильник MELFI, принимал радиоизотопный маркер, проводил ультразвуковое исследование, оптическую когерентную томографию и тонометрию, определял давление церебральной и кохлеарной жидкостей и внутричерепное давление неинвазивным методом и измерял артериальное давление крови.

С начала июля Джеффри заносил данные в специальное приложение на планшетном компьютере iPad для эксперимента Dose Tracker. Позже к нему присоединились Такуя и Кэтлин. В этом исследовании астронавты регистрируют все лекарства, которые они принимают на борту станции с целью последующего определения их эффективности и возможных побочных эффектов в условиях космического полета.

В этом месяце астронавты также регулярно выполняли интерактивные задачи на планшете iPad в интересах эксперимента Fine Motor Skills, в фокусе которого – воздействие микрогравитации на мелкую моторику человека. Не остался без внимания



▲ Берег Крыма – приморский городок Судак и поселок Новый Свет. Фото Олега Скрипочки

и эксперимент Space Headaches, изучающий причины головных болей в космическом полете: астронавты часто заполняли вопросники.

11 июля Уильямс установил в европейском Лабораторном модуле Columbus трехмерные пассивные дозиметры эксперимента DOSIS-3D по измерению радиационного излучения внутри станции.

В середине июля астронавты собрали образцы своей выдыхаемой микрофлоры и крови для канадского исследования Maggow, наблюдающего за воздействием микрогравитации на костный мозг человека. 18–19 июля они взяли образцы крови и мочи для целого ряда экспериментов, где требуется создание базы данных биообразцов человека: Biochemical Profile, Repository и Cardio Ox.

19 июля Уильямс, Ониси и Рубинс провели ультразвуковое исследование, сняли ЭКГ и измерили артериальное давление в рамках эксперимента Cardio Ox по изучению зависимости окислительных и воспалительных процессов в организме человека во время и после космического полета от наличия биологических маркеров и их связи с долгосрочным риском атеросклероза у астронавтов.

В тот же день астронавты исследовали кожу в ходе европейского эксперимента Skin-B, изучающего ее ускоренное старение в невесомости. С помощью приборов Corneometer, Tewameter и Visioscan были измерены уровень гидратации наружного слоя кожи, ее барьерная функция и топография.

Кроме того, экипаж выполнил калибровку и сброс данных с персональных монито-

ров по измерению уровня углекислого газа в атмосфере с помощью специального приложения на планшете iPad.

С 20 июля в течение полутора суток с помощью датчиков Thermolab и браслета-монитора проводился европейский эксперимент Circadian Rhythms, изучающий изменение циркадных ритмов в невесомости. 22 июля японец и американка измерили массу своего тела в рамках эксперимента Body Measures.

25–27 июля с использованием прибора Actiwatch и холтеровского монитора продолжался японский эксперимент Biological Rhythms по изучению суточных биоритмов. 26 июля астронавты заполнили анкеты канадского эксперимента At Home in Space Questionnaire, изучающего психосоциальную адаптацию многонациональных экипажей во время длительных полетов.

28 июля экипаж сбросил данные с персональных дозиметров европейского эксперимента EUCPAD, измеряющего радиационное облучение на станции. В этот же день астронавты начали готовить оборудование для эксперимента Airway Monitoring по изучению воздействия атмосферы станции на здоровье экипажа, который проводится в Шлюзовом отсеке Quest.

Прилет «Прогресса»

В первой половине июля россияне завершили разгрузку корабля «Прогресс МС-02». 11 июля солевой раствор и урина из стационарных емкостей ЕДВ-У перекачали на удаленные в водяной бак БВ-2 системы «Родник» корабля «Прогресс МС-02».

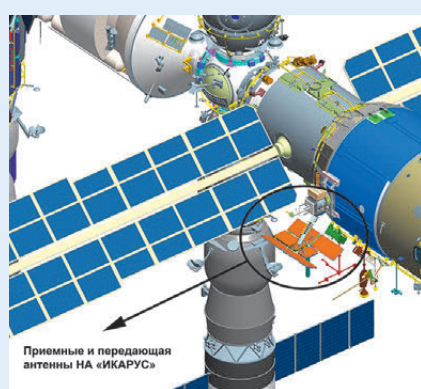
14 июля Алексей и Анатолий провели тренировку на бортовом тренажере по телеоператорному режиму управления в рамках подготовки к стыковке «Прогресса МС-03».

19 июля в 00:20:15 UTC корабль «Прогресс МС-03» причалил к модулю «Пирс». После проверки герметичности стыка между грузовиком и модулем экипаж открыл переходные люки. Космонавты установи-

В 2017 г. на МКС планируется доставить аппаратуру совместного российско-немецкого эксперимента Icarus для изучения миграции диких животных и птиц. В проекте принимают участие ГК «Роскосмос», РКК «Энергия», Институт географии РАН, Немецкий аэрокосмический центр DLR, Институт орнитологии Общества Макса Планка и немецкая компания SpaceTech.

Аппаратура Icarus состоит из электронного блока и интерфейсов, а также приемной и передающей антенн, которые смонтируют на внешней поверхности модуля «Звезда» во время выхода в открытый космос. «Бортовую аппаратуру изготавливает немецкая сторона, а РКК «Энергия» занимается созданием интерфейсов для установки этой аппаратуры на российском сегменте МКС», – пояснил заместитель руководителя научно-технического центра РКК «Энергия» Михаил Беляев.

В процессе эксперимента Icarus планируется отработать и затем перенести на спутники технологию слежения за животными с массой тела менее 200 г, то есть гораздо меньшими, чем те, которых способна отследить французская система Argos. Это достигается маленькой массой модуля Icarus (не более 5 г), закрепляемого на животных и птицах.



Приемные и передающая антенны НА «ИКАРУС»

В его состав входит навигационный приемник систем ГЛОНАСС/GPS, радиоприемник и радиопередатчик, аккумулятор, солнечная батарея, датчики температуры и скорости.

«Вся поступающая с датчиков информация будет передаваться на МКС, обрабатываться и транслироваться в ЦУП, после чего в соответствии с соглашением данные поступят в Институт географии РАН и немецкий Институт орнитологии Макса Планка», – разъяснил М. Ю. Беляев.



▲ Последние проверки перед открытием люка в «Прогресс МС-03»

ли на стыке быстросъемные винтовые зажимы, сфотографировали след от штанги стыковочного механизма «Прогресса» на внутренней поверхности приемного конуса стыковочного механизма «Пирса», взяли в грузовике пробы воздуха пробоотборником АК-1М и проложили в него воздухопровод.

В этот же день россияне начали разгрузку «Прогресса МС-03», причем в первую очередь вынимались срочные и американские грузы. 21 июля предприняли профилактику механизмов герметизации крышек люков между «Пирсом» и «Прогрессом». На следующий день бортовая документация была заменена на доставленную грузовиком.

26 июля ЦУП-М проверил герметичность трубопроводов, объединяющих систему дозаправки и комбинированную двигательную установку «Прогресса МС-03». 27 июля «Земля» убедилась в герметичности заправочных устройств окислителя и горючего на грузовике. Тогда же в бак БВ-1 системы «Родник» модуля «Звезда» было перелито 210 л питьевой воды из бака БВ-1 системы «Родник» корабля «Прогресс МС-03».

Получение стойких к биокоррозии полимеров

Корабли «Прогресс» обычно привозят на станцию оборудование для краткосрочных российских биотехнологических экспериментов, результаты которых впоследствии возвращаются на Землю ближайшими кораблями «Союз». «Прогресс МС-03» не стал исключением.

18 июля в модуле «Рассвет» Овчинин включил универсальные высокотемпературные биотехнологические термостаты ТБУ-В №2 и №4 и установил в них температуру соответственно +30°C и +4°C.

В интересах эксперимента «Фаген» (определение влияния совокупного солнечного и галактического излучения на генетический аппарат бактериофагов в условиях космического полета) 19 июля Скрипочка вытаскил из «Прогресса МС-03» укладки МСК

и разместил их на панели 328 модуля «Звезда» и в термостате ТБУ-В №4.

В тот же день Алексей в рамках «Каскада» (исследование процессов культивирования клеток различных видов в условиях микрогравитации) поместил биореактор и трубу со шприцом в термостат ТБУ-В №4. 22 июля Анатолий перенес биореактор и трубу со шприцом в перчаточный бокс «Главбокс-С», простерилизовал их, заправил биореактор посевной культурой из трубы и положил его в ТБУ-В №2 при температуре +26°C. В последующие дни Иванишин утром и вечером перемешивал содержимое биореактора.

19 июля в ходе «Продуцента» (оптимизация свойств бактериальных штаммов-продуцентов путем экспозиции в условиях космического полета и последующей наземной селекции) Овчинин разместил пенал с рекомбинантными штаммами-продуцентами в термостате ТБУ-В №2. 21 июля он извлек пенал и перенес его в ТБУ-В №4 на хранение, а также переключил ТБУ-В №2 на температуру +26°C.

19 июля Иванишин, выполняя задачи «Структуры» (получение высококачественных кристаллов рекомбинантных белков), разместил на экспонирование в модуле «Звезда» биокристаллизационные кассеты с монокристаллами протеинов и активировал процесс кристаллизации. В тот же день в рамках «Биопленки» (исследование закономерностей формирования биопленок в условиях микрогравитации) он положил кассеты в термостат ТБУ-В №4. 25 июля Анатолий включил термостат «Криогем-03» при температуре +37°C и разместил в нем кассеты на инкубирование. В последующие дни он поочередно извлекал кассеты, фиксировал биопленку в них и укладывал на хранение в ТБУ-В №4.

9 июля Иванишин перенес из корабля «Союз МС» на экспонирование в модуль «Звезда» контейнер с образцами полимеров для «Биополимера» (разработка методов получения полимерных материалов, стойких к биокоррозии).

20 июля Скрипочка в интересах «Электронного носа» (исследование развития бактериальной и грибной микрофлоры на поверхностях материалов в условиях космического полета; НК №2, 2013, с.28) с помощью портативной газовой сенсорной системы E-Nose провел измерения за панелями в модулях «Звезда» и «Поиск», на поверхностях обеденного стола, правой каюты и потолка в туалете.

В этом месяце по задачам «Кальция» (изучение влияния микрогравитации на растворимость фосфатов кальция в воде) Анатолий регулярно измерял проводимость биоматериалов автономным цифровым устройством «Кальций-И».

1 июля экипаж успешно обновил программное обеспечение на лэптопе европейской биологической установки EMCS в стойке Express-3. 6 июля в тестовом режиме были включены водяные насосы аппаратуры для подготовки к эксперименту Plant Ribonucleic Acid.

5 июля Уилльямс установил мышиный домик MNU в стойку эксперимента Mouse Epigenetics. 7 июля он смонтировал в стойке блок питания и регулятор температуры.

11 июля в мышином домике был установлен картридж еды, фильтр запахов и поилка. На следующий день астронавты установили видеосистему стойки. 21 июля Такуя перенес 12 мышей из корабля Dragon в домик. 25 июля он пополнил поилку водой, 27 июля – сменил картридж с едой. 28 июля японец, временно переместив мышей в перчаточный бокс MSG, почистил комнаты домика.

Японский эксперимент Mouse Epigenetics исследует генетические изменения у самцов мышей при жизни в невесомости в течение месяца.

14 июля американка подготовила бокс MSG для эксперимента Heart Cells. 21–22 июля она поместила в блок SABL-1 образцы клеток, доставленные «Драконом». 27 июля Кэтлиן ненадолго извлекла образцы для исследования в микроскопе и затем вернула их на место. Эксперимент Heart Cells посвящен исследованию изменения роста клеток тканевой сердечной мышцы человека в условиях микрогравитации.

21 июля шесть образовательных экспериментальных модулей с биологическими материалами были установлены в стойке NanoRacks. 22 июля Уилльямс активировал четыре биологических установки BRIC 23, в которых в условиях космического полета исследуются сенная палочка Bacillus

Россия и США в 2017 г. могут поставить на МКС совместный биологический эксперимент на мышах. «Американские коллеги предложили нам в следующем году провести на борту станции совместный эксперимент. Его выполнит российский космонавт на американском научном оборудовании», – сказал заместитель директора Института медико-биологических проблем РАН Владимир Сычев.

Кроме того, по его словам, в 2017 г. на МКС планируется осуществить российский эксперимент по исследованию эмбриогенеза (развития зародышей) в яйцах перепелов (НК №8, 2014, с.9).



subtilis и клетки золотистого стафилококка *Staphylococcus aureus*. 23–24 июля контейнеры с образцами были помещены в морозильник MELFI: две – после суток и две – после двух суток экспонирования.

«Дракон» привез стыковочный адаптер

Готовясь к прибытию грузового корабля Dragon (полет SpX-9), 8 июля астронавты заменили монитор №3 в составе роботизированного рабочего места RWS в модуле Destiny, который «завис» в июне перед отделением корабля Cygnus (OA-6) и которому не помог перезапуск питания.

11 июля мобильный транспортер с дистанционным манипулятором SSRMS по командам хьюстонского ЦУП переместился по американской поперечной ферме из рабочей точки WS6 в точку WS4. Передвижение осуществлялось с использованием второго канала блока механической стыковки интерфейсов UMA-1, так как первый канал по каким-то причинам стал ошибочно показывать, что интерфейсы транспортера отсоединены во время нахождения на рабочей точке.

12–13 июля Джеффри и Кэтлин провели тренировку по сближению и ловле «Дракона» манипулятором. Они также установили панель управления кораблем ССР и проверили работу блока связи УКВ-диапазона CUCU. 15 июля во время очередной тренировки «Земля» симулировала переход манипулятора SSRMS в защитный режим – и экипаж отработал быстрое перемещение с рабочего места RWS в Обзорном модуле Cupola на аналогичное место в модуле Destiny.

20 июля в 10:56:28 UTC Уилльямс поймал корабль манипулятором.

«Хьюстон, [говорит] станция в канале [связи] S/G-2, мы захватили «Дракона», – сказал Джеффри. – Поздравления всем командам за то, что запустили и успешно сблизили его с МКС. Мы с нетерпением ждем работу, которую он принес».

Затем наземные специалисты дистанционно переместили и в 14:03 присоединили грузовик к нижнему узлу модуля Harmony, где он пробудет до 26 августа. Масса станции с новым кораблем составила 421 846 кг.

К 15:00 была закончена стяжка болтов, а в 18:27 экипаж открыл переходные люки между Harmony и Dragon, взял в корабле пробы воздуха пробозаборником АК-1М и проложил воздуховод.

21 июля началась разгрузка «Дракона» – и в первую очередь на станцию были перенесены два морозильника POLAR и двойные термоизолирующие сумки с материалами для экспериментов.

22 июля экипаж провел тренировку по действиям в аварийных ситуациях после прихода «Дракона». Из корабля на МКС были перемещены российские грузы. Разгрузка «Дракона» закончилась 26 июля.

22 июля средствами «Дракона» был проведен наддув атмосферы станции кислородом на 1 мм рт.ст. Похоже, что впервые.

«Поговорим о том, о сем...»

1 июля Уилльямс с помощью радиолобительской аппаратуры в модуле Columbus ответил на вопросы гимназистов из немецкого Брухзала. 6 июля он посредством телемоста побеседовал со школьниками летнего лагеря в Музее науки штата Вирджиния в Ричмонде.

14 июля Джеффри в рамках телемоста ответил на вопросы школьников и студентов, которые собрались на научно-технической конференции в Сан-Диего (штат Калифорния), посвященной экспериментам на МКС. 16 июля он поучаствовал в телемосте с посетителями «Дня Луны–2016» в Музее истории авиации в Далласе (штат Техас).

18 июля состоялся телемост между Уилльямсом и молодыми радиолобителями из 30 стран – участниками технического летнего лагеря YOTA Camp 2016 IARU-R1. На следующий день он рассказал о работе на станции слушателям международной космической школы в Сибруке (штат Техас).

23 июля Олег Скрипочка пообщался по радиолобительской связи с Уфой.

25 июля Ониси ответил на вопросы студентов из космического лагеря, организованного Европейским космическим агентством в швейцарском Ленк-им-Зимментале. 27 июля Джеффри участвовал в телемосте со школьниками из клуба Space-to-Ground в музее г. Пеория (штат Иллинойс).

Соседи готовятся к выходу

До конца года намечается от четырех до восьми выходов в открытый космос по американской программе.

Первый выход (EVA-36) выполнят Джеффри Уилльямс и Кэтлин Рубинс 19 августа для обеспечения установки на гермоадаптер PMA-2 стыковочного адаптера IDA-2, доставленного кораблем Dragon. Предполагается, что за два дня до этого по командам «Земли» манипулятор SSRMS с ловкой насадкой Dextre вынет адаптер IDA-2 из негерметичного отсека «Дракона» и подведет его к гермоадаптеру PMA-2.

Второй выход (EVA-37) с теми же участниками планируется на 1 сентября. Во время него астронавты обеспечат сворачивание заднего радиатора TTCR ранней системы терморегулирования американского сегмента EEATCS на секции P6 поперечной фермы (это не успели сделать Челл Линдгрэн и Скотт Келли в ноябре 2015 г.; НК №1, 2016, с.10–11) и установят внешние телекамеры высокого разрешения EHDC.

В октябре–ноябре предусмотрено от двух до шести выходов: в них примут участие американцы Шейн Кимброу и Пегги Уитсон и японец Такую Ониси. Поставлена задача заменить 12 американских буферных никель-металлгидридных батарей в каналах электропитания 1А и 3А на секции S4 на шесть японских литий-ионных батарей, которые в октябре привезет на станцию японский грузовой корабль HTV-6.

«Мы планируем провести часть этих работ с использованием робототехники, поэтому такое неопределенное количество выходов, – пояснил 9 июля заместитель руководителя NASA Уилльям Герстенмайер на пресс-конференции в ЦУП-М после стыковки «Союза МС». – Мы уже открутили болты на батареях для уменьшения числа выходов». Об откручивании болтов мы подробно писали в НК №6, 2016, с.39.

Итак, в июле Уилльямс и Рубинс начали подготовку к первому выходу (EVA-36).



▼ «Дракон» готов к открытию люков и разгрузке

5–8 июля они зарядили блоки питания REBA для выходных скафандров EMU и шуруповерты PGT.

25 июля астронавты достали из корабля Dragon привезенный с Земли скафандр EMU № 3006, а на его место установили для возвращения неисправный EMU № 3005. 27 июля с помощью камеры на одном из концевых захватов-эффекторов LEE манипулятора SSRMS ЦУП-Х дистанционно осмотрел андрогинно-периферийный агрегат стыковки на гермоадаптере PMA-2, куда планируется присоединить адаптер IDA-2.

28 июля Джеффри и Кэтрин подогнали под себя скафандры EMU № 3003 и № 3008 и заменили изношенное покрытие на скафандровом светильнике EHIP. На следующий день они проверили установки аварийного перемещения SAFER, надеваемые на скафандры, и освободили модуль Quest от ненужного для выходов оборудования.

Системы кондиционирования продолжают барахлить

1 июля астронавты смонтировали четыре шумопоглотителя на бегущей дорожке Colbert в модуле Tranquility для уменьшения уровня шума в модуле. До и после их установки был измерен уровень шума с помощью прибора SLM.

6 июля в 09:48 UTC Джеффри доложил о появлении надписи на дисплее дорожки о потере связи с блоком командной логики CLU. Между тем индикатор на дорожке сигнализировал, что связь с CLU имеется. По совету наземных специалистов астронавт проверил подстыковку кабелей передачи данных, перезагрузил дисплей и лэптоп SSC и проверил настройки Ethernet-порта и IP-адрес. Перезагрузка дорожки не помогла.

Тогда Уильямс подключил проверочный кабель – и «Земле» путем перезагрузки стойки, в которой установлена дорожка, удалось привести блок CLU в чувство.

Начиная с 3 июля стала постоянно вырубаться система переработки воды WPA из-за высокого перепада давления в клапане микробного фильтра. Поскольку запасной фильтр должен был привезти корабль «Дракон», то пока для снижения давления в системе пришлось уменьшить длительность цикла переработки и скорость потока воды. Правда, это не помогло – WPA снова отключалась. 26 июля астронавты сменили клапан.

5 июля в течение суток несколько раз подрабатывал электроиндукционный извещатель дыма ИДЭ-3 № 2 в модуле «Пирс». На следующий день к нему присоединились ИДЭ-3 № 3 в «Пирсе», № 1 и № 2 в «Рассвете» и № 1 в «Поиске». Вместе веселее!

Как и в прошлом месяце, регулярно вырубались две системы кондиционирования воздуха в модуле «Звезда» регулярно вырубались: СКВ-1 – из-за температуры хладона ниже нормы, СКВ-2 – из-за срабатывания токовой защиты в блоке питания компрессорной установки. После каждого такого отключения системы снова включали.

6 июля в 21:37 выключилась система удаления углекислого газа «Воздух» из-за отказа блоков вакуумных клапанов БВК-1 и -3. Помог перезапуск системы.

В начале месяца сама собой разрешилась выявленная в июне проблема с повышенным

потреблением тока вентилятором системы кондиционирования воздуха CCAA в модуле Harmony. Значения тока снизились до приемлемого уровня – и необходимость в замене вентилятора, к которой готовилась Земля, отпала. Специалисты полагают, что вентилятор самостоятельно справился с повышенным внутренним трением неизвестной природы.

В июле космонавты разбирались с неисправностью бортового запоминающего устройства (БЗУ) радиотехнической системы высокоскоростной передачи информации X-диапазона, которая стала предметом беспокойства в мае. 7 июля они проверили функционирование плат БЗУ и подтвердили их штатную работу. Через неделю экипаж сменил плату COM-1 и установил флэш-диск SSD на плату PP1, после чего БЗУ стало нормально запускаться. 22 июля в дополнение к этому была заменена системная плата БЗУ.

11 июля по истечении ресурса был смонтирован блок фильтров углекислого газа в газоанализаторе ИКО501 в модуле «Звезда».

В этот же день в ассенизационно-санитарном устройстве (туалет) в модуле Tranquility зажегся транспарант, сигнализирующий об отказе насоса-сепаратора. Астронавты трижды продули его, избавив от излишков мочи, – и туалет снова заработал. 12 июля в туалете появился шум высокого тона, свидетельствующий, по мнению Земли, о попадании жидкости в подшипники насоса-сепаратора. Экипаж проверил отсек WHC и насос-сепаратор, но не обнаружил никакой утечки. При этом он заверил ЦУП-Х, что дополнительный шум пока не раздражает. Тем не менее 18 июля астронавты все-таки сменили насос-сепаратор.

13 июля космонавты пополнили теплоносителем контур обогрева КОБ-2 системы обеспечения теплового режима модуля «Звезда» с помощью комплекта дозаправки. Напомним, что в июне таким же способом был пополнен КОБ-1.

15 июля ЦУП-Х попытался восстановить подачу питания на светильник на секции S3, который отключился в мае, однако из-за срабатывания защиты по току в модуле дистанционного управления электропитанием RPCM S31A-A это сделать не удалось. Светильник надо менять...

15 июля космонавты заменили блок колонок очистки и блок колонок блока кондиционирования воды в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги CPB-K2M. 19 июля в 16:11 прекратилась выдача меток времени из блока синхросигналов и времени

БСВ-М в систему «Воздух» и научную аппаратуру. Спустя час БСВ-М перезапустили.

19 июля были проверены морозильники MELFI-2 и -3: давление азота находится в допустимом диапазоне. Морозильники служат для хранения образцов медицинских и биологических научных экспериментов (крови, слюны, мочи, микробов, растений и пр.) с целью последующего возвращения и анализа на Земле. Однако 27 июля морозильник MELFI-3 сломался, о чем ясно сигнализировало падение токопотребления с 5.5 до менее 0.5 А. Пришлось перенести все образцы в аналогичный MELFI-1.

20 июля Скрипочка доложил, что на велоэргометре ВБ-3М в модуле «Звезда» правая педаль не фиксируется на узле крепления. Он сфотографировал узел крепления и сбросил фотографии на Землю специалистам для анализа и выдачи рекомендаций.

21 июля в 00:04 ЦУП-М перестал принимать телеметрию из ЦУП-Х со станционного блока передачи низкочастотной информации БПИ-НЧ. Причина – неисправность оборудования, обеспечивающего связь через Ku-диапазон. Утром после подъема астронавты перезапустили оборудование на американском сегменте. 29 июля в 00:42 ситуация повторилась – и снова экипаж после сна перезапустил оборудование.

22 июля космонавты сбросили на Землю параметры настроек планшетных компьютеров iPad для поиска и устранения замечаний специалистами. В тот же день они сменили мочеприемник и фильтр-вставку в ассенизационно-санитарном устройстве «Звезды».

24 июля ЦУП-Х обновил ПО командно-управляющих компьютеров C&C MDM. В настоящее время компьютер C&C-1 – основной, C&C-2 – в режиме ожидания, C&C-3 – резервный.

26 июля в модуле Kibo экипаж демонтировал адаптер NEPA с выдвинутого стола в шлюзовой камере, который использовался в июне для работ с оборудованием ExHAM-1 (HK № 8, 2016, с.8). Вместо него на столе будет установлена платформа NREP (HK № 5, 2015, с.25). В тот же день космонавты сменили аккумуляторную батарею № 4 в системе электроснабжения Функционально-грузового блока «Заря».

28 июля экипаж заменил пять блоков формирования команд в системе управления объединенной двигательной установки модуля «Звезда». В этот же день протестировали управляющий лэптоп RS-1: в результате выявилась неисправность аккумуляторной батареи лэптопа.



«Прогресс МС-03»: брусника, салат и борщ

подмосковного ЦУП; в скобках – расчетные значения):

- наклонение – 51.65° (51.66±0.06);
- минимальная высота – 193.73 км (193⁺⁷-15);
- максимальная высота – 242.77 км (245±42);
- период обращения – 88.56 мин (88.59±0.37).

В каталоге Стратегического командования США грузовик получил номер **41670** и международное обозначение **2016-045A**. В графике сборки и эксплуатации МКС полету «Прогресса» присвоили индекс 64Р.

Это был 1462-й орбитальный пуск с космодрома Байконур, 780-й полет «Союза-У» (еще шесть носителей хоть и летали с названием «Союз-У», однако на самом деле были «Союзами-У2»), 388-й пуск со стартового комплекса 17П32-6 (из них 14 суборбитальных), 177-й запуск в рамках программы МКС и 155-й полет корабля семейства «Прогресс».

Стартовая масса грузовика составила 7281 кг, в том числе 880 кг топлива в баках комбинированной двигательной установки.

Первоначально запуск «Прогресса МС-03» намечался на 15 июня. В октябре 2015 г. вследствие переноса старта «Прогресса МС» с 21 ноября на 21 декабря его отложили на 4 июля. В апреле и в мае 2016 г. из-за отсрочек запуска пилотируемого корабля «Союз МС» с 21 июня на 24 июня и затем на 7 июля старт «Прогресса МС-03» сместили на 7 июля, а потом на 17 июля.

Почему грузовик полетел на «Союзе-У», а не на «Союзе-2.1А»? Во-первых, после завершения летно-конструкторских испытаний ракеты «Союз-2.1А» с «Прогрессом», включивших четыре пуска в 2014–2016 гг. (один из них был аварийным), на Земле остались три «подстраховочных» носителя «Союз-У», которые надо использовать. Во-вторых, следующий «Союз-2.1А» (№У15000-028) для «Прогресса» еще не изготовлен.

Таким образом, корабли «Прогресс МС-04» (запуск 20 октября) и «Прогресс МС-05» (1 февраля 2017 г.) полетят на последних двух «Союзах-У» – соответственно №Р15000-148 и №Т15000-145. На этом история старого носителя завершится, и начиная с «Прогресса МС-06» в середине 2017 г. грузовики окончательно «пересядут» на «Союзы-2.1А».

Стоит отметить, что согласно контракту между Федеральным космическим агентством и РКК «Энергия» от 11 декабря 2015 г. последняя провела адаптацию «Прогресса МС» к «Союзу-У». Стоимость работ составила 49 153.50 тыс руб.

Для сближения «Прогресса МС-03» со станцией использовалась двухсуточная схема, так как летно-конструкторские испытания «Прогрессов МС» еще не закончены. Только начиная с «Прогресса МС-04» ожидается возвращение «быстрой» четырехвитковой схемы.

Начальное фазовое рассогласование корабля со станцией составляло 329.3°. 17 июля в 04:28:36 и в 05:09:32 ДМВ на 3-м и 4-м витках полета «Прогресс МС-03» с помощью сближающе-корректирующего двигателя осуществил двухимпульсный маневр. Двигатель

отработал соответственно 65.2 и 45.1 сек и выдал импульсы величиной 25.91 и 17.88 м/с. После маневра корабль перешел на орбиту наклонением 51.66°, высотой 277.68×300.57 км и периодом обращения 90.07 мин.

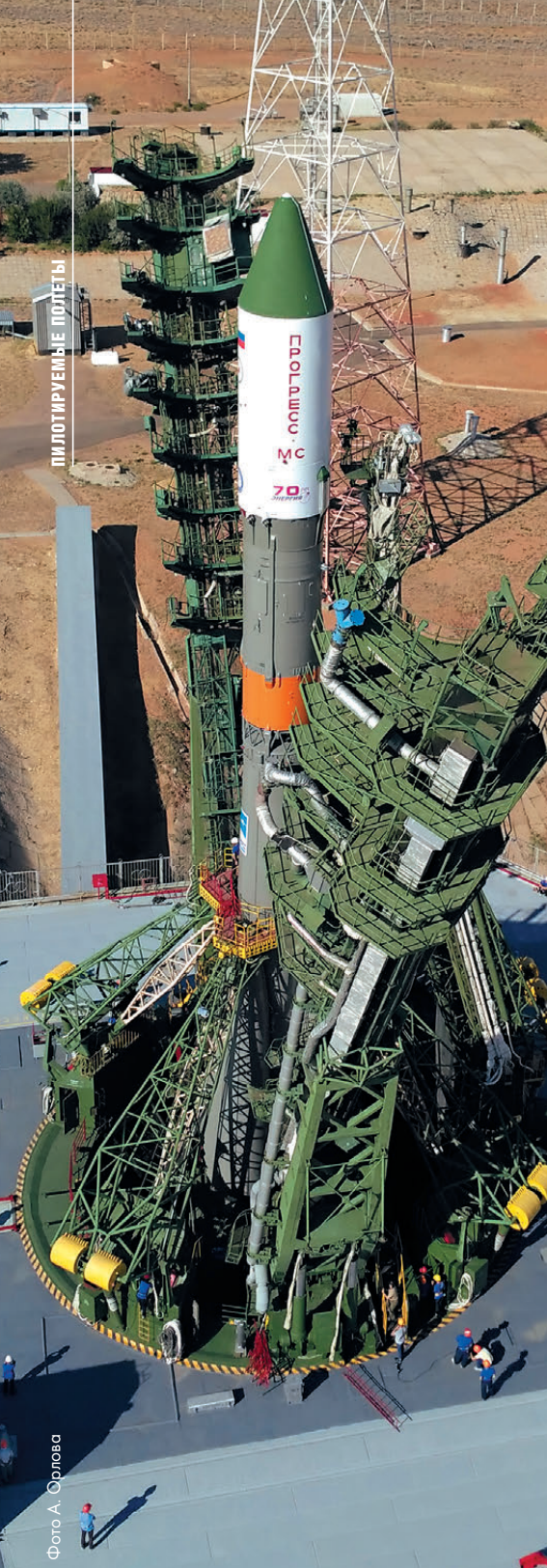
На следующий день в 01:19:40 на 17-м витке с использованием двигателей причаливания и ориентации грузовик выполнил корректирующий импульс длительностью 18.3 сек и величиной 1.25 м/с. После него «Прогресс МС-03» находился на орбите наклонением 51.66°, высотой 281.80×301.42 км и периодом обращения 90.11 мин.

19 июля на 33-м и 34-м витке были проведены маневры выхода в прицельную точку: в 01:23:26 с приращением скорости 22.85 м/с и в 02:08:01 – 34.24 м/с. С достигнутой орбиты высотой 361.1х415.5 км корабль пошел на сближение и в 03:20:15 в автоматическом режиме причалил к стыковочному отсеку «Пирс». В этот момент МКС делала 100994-й виток по орбите наклонением 51.66°, высотой 401.52х421.13 км и периодом обращения 92.55 мин. Масса ее после стыковки увеличилась до 412576 кг.

«Прогресс МС-03» привез на станцию 2405 кг грузов. Среди них были несколько килограммов яблок и грейпфрутов, а также по заказу космонавтов в дополнение к обычному рациону – брусника в банках, салат из свежей капусты и борщ.

По материалам ЦУП и ТАСС

Перечень грузов корабля «Прогресс МС-03»	
Наименование	Масса кг
В грузовом отсеке:	1230
Средства обеспечения газового состава (поглотитель П-16)	19
Средства водоснабжения (блок колонок очистки, емкость для воды, принадлежности)	273
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (кладовы, салфетки и принадлежности для ассенизационно-санитарного устройства, емкости с консервантом, контейнеры для твердых отходов, насос-сепаратор, контейнер для бытовых отходов)	148
Средства медицинского обеспечения (одежда, белье, средства личной гигиены, медицинского контроля и обследования, профилактики неблагоприятного действия невесомости, оказания медицинской помощи, контроля чистоты атмосферы и уборки станции)	135
Средства обеспечения питанием (контейнеры с рационами питания, наборы свежих продуктов, салфетки для средств приема пищи, пакеты для пищевых отходов)	318
Система обеспечения теплового режима (сменные каскеты пылефильтров, кожух для трубопроводов)	19
Система электропитания (аккумуляторная батарея)	78
Система управления движением и навигации (блок формирования команд)	22
Средства технического обслуживания и ремонта (мешки для контейнеров, комплект инструментов и принадлежностей, упаковочный чехол)	28
Комплекс средств поддержки экипажа (бортовая документация, посылки для экипажа, куртки, портативный плевэр, элементы питания, упаковка с консервами)	31
Комплекс целевых нагрузок (расходные материалы и комплектующие для научных экспериментов «Биодеградация», «Каскад», «Константа», «Матрешка-Р», «Продукцент», «Структура» и «Фаген»)	15
Оборудование для модуля «Заря» (аппаратура)	83
Оборудование для модуля «Рассвет» (блок емкостей, теплообменный агрегат, укладка со шлангами, держатели)	39
Американские грузы (предметы обеспечения астронавтов, средства контроля среды обитания)	22
В отсеке компонентов дозaprавки:	1175
Топливо в баках системы дозaprавки	705
Газ в баллонах средств подачи кислорода (воздух – 22 кг, кислород – 28 кг)	50
Питьевая вода в баках системы «Родник»	420
Всего:	2405



ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Фото А. Орлова

А. Красильников. «Новости космонавтики»

17 июля в 00:41:45.237 ДМВ (16 июля в 21:41:45 UTC) с 6-й пусковой установки 31-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России осуществили пуск ракеты-носителя «Союз-У» (11А511У-ПВБ №Г15000-147) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс МС-03» (11Ф615А61 №433).

На 529.211 сек полета корабль отделился от третьей ступени ракеты и оказался на орбите с параметрами (по данным Службы баллистико-навигационного обеспечения

Снова на сушу

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

18 июля 2016 г. в 00:45:29 EDT (04:45:29 UTC) со стартового комплекса SLC-40 Станции ВВС «Мыс Канаверал» специалисты компании Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX) при содействии военнослужащих 45-го космического крыла ВВС США осуществили пуск РН Falcon 9FT № F9-0027 с автоматическим грузовым кораблем Dragon с полетным заданием CRS SpX-9 (Commercial Resupply Services SpaceX-9).

Старт и полет носителя прошли штатно, и менее чем через 10 мин после отрыва от земли корабль отделился от последней ступени ракеты и вышел на околоземную орбиту с параметрами:

- наклонение – 51.66°;
- высота в перигее – 199.2 км;
- высота в апогее – 364.2 км;
- период обращения – 90.09 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарат получил номер **41672** и международное обозначение **2016-046A**.

Ракетный блок первой ступени выполнил возврат к месту старта и мягко приземлился в посадочной зоне LZ-1 (Landing Zone-1) мыса Канаверал. Вторая ступень была сведена с орбиты.

Корабль успешно состыковался со станцией 20 июля, доставив 2257 кг различных грузов.

Старт и посадка

В первой декаде марта SpaceX называла датой старта 24 июня. Через пару месяцев фигурировало уже 27 июня. Как это часто бывает, срок плавно перемещался все дальше от первоначально указанного. В двадцатых числах июня было определено 18 июля, и этот срок удалось выдержать.

Особенность миссии: Dragon оснащался системами, которые в случае прерывания запуска позволяют кораблю обеспечить отделение от носителя и мягкую посадку даже при потере ракеты, сохранив таким образом ценный груз. Эта еще не совсем штатная система аварийного спасения (САС) потенциально дает возможность спасти корабль в ситуации, имевшей место при аварии носителя в июне прошлого года (НК №8, 2015, с.12-17).

За 39 часов до пуска SpaceX провела первый предстартовый брифинг. Обычно на таких мероприятиях присутствует главный конструктор компании Элон Маск (Elon Musk). За стартами своих кораблей он всегда наблюдает лично, но к журналистам почти никогда не выходит. В этот раз он отсутствовал, и компанию представлял Ханс Кёнигсманн (Hans Koenigsmann), вице-президент SpaceX по безопасности и качеству (VP Mission Assurance). «Предполетные испытания прошли успешно», – сообщил он, упомянув прожиг первой ступени на стартовом столе утром 16 июля.

За семь часов до старта РН во второй раз перевели из горизонтального в вертикальное положение и установили на пусковое устройство. Начались финальные операции по подготовке к пуску. Они неоднократно описаны, и нет смысла их повторять.

Falcon 9FT взлетел в момент открытия стартового окна, буквально на первой секунде. Дальнейший ход событий был показан в прямой видеотрансляции, которая дополнялась «таймлайном» и информацией от текущих значениях скорости и высоты полета. Первая ступень отработала 2 мин 21 сек до выдачи команды на отключение основных двигателей MECO (Main Engine CutOff). Это произошло на высоте 63.3 км при скорости 1565 м/с. Судя по видео, импульс последствия добавил еще 15 м/с. В Т+148 сек – на высоте 66.3 км и скорости 1547 м/с – произошло разделение ступеней.

Двигатель второй ступени включился в Т+155 сек и проработал 6 мин 30 сек. После его отключения, в Т+577 сек, состоялось отделение корабля Dragon. Вскоре последний раскрыл панели солнечных батарей и начал штатный орбитальный полет. Все его системы работали нормально.

Однако еще до того, как Dragon достиг орбиты, первая ступень села на площадку LZ-1 неподалеку от старта. Все работало «как часы»: через 18 сек после разделения ступень выполнила маневр возвращения «boostback burn», нацеливаясь на место посадки. Спустя еще 3 мин 49 сек был предпринят маневр торможения «entry burn», снизивший скорость входа в атмосферу, а значит и механические и тепловые нагрузки. Трансляция с бортовых камер показала обычную работу решетчатых аэродинамических рулей и очень чистую посадку при финальном включении двигательной установки – третьем импульсе («landing burn»), который последовал примерно через минуту после второго.

Сразу после посадки видеокамеры показали пламя, охватившее посадочные опоры, но оно быстро погасло. Можно было наблюдать и стравливание рабочего тела через два сопла реактивной системы управления. По оценкам независимых наблюдателей, в данном полете первая ступень F9-S1-0027 израсходовала на возвращение к месту старта и приземление примерно 68 т топлива, то есть в два с лишним раза больше, чем при посадках в море, на самоходную баржу (НК №7, 2016, с.11).

Для компании SpaceX полет CRS-9 стал девятой по счету миссией снабжения МКС и десятым рейсом корабля Dragon (с учетом запуска габаритно-весового макета (ГВМ) в июне 2010 г. – одиннадцатым). В запуске использована РН Falcon 9FT (Full Thrust), известная также под неофициальным обозначением Falcon 9 v1.2. Это третья модификация носителя среднего класса разработки SpaceX. Всего ракеты данного семейства стартовали уже 26 раз, включая описываемый пуск. 24 миссии были полно-





стью успешными, одна – частично успешной и одна – аварийной.

Модификация Full Thrust отличается применением форсированных двигателей первой ступени Merlin 1D+ и увеличенным рабочим запасом топлива, которое перед заправкой охлаждается. По данным SpaceX, энергетические возможности одноразового варианта Falcon 9FT позволяют выводить на низкую околоземную орбиту до 22 800 кг полезного груза, а на геопереходную орбиту (с недобором 1800 м/с) – до 8300 кг. Носитель способен выводить полезные нагрузки на широкий спектр траекторий (в том числе и непосредственно на геостационарную орбиту) благодаря возможности многократного запуска двигателя Merlin Vac второй ступени. В последнем случае масса полезного груза, по проведенным оценкам, превышает 3000 кг. Указывается также, что ракета может вывести до 4020 кг к Марсу.

Мыши в космосе: приказано выжить

Грузы SpaceX CRS-9

Ю. Журавин.
«Новости космонавтики»

Путь корабля к станции с последовательным подъемом высоты орбиты занял свыше двух суток. **20 июля** в 10:56:28 UTC командир 48-й долговременной экспедиции МКС Джеффри Уилльямс и бортинженер Кэтрин Рубинс захватили корабль Dragon роботизированной рукой Canadarm2 и перенесли его к стыковочному модулю Harmony, а окончательно аппарат был пристыкован к станции в 14:03 UTC. Возвращение «Дракона» на Землю с материалами со станции намечено на 29 августа.

В миссии CRS SpX-9 Dragon доставил на МКС грузы, необходимые для обеспечения работы 48-й и 49-й экспедиций. Суммарная

м а с с а прибывшего в спускаемом аппарате и в негерметичном грузовом отсеке составила лишь 2257 кг – почти на 900 кг меньше, чем во время предыдущей миссии SpX-8 в апреле (табл. 1). По-видимому, это объясняется двумя причинами. Во-первых, за неполных четыре месяца на МКС побывали три американских грузовых корабля: в марте – Cygnus (миссия OA-06), в апреле – Dragon SpX-8 и в июле – Dragon SpX-9. Кроме того, при приблизительно той же массе герметичных грузов в миссиях SpX-8 и SpX-9 в негерметичный отсек июльского «Дракона» было загружено примерно на тонну меньше: в апреле на станцию привезли полутоннотонный надвунной модуль BEAM, теперь же – «всего лишь» стыковочный адаптер IDA 2.

В миссии CRS SpaceX-9 был установлен рекорд по доставке на «Дракон» оборудования и расходных материалов для научных исследований и экспериментов – 930 кг (табл. 2). До сих пор больше всего «науки» корабль привозил в полете SpX-6 – 844 кг.

Члены экипажа получили свежие продукты и личные посылки. Среди оборудования для служебных систем американского сегмента Dragon привез два баллона для системы NORS (Nitrogen/Oxygen Recharge System), с помощью которой поддерживается газовый состав атмосферы станции. Каждый из баллонов – один с кислородом, второй с азотом – имеет диаметр 530 мм; газы в них находятся под давлением 400 атм.

Относительно большую массу имело доставленное оборудование для работ в открытом космосе – 127 кг. Это объясняется присутствием на борту **сборки SEMU** (от Short Extravehicular Mobility Unit – «короткий» скафандр EMU), состоящей из жесткой кирасы HUT и наспинного ранца с системой жизнеобеспечения PLSS. Это элементы скафандра EMU № 3006. Сам скафандр использовался с мая 1999 г. в полетах шаттлов по программе МКС. За это время в EMU № 3006 было выполнено 23 выхода в открытый космос. В нем работали не только американские астронавты, но и россияне Фёдор Юрчихин и Юрий Маленченко, а также канадец Стивен МакЛин. Дважды скафандр оставался на борту МКС между полетами «челноков» – с июля 2006 г. по март 2008 г. и с марта по ноябрь 2009 г. В полете STS-129 в ноябре 2009 г. его спустили на Землю и больше не использовали. Теперь EMU № 3006 вернется на станцию.

Табл. 2. Номенклатура грузов в миссии SpX-9

Тип грузов	Масса, кг
Грузы в спускаемом аппарате	
Оборудование и материалы для научных исследований	930
Грузы для экипажа	370
Оборудование для служебных систем американского сегмента	280
Оборудование для работ в открытом космосе	127
Электронное и компьютерное оборудование, фото- и видеоаппаратура	1
Оборудование для российского сегмента	54
Итого – герметичные грузы (без массы упаковки)	1762
Масса упаковки для герметичных грузов	28
Итого – герметичные грузы (с массой упаковки)	1790
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	
Грузы в негерметичном грузовом отсеке	467
Всего в миссии SpaceX CRS-9 (с массой упаковки)	2257

Освободившееся в спускаемом аппарате место планируется занять более чем полутора тоннами (по другим данным – 1860 кг) возвращаемых грузов. Из них около трети – 580 кг – займут результаты экспериментов. Остальная тонна – это вышедшие из строя или требующие ремонта элементы и агрегаты служебных систем, посылки от членов экипажа, использовавшееся во время работ в открытом космосе оборудование, другие ненужные на борту вещи, просто мусор.

Наука «Дракона»

Оборудование и материалы для научных исследований и экспериментов располагались в спускаемом аппарате в одинарных СТВ (Cargo Transfer Bag) и двойных ДТВ (Double Transfer Bag) транспортных сумках, двойных сумках-холодильниках DCB (Double Cold Bag), а также в трех морозильниках Polar, два из которых запитывались от бортовых источников электричества.

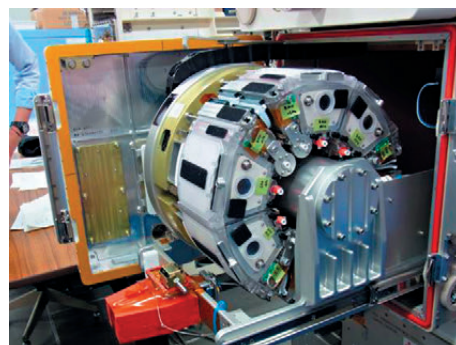
Отличительная черта миссии SpX-9 состоит в том, что спускаемый аппарат будет «обитаемым в обоих направлениях». Живые существа уже несколько раз стартовали на корабле Dragon: это были мышки, трижды отправлявшиеся на МКС в рамках американской биологической программы Rodent Research, начиная с миссии SpX-4 в сентябре 2014 г. Однако в живом виде грызуны находились на корабле только при старте. После оговоренного программой эксперимента времени, проведенного на станции, астронавты делали мышкам смертельные инъекции и затем выполняли их диссекцию для извлечения тканей. Останки мышей возвращались на Землю в морозильниках в спускаемых аппаратах «Драконов». Теперь же в рамках японского эксперимента **MHU** (Mouse Habitat Unit) 12 мышей, прилетевшие на станцию на Dragon SpX-9, вернуться на Землю живыми с этим же кораблем. Правда,

Табл. 1. Полеты кораблей Dragon

Дата старта	Полет	Масса доставленных на МКС грузов		Общая масса грузов, кг	Масса возвращенных на Землю грузов в СА*, кг
		в спускаемом аппарате*, кг	негерметичном отсеке, кг		
Максимально возможная загрузка				3310	2500
22.05.2012	C2+	520	0	520	660
08.10.2012	CRS SpX-1	454	0	454	905
01.03.2013	CRS SpX-2	677	372	1049	1370
18.04.2014	CRS SpX-3	2118	600	2718	1563
21.09.2014	CRS SpX-4	1626	589	2215	1486
16.12.2014	CRS SpX-5	2395	494	2889	1662
13.04.2015	CRS SpX-6	2015	0	2015	1317
28.06.2015*	CRS SpX-7	1952	526	2478	675***
08.04.2016	CRS SpX-8	1723	1413	3136	1590
18.07.2016	CRS SpX-9	1790	467	2257	1500

* С учетом массы упаковки. ** Авария РН. *** План.

Данные NASA и SpaceX.



▲ Мышь C57BL/6J, клетка – сегмент центрифуги и сама центрифуга

потом они все равно отдадут свои жизни во имя науки, а именно – изучения влияния на живые организмы факторов космического полета и создаваемой на борту станции искусственной гравитации.

В августе 2015 г. японским грузовым кораблем HTV-5 на МКС была доставлена собственная установка МНУ, но без «жилецов». Ее смонтировали в биологической научной стойке CBEF (Cell Biology Experiment Facility) в модуле Kibo. Стойка рассчитана на размещение в ней 12 специальных клеток с грызунами: шесть клеток устанавливаются в цилиндрическом отсеке и остаются в условиях невесомости, еще шесть – в цилиндрической центрифуге, создающей мышам искусственную гравитацию величиной до 1g. Стойка МНУ также обеспечивает электропитание, вентиляцию, сбор и передачу данных для всех 12 клеток: кроме воздуха, мыши получают в ней пищу и воду.

В миссии Srx-9 были доставлены собственными 12 клеток, в каждой из которых находилось по одной мышке. Внешне клетки имеют вид сегментов тора – 1/6 его части. Это сделано для простоты их размещения в барабане центрифуги. Для унификации отсеков, где мыши остаются в невесомости, имеет те же габариты и форму, что и центрифуга. Объем секции, в которой содержится грызун, – 560 см³, площадь «пола», к которому животное прижимает центробежная сила в центрифуге, – 101 см². Для размещения животного в этом отсеке сделана дверца.

Каждая клетка имеет в своем составе:

- ◆ систему жизнеобеспечения, в которую входят блок с питьевой водой, картриджи с едой и системой их подачи, блок сбора отходов жизнедеятельности животных;

- ◆ систему регулирования параметров атмосферы – биологический фильтр для удаления неприятных запахов, два вентилятора, нагреватели, датчики температуры, влажности, содержания углекислого газа и паров аммиака;

- ◆ систему наблюдения с видеокамерой и светодиодными светильниками, которые также служат для обеспечения цикла день/ночь;

- ◆ универсальный разъем для подключения к системам электропитания и передачи данных.

Видеоизображение и данные об окружающей среде передаются на Землю для мониторинга и анализа. В клетках будет поддерживаться 12-часовой цикл день/ночь при средней температуре +24°C и влажности 42% и с постоянным воздушным потоком от вентиляторов со скоростью 0,2 м/с. Чтобы организаторов эксперимента не обвинили в жестоком обращении с лабораторными

животными, руководство по уходу за ними и их использованию было одобрено соответствующими учреждениями Японии, включая Университет Цукубы и JAXA.

В «космонавты» отобрали семянедельных самцов линии C57BL/6J массой около 27 г, приобретенных у японской биологической фирмы Charles River Laboratories International Inc. После нахождения мышей на борту станции в течение примерно месяца клетки с ними перенесут обратно на борт корабля Dragon, который доставит грызунов на Землю. Там их усыпят и проведут исследование органов (сердца, почек, вилочковой железы), тканей (скелетных мышц), костей, а также спермы и генов, сравнив последствия воздействия невесомости и искусственной гравитации при прочих равных условиях (в первую очередь – влияния космического излучения). Для полноты картины на Земле будет находиться контрольная группа, которая тоже будет исследована, и ее сравнят по показателям с «космическими» собратьями.

Оборудование для эксперимента разработано и изготовлено в JAXA при участии ряда подразделений Университета Цукубы – кафедры анатомии и эмбриологии Медицинского факультета, Высшей школы комплексных гуманитарных наук, Исследовательского центра лабораторных животных. В программе участвовали Высшая школа медицины Университета Гифу, Токийский медико-стоматологический университет, Институт медицинских наук Университета Токио, Национальный институт перспективных промышленных наук и технологий AIST, Национальный центр неврологии и психиатрии (все – Япония), а также Институт сердечно-сосудистых исследований Сычуаньского медицинского университета (Китай).

На борту Dragon была также доставлена аппаратура **Biomolecule Sequencer** для оперативного секвенирования ДНК космонавтов – определения их аминокислотной или нуклеотидной последовательности. Члены экипажа на МКС часто принимают участие в исследованиях их ДНК, но такие экспери-

▼ Аппаратура Biomolecule Sequencer



менты требуют сбора образцов и отправки их для анализа на Землю. Теперь исследования ДНК станут возможны прямо на борту. Аппаратура Biomolecule Sequencer, разработанная в Космическом центре имени Джонсона, довольно миниатюрна – ее габариты 95x32x16 мм при массе менее 120 г. Передача данных и электропитание осуществляется через USB-кабель при подключении к ноутбуку или планшету. Для анализа используются одноразовые проточные картриджи с ионными нанопорами. Помимо изучения влияния факторов космического полета на человека, ДНК-секвенсор также может идентифицировать микробы, диагностировать заболевания, следить в режиме реального времени за состоянием здоровья и работоспособностью членов экипажа, определять эффективность применяемых профилактических мер во время длительных космических полетов.

Для начала новую аппаратуру испытывают и тарируют. Члены экипажа с помощью шприцев возьмут у себя образцы крови, часть ее поместят в устройство, а часть заморозят. Полученные от аппарата данные (до 10 Гбайт) будут переданы на Землю. После возвращения на Землю сменных картриджей и замороженных образцов их исследуют: наземные данные сравнят с полученными на МКС для определения точности измерений.

В рамках эксперимента **Phase Change HX** пройдет испытание перспективного теплообменника, использующего теплоноситель с фазовым переходом. Это устройство работает по принципу солевой грелки, которая может поддерживать требуемую температуру внутри КА путем замораживания или оттаивания материала. При росте температуры избыток тепла поглощается теплообменником, где происходит плавление теплоносителя. Отток энергии идет через радиатор, при этом теплоноситель переходит обратно в твердую фазу. Ранее в подобных системах терморегулирования на луноходах в ходе экспедиций от «Аполлона-15» до «Аполлона-17» и на станции Skylab в качестве теплоносителя использовался воск, но результаты работы были признаны неоднозначными. Вода способна при той же массе и меньшем объеме поглотить больше энергии, чем воск, но она расширяется при замерзании.

На экспериментальной установке Phase Change HX, доставленной на МКС, и будут проводиться сравнения воска и воды в качестве теплоносителя для теплообменников с фазовым переходом, а также испытания новой конструкции радиатора.

Установка разработана в Космическом центре имени Джонсона и изготовлена хьюстонской компанией Jacobs Engineering. Астронавты установят аппаратуру в секцию



▲ Аппаратура Phase Change HX

двойного размера (Double Locker) одной из научных стоек Express на МКС, где к ней подключают среднетемпературный (MTL) и низкотемпературный (LTL) контуры терморегулирования, а также два разъема электропитания и один для передачи данных. Контуры обеспечат максимальную температуру +30°C и минимальную -10°C.

В эксперименте **OsteoOmic** (Gravitational Regulation of Osteoblast Genomics and Metabolism) изучается возможность имитации условий невесомости на Земле с помощью устройства магнитной левитации. Люди, совершающие длительные космические полеты, и те, кто находится длительное время в лежачем положении на Земле, испытывают похожие проблемы, и основная из них – потеря костной массы. Ученые пытаются изучать механизмы этой потери, имитируя условия невесомости за счет магнитной левитации. Исследование OsteoOmic должно проверить достоверность «модели» путем сравнения генетических изменений в костных клетках, подвергнутых магнитной левитации на Земле, и клеток, побывавших в космосе на МКС.

В эксперименте будут исследоваться остеобласты – молодые остеобразующие клетки кости (диаметр 15–20 мкм), которые синтезируют межклеточное вещество. Их образцы в биопроцессоре CGBA были доставлены на корабле Dragon в морозильнике при температуре -80°C. Экипаж станции перенес образцы на станцию, где они будут находиться при +37°C. На 6-е, на 10-е и на 30-е сутки полета будут взяты пробы, которые зафиксируют при температурах -80°C или +4°C. Образцы вернутся с тем же «Драконом» для сравнения с образцами, находившимися на Земле в условиях магнитной левитации.

Более глубокое понимание механизмов потери костной массы поможет разработке эффективных способов ее предотвращения во время космических полетов, а также при профилактике и лечении таких заболеваний, как остеопороз и остеопения, возникающих при длительном постельном режиме. Эксперимент OsteoOmic спонсируется Национальной лабораторией Национального института здоровья США, а также Центром содействия развитию космических наук CASIS.

Исследование под названием **Heart Cells** («Клетки сердца») посвящено изучению влияния невесомости на клетки сердца, по-

лученные из стволовых клеток. Оно позволит оценить изменения в человеческом сердце, происходящие в условиях невесомости. Этот эксперимент также поставлен Национальной лабораторией при спонсорстве CASIS. Он позволит разработать для участников будущих длительных космических экспедиций, в том числе на Марс и астероиды, меры профилактики атрофии мышц, в том числе возможной атрофии сердечной мышцы.

Для этого исследования ученые взяли индуцированные клетки кожи человека, создали на их основе стволовые клетки, которые могут дифференцироваться в любой тип специализированных клеток, и заставили их превратиться в клетки сердца человека. Три упаковки по шесть образцов в каждой были отправлены на МКС в биореакторе BioCells. Они будут находиться на орбите в течение одного месяца при температуре +37°C. Затем их охладят до +4°C и вернут на Землю на «Дракон» в холодной сумке для последующих исследований клеточных и молекулярных изменений.

Аппаратура **Maritime Awareness** («Морская осведомленность»), или **GLASS** (Global AIS on Space Station – глобальная система автоматической идентификации на МКС), компанией JAMSS America Inc. (Хьюстон, Техас). Это один из многочисленных проектов в области автоматической идентификации судов AIS (Automatic Identification System), целью которых является отслеживание кораблей в рейсе. Кривизна поверхности Земли блокирует передачу сигналов на берег, когда суда находятся далеко в океане. Поэтому решено создать космический эшелон AIS. Грузовиком на МКС отправлен приемник системы AIS, и его испытания продлятся 12 месяцев. Предполагается оценить его способность непрерывно контролировать мировое судоходство из космоса. В реальном масштабе времени будет собираться идентификационная информация о судах, данные об их местоположении, курсе, скорости и типе груза. Эта информация поможет повысить безопасность судоходства, улучшить контроль за соблюдением природоохранного законодательства, осуществлять мониторинг торговых соглашений и деловых интересов.

Для эксперимента **ACE-T-1** (Advanced Colloids Experiment – Temperature control-1) в области фундаментальной физики микрочастиц на МКС были доставлены два модуля с образцами. С их помощью будут изучаться коллоидные растворы, в состав которых входят «частицы Януса». Они так названы в честь двуликого римского бога Януса, поскольку имеют «два лица». Частицы обладают двумя различными типами свойств: одна половина их поверхности состоит из гидрофильных групп, которые взаимодействуют с водой, а другая половина – из гидрофобных групп, которые отталкиваются от воды. Ученые из Национального университета Чхуннам (충남대학교) в Тэджоне (Южная Корея) разработали способ самостоятельного синтеза из таких «частиц Януса» уникальных 3D-анизотропных структур от субмикронного до микронного масштаба. Это возможно только в условиях невесомости, где нет эффекта гравитационного осаждения. Метод самосборки микроструктур из

«частиц Януса» и их саморепликации позволит создавать в космосе новые материалы с уникальными свойствами.

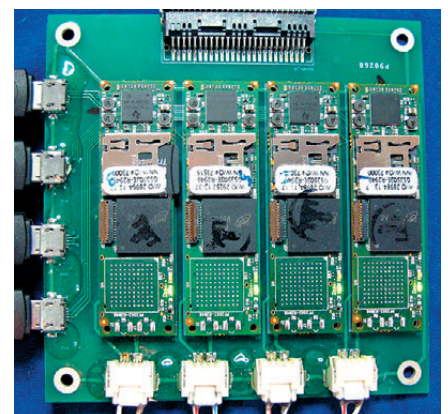
Спонсорскую помощь корейским ученым оказало Исследовательское управление NASA по космической биологии и естественным наукам. Оборудование разработано и изготовила компания ZIN Technologies Incorporated из Кливленда (Огайо). Каждый из доставленных модулей для эксперимента ACE-T-1 содержит три (или более) капиллярные ячейки, в которых подготовлен коллоидный раствор с «частицами Януса». Каждый модуль будет устанавливаться в стойке с микроскопом LMM (Light Microscopy Module).

Наблюдения за кинетикой самосборки микроструктур в каждой из капиллярных ячеек будут вестись от одного до четырех дней. В целом эксперимент с одним модулем планируется в течение примерно одной недели. Экипаж станции будет контролировать состояние капилляров до начала эксперимента, изменения в ходе исследований, анализировать данные, разрабатывать сценарии повторных исследований и регулировать параметры установки. Данные наблюдений с микроскопа будут также передаваться на Землю.

Несколько экспериментов осуществляются при помощи оборудования компании NanoRacks LLC (малые научные стойки, внешние платформы, узлы крепления):

◆ Аппаратура **NanoRacks – Gumstix** предназначена для исследования влияния на компьютеры бомбардировки космическими лучами, которая может создавать помехи в работе процессоров, вызывать сбои или потерю данных. Длительный процесс испытаний компьютеров, используемых на орбите, часто приводит к их отставанию на два или даже три поколения от тех, что применяются на Земле. В этом эксперименте, проводимом при координации CASIS, элементы коммерчески доступных компьютеров, названные «Gumstix modules», размещают на внешней поверхности станции, чтобы оценить влияние на них космической среды.

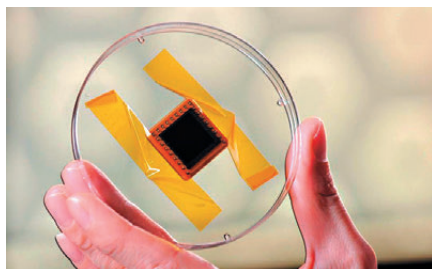
В модулях Gumstix применяются процессоры с малым шагом между транзисторами, что позволяет создавать очень компактные компьютеры. Вместе с тем небольшие размеры делают микросхемы особенно уязвимыми для радиации. В ходе экспонирования модулей в течение шести месяцев будет регистрироваться появление в них каких-либо ошибок, связанных с космическим излучением. В зависимости от результатов эксперимента на будущих малых КА связи



и дистанционного зондирования смогут использовать процессоры типа Gumstix, тем самым снижая их стоимость.

◆ Аппаратура **NanoRacks – Nano Tube Solar Cell**, созданная в Технологическом институте Джорджии при финансировании Национальной лаборатории США, предназначена для испытания следующего поколения трехмерных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) для солнечных батарей, которые более эффективно поглощают солнечный свет. Новые ФЭП на основе трехмерных углеродных нанотрубок 3DCNTPV (3D Carbon NanoTube-based PhotoVoltaic) более легкие, гибкие и экономически эффективные, чем их предшественники. Они также меньше зависят от ориентации, что позволяет не создавать громоздкие и дорогие механизмы отслеживания Солнца. Кроме того, эти ФЭП делаются на медно-цинко-олово-сульфидной основе (Cu_2ZnSnS_4), использующей недорогие и широко распространенные химические элементы, совместимые с большинством существующих технологий, конструкций и материалов. Эта технология может повысить эффективность солнечных батарей КА.

Разработка 3DCNTPV началась в 2005 г., а в 2011 г. уже была запатентована. Образцы ФЭП будут размещены на внешней платформе EF JEM (Exposed Facility; неофициальное название платформы – «Веранда») на модуле Kibo по крайней мере в течение шести месяцев, а затем возвращены на Землю.



◆ Установка **NanoRacks – COSMOS** (NanoRacks – Crystallization Of Silver nitrate in Microgravity On a Silver cathode) предназначена для исследований процесса выращивания кристаллов методом электролиза из раствора нитрата серебра на серебряном катоде в условиях невесомости. Эксперимент разработан педагогами и учениками школы Eaglecrest High School в г. Сентенниал (Колорадо) при поддержке NASA и Национальной лаборатории образования США. В ходе эксперимента изучается рост трехмерных кристаллов серебра атомного размера, которые трудно производить в условиях земной гравитации.

Перед отправкой на орбиту установка COSMOS прошла успешные испытания на летающей лаборатории C9 (на базе самолета DC-9), принадлежащей NASA, на базе Эллингтон-Филд (Техас). Для запуска эксперимента от экипажа МКС потребуются лишь перенести установку COSMOS, интегрированную в стойку NanoRacks Module-69, на МКС и запитать ее через разъем типа USB. Для изучения полученных нанокристаллов после завершения эксперимента установка COSMOS будет возвращена на Землю во время следующего полета Dragon (миссия SpX-10) в ноябре–декабре 2016 г. Результа-

ты исследований по созданию нанопроводов на основе кристаллов пригодятся при разработке электронных компонентов перспективных компьютеров и других устройств.

Негерметичные грузы

В негерметичном грузовом отсеке Dragon на МКС был доставлен **стыковочный адаптер IDA-2** (International Docking Adapter). Он предназначен для установки на герметичном адаптере PMA-2 (Pressurized Mating Adapter), который был выведен на орбиту еще 4 декабря 1998 г. вместе с узловым модулем Unity.

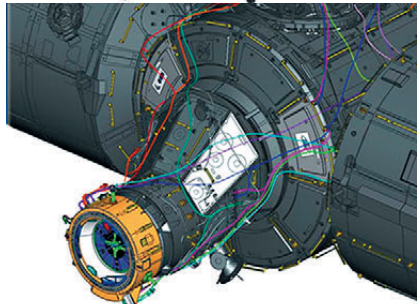
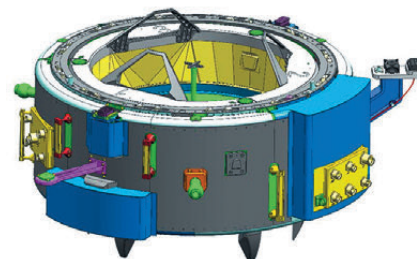
На торце PMA-2 находится российский пассивный андрогинный периферийный агрегат АПАС-95, посредством которого осуществлялись стыковки МКС с шаттлами. Однако на перспективных американских коммерческих и государственных космических кораблях – CST-100 Starliner, Dragon v2, Orion – будут использоваться новые андрогинные стыковочные агрегаты NDS (NASA Docking System; также известен как iLIDS, international Low Impact Docking System – международная система стыковки с малыми ударными нагрузками). По форме, размерам и функции NDS имеет сходство с АПАС-95, но не полностью совместим с ним. Поэтому потребовался адаптер IDA, устанавливаемый на АПАС-95 и способный принимать корабли со стыковочным механизмом NDS.

Разработка узла NDS началась в 1996 г. в Космическом центре имени Джонсона под названием ADBS (Advanced Docking Berthing System – перспективная система причаливания и стыковки). Его планировалось использовать на транспортных кораблях X-38, а с 2000 г. – для создаваемого на его основе корабля-спасателя CRV для МКС. После прекращения разработки последнего в 2002 г. работы по системе продолжались, но без определенного применения. В 2006 г. был анонсирован проект нового пилотируемого космического корабля CEV, получившего впоследствии имя Orion, и на нем с самого начала планировалась система стыковки LIDS на базе прежней ADBS.

Негерметичная версия LIDS под названием SCM (Soft-Capture Mechanism – механизм мягкого соединения) была установлена на Космическом телескопе имени Хаббла в полете шаттла «Атлантис» STS-125 в мае 2009 г. Это позволило бы в будущем стыковывать к телескопу корабль Orion, если бы такой полет потребовался.

В мае 2011 г. состоялась защита проекта NDS, а в ноябре 2012 г. в связи с требованием по снижению расходов NASA передало ряд своих разработок в частный сектор. Головной по созданию новой системы стыковки стала компания Boeing. В августе 2014 г. Boeing провел повторную защиту проекта доработанной NDS. NASA сообщило, что переход на новый стандарт стыковочных узлов согласован и с партнерами по программе МКС, в том числе с Россией. Правда, о планах перехода на узлы нового типа на российском сегменте МКС речи не идет.

Принятие системы NDS для американского сегмента МКС потребовало установки адаптеров IDA на двух из трех узлов АПАС-95, стоящих на гермоадаптерах на PMA-2 и PMA-3. Узел

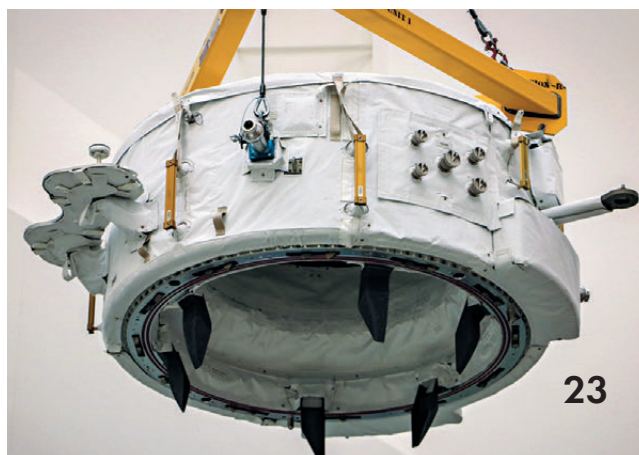


АПАС-95 на PMA-1 постоянно используется для соединения американского и российского сегментов – к нему пристыкован модуль «Заря» – и не требует модификации. Поэтому изначально компания Boeing изготовила два летных экземпляра IDA-1 и IDA-2 с узлами NDS. Их планировалось доставить на МКС в негерметичных отсеках кораблей Dragon: в миссии SpX-7 – IDA-1 для PMA-2, в миссии CRS-9 – IDA-2 для PMA-3. Однако 28 июня 2015 г. запуск SpX-7 завершился аварией PH, адаптер IDA-1 был утрачен, а IDA-2 пошел на PMA-2.

Взамен утраченного IDA 1 для PMA-3 Boeing поставит третий летный экземпляр IDA-3. Для его сборки использовали около 300 уже существовавших на тот момент запчастей, изготовленных ранее для двух первых адаптеров. Это составило порядка 70% от всего, что требовалось для нового IDA. Такой запас позволил «Боингу» сократить сроки производства адаптера.

Согласно заявлению менеджера программы МКС в NASA Кёрка Ширмана (Kirk Shireman), сделанному 13 июля 2016 г., точная дата запуска IDA-3 пока не определена, хотя он может отправиться на орбиту летом 2018 г. во время миссии SpX-16. Ширман, правда, добавил, что рассматривается возможность запуска IDA-3 в более ранний срок. Еще в июне 2016 г. NASA официально говорило, что это может быть миссия SpX-14 в феврале 2018 г.

Конструктивно IDA представляет собой цилиндр диаметром 1600 мм, с одной стороны которого установлен активный узел АПАС-95, а с другой – пассивный NDS. Причальный шпангоут узла NDS имеет внешний диаметр 1727 мм, внутри узла остается про-свет диаметром 813 мм. Диаметр внутреннего просвета с учетом трех направляющих



«лепестков», загнутых внутрь под углом 45°, составляет 685 мм. Снаружи по периферии узла NDS установлены светоотражатели и мишени для обеспечения сближения и причаливания кораблей, а также такелажный узел PDGF (Power and Data Grapple Fixture), обеспечивающий механический захват манипулятором и оснащенный интерфейсами питания и обмена данными. Через адаптер проходят кабели для передачи электроэнергии, данных, речевой информации и видеосвязи между кораблем и станцией.

Официально объявленная масса адаптера IDA-2 составила 467 кг, хотя его предшественник IDA-1, опять же по данным NASA, весил 526 кг. Из-за чего возникла разница в 59 кг – не сообщалось. Габаритные размеры адаптера: высота – 1067 мм, максимальный диаметр – 2388 мм.

Узел NDS, как и весь адаптер IDA, изготовлен компанией Boeing по заказу NASA. Активный узел АПАС-95 для IDA поставляет РКК «Энергия» имени С. П. Королёва.

Перспективы SpaceX

И. Афанасьев

Следующий старт Falcon 9FT запланирован на 14 августа. Носитель должен вывести на геопереходную орбиту телекоммуникационный спутник – JCSat-16. Помимо этой миссии, в манифесте компании насчитывается еще восемь пусков, которые планируется выполнить до конца 2016 г. Если все планы текущего года будут реализованы, а это в общей сложности 16 миссий, SpaceX станет самым востребованным провайдером пусковых услуг.

Основные перспективы пускового бизнеса компании, как и все последние годы, связаны с решением задачи экономически эффективного повторного использования первой ступени носителя Falcon 9. И в июле SpaceX сделала очередной шаг к достижению поставленной цели.

28 июля на испытательном полигоне компании в тесасском МакГрегоре состоялись огневые стендовые испытания (ОСИ) первой ступени Falcon 9 (ступень № F9-S1-0024), которая использовалась 6 мая 2016 г. для запуска спутника JCSat-14 (НК № 7, 2016, с.10) и затем успешно совершила посадку на плавучую платформу. ОСИ возвращенной ступени состоялись около 19:00 по местному времени, их длительность составила 150 сек. По предварительным данным, функционирование ступени у специалистов нареканий не вызвало. Ступень подвергалась прожигам и в два последующих дня, демонстрируя готовность матчасти к повторному использованию.

Характерно, что все три раза изделие отработало практически полную длительность своего активного участка, причем с интервалом всего в сутки. Конечно, еще рано говорить о каких-то устойчивых результатах. Однако сам факт успешного проведения таких испытаний свидетельствует об отсутствии серьезных технических проблем для как минимум трех-четырёхкратного использования двигательной установки первой ступени. Напомним: основной фактором, который



может воспрепятствовать многократному применению, является сложность и высокая стоимость ремонтно-восстановительных работ. Эксперты отмечали возможность сажеобразования в газогенераторе, работающем с избытком горючего, что могло привести к необходимости дорогостоящей процедуры межполетной очистки двигателей. Малый интервал времени между прожигами в МакГрегоре может служить признаком того, что либо данная проблема была преувеличена, либо инженерам SpaceX удалось найти ее недорогое и быстрое решение.

Первую ступень носителя, доставившего на геостационарную переходную орбиту японский спутник связи JCSat-14, не будут повторно привлекать к полету. По словам Элона Маска, эта ступень подверглась экстремальным температурным нагрузкам при входе в атмосферу и послужит лишь в качестве тестового образца для наземных испытаний. Позднее Маск уточнил, что полученные повреждения теоретически не препятствуют повторному использованию ступени. Тем не менее в первом повторном пуске, намеченном на осень текущего года, планируется задействовать ступень № F9-S1-0023, использованную в миссии CRS SpX-8 (НК № 6, 2016, с.43-47).

Отдельным направлением работ руководство SpaceX считает освоение Марса. Осенью, как и обещал Маск, компания представит свой проект «Марсианского колониального транспорта» МСТ (Martian Colonial Transport) на Международном астрономическом конгрессе в Мексике. Облик системы известен лишь в общих – весьма расплывчатых – чертах. Вероятно, ее составят два основных элемента: сверхтяжелый носитель BFR (НК № 10, 2014, с.38-39) и пилотируемый корабль МСТ. Не исключено, что в проекте будет предусмотрена орбитальная заправка. Связка BFR–МСТ должна за один раз доставлять на поверхность Марса человек сто колонистов (!) и 100 т различных грузов.

Основными компонентами топлива РН станут жидкий кислород и жидкий метан, который будет сжигаться в двигателях Raptor.

▼ 28 июля прошли испытания ступени №F9-S1-0024



По поводу последних тоже нет ясности – уже пару лет названные параметры разнятся: тяга от 500 до 700 тс и удельный импульс в пустоте – вплоть до 380 сек. По последним данным, Raptor все-таки будет поменьше: его стартовая тяга составит порядка 230 тс. Соответственно на BFR предполагается установить двигатели числом от 27 до 31.

Впрочем, МСТ – это весьма отдаленная перспектива. На ближайшем же горизонте планирования значится более осуществимый и «приземленный» марсианский проект. В 2018 г. SpaceX совместно с NASA намерены с помощью тяжелого носителя Falcon Heavy отправить на Марс беспилотный Red Dragon – с целью совершить посадку и, возможно, доставить образцы марсианского грунта на Землю.

Представители NASA раскрыли оценку расходов компании на первую частную научно-исследовательскую миссию в дальнем космосе. 26 июля на встрече Консультативного совета NASA в Кливленде выступил Джеймс Рейтер (James L. Reuter), первый заместитель по программам главы Директората космической техники, заместителя администратора NASA Стивена Юрчика (Stephen G. Jurczyk). Он рассказал о взаимодействии с компанией SpaceX по миссии Red Dragon.

Ранее сообщалось, что финансирование этого проекта полностью ляжет на SpaceX. Тем не менее, по словам Рейтера, расходы NASA в течение четырех лет на техническую и консультативную помощь и на обеспечение связи в дальнем космосе составят 32 млн \$. Он отметил, что финансирование со стороны частной компании будет приблизительно на десять раз больше. Таким образом, общая стоимость миссии составит около 350–400 млн \$.

Прежде всего NASA интересуют в миссии SpaceX не научные эксперименты, а технология сверхзвукового ракетного торможения, которую планируется применить для посадки аппарата на Марс. Как известно, в настоящее время при использовании парашютов для торможения до дозвуковой скорости масса полезного груза, доставляемого на марсианскую поверхность, ограничена примерно одной тонной. Для сравнения: масса «Красного Дракона» составит 6500 кг плюс полезная нагрузка.

По условиям соглашения, подписанного в декабре 2014 г. и дополненного в апреле 2016 г., NASA получит от SpaceX собранные в ходе попытки посадки опытные данные, независимо от того, как пройдет и чем завершится эта операция. В конце 2020-х или в начале 2030-х агентство надеется осуществить свою собственную миссию с посадкой аппарата на Марс на реактивных двигателях.

Джеймс Рейтер выразил сомнение в том, что старт удастся осуществить в мае 2018 г., как заявлял Элон Маск. По его словам, миссия не является приоритетной для SpaceX. В первую очередь компания сейчас занята созданием пилотируемой инфраструктуры (корабля Dragon V2) для выполнения контракта с NASA по доставке астронавтов на МКС. На втором месте находятся обязательства SpaceX по коммерческим контрактам.

Если к 2018 г. Red Dragon не будет готов, следующее стартовое окно для него откроется летом 2020 г.

Orion и полеты к Луне

27 июля NASA сообщило, что специалисты Космического центра имени Кеннеди и фирм-подрядчиков наполовину завершили монтаж платформ обслуживания сверхтяжелого носителя SLS (Space Launch System) в Здании сборки системы VAB (Vehicle Assembly Building).

Работы ведутся в 3-м высоком отсеке здания VAB в промышленной зоне NASA на острове Мерритт. Здание, построенное в 1965 г. для вертикальной сборки PH Saturn IB и Saturn V, впоследствии было переоборудовано в интересах многоразовой системы Space Shuttle, а с завершением ее эксплуатации освободелось для сборки носителя SLS с пилотируемым кораблем Orion.

Как информировало агентство, 15 и 19 июля на высоте 58.5 м над полом здания VAB были смонтированы площадки F North и F South. Подъем каждой площадки краном из осевого прохода и ее монтаж длился не менее четырех часов.

Проектом предусмотрена установка рабочих площадок на десяти уровнях, начиная от К (нижний) и до А (верхний). Они имеют массу от 136 до 147 т при длине 11.6 м и ширине 18.9 м. Каждая площадка состоит из двух половин, которые могут отводиться от вертикальной оси зоны сборки носителя и подвешиваться к ней, обеспечивая доступ к системам ракеты и корабля. Платформы уровня F, в частности, позволяют снимать обвязку, используемую для подъема центрального блока SLS в вертикальное положение, и подстыковывать магистрали к межбаковому отсеку.

«С помощью пяти уже смонтированных платформ рабочие будут иметь доступ ко всем

полевым стыкам стартовых ускорителей и их передним юбкам, а также к гидоразъемам и интерфейсным платам на межбаковом отсеке центрального блока, – пояснил глава программы разработки и эксплуатации наземных систем Майкл Болджер (Michael J. Bolger). – Это ключевой этап для NASA и программы».

Монтаж остальных пяти площадок планируется завершить весной 2017 г., однако испытания уже готовых частей начнутся в конце текущего года. Конструкция должна быть полностью готова к сборке первой SLS для испытательного полета EM-1 в 2018 г.

Представители NASA подтвердили, что разработка сверхтяжелой ракеты SLS и пилотируемого корабля MPCV (Multi-Purpose Crew Vehicle) Orion продолжается в целом в соответствии с графиком. Определенное беспокойство вызывает медленно продвигающаяся модернизация наземной инфраструктуры. Тем не менее агентство выражает уверенность, что первый пуск SLS с беспилотной разведывательной миссией по орбите Луны EM-1 (Exploration Mission 1) состоится в сентябре-ноябре 2018 г. (подробнее – в НК № 5, 2016, с. 29-31).

Заместитель директора NASA по пилотируемым полетам Уильям Герстенмайер (William H. Gerstenmaier) также сообщил, что жилой модуль Habitat, запускаемый вместе с кораблем Orion и играющий роль бытового отсека, будет разработан к 2021–2022 гг. Ранее ведомство рассматривало несколько концепций модуля, предлагаемых разными компаниями. Идею запускать Habitat одновременно с кораблем предложила корпорация Lockheed Martin, разрабатывающая сам Orion.

Хотя официальной целью пилотируемой программы NASA является полет на Марс, в 2020-х годах деятельность американских астронавтов будет направлена на освоение новой космической техники в окололунном пространстве*. Жилой модуль потребуются для создания нормальных бытовых условий экипажу и увеличения максимальной продолжительности автономного полета.

Проект обретает плоть

К июлю 2016 г. были практически готовы некоторые компоненты центрального блока носителя SLS, в том числе сертификационный экземпляр 40-метрового бака

▼ Брутальный монтажник стартового комплекса SLS и его рабочий инструмент



* Как известно, четкой принятой программы работы в окололунном пространстве не существует, но общий план («дорожная карта») пилотируемых полетов предусматривает в 2023 г. первый пилотируемый полет «Ориона» на орбиту вокруг Луны, в 2026 г. – миссию изучения астероида, доставленного на орбиту Земли, а в 2027–2030 гг. – регулярные запуски с постепенным увеличением продолжительности пребывания астронавтов в дальнем космосе.

** Баковый отсек центрального блока (Core Stage) будет нести весь запас криогенных жидкостей – кислорода и водорода – который потребляют четыре маршевых двигателя RS-25.



▲ Идет работа внутри водородного бака ракеты-носителя

горючего**, вмещающего 2033 м³ (537 000 галлонов) жидкого водорода. В состав центрального блока входят также передняя юбка, бак окислителя, межбачковый отсек и двигательный отсек.

Водородный бак изготавливается на крупнейшей в мире установке роботизированной сварки в Центре сборки носителя (Vehicle Assembly Center) на сборочном заводе в Мичуде (Michoud Assembly Facility) вблизи Нового Орлеана по той же технологии, что и летные изделия. К 19 июля были сварены пять цилиндрических обечаек и одно днище и оставалось приварить второе днище.

Когда будут готовы все четыре сертификационных изделия из состава центрального блока, они будут отправлены на барже Pegasus в Центр космических полетов имени Маршалла (Хантсвилл, штат Алабама). Там их подвергнут прочностным испытаниям: собранный бак, оснащенный датчиками для записи поведения конструкции, будет протестирован в новом испытательном центре, который в настоящее время находится на стадии строительства.

В середине июня из девятиметрового сварочного агрегата Центра Маршалла извлекли тестовый образец адаптера LVSA* (Launch Vehicle Stage Adapter), который в первом полете соединит две основные ступени SLS – центральный блок Core Stage и промежуточную криогенную двигательную установку ICPS (Interim Cryogenic Propulsion Stage). Головным подрядчиком по переходнику является фирма Teledyne Brown Engineering из Хантсвилла. До конца года в Центре Маршалла LVSA будет интегрирован с другими элементами верхней сборки SLS в целях прочностных испытаний. Инженеры исследуют данные тестов и будут сравнивать их с компьютерными моделями для того, чтобы убедиться, что адаптер выдержит нагрузки, воздействующие на него во время полета.

Что касается собственно корабля для первой испытательной миссии EM-1, то его сборка несколько отстает от графика. Например, доставка в США сервисного модуля ESM (European Service Module), создаваемого EКА на базе автоматического транспортного корабля ATV, недавно сдвинулась на

три месяца относительно расчетного срока: вместо конца января его планируется отгрузить в апреле 2017 г. Об этом стало известно после того, как представители EКА, NASA и компаний-изготовителей Airbus Defence and Space и Lockheed Martin Space Systems встретились 16 июня на базе Европейского центра космических исследований и технологий в Ноордвейке, Нидерланды, с целью критического анализа проекта модуля.

Глава космического транспортного управления EКА Нико Деттман (Nico Dettmann) сообщил, что задержка частично связана с тем фактом, что в рамках критического анализа проектных работ пока нельзя произвести оценку нескольких компонентов модуля, поскольку для их окончательного включения в проект требуется больше времени.

Другая причина задержки кроется в том, что NASA произвело перерасчет нагрузок, которым ESM будет подвергаться на орбите. В результате требования к этим спецификациям были ужесточены, а в проект модуля внесены соответствующие изменения. Деттман сообщил, что, по предварительным оценкам, финальный завершающий анализ проекта запланирован на конец октября 2016 г. По его словам, доставка модуля в конце апреля 2017 г. никак не скажется на сроках первого беспилотного полета корабля Orion, который намечен на сентябрь-ноябрь 2018 г.

В то же время 28 июля был опубликован доклад Главного счетного управления США GAO (U.S. Government Accountability Office), который гласит, что NASA имеет менее чем 50-процентный шанс на достижение своей цели по запуску первой пилотируемой миссии Orion в августе 2021 г. По мнению этого контрольного органа, попытка нарастить усилия по достижению данной цели может привести к перерасходу бюджета, выделенного на программу.

* Коническая форма переходника обусловлена тем, что верхняя ступень ICPS имеет меньший диаметр, чем центральный блок Core Stage.

** RS-25 представляет собой маршевый двигатель шаттла SSME (Space Shuttle Main Engine), модернизированный исходя из условий работы в составе одноразового носителя SLS и оснащенный новым блоком управления (контроллером).

*** Главный подрядчик по поставке двигателей RS-25.

**** Главный подрядчик по эксплуатации объектов Центра Стенниса.

Испытания двигателя

Ключевым компонентом программы является, несомненно, сверхтяжелый носитель SLS. 14 июля были проведены огневые стендовые испытания (ОСИ; прожиг № 901-1016) кислородно-водородного двигателя RS-25** (экземпляр № E0528) в рамках программы сертификации первой ступени ракеты. Это был первый тест RS-25 с марта 2016 г., когда в рамках программы разработки на стенде работал двигатель № E2059, пять раз использованный в полетах шаттлов.

Нынешняя серия испытаний RS-25 выполняется специалистами NASA при поддержке представителей компаний Aerojet Rocketdyne*** и Syncom Space Services**** на стенде A-1 Космического центра Стенниса в штате Миссисипи. Прожиг № 901-1016 планировался на полную продолжительность работы двигателя (650 сек) при различных уровнях дросселирования: 277 секунд на уровне тяги 109% и 268 секунд – на 80%. Однако ОСИ были внезапно прекращены, и двигатель выключился примерно через 193 секунды после команды «зажигание».

По утверждению представителей NASA, аварийная остановка была обусловлена не проблемой с двигателем, а неисправностями наземного оборудования A-1. «Начатый в 17:57 CST (23:57 UTC) тест было прерван из-за незначительной проблемы с испытательным стендом, которая вызвала преждевременное выключение двигателя на 193-й секунде работы вместо 650-й секунды. Имеющиеся системы управления объекта отреагировали правильно, прекратив испытания и выключив аппаратуру правильным образом», – говорится в пресс-релизе агентства от 14 июля.

Отвечая на вопрос, поставленный на заседании Комитета по пилотируемым исследованиям и операциям Консультативного совета NASA, первый заместитель главы Директората пилотируемых систем Билл Хилл (Bill Hill) сообщил чуть подробнее о том, что произошло. «Во время теста... [приборы] показали низкое давление подачи промышленной воды, которая охлаждает пламяотражатель. Это свидетельствовало, что где-то у нас была утечка [воды], так что мы прекратили испытание», – объяснил он.

При функционировании самого двигателя никаких проблем не отмечалось. Выявленные замечания к работе стенда быстро устранили. Обзор готовности A-1 к испытаниям завершился 22 июля. Дополнительная проверка оборудования не повлияла ни на график работы с RS-25, ни на график разработки носителя SLS в целом.

29 июля NASA провело новые ОСИ (№ 901-1017) двигателя № E0528. «Двигатель RS-25 отработал 650 секунд, что стало очередным успешным этапом в разработке SLS. Новый носитель позволит человеку отправиться в космическое пространство как никогда далеко и, возможно, совершить путешествие на Марс», – сообщалось в пресс-релизе агентства.

Повторное испытание не было точным повторением предыдущей попытки: профиль ОСИ был скорректирован под иной набор тестовых задач. Команду «зажигание» подали в 14:10 по местному времени, прожиг продолжался запланированные 650 секунд.

Основная цель серии испытаний с двигателем № E0528 – проверить новую систему управления и новый контроллер двигателя RS-25. Другие цели ОСИ включали проверку стартовых условий запуска, который осуществляется по средним значениям температур и давлений компонентов топлива на входе в двигатель (американские испытатели называют это «включением в центре стартовой коробки» – start box), а также проверку работы RS-25 на большую продолжительность с разными уровнями тяги и «прогон» датчика расхода горючего.

Уоффорд объяснил, как проводимые ОСИ вписываются в общую программу сертификации: «Эта серия прожигов является продолжением испытаний, имеющих более

широкие цели и длящихся с 2015 г. [Сейчас] основной задачей является сертификация двигателя [RS-25] для работы в составе носителя SLS, которая отличается от функционирования [SSME] в системе Space Shuttle, [в частности], другими условиями на входе компонентов ракетного топлива. Таким образом, этот двигатель [№ 0528] является вторым образцом в этой сертификации, в то время как двигатель № 0525, прошедший испытания летом 2015 г., был первым... Для этого конкретного ОСИ мы разложили общую цель на целую кучу частных задач, которые называем «требованиями по подтверждению конструкции» DVR (Design Verification Requirements). Когда мы говорим, что [двигатель имеет] различные условия на входе, то смотрим, каковы «углы» «стартовой коробки», раскладываем их на набор различных требований по условиям запуска и работы и отключаем двигатель при определенных уровнях тяги и соотношениях компонентов».

ОСИ двигателя RS-25 являются наиболее заметным аспектом усилий по сертификации, но много работ ведется и по линии испытательных стендов. Часть из них проходит в лабораториях, часть выполняют программисты, которые пишут новое программно-математическое обеспечение (ПМО) для проверки соответствия стендового прожига функционированию изделия в составе реальной ракеты. Сертификация переходит от тестирования в рамках разработки инженерного оборудования к квалификационным испытаниям летного «железа».

По словам Уоффорда, в начале года завершились сертификационные проверки DVT (Design Verification Test) проекта нового контроллера**. В частности, блок подвергался вибрациям по трем осям, а затем функциональному тестированию и термоциклированию (то есть контроллер «жарили» при экстремальных температурах). Затем вновь проводилась проверка функционирования. Эти циклы контроллер проходил на протяжении нескольких месяцев. Итогом испытаний стал вывод о его достаточной надежности.

Сейчас контроллер готовится к квалификационным испытаниям в условиях, приближенных к штатной работе в составе летного двигателя. «Я уверен, что мы их пройдем, потому что прошли DVT при очень похожих проектных параметрах, – подчеркнул Уоффорд. – Квалификационные [испытания] заканчивают

лабораторную сертификацию контроллера. В то же самое время мы провели моделирование с использованием ПМО, имитирующего полетный цикл с использованием реального «железа» в контуре управления по типу того, что сейчас происходит в Хантсвилле».

Для обеспечения первого пуска SLS (миссия EM-1) NASA необходимо иметь в наличии достаточное число контроллеров, поскольку полетный комплект включает четыре двигателя и полный комплект запасных частей. Однако г-н Уоффорд отметил: «На самом деле я не считал запасные контроллеры, я считал запасные двигатели... Моя позиция такова: для первой миссии EM-1 необходимо иметь четыре [запасных] двигателя на складе, готовых к замене. Сейчас (на самом деле) у меня реально будет намного больше контроллеров – их к тому моменту изготовят десять или двенадцать, но мне нужно только четыре в качестве запасных частей», – сказал он.

Следующие ОСИ RS-25 № E0528 в Центре Стенниса запланированы на 18 августа. После их завершения аппаратура летного контроллера будет испытана на двигателе в течение трех последующих прожигов, которые планируется начать осенью и завершить до конца года. Во время данной серии испытаний будут проверяться различные входные условия. Все тесты планируется завершить к концу календарного года. В 2017 г. в Центре Стенниса пройдут два ОСИ летного RS-25 в «зеленой зоне» (в зоне допустимых параметров).

В целом г-н Уоффорд оптимистично смотрит на то, как обстоят дела с программой испытаний: «Я бы сказал, что сделано 80% [задуманного]. Летом прошлого года мы ответили на вопрос: пригоден ли двигатель [SSME] для работы в новых условиях на SLS с точки зрения входных температур и давлений? Ответ был получен однозначный и уверенный: да, [может работать] без проблем. Другим аспектом была система управления – мы ответили на главный вопрос (опять же прошлым летом в серии испытаний): адекватно ли справляется со своими задачами новая система управления двигателем? Ответ: да, контроллер работает... Нам еще предстоит кое-что сделать с точки зрения сертификационных испытаний и сертификации ПМО, в том числе закончить сертификационные ОСИ системы управления, но технический риск гораздо, гораздо меньше, чем был год назад».

* В самом деле: сопла SSME охлаждаются жидким водородом и при работе в составе системы Space Shuttle были скорее «слишком холодными» при всех условиях, в том числе при нагреве внешними аэродинамическими потоками.

** По сути – автономные конструкторско-доводочные испытания.

Последний раз двигатель № E0528 работал на соседнем стенде (A-2) 1 июля 2009 г., во втором из последних ОСИ маршевого двигателя SSME в рамках программы обеспечения эксплуатации системы Space Shuttle. Взятый со склада и готовый работать снова двигатель компании Aerojet Rocketdyne используется во второй серии испытаний в конфигурации RS-25, которая полетит на SLS.

Одно из различий условий работы систем Space Shuttle и SLS состоит в том, что в сверхтяжелом носителе двигатели будут расположены ближе к выхлопу стартовых твердотопливных ускорителей (СТУ), а на сопла RS-25 будет нанесена аблятивная теплоизоляция для их защиты от повышенного нагрева. Она может также обеспечивать защиту от других опасностей, в том числе связанных с более близким расположением RS-25 к твердотопливным двигателям разделения, смонтированным в кормовой части СТУ, и к выпускному патрубку блоков вспомогательных силовых установок (ВСУ) основной ступени.

Однако применение данной теплозащиты вызвано скорее перестраховкой, поскольку необходимость данного решения не обоснована. «Ранее... мы думали, что понадобится намного больше аблятивного материала, – сообщил Стив Уоффорд (Steve Wofford), менеджер Управления жидкостных двигателей SLS в Центре космических полетов имени Маршалла. – Но сейчас вопрос состоит в том, нужна ли защита вообще.* Анализ является своего рода пограничным, но из-за этих неопределенностей... мы собираемся все же использовать ее. Вполне возможно, что она и не нужна, но мы делаем это ради безопасности».



И. Лисов
«Новости космонавтики»



USA-269: пополнение в семействе SDS

28 июля в 08:37 EDT (12:37 UTC) со стартового комплекса SLC-41 Станции ВВС США «Мыс Канаверал» силами компании United Launch Alliance при поддержке 45-го космического крыла был осуществлен пуск RH Atlas V (вариант 421, номер AV065) с полезным грузом Национального разведывательного управления NRO в обеспечение национальной безопасности США. На полигоне пуск имел обозначение A4361, у заказчика он именовался NRO L-61.

В результате успешного пуска на орбиту был выведен КА, который получил в каталоге Стратегического командования США номер **41724**, международное обозначение **2016-047A** и официальное наименование **USA-269**. В день старта спутник был обнаружен наблюдателями всемирной сети, координируемой Тедом Молчаном (Ted Molczan), на оптимизированной геопереходной орбите с параметрами:

- наклонение – 18.67°;
- минимальная высота – 1085 км;
- максимальная высота – 35819 км;
- период обращения – 647.2 мин.

Назначение и характеристики аппарата засекречены. По совокупности опубликованных данных и орбитального поведения спутник USA-269, известный также под кодовым именем QUASAR, идентифицирован экспертами как первый аппарат четвертого поколения системы ретрансляции спутниковых данных SDS (Satellite Data System). Ключом к такому выводу стало место КА среди ранее выявленных спутников данной системы вкпе с использованием нового носителя.

Подготовка, старт и перспективы

Это был шестой пуск ULA в 2016 г. и 109-й с начала функционирования компании. Ракета Atlas V стартовала в 64-й раз и эксплуатировалась в интересах NRO в 13-й раз, причем впервые – в варианте с двумя твердотопливными стартовыми ускорителями AJ-60A компании Aerojet Rocketdyne и алюминиевым обтекателем диаметром 4.2 м и длиной 13.8 м (размер XEPF – Extra Extended Payload Fairing). На первой ступени успешно отработал кислородно-керосиновый двигатель РД-180 № 67Т, выпущенный НПО «Энергомаш» в 2012 г. Вторая ступень Centaur использовала кислородно-водородный ЖРД RL10C-1 от Aerojet Rocketdyne.

NRO L-61 стал 45-м пуском в интересах NRO с момента, когда они начали официально объявляться в декабре 1996 г. Разница двух чисел не должна смущать: в перечне полетных заданий имеются значительные пробелы, а запуски производятся отнюдь не в порядке их номеров.

В августе 2015 г. расчетной датой старта NRO L-61 было 21 апреля 2016 г., причем предполагалось использовать ракету с бортовым номером AV064. В сентябре старт отложили до 14 июня с заменой носителя на AV065, причем старую ракету отдали под запуск грузового корабля Cygnus к МКС (миссия OA-6). В январе дата сдвинулась на 24 июня, а 3 мая стало известно, что пуск NRO L-61 планируется на 29 июля. Через месяц, в первых числах июня, его перенесли на сутки назад, на 28 июля.

Утром 8 июля сотрудники ULA доставили в Здание вертикальной сборки первую ступень носителя длиной 32.5 м и диаметром

3.81 м и установили ее с помощью крана на мобильной стартовой платформе. В последующие дни на ступень навесили два стартовых ускорителя, а сверху подстыковали межступенчатый переходник и Centaur. Утром 19 июля ракету увенчали космической головной частью, так что ее общая высота достигла 59 м.

20 июля опубликовали расчетное время пуска – 08:37 EDT – со стартовым окном продолжительностью 57 минут. Названные дата и время были подтверждены на смотре стартовой готовности 25 июля, а на следующий день ракету вывезли на SLC-41.

Пуск состоялся в назначенный день и час. Поднявшись над стартом, Atlas выполнил разворот по крену и тангажу и лег на курс 99°. Интернет-репортаж о выведении по традиции продолжался до разделения ступеней и сброса головного обтекателя через четыре минуты после старта.

Спустя два часа провайдер официально объявил об успешном исходе пуска. «Мы гордимся, что ВВС США и Управление космических запусков NRO доверили ULA доставку этого критически важного средства для национальной безопасности США, – заявила вице-президент ULA по специальным заказам Лаура Магиннис (Laura Maginnis). – Наш неизменный фокус на одном пуске в каждый момент времени и исключительная командная работа делают успешными старты, подобные сегодняшнему».

Интересно отметить, что заказчик провел энергичную пиар-кампанию для формирования интереса школьников к деятельности NRO. Официальным талисманом пуска была объявлена зеленая ящерица по имени Спайк (Spike). На эмблему миссии, помимо

изображения Спайка верхом на «Атласе», были нанесены три сплошные и одна контурная звезда. Согласно официальному заявлению NRO, первые три символизировали членов команды от трех основных участников пуска – Министерства обороны США, Разведывательного сообщества и промышленности, а четвертая представляла совместную командную работу всех участников в офисе программы NRO L-61.

Эмблема старта включала изображение Земли на черном фоне с пятью звездами по нижней кромке (по-видимому, символизирующими 5-ю эскадрилью космических запусков) и тремя знаками L61 в верхней части. Земля была окружена сеткой, образующей 12-лучевую звезду, а сама эмблема сделана с 13 лучами. По поводу последнего высказывалось два предположения: число 13 символизирует либо 13-й запуск спутника типа QUASAR, либо 13-й Atlas в интересах NRO.

Следующий пуск PH Atlas V (421) в интересах NRO в настоящее время планируется на октябрь 2017 г. Предполагается, что в ходе миссии NRO L-52 на орбиту выйдет спутник, аналогичный USA-269.

Ближайший пуск PH Atlas V с полезным грузом NRO планируется на декабрь 2016 г. В ходе пуска NRO L-79 с авиабазы Ванденберг на орбиту, скорее всего, будет выведена пара КА радиоэлектронной разведки Intruder, более известных под именем NOSS.

В ближайших же планах ULA – пуск PH Delta IV с полетным заданием AFSPC-6 по заказу ВВС США. 18 или 19 августа на орбиту

должны выйти два спутника GSSAP для мониторинга обстановки в геостационарной области.

Орбитальное поведение USA-269

В течение двух недель после запуска независимым наблюдателям удалось не только оперативно найти КА на орбите, но и отследить последовательность маневров с использованием бортовой двигательной установки для перевода на геостационар.

10 июля, когда сетевое издание spaceflightnow.com опубликовало первый материал по предстоящему старту, даже всезнающий Тед Молчан не имел еще рабочей гипотезы о том, что будет запущено на «Атласе», и ждал публикации предупреждений для летчиков и моряков, по которым можно было бы установить цель старта. «Если [ракета] пойдет на северо-восток, то, скорее всего, [это будет] SDS/QUASAR. Если же строго на восток, то, видимо, какой-то новый тип или модель геостационарного спутника», – заявил он.

19 июля NRO сообщило spaceflightnow.com азимут пуска – 99°, что исключило орбиты с высоким наклоном и оставило в силе лишь версию геостационарного КА.

20 и 25 июля появились предупреждения об опасных зонах. Три из них лежали в Атлантическом океане вдоль трассы выведения – стартовая, зона падения ускорителей и зона падения первой ступени и створок обтекателя. Четвертая находилась в северо-восточной части Тихого океана и, очевидно, предназначалась для падения фрагментов ступени Centaur, сведенной с орбиты в результате третьего включения бортового ЖРД.

Как следствие, 26 июля Тед Молчан опубликовал предположительную циклограмму выведения и поисковые орбиты для КА и ступени Centaur. Он решил, что полезным грузом все-таки является первый КА нового поколения системы SDS, предназначенный для ретрансляции данных с низкоорбитальных КА видовой разведки и оптимизированный для совместной работы со спутниками оптико-электронного наблюдения KH-11 Block 5, которые планируется запустить в сентябре 2018 и июле 2020 г. Альтернативой мог бы стать новый КА радиоэлектронной разведки, однако на эту «должность» уже претендовали два кандидата – USA-250 (HK № 6, 2014) и USA-268 (HK № 8, 2016), так что эта версия не представлялась убедительной.

Спрогнозированная Молчаном геопереходная орбита КА отличалась от реальной по наклону на 5,5°, а финальная орбита второй ступени – на 5°. Однако это не помешало лишь недавно включившемуся в работу австралийскому наблюдателю Полу Камильери зафиксировать светящееся пятно от слива остатков топлива «Центавром» и отснять ступень и спутник на фоне звезд с использованием телеобъективов с фокусным расстоянием 85 мм и 180 мм. По снимкам, сделанным им 28 июля между 13:47 и 15:54 UTC, нидерландец Сес Басса определил орбиты обоих объектов.

Для «Центавра» орбита оказалась с отрицательным перигеем, так что в конце первого витка он вошел в атмосферу и раз-

рушился над заявленным районом Тихого океана в 750 км к югу от Гавайских островов. Интересно отметить, что ранее были сведены с орбиты ступени Centaur от двух предыдущих пусков КА SDS – в 2012 г. и 2014 г. Ранее выполнялся лишь увод ступени на более низкую орбиту.

Новые наблюдения Пола Камильери и американцев Скотта Тилли и Кевина Феттера от 29 июля позволили уточнить параметры начальной орбиты КА: перигей оказался не 818 км, как определил Басса, а 1085 км. Удалось восстановить и схему выведения в целом: в результате первого включения «Центавра» была достигнута опорная орбита наклоном 28,7° и высотой 190×1092 км; второе включение было выполнено приблизительно в 13:04 UTC в первом нисходящем узле и дало геопереходную орбиту; третье включение было выполнено в 13:42 UTC на восходящей ветви первого витка, где приложением импульса около 500 м/с удалось понизить орбиту «Центавра» до 28 000 км в апогее и примерно до -250...-225 км в перигее. Ступень вошла в атмосферу приблизительно в 21:06 UTC, через 7 минут после начала заявленного «окна».

Скотт Тилли отметил, что спутник при наблюдениях 28 июля имел нерегулярный блеск, а раз в 240 секунд выдавал яркую вспышку. Такое поведение характерно для КА, стабилизированных вращением, и наблюдалось ранее у спутников SDS второго и третьего поколений.

В последующие дни наблюдения вели Камильери, Тилли, Басса и Брэд Янг. USA-269 последовательно отмечался на орбитах, параметры которых приведены в таблице 1.

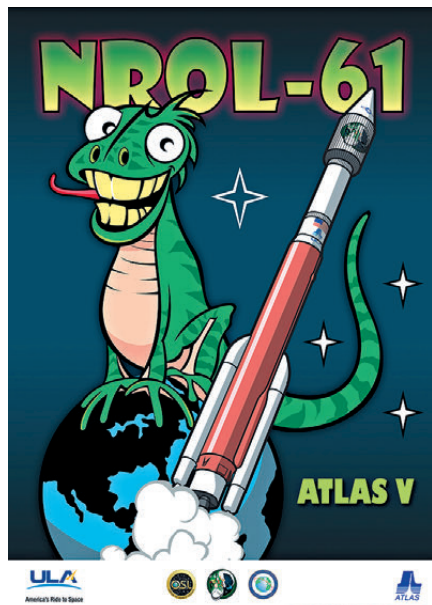
Табл. 1. Орбиты КА USA-269 в процессе подъема на геостационар

Дата	Параметры орбиты			
	i, °	Нр, км	На, км	P, мин
29 июля	18.67°	1085	35819	647.2
1 августа	12.70°	6138	35839	750.2
5 августа	5.81°	28686	35785	1258.5
7 августа	5.25°	33495	35790	1378.1
11 августа	5.01°	35785	35794	1436.1

11 августа Пол Камильери обнаружил КА стабилизированным в позиции 92° в.д. на геосинхронной орбите наклоном 5°. Теперь спутник уже не давал вспышек, и это означало, что стабилизация вращением со скоростью 0.25 об/мин была заменена режимом трехосной стабилизации.

Вот теперь версию SDS можно было считать подтвержденной полностью, так как с августа 2011 г. эту точку стояния занимал спутник, идентифицированный ранее как SDS-C2, а в 2013 г. его сменил SDS-C6. Более того, SDS-C2 после замены переместился в позицию 110° в.д., и то же самое проделал SDS-C6, который 2 августа 2016 г. снялся с

Сложность подобных наблюдений и их интерпретации подчеркивает следующий интересный сюжет. 11 августа Камильери обнаружил не один, а два спутника на орбитах со сходными параметрами: USA-269 в точке 92° и менее яркий аппарат в позиции 102.5° в.д., который не удалось соотнести ни с каким известным объектом. Появилось естественное и интригующее предположение об их родстве, которое, однако, рухнуло уже 14 августа, когда второй объект был идентифицирован как новый китайский геосинхронный КА мобильной связи «Тяньтун-1» № 01.





позиции 92° в.д. и начал переход в направлении 110° в.д.!

Что же касается нового поколения, то на это прямо указывало использование носителя в версии 421. Грузоподъемность использованной ранее ракеты типа 401 на ГПО наклонением 21° составляет 4320 кг, в то время как для 421-й версии и наклонения 19° она достигает 5960 кг. Предельная масса спутника после доведения на стационар составляет приблизительно 2650 кг в первом случае и 3710 кг во втором. Ограничение снизу можно получить, считая, что ракеты типа 411 оказалось недостаточно. Для нее максимальная масса КА составила бы 5130 кг на целевой орбите и 3190 кг – на рабочих.

Вторым существенным обстоятельством стал факт запуска под обтекателем XEPF длиной 45 футов (13.8 м), самым протяженным из имеющихся. Предыдущие КА выводились под обтекателями LPF длиной 39 футов (12.0 м), а единственный спутник третьего поколения, запущенный альтернативным носителем Delta IV, был укрыт обтекателем

длиной 11.7 м. Промежуточный для «Атласа» вариант EPF (42 фута, 12.9 м) в программе SDS не использовался.

Таким образом, стартовавший 28 июля аппарат имеет большую массу и геометрические размеры, нежели предыдущие спутники семейства SDS.

Сведения о запусках аппаратов SDS второго и последующих поколений приведены в табл. 2. На графиках, построенных автором на основании определенных сообществом наблюдателей орбитальных параметров, приведена доступная на сегодня информация об истории перемещения геостационарных КА системы по точкам стояния и о распределении по плоскостям высокоэллиптических спутников SDS.

Запутанная история спутников первого поколения требует особого обсуждения.

К истории SDS

Несекретное название Satellite Data System непосредственно указывает на решаемую системой основную задачу – ретрансляцию в режиме реального времени данных с раз-

ведывательных спутников. Передача видеоинформации в записи, во-первых, с неизбежностью влечет задержку во времени от десятков минут до многих часов между пролетом района съемки и прохождением КА в зоне видимости приемной станции, а во-вторых, такое решение до последнего времени было труднореализуемым из-за малого объема бортовых записывающих устройств и слишком высокой потребной скорости передачи информации в коротком сеансе связи. Спутник-ретранслятор на достаточно высокой орбите обеспечивал непрерывную передачу снимаемого изображения с приемлемой скоростью.

По свидетельству Дуэйна Дея*, идею системы ретрансляции данных выдвинул осенью 1963 г. Альберт «Бад» Уилон (Albert «Bud» Wheelon), заместитель директора ЦРУ США по науке и технике. Однако в то время еще просто не было спутников с эффективным преобразованием снимаемой «картинки» в цифровой формат, вместе с которыми ее можно было бы использовать.

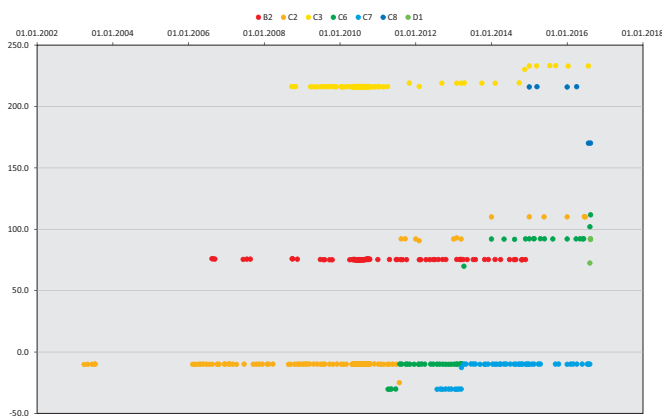
В июне 1971 г. президент Ричард Никсон санкционировал создание первого в США спутника оптико-электронной разведки KENNAN с камерой KH-11. Объективом космической камеры служил телескоп с большой апертурой и фокусным расстоянием, а приемную часть в первом варианте КА образовывали светочувствительные диоды. ПЗС-матриц тогда еще не было, однако ЦРУ профинансировало работы Bell Telephone Laboratories по их созданию, и на KH-11 второго поколения уже были применены линейки таких приемников. Аналогичные устройства используются для оцифровки изображения и в настоящее время.

Ответственность за разработку системы KENNAN была возложена на подразделение ЦРУ в составе NRO, известное под условным наименованием Program В. Оно же сформулировало задание на спутник-ретранслятор SDS, проект которого был утвержден к реализации в конце 1971 г.

Первоначальная идея Уилона состояла в использовании геостационарного КА, однако при этом не получалось передать информацию сразу со спутника-разведчика через один космический ретранслятор на специализированную приемную станцию. Требовались промежуточные звенья, что усложняло

* Dwayne A. Day. *Relay in the Sky: The Satellite Data System* // *JBIS Vol. 59 Suppl. 1 (Space Chronicle)*, May 2006.

▼ Перемещения геостационарных КА SDS по точкам стояния



▼ По положению восходящего узла орбиты видны три плоскости КА на ВЭО

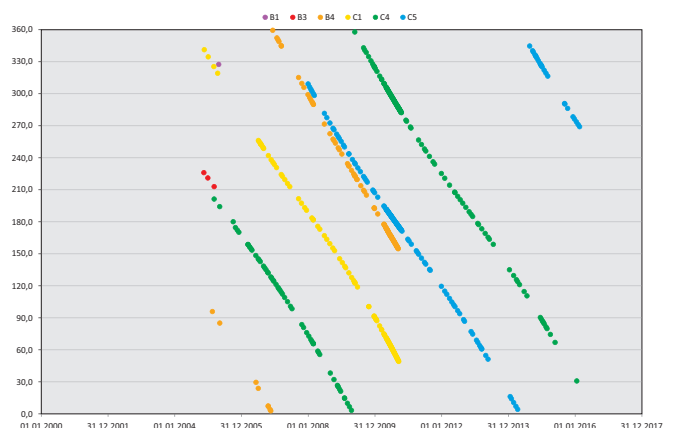


Табл. 2. Запуски аппаратов SDS второго и последующих поколений

Дата старта	Обозначение пуска	КА	Космодром	Носитель	Номер носителя	Тип рабочей орбиты	
08.08.1989	USA-40	SDS-B1	CCAFS	Space Shuttle/Orbus-7S	STS-28	ВЭО	
15.11.1990	USA-67	SDS-B2	CCAFS	Space Shuttle/Orbus-21S	STS-38	ГСО	
02.12.1992	USA-89	SDS-B3	CCAFS	Space Shuttle/Orbus-7S	STS-53	ВЭО	
03.07.1996	USA-125	SDS-B4	CCAFS	Titan 405A/Orbus-7S	K-02	ВЭО	
29.01.1998	USA-137	SDS-C1	CCAFS	Atlas IIA	AC-109	ВЭО	
06.12.2000	USA-155	SDS-C2	CCAFS	Atlas IIA S	AC-157	ГСО	
11.10.2001	USA-162	SDS-C3	CCAFS	Atlas IIA S	AC-162	ГСО	
31.08.2004	USA-179	NROL-1	CCAFS	Atlas IIA S	AC-167	ВЭО	
10.12.2007	USA-198	NROL-24	SDS-C5	Atlas V 401 LPF	AV-015	ВЭО	
11.03.2011	USA-227	NROL-27	SDS-C6	CCAFS	Delta IVM+ (4.2)	D353	ГСО
20.06.2012	USA-236	NROL-38	SDS-C7	CCAFS	Atlas V 401 LPF	AV023	ГСО
22.05.2014	USA-252	NROL-33	SDS-C8	CCAFS	Atlas V 401 LPF	AV046	ГСО
28.07.2016	USA-269	NROL-61	SDS-D1	CCAFS	Atlas V 421 XEPF	AV065	ГСО
10.2017	NROL-52	SDS-D2	CCAFS	Atlas V 421		ГСО	

Обозначения:

VAFB – авиабаза ВВС США Ванденберг ВЭО – высокоэллиптическая орбита
CCAFS – станция ВВС США Мыс Канаверал ГСО – геосинхронная орбита

систему и делало ее ненадежной. Эту проблему снял Александр Флакс (Alexander H. Flax), директор NRO в 1965–1969 гг., предложив для спутника-ретранслятора орбиту типа «Молния»* наклонением 63,4°, апогеем на высоте около 39 000 км над Северным полушарием и полусуточным периодом обращения. «Зависая» примерно на восемь часов в районе апогея, аппарат мог одновременно видеть всю территорию СССР вместе с пролетающими над ней разведывательными спутниками и приемную станцию в США. Два спутника-ретранслятора, сменяя друг друга, полностью перекрывали дневное время суток, когда над целью могла работать аппаратура оптического наблюдения.

Параллельно с совершенно секретными работами над тандемом KENNAN/SDS специалисты ВВС США пытались решить задачу гарантированной связи и боевого управления ядерными силами в Арктике. Радиосвязь с самолетами В-52 над Северным Ледовитым океаном часто была ненадежной. Эту проблему была призвана устранить спутниковая система ретрансляции данных DRSS (Data Relay Satellite System). Одноименная программа успела получить в ВВС номер 313 и формально продолжалась до мая 1973 г., однако в реальности ее функции вместе с номером передали SDS уже в начале 1972 г. Соответствующая попутная полезная нагрузка называлась AFSATCOM (Air Force Satellite Communications) и формировала 12 каналов УКВ-диапазона (225–400 МГц) для гарантированной связи в любых внешних условиях с подвижными средствами ВВС – в том числе для передачи информации и сигналов боевого управления стратегическим бомбардировщикам.

Вторым попутчиком на борту SDS стала аппаратура под названием Mission-22 Packet – система широкополосной связи между принадлежащим ВВС США Центром управления спутниками в Саннивейле (Калифорния) и семью наземными станциями командно-измерительного комплекса в разных районах мира. Через нее в реальном масштабе времени могли ретранслироваться

* СССР начиная с 1965 г. использовал одноименные спутники для связи и телевизионных передач между Москвой и Владивостоком, а позднее и в интересах Вооруженных сил.

** Philip J. Klass, USAF Plans Data Relay Satellite // Aviation Week & Space Technology, 19 June 1972, p.12.

потоки телеметрической информации с американских КА, а также с боевых ракет во время испытательных пусков.

Наличие этих двух подсистем позволило ВВС США претендовать на роль заказчика и распорядителя бюджета SDS, причем это вполне устраивало высшее военно-политическое руководство США. Система KENNAN была совершенно секретной; предполагалось, что, благодаря отсутствию возвращаемых

капсул с пленкой и радиосигналов с борта при пролете над территорией СССР, ее название останется тайной для Москвы. Единственным ключом была космическая система ретрансляции, и нужно было скрыть от обнаружения радиоканал между низкоорбитальным КА KENNAN и высокоэллиптическим SDS, и по возможности заlegenдировать иное назначение спутника-ретранслятора.

Исходя из этих соображений заказчиком SDS было сделано не ЦРУ-шное подразделение в составе NRO и даже не подразделение ВВС в этой секретной организации, условно обозначавшееся Program A, а соседствующая с ним в Лос-Анжелесе и существующая вполне открыто Организация космических и ракетных систем SAMSO (Space and Missile Systems Organization). Решение об этом подписал 3 мая 1972 г. первый заместитель министра ВВС США Кеннет Раш (D. Kenneth Rush). Одновременно SAMSO получило разрешение управлять проектом по упрощенной схеме с минимальным количеством отчетности, как уже многие годы работали подразделения NRO. Без этого создание SDS могло бы сильно отстать от разработки спутника-разведчика.

Дуэйн Дей считает, что за аппаратуру ретрансляции разведывательной информации на борту SDS отвечала Program A. Интересно отметить, однако, что в официальной биографии генерал-лейтенанта ВВС США Дональда Кромера (Donald L. Cromer) указывается, что он с декабря 1969 по август 1972 г. был главой отделения полезной нагрузки управления программы SDS в SAMSO. Име-

лась в виду основная ли полезная нагрузка или попутная – неизвестно.

9 мая 1972 г. подрядчиком по КА SDS была выбрана компания Hughes Aircraft Co., а 7 июля ВВС США официально объявили о выдаче ей контракта на 36 млн \$ на систему ретрансляции данных USAF Data Relay System – с использованием названия, оставшегося от планировавшейся ранее системы DRSS. Предусматривалось изготовление сразу двух спутников для запуска в январе и марте 1976 г., но во второй половине года даты стартов «съехали» на июнь и август.

Аккурат перед выдачей контракта Филип Класс (Philip J. Klass) в Aviation Week & Space Technology за 19 июня сообщил** о планах заказа ВВС США нового класса спутников ретрансляции данных и достаточно точно описал их истинное назначение: «Обеспечить передачу снимков с разведывательных спутников... непосредственно в США для ускоренного анализа и передачи команд разведывательным спутникам на детальную съемку объектов, обнаруженных на предшествующих фотографиях». Статья попортила NRO немало крови, но со временем забылась, и когда два первых SDS были запущены, их назначение описывали с упором на миссию AFSATCOM по связи с бомбардировщиками в полярных районах.

Более того: еще до первого запуска программа SDS послужила прикрытием для другого проекта со спутниками на высокоэллиптических орбитах. Когда 21 августа 1973 г. был запущен совершенно секретный КА радиотехнической разведки JUMPSEAT 3, эксперты сходу приписали ему задачу «испытания оборудования и отработки технических проблем связи со стратегическими бомбардировщиками», а следующий КА этого типа в марте 1975 г. был описан как «первый оперативный спутник для ретрансляции военных данных».

Вторым широко известным примером такой дезинформации явилась преднамеренно открытая программа DSP (Defense Satellite Program) с задачей обнаружения пусков баллистических ракет. Хотя первый спутник DSP был выведен на геостационарную орбиту в ноябре 1970 г., эксперты успели приписать задачу раннего предупреждения спутникам радиоэлектронной разведки RHYOLITE 1 и CANYON 2, запущенным в июне и сентябре. Задачу отработки бортового оборудования

▼ Конверт к запуску геостационарного КА РЭР CANYON 5 был заlegenдирован под SDS





▲ Запуск спутника JUMPSEAT 4 авторы конверта из фирмы Space Voyages также замаскировали под еще не существующую систему SDS. Впрочем, ПН AFSATCOM могла стоять и на нем

спутников раннего обнаружения и собственноручно обнаружения ракетных пусков приписывали и последующим геосинхронным КА РЭР вплоть до 1984 г. Хуже того: двум таким аппаратам в 1972–1973 гг. попытались приписать обозначение Program 313 и наименование SDS, хотя в действительности оно относилось только к высокоэллиптическим КА.

Скажем сразу, что всего в 1971–1987 гг. с авиабазы Ванденберг стартовали 14 ракет Titan 33B и Titan 34B с высокоэллиптическими КА двух различных семейств – JUMPSEAT и SDS. Один пуск закончился аварией, исход еще одного неясен ввиду отсутствия достоверных орбитальных данных. В результате успешной кампании дезинформации всем им в авторитетных справочниках, подобных британскому RAE Satellite Tables, было приписано наименование SDS.

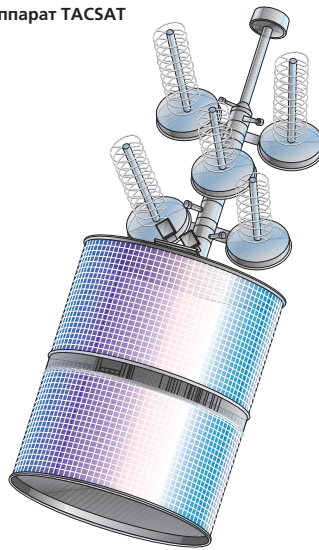
В комментариях к запускам изредка указывалось, что высокоэллиптические КА могут использоваться для радиотехнической или радиоразведки, но основной версией всегда оставалась связь с бомбардировщиками в полярных районах. Лишь в 1983 г. к ней добавили ретрансляцию информации военного значения, а в 1987 г. по случаю последнего запуска привели все три задачи: двусторонняя УКВ-связь в реальном масштабе времени и боевое управление самолетами Стратегического авиационного командования в полярных районах; ретрансляция информации КН-11 на наземную станцию вблизи Вашингтона; обеспечение двусторонней связи между ЦУПом спутников военного назначения в Саннивейле и семью станциями наземного командно-измерительного комплекса ВВС США.

Сам факт существования системы радиотехнической разведки JUMPSEAT, спутники которой запускались параллельно с SDS, не был известен вплоть до апреля 1990 г., когда уже известный нам Филип Класс сообщил о приближающемся завершении ее работы*. Американский автор весьма неточно охарактеризовал JUMPSEAT как систему радиоразведки (COMINT), которая в течение двух десятилетий занималась перехватом советских коммуникаций через спутники «Молния» и которая осталась не у дел, поскольку трафик теперь идет через геостационарные

спутники. Ф. Класс сделал первую попытку рассортировать 14 пусков на JUMPSEAT и SDS, но ни она, ни последующие не имели документальной основы и не являются окончательными.

Итак, наименование SDS было общеизвестно с 1972 г., а программа JUMPSEAT перестала быть тайной в 1990 г., но и сейчас, спустя четверть века, детали конструкции обоих КА не рассекречены.

▼ Аппарат TACSAT



Предполагается, что их прародителем был экспериментальный спутник тактической связи TACSAT на платформе HS-308. Изготовленный компанией Hughes по заказу SAMSO и запущенный 9 февраля 1969 г. на геостационарную орбиту аппарат массой 730 кг был выполнен в форме цилиндра диаметром 2.4 м и высотой 3.4 м, покрытого фотоэлементами. Спутник стабилизировался вращением, однако его верхняя (при запуске) часть с пятью спиральными и двумя рупорными антеннами имела механизм противовращения и оставалась неподвижной. Такая конструкция, позволяющая изредка сохранять стабильность при вращении вокруг оси с минимальным моментом инерции, была предложена лабораторией Тони Иорилло (Tony Iorillo) и запатентована под названием Gyrostat. Мощные бортовые пере-

датчики УКВ- и X-диапазона позволяли работать с малыми переносными терминалами.

TACSAT позволил отработать новую динамическую схему и выработать решения для подавления нутации спутника. Затем на его базе были последовательно созданы КА JUMPSEAT (проект HS-318), Intelsat IV (HS-312) и SDS (HS-350).

Описание конструкции HS-318 или HS-350 в силу секретности отсутствует, и известны лишь отдельные детали, упомянутые в материалах Hughes по родственным проектам. Существенным отличием от TACSAT стало использование в системе ориентации гидразиновых ЖРД фирмы Hamilton Standard вместо перекисных от Kidde. Разумеется, высокоэллиптические спутники не оснащались апогейным двигателем для перехода на геостационарную орбиту, но требовали зато более серьезной защиты, так как на каждом витке проходили через радиационные пояса Земли. Для точного определения текущей ориентации и наведения антенн на Землю использовалась пара звездных датчиков с полем зрения по 6°, расположенных в «экваториальной» плоскости КА и отклоненных на 3° к «северу» и к «югу». Измерение состояло в определении на основном звездном датчике угла места двух выбранных звезд вблизи экваториальной плоскости, угловое расстояние между которыми было близко к 90°. По этим данным рассчитывалось направление оси вращения.

Аппарат радиотехнической разведки JUMPSEAT массой около 700 кг создавался в рамках программы 711 и предназначался в первую очередь для регистрации сигналов радиолокаторов советской системы противоракетной обороны. В качестве дополнительной полезной нагрузки он нес аппаратуру инфракрасного наблюдения, по-видимому, в интересах обнаружения пусков баллистических ракет в поддержку спутников DSP на геостационарной орбите. Упоминание о регистрации 17 и 18 ноября 1975 г. инфракрасных сигналов спутниками на эллиптических орбитах содержится в рассекреченном письме первого заместителя советника по национальной безопасности Уильяма Хайланда (William G. Hyland) советнику Госдепартамента Хельмуту Соннефельду (Helmut Sonnefeldt). К указанному моменту США не располагали никакими военными спутниками на высокоэллиптических орбитах, кроме JUMPSEAT.

Три первых КА JUMPSEAT были запущены со стартового комплекса SLC-4W базы Ванденберг ракетами Titan 33B с верхней ступенью Ascent Agena в 1971–1973 гг. (табл. 3). Один носитель потерпел аварию, а два других успешно доставили спутники на орбиты наклонением 63.2–63.3° и высотой приблизительно 350×39300 км. В первые дни полета перигей КА поднимался до 440–460 км, а в последующем, вероятно, примерно до 1000 км.

Следует пояснить, что на ракетах Titan IIIB и Titan 23B, летавших до этого, Agena не рассматривалась как «чистая» ступень – это был интегрированный с полезным грузом объект, выполняющий после отделения от носителя довыведение на орбиту, а в процессе орбитального полета – коррекции орбиты и наведение фотографической аппаратуры

* Philip J. Klass. NSA Jumpseat program winds down as Soviets shift to newer satellites // Aviation Week & Space Technology, Vol. 132, Issue 14 (April 2, 1990), p. 46.

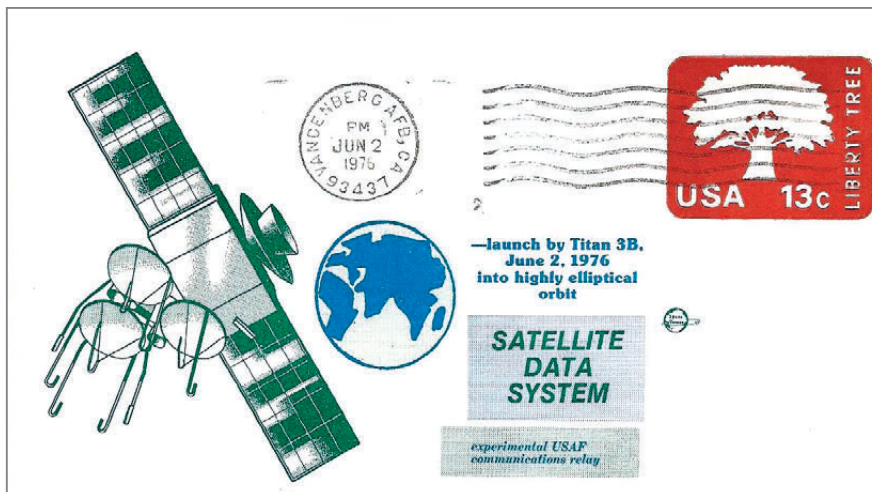
на цели. А вот на ракете Titan 33B устанавливалась настоящая ступень – прилагательное Ascent как раз и говорило о том, что она работает только на этапе выведения – с отделяемым от нее спутником, причем комбинация ступени и КА закрывалась нехарактерным для ракет линии Titan IIIB обтекателем диаметром 3.05 м и длиной 17.75 м.

Начиная с четвертого пуска в марте 1975 г. спутники JUMPSEAT «пересадили» на более грузоподъемную ракету Titan 34B, отличающуюся от предшественницы удлиненной примерно на 1.7 м первой ступенью. Поскольку «Титаны» со стандартной первой ступенью летали с другими КА еще много лет, весьма вероятно, что модификация была обусловлена увеличением массы спутника. Возможно, в 1975 г. начались запуски аппаратов второго поколения, задачи которых были дополнены прослушиванием советских радиоканалов микроволнового диапазона. По неподтвержденным данным, для этого на КА устанавливалась зонтичная антенна диаметром около 72 футов (22 м). Приемная станция системы была оборудована в Менвит-Хилле (Йоркшир, Британия). Основным потребителем данных JUMPSEAT, вероятно, было Агентство национальной безопасности NSA.

Стоит добавить, что несколько раньше, в декабре 1968 г., США начали попутные со спутниками CORONA и HEXAGON запуски малых КА радиотехнической разведки в рамках программы 989 на околокруговые орбиты высотой около 1400 км. Их основными целями были радиолокаторы советских систем ПРО и ПКО. Комбинация программ 989 и JUMPSEAT работала под кодовым именем YIELD, а с 1982 г. – WILLOW.

Спутник-ретранслятор SDS также имел массу порядка 700 кг, его система электропитания располагала 980 Вт мощности. Основная полезная нагрузка имела в своем составе приемник диапазона 58 ГГц, в котором велась передача с аппаратов KENNAN, и передатчик диапазона 22 ГГц с антенной диаметром свыше 3 м для ретрансляции на наземную станцию Форт-Бельвуар в районе Вашингтона. Крайне высокая частота межспутникового канала была выбрана с тем расчетом, чтобы сигнал невозможно было перехватить на Земле – его поглощал кислород земной атмосферы. По этому же зашифрованному каналу шла телеметрия с КА, а в обратном направлении – командно-программная информация.

Дополнительные полезные нагрузки AFSATCOM и Mission 22 функционировали



▲ Первый запуск настоящего SDS подписан правильно, но изображение спутника является буйной фантазией художника

независимо от основной. В августе 1974 г. министр ВВС утвердил дополнение к проекту SDS, предусматривающее установку аппаратуры обнаружения ядерных взрывов NUDET начиная с третьего летного КА.

В ноябре и декабре 1973 г. была проведена критическая защита по коммуникационным подсистемам SDS, а в марте 1974 г. – по системе в целом. На этом этапе Hughes начал изготовление двух КА для наземных тестов: изделия X-1 – для статических испытаний и Y-1 – для квалификационных. В 1974 г. фирма приступила к созданию первых двух летных КА, а в 1975 г. – третьего. К концу 1975 г. испытания изделия Y-1 завершились, и начались тестирование и приемка летных аппаратов F-1 и F-2.

Первые два SDS были успешно выведены на орбиту носителями Titan 34B в июне и августе 1976 г. в соответствии с планом (табл. 3). Их первый клиент – спутник KENNAN с оптико-электронной системой KH-11 – был запущен 19 декабря 1976 г. с полетным заданием 5501 и введен в строй в январе 1977 г.

В процессе летных испытаний системы выявились некоторые проблемы, связанные главным образом с КА KENNAN. Их слабыми местами оказались гиросдины, использовавшиеся для ориентации и стабилизации спутника, наведения на цель и сопровождения ее для устранения смаза изображения, а также лампы бегущей волны в канале 58 ГГц. Позднее выявились некие проблемы с положением и ориентацией SDS во время передачи на них потока информации. Последнее затруднение привело к тому, что в 1983 г. NRO отобрало у SAMSO управление программой SDS. (Смысла скрывать ее назначение уже не было, так как еще в 1977 г. сотрудник ЦРУ Уильям Кампилес унес из офиса руководство по KH-11, вывез его в Грецию и продал сотрудникам советского посольства за 3000 долларов, за что отсидел в американской тюрьме 19 лет.)

В целом, однако, система KENNAN/SDS выполняла свои задачи, обеспечивая кадровую съемку небольших участков земной поверхности с максимальной

ной разрешающей способностью до 0.15 м, непрерывную полосовую съемку и площадную съемку с разрешением около 1 м. По свидетельству американских экспертов, фотографии наиболее важных объектов предоставлялись лично президенту США через 40–50 мин после пролета спутника над районом разведки.

В рассекреченном документе по системе SDS от декабря 1980 г. указано, что КА F-3 стартовал в августе 1978 г. Методом исключения можно сделать вывод, что в феврале 1978 г. стартовал JUMPSEAT 5. Дальнейшие даты запусков спутников того или другого семейства документально не подтверждены.

Еще в ноябре 1975 г. заместитель министра ВВС по НИОКР утвердил план закупки в 1978 и 1979 г. пятого и шестого спутника, причем в модифицированном варианте, позволяющем запустить их на шаттле, чего в реальности не произошло. Известно также, что аппараты F-4 и F-5 были поставлены заказчику в мае и октябре 1980 г., а квалификационное изделие Y-1 переделано в летное и сдано в мае 1980 г. под номером F-5A. В 1981 г. ВВС предложили закупить дополнительно аппарат F-7. Из рассекреченных документов не ясно, были ли F-6 и F-7 изготовлены и сданы, а также – сколько в итоге SDS первого поколения было запущено.

По данным подполковника А. Андропова*, в состав подсистемы ретрансляторов входили три спутника SDS, плоскости орбит которых были разнесены на 120° относительно друг друга. За счет подбора времен прохождения узла орбиты они двигались по одной трассе, поочередно «зависая» на рабочих апогейных участках над Атлантическим и Тихим океанами.

В 2004 г. выяснилось, что спутники системы SDS имеют закрытое наименование QUASAR. Достоверно неизвестно, применялось ли оно уже в 1970-е годы, но в материалах разведывательного бюджета на 2013 ф.г., преданных гласности Эдвардом Сноуденом (НК №10, 2013), фигурировали суммы на закупку спутников QUASAR R/S с номерами 17/18, 19, 20/21 и 22/23, причем,

* Андронов А., Шевров Р. Американские космические системы видовой разведки // Зарубежное военное обозрение, 1995, № 2.

Табл. 3. Запуски американских КА на высокоэллиптические орбиты в 1971–1987 годах

Дата старта	Обозначение пуска	КА	Носитель	Номер носителя	Примечание
21.03.1971	OPS-4788	Jumpseat 1	Titan 33B/Agena D	3B-36	
16.02.1972	OPS-1844	Jumpseat 2	Titan 33B/Agena D	3B-37	Аварийный
21.08.1973	OPS-7724	Jumpseat 3	Titan 33B/Agena D	3B-38	
10.03.1975	OPS-2439	Jumpseat 4	Titan 34B/Agena D	3B-50	
02.06.1976	OPS-7837	SDS-A1	Titan 34B/Agena D	3B-55	
07.08.1976	OPS-7940	SDS-A2	Titan 34B/Agena D	3B-56	
25.02.1978	OPS-6031	Jumpseat 5	Titan 34B/Agena D	3B-49	
05.08.1978	OPS-7310	SDS-A3	Titan 34B/Agena D	3B-57	
13.12.1980	OPS-5805	SDS-A4?	Titan 34B/Agena D	3B-53	
24.04.1981	OPS-7225	Jumpseat 6?	Titan 34B/Agena D	3B-60	Аварийный орбитальный?
31.07.1983	OPS-7304	Jumpseat 7?	Titan 34B/Agena D	3B-65	
28.08.1984	USA-4	SDS-A5?	Titan 34B/Agena D	3B-64	
08.02.1985	USA-9	SDS-A6?	Titan 34B/Agena D	3B-69	
12.02.1987	USA-21	SDS-A7?	Titan 34B/Agena D	3B-66	

Примечание. Идентификация спутников 1980–1987 гг. запуска не имеет документального подтверждения и является спекулятивной.

судя по графику финансирования, к началу 2012 г. аппараты 17/18 и 19 были уже изготовлены, 20/21 находились в производстве, а 22/23 – на начальном этапе разработки. Это неплохо стыкуется с общим количеством запущенных по 2014 г. включительно спутников SDS: от шести до восьми КА первого поколения, четыре – второго и восемь – третьего.

Попытку разделить запуски на ВЭО между SDS и JUMPSEAT сделал Джонатан МакДауэлл в апреле 1990 г., сразу после статьи Ф. Класа. В уточненном виде его версия была опубликована в 135-м выпуске электронного бюллетеня Jonathan's Space Report в декабре 1992 г. МакДауэлл отнес к SDS спутники, запущенные в 1980 и 1984–1987 гг., так что в итоге получилось семь JUMPSEAT и семь SDS. Другие, столь же спекулятивные варианты разделения предложили Джон Пайк из Федерации американских ученых FAS (8+6) и Дуэйн Дей (7+7).

По данным А. Андропова, в период 1976–1985 гг. на орбиту были выведены шесть спутников SDS, средний срок активного функционирования которых составлял около семи лет. Аппарат 1987 года он отнес к группе JUMPSEAT, как и Пайк. Однако в описании системы SDS первого поколения на сайте FAS утверждалось, что последний из спутников, запущенный в феврале 1987 г., проработал до ноября 1995 г.

По свидетельству Эда Кайла, составившего краткую, но весьма детальную историю PH семейства Titan*, спутники JUMPSEAT после перехода на Titan 34B по-прежнему запускались под головным обтекателем длиной 17.7 м, а вот SDS – под значительно более коротким, длиной 12.7 м. Таким образом, ракеты, несущие тот или иной аппарат, были вполне различимы внешне. К сожалению, Кайлу удалось найти лишь один снимок старта PH Titan 34B – за 24 апреля 1981 г. Судя по пропорциям ракеты, использовался длинный обтекатель, а следовательно, запускался JUMPSEAT.

Изучая таблицу 3, можно заметить, что носители под первые пуски закупались сериями: три Titan 33B имели бортовые номера 36–38, под два установленных пуска JUMPSEAT'ов использовались два носителя Titan 34B с номерами 49–50, а для трех первых SDS – ракеты с номерами 55–57. Далее явно выделяется серия 64–66, а вот три оставшихся носителя, к сожалению, занумерованы вразнобой.

Было бы сравнительно несложно распределить пуски по типам при наличии орбитальных элементов. К сожалению, они имеются лишь для двух спутников и трех ракетных ступеней от трех первых успешных пусков, причем все данные на КА относятся ко времени, когда они еще не довели орбиту до рабочей с полусуточным периодом.

С учетом этой оговорки можно отметить, что три JUMPSEAT'a запустили в орбитальные плоскости, восходящие узлы которых

были разнесены на 111° и 114°. Попытка просчитать положения плоскостей в последующих запусках на основании даты и времени старта и скорости прецессии убедительных результатов не дала.

Наблюдатели нашли и сопровождают десяток высокоэллиптических объектов, которые могут иметь отношение к аппаратам 1971–1987 гг., однако сопоставить их с конкретными пусками пока не удалось.

Параметры орбит интересующих нас спутников, поданные США в Регистр ООН и опубликованные в различных неофициальных источниках (RAE Tables, Ежегодник БСЭ и т.п.), можно считать относительно надежными по 1978 г. включительно. Для пуска 1980 г. США указали опорную орбиту 183×356 км, соответствующую достоверно известной из орбитальных элементов опорной орбите в пуске 1973 г. Для спутника и ступени 1981 г. была указана орбита 188×708 км, что заставляет заподозрить аварийный исход пуска на этапе второго включения «Аджены». Для спутника и ракетной ступени 1983 г. в Регистр ООН подали рабочую орбиту 1028×39321 км, хотя Agena на нее, конечно, не выводилась.



▲ К третьему запуску SDS художникам был дан другой эскиз...

По пускам 1971–1978 гг. можно заметить, что для КА JUMPSEAT заявлялось наклонение орбиты 63.2–63.5°, в то время как для SDS – 62.5°. Если принять эту закономерность за критерий, то пуск 1981 г. и, возможно, 1985 г. придется отнести к числу SDS, а остальные четыре классифицировать как JUMPSEAT. Однако предположение о том, что из восьми изготовленных SDS первого поколения было запущено всего пять, представляется неправдоподобным.

Наконец, было бы небезынтересно сопоставить работу первых SDS с запусками спутников KENNAN. Известно, что первое их поколение в количестве пяти КА выводилось в 1976–1982 гг., а второе – следующие четыре спутника, известные как Improved Crystal, – в 1984–1988 гг. Событийно можно считать, что перед дебютом второго поколения, состоявшимся 4 декабря 1984 г., были запущены два свежих SDS, и на этом основании причислить к таковым спутники 1983 и 1984 гг. Но если пуск КА JUMPSEAT в декабре 1980 г. был аварийным, было бы нелогично откладывать замену аж до февраля 1985 г. – а значит, в 1983 г. должен был стартовать спутник РЭР. А если мы привяжем к первому KENNAN'у второго поколения обрамляющие его дату

старта спутники 1984 и 1985 гг., то приходим... правильно, к списку МакДауэлла!

Итак, наиболее вероятной представляется версия, в соответствии с которой в 1971–1987 гг. было запущено семь КА JUMPSEAT и семь SDS. Верна ли она и удалось ли нам правильно распределить спутники по запускам – покажут будущие рассекреченные документы.

Второе поколение

В начале 1980-х годов ВВС США решили заказать серию спутников второго поколения SDS-B, рассчитанных на запуск шаттлом. Известно, что Конгресс утвердил средства на проект SDS-B в бюджете 1984 финансового года.

Первый запуск состоялся 8 августа 1989 г. с борта шаттла в полете STS-28, причем экспертное сообщество не смогло опознать его полезный груз. Джон Пайк из FAS заявил, что «Колумбия» выведет в космос первый спутник оптико-электронной разведки нового поколения KH-12 со стартовой массой 9352 кг, отличающийся усовершенствованной аппаратурой съемки и большим запасом топлива для многократного маневрирования и возможностью дозаправки в полете. Aviation Week and Space Technology назвал его спутником стратегического реагирования, имея в виду опять же высокую мобильность КА. За неимением лучшей эта версия была принята.

Спутник с официальным названием USA-40 был оставлен шаттлом на орбите наклонением 57° и высотой около 300 км. Тед Молчан обнаружил его 18 августа на более высокой орбите высотой 428×473 км. Было отмечено, что КА дает регулярные вспышки с интервалом, близким к 1 секунде, а значит, вероятно, стабилизирован вращением со скоростью 30 об/мин. Наблюдатели группы Молчана сопровождали объект до 15 ноября, когда он сманеврировал и пропал из виду.

Еще сильнее был залегендирован пуск второго аппарата с «Атлантика» в полете STS-38. Вполне уважаемый автор журнала Aviation Week & Space Technology в номере за 22 октября 1990 г. сообщил**, что с шаттла на второй день полета на орбиту наклонением 28.45° и высотой 241 км будет выведен спутник оптико-электронного наблюдения с условным названием AFP-658. Аппарат массой около 10 000 кг будет переведен затем на рабочую орбиту высотой около 740 км с целью наблюдения за районом Персидского залива «с использованием цифровых камер и других датчиков» и получения как стратегической, так и тактической информации.

Хотя прецедентов запуска спутников оптико-электронной разведки на столь близкие к экватору орбиты не было, сообщение AW&ST было принято Молчаном за рабочую гипотезу. В качестве объяснения привлекли предстоящую операцию международных сил по освобождению Кувейта от иракской оккупации.

«Атлантис» стартовал 15 ноября 1990 г., и следующим вечером американские наблюдатели из команды Молчана действительно обнаружили выведенный с него через семь часов после старта яркий, слегка красноватый

* Ed Kyle. The Different Variants of Titan Boosters // <https://forum.nasaspaceflight.com/index.php?topic=39251.0>; Ed Kyle. Titan: Flown Variants // <http://www.spacelaunchreport.com/titanflew.html>
 ** Edward H. Kolcum. Next Shuttle Flight to Carry Sensors for Providing Intelligence on Persian Gulf // Aviation Week & Space Technology, October 22, 1990, p. 29.

тый спутник, вспыхивающий раз в секунду. Вечером 17 ноября, однако, его не нашли: очевидно, аппарат сманеврировал и пропал из поля зрения наблюдателей. Последующие поиски на низких орбитах результата не дали. В конце ноября в каталог Стратегического командования был внесен спутник USA-67 и две ступени неназванного разгонного блока. Возникло предположение, что – вопреки предстартовым прогнозам – неустановленный аппарат был выведен на геостационарную орбиту.

Третий спутник с официальным наименованием USA-89 был выведен в автономный полет с шаттла «Дискавери» 2 декабря 1992 г. Полет STS-53 был добавлен в график довольно поздно и считался полусекретным. Поэтому в материалах NASA была названа полная масса груза (10 530 кг) и масса отделенного груза (9504 кг), близкие к фигурировавшим в печати перед STS-28. Заявленное наклонение орбиты составляло 57°, как и в 1989 г.

Старт первоначально планировался на 15 ноября, и журналист-фрилансер Филип Чен (Philip Chien) получил от NASA несекретную таблицу стартовых окон на период с 15 по 26 ноября. Анализируя ее, другой молодой журналист и наблюдатель Шон Салливан (Sean Sullivan) обнаружил, что начало окна привязано ко времени восхода, а конец сдвигается влево примерно на 4.5 минуты в сутки. В частном письме Теду Молчану Салливан отметил, что подобный сдвиг характерен для орбиты типа «Молния», прецессирующей как раз с такой скоростью. Он предположил, что спутник с борта «Дискавери» будет запущен на В30 и что STS-53 в некоторых аспектах похож на состоявшийся ранее STS-28. Филип Чен пошел дальше и предположил, что полезный груз «Дискавери» представляет собой спутник типа SDS, но в своем публичном сообщении от 26 ноября говорил только о спутниках на орбите типа «Молния» на борту STS-28 и STS-53.

Догадка Чена и Салливана шла вразрез с мнением более маститых аналитиков, которые ожидали второй Lacrosse. Однако все произошло в соответствии с их прогнозом. Отделение спутника состоялось на орбите наклонением 57° и высотой 370×374 км. Объект оставался на орбите высотой 369×377 км по крайней мере до 13 декабря и исправно вспыхивал, затем «пропал», а в середине февраля 1993 г. в каталог были внесены спутник USA-89 и его разгонный блок.

11 декабря 1992 г. Аллен Томсон (Allen Thomson) обратил внимание Т. Молчана на статью некоего майора А. Андропова в августовском номере российского журнала «Зарубежное военное обозрение», посвященную системе Space Shuttle*. В ней указывалось, что в 1989 г. в полете STS-28 с шаттла был запущен ИСЗ связи и передачи данных SDS-2-1, а в 1990 г. в полете STS-38 – геостационарный аппарат такого же назначения SDS-2-2. «История показала, что Андронов был прав, и он знал все это задолго до любого из нас», – признал Тед Молчан в письме автору.

Два года спустя в мартовском номере ЗВО за 1995 год в обзоре американских систем космической видовой разведки и ретрансляции данных подполковник А. Андронов и старший лейтенант Р. Шевров упомянули и о третьем спутнике: «В 1989–1992 годах произведены запуски трех космических аппаратов SDS-2. Один из них (SDS-2-2, имеющий также наименование AFP-658) в период подготовки к боевым действиям в зоне Персидского залива был впервые выведен на геостационарную орбиту над Атлантическим океаном. Это позволяло включить в зону ведения разведки с прямой ретрансляцией данных страны Ближнего, Среднего Востока и Африки».

В 1995 г. в статье в журнале Quest Джонатан МакДауэлл также классифицировал USA-40 и USA-89 как спутники SDS-2, и к началу 1996 г. на Западе это стало общепризнанным взглядом. Утверждения Андропова о наличии третьего, геостационарного спутника оставались под сомнением, пока информация о его запуске не прошла в 2000 г. во время судебных слушаний. До этого эксперты полагали, что в полете STS-38 мог быть запущен КА РЭР типа MAGNUM/ORION.



▲ В ходе STS-38 на орбиту были выведены геостационарный спутник-ретранслятор SDS-B2 и особо засекреченный спутник-инспектор Prowler

Третий высокоэллиптический КА USA-125 стартовал 3 июля 1996 г. на PH Titan IVA. Наблюдатели обнаружили его на орбите наклонением 55° и высотой 295×317 км, сходной с начальными орбитами USA-40 и USA-89. Новичок также имел красноватый оттенок и вспыхивал с периодом около секунды. Аппарат сопровождался до 8 июля, когда включением разгонного блока был переведен на промежуточную орбиту, с которой затем самостоятельно доводился на рабочую полусуточную.

Ретрансляторы второго поколения SDS-B (или SDS-2) были разработаны фирмой Hughes на базе гражданского телекоммуникационного спутника Intelsat VI (платформа HS-389) либо (что менее вероятно) военного аппарата Syncom IV (Leasat, HS-381). Их предположительное фирменное наименование – HS-386. Как и в первом поколении, аппараты имели цилиндрическую форму и стабилизировались вращением. Смонтированные на корпусе фотозлементы давали около 1200 Вт в систему электропитания.

При запусках на В30 перигейный импульс обеспечивал разгонный блок Orbus-7S, как и для спутников Syncom IV (Leasat), для выведения на ГПО использовался РБ Orbus-21S. Перед отделением от шаттла или второй ступени «Титана» РБ стабилизировался вращением, что и вызывало наблюдаемые ежесекундные вспышки.

Масса снаряженного РБ Orbus-7S составляла 3547 кг, так что на долю спутника оставалось примерно 5950 кг – значительно больше, чем у Syncom IV (3400 кг) и у Intelsat VI (4300 кг). А. Андронов оценивал стартовую массу SDS-B в 6900 кг, что вряд ли реально, а приводимая Джоном Пайком величина 2330 кг слишком мала даже для массы на рабочей орбите.

Считается, что на спутниках SDS-B была установлена более совершенная ретрансляционная аппаратура** с увеличенной пропускной способностью. В составе полезной нагрузки были также сохранены блоки AFSATCOM и Mission 22.

Аппаратура Mission 22 расширила свои функции по сравнению с работающей на КА первого поколения – либо, как вариант, получила более точное описание (HK № 2, 2008). Транспондер Mission 22 на борту SDS, работающий в S-диапазоне на частоте 2242.5 МГц, обеспечивал передачу информации в тактической сети MTN (Mission-22 Tactical Network). Эта сеть служила для ретрансляции различных данных (в том числе разведывательных) между коммуникационными сетями общего пользования МО США и сетями, обслуживающими тактические звенья. Транспондеры Mission 22 могли вести передачу на наземные терминалы в трех режимах: низкоскоростном (SDR, от 0.552 до 35.388 кбит/с), вещания (AMB, от 8 до 256 кбит/с)

и в режиме поддержки старых сетей (Legacy, от 2.4 до 128 кбит/с). Передача информации осуществлялась на поднесущих 1.25 или 1.7 МГц.

Ретрансляторы AFSATCOM на спутниках SDS представляли собой урезанную версию устройств, штатно работающих на геостационарных спутниках FLTSATCOM и DSCS. Они обеспечивали 12 узкополосных (5 кГц) каналов двусторонней связи в реальном масштабе времени для передачи сигналов боевого управления самолетов стратегической авиации, совершающим полеты в полярных районах, работу с воздушными командными пунктами и в ряде других специальных случаев. Аппаратура работала в рамках частотного плана D, используя частоты в диапазонах 316.595–316.660 на прием и 243.695–243.760 на передачу. Все 12 каналов были регенеративными, то есть из принимаемого сигнала на борту извлекалась информация, восстанавливалась и заново «упаковывалась» в выходной сигнал. Информация передавалась с фиксированной скоростью 75 бит/с. Скачкообразное изме-

* Андронов А. Программа эксплуатации МТКК «Шаттл» // «Зарубежное военное обозрение», 1992, № 8.

** Следует отметить, что спутники радиолокационной разведки ONYX/Lacrosse использовали для ретрансляции не SDS, а заказываемые NASA спутники семейства TDRS.

нение частоты, не позволяющее заглушить КА, обеспечивалось в каналах с 1-го по 7-й.

Стоит отметить, что аналогичная по назначению аппаратура под названием Package D устанавливалась в качестве попутного груза на засекреченных спутниках на ВЭО – по-видимому, на трех КА типа TRUMPET, запущенных в 1994–1997 гг. Она отличалась тем, что лишь 7 из 12 каналов были регенеративными, а остальные пять обеспечивали простую ретрансляцию принятого сигнала на другой частоте, позволяя тем самым использовать их для голосовой связи. Скачкообразное изменение частоты использовалось в каналах с 1-го по 10-й. Еще один дополнительный транспондер обеспечивал прием в X-диапазоне с преобразованием в УКВ.

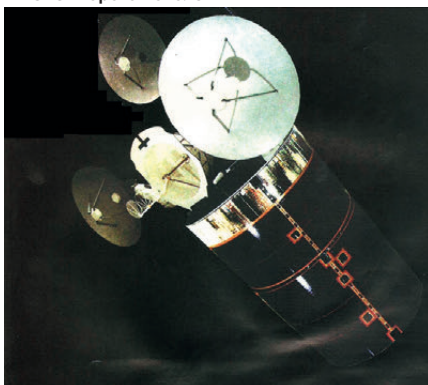
Сигналы AFSATCOM с борта SDS-B4 были в последний раз зарегистрированы радиолобителями 15 октября 2007 г.; в начале того же года передачу их прекратил спутник третьего поколения SDS-C1. Весной 2010 г. журнал Crosslink, выпускаемый The Aersospace Corp., подтвердил, что полезные нагрузки AFSATCOM на нескольких аппаратах-носителях обеспечивали обслуживание полярных районов до 2007 г.

В начале 2008 г. экспертами был сделан вывод, что бывшие абоненты системы AFSATCOM в приполярных районах переданы на обслуживание другой космической системой, либо в другом частотном диапазоне. Действительно, в уже упомянутом номере Crosslink сообщалось, что в ноябре 1993 г. Минобороны США приняло решение о создании временной полярной системы IPS (Interim Polar System) с аппаратурой крайне высокочастотного EHF-диапазона, размещаемой на полярных спутниках другого назначения. Первый блок такой аппаратуры был установлен в 1997 г., по-видимому, на спутнике TRUMPET 3, а два следующих – на последующих аппаратах РЭР USA-184 и USA-200, что позволило с ноября 2008 г. обеспечить 24-часовое покрытие полярной области и дополнить тем самым систему Advanced EHF.

Добавим, что вслед за этим была разработана полярная система следующего поколения EPS (Enhanced Polar System), первый комплект аппаратуры которой установили на спутнике РЭР USA-259, запущенном в декабре 2014 г.

Считается, что на каждом из трех высокоэллиптических КА SDS-B было также установлено по три комплекта аппаратуры наблюдения за ракетными пусками в ИК-диапазоне. Аналитики приводят два ее наименования –

▼ На фотографии, распространенной NRO в марте 1998 г., предположительно изображен КА SDS второго поколения



Heritage и Radiant Agate. Первое вызывает сомнения, так как это слово используется наряду с Legacy как вежливое определение устаревших космических систем и устройств любого типа. Второе просто неверно, так как представляет собой наименование планировавшейся ВМС США полярной спутниковой системы связи X-диапазона, аппараты которой предполагалось дополнить ИК-датчиком для сбора разведывательной информации и отслеживания тактических ракет.

История поиска на высоких орбитах спутников SDS-B и их ракетных ступеней сама по себе представляет собой детективный роман. В мае 1996 г. Теду Молчану удалось интерпретировать неизвестный объект, наблюдавшийся в декабре 1990 г. Расселом Эберстом на орбите с апогеем около 8200 км, как ступень от запуска SDS-B1. Она попадала затем в поле зрения наблюдателей в ноябре 1997 и апреле 1999 г. и устойчиво сопровождается с января 2000 г. вплоть до настоящего времени.

Ступень от пуска 1992 г. нашли в ноябре 1997 г., а от последнего КА – в декабре 1999 г. Апогеи их орбит на момент обнаружения составляли 7250 и 14 070 км. Оба объекта сопровождаются и сегодня. Разгонные блоки от спутников USA-67 и Prowler, запущенных в ходе полета STS-38, найдены не были.

Спутник SDS-B1 (USA-40) был найден лишь однажды, в апреле 2005 г., и с тех пор числится утерянным. SDS-B3 (USA-89) наблюдался немного дольше – с ноября 2004 по сентябрь 2006 г. Больше всех повезло SDS-B4 (USA-125): его «вели» с февраля 2005 г. почти до схода с орбиты.

Геостационарный КА SDS-B2 (USA-67) первоначально работал в позициях 10° и 12° з.д., но в марте 2001 г. уступил их аппарату SDS-C2 третьего поколения и переместился в 75° в.д. Он был найден командой Молчана в августе 2006 г. и отслеживался до ноября 2014 г., когда операторы уведомили его на орбиту захоронения после 25-летней работы.

По данным оптических и радиолобительских наблюдений, спутники SDS-B1 и SDS-B3 в конце 2004 г. – начале 2005 г. находились в рабочем состоянии, однако в первой половине 2005 г. были выведены из состава системы.

Аппарат SDS-B4 излучал непрерывный стабильный сигнал типа Mission 22 на частоте 2242.5 МГц вплоть до декабря 2007 г. Однако начиная с 7 декабря – за три дня до запуска заменившего его SDS-C5 – стали регистрироваться колебания частоты и мощности излучаемого сигнала, что заставило сделать вывод о прекращении эксплуатации данного спутника.

Третье поколение

Следующее поколение спутников SDS было выделено по факту смены носителя: вместо тяжелого Titan IVA стали использоваться средние ракеты Atlas IIA, Atlas IIAS, Atlas V и Delta IV. На период запусков этих КА пришелся этап накопления опыта сообществом наблюдателей: если три первых аппарата пришлось искать и отождествлять годы спустя, то четвертый был найден через пять месяцев после старта, а пятый и последующие обнаруживались «по горячим следам» и более не терялись.

По существующим представлениям, третье поколение включало восемь КА, запущенных с 1998 по 2014 г. Аппарат SDS-C1 рассматривается как переходный – только он запускался носителем Atlas IIA и только он имел на борту узкополосный ретранслятор системы AFSATCOM вместо установленного на последующих КА передатчика типа USTRO.

Три из восьми спутников (SDS-C1, -C4 и -C5) были выведены на высокоэллиптические орбиты, последовательно заменив в соответствующих плоскостях аппараты SDS-B1, -B3 и -B4. Как и ранее, плоскости орбит трех КА были разнесены примерно на 120° по долготе восходящего узла, а движение синхронизировано так, что спутники следовали примерно вдоль одной трассы с интервалами около 8 часов.

Летом 2010 г. в высокоэллиптической подгруппе произошло событие, живо напоминавшее внешне и по своим последствиям пожар в центре управления российскими КА СПРН в мае 2001 г. В течение мая и июня внезапно прекратили коррекцию периода обращения все четыре спутника – оставшийся в резерве SDS-B4 и рабочие SDS-C1, -C4 и -C5. Два последних «подхватили» в августе 2010 г., и они вернулись на рабочие орбиты с периодом 717.8 мин. А вот первые два так и не оправались, причем у SDS-C1 отсутствие коррекций совпало с периодом, когда возмущения работали на увеличение эксцентриситета, зарывая перигей в атмосферу. В результате в середине октября 2010 г. он просто-напросто сошел с орбиты. Группировка осталась в неполном составе и не получила пополнения в течение шести лет, что свидетельствует о явном снижении приоритета задачи ретрансляции разведывательных данных через КА на орбите типа «Молния».

Остальные пять КА были доставлены на геосинхронные орбиты с начальным наклоном около 5°. Спутник SDS-C2 разместился в позиции 10° з.д., SDS-C3 некоторое время провел в 75° в.д., а затем переместился в новую точку 144° з.д. Запуски трех следующих аппаратов позволили расширить географию системы, и к 2014 г. были заняты точки 144° з.д., 127° з.д., 10° з.д., 92° в.д., 110° в.д. и 170° в.д.

Достоверная информация о производителе и конструкции КА третьего поколения отсутствует, но предполагается, что они построены на платформе с трехосной ориентацией.

В составе бортовой аппаратуры как геосинхронных, так и высокоэллиптических КА третьего поколения радиолобителями был выявлен передатчик, работающий в соответствии с зарегистрированным в Международном союзе электросвязи частотным планом USTRO. Сигналы регистрировались на частотах УКВ-диапазона 250.075, 251.325, 251.700, 256.375, 256.475, 258.775, 262.675, 263.225, 263.375 и 267.550 МГц, причем на высокоэллиптических КА время включения и продолжительность работы были жестко привязаны к текущей геометрии орбиты.

Интересно, что на четырех других частотах этого плана (250.200, 257.825, 260.950 и 268.950 МГц) одновременно вещал геостационарный КА GeoLITE.

8 июля в Москве в Госкорпорации «Роскосмос» состоялось 4-е заседание Российско-казахстанской межправительственной комиссии по комплексу «Байконур». Комиссию возглавляли: с российской стороны – заместитель председателя Правительства РФ Д. О. Рогозин, с казахстанской – первый заместитель премьер-министра РК Б. А. Сагинтаев. В работе комиссии участвовали генеральный директор ГК «Роскосмос» И. А. Комаров, советник президента Казахстана, Герой Российской Федерации и Герой Республики Казахстан, летчик-космонавт Талгат Мусабаев и другие официальные лица обеих стран.

Члены комиссии по поручению президентов России и Казахстана (было дано в Астане 31 мая этого года) обсудили проект концепции дальнейшего сотрудничества наших стран в отношении сохранения, развития и использования комплекса в интересах двух государств.

Обсуждались шесть важных вопросов. В первом рассматривались результаты реализации решений предыдущего заседания комиссии. В частности: проект «Байтерек», комплексное развитие города Байконур и прилегающих к нему поселков, медицинское обслуживание жителей, развитие туризма. Речь шла о ввозе в Казахстан российских нефтепродуктов для обеспечения работы космодрома, о выделении дополнительного района падения ступеней в Кустанайской области и др.

Вторым пунктом повестки дня работы комиссии стояла подготовка к подписанию проектов международных договоров по Байконуру. В частности: по уточнению координат объектов и земельных участков, находящихся в аренде с 1994 г. и с 1996 г.; по изменениям в статусе города Байконур; по контролю сохранности объектов. Обсуждались соглашения о неотделимых улучшениях объектов; о порядке допуска казахстанских специалистов к документации и оборудованию космодрома, составляющим государственную тайну РФ; о порядке пересечения госграницы персоналом космодрома и членами семей и об использовании воздушного пространства Казахстана для приземления спускаемых аппаратов.

Третьим, самым важным, пунктом работы комиссии был вопрос о включении и использовании объектов космодрома из аренды.

В ходе встречи рассматривались также вопросы о газификации комплекса «Байконур»; о финансировании модернизации его системы водоснабжения; о порядке пребывания на Байконуре граждан третьих стран, осуществляющих торговлю сельхозпродукцией и, наконец, вопрос о передаче архивов казахстанских организаций из российского Архива города Байконур в казахстанский Байконурский городской архив.

По окончании работы Д. О. Рогозин и Б. А. Сагинтаев совершили подход к прессе. Дмитрий Рогозин заявил: «Целью нашей совместной работы я вижу сохранение и расширение потенциала работы космодрома Байконур, обеспечение жителей города



Обсуждалась судьба Байконура

Байконур... достойными и комфортными условиями для работы и проживания. Байконур должен жить... это большое совместное дело наших двух стран. Вне зависимости от того, что Россия строит... космодром Восточный в Амурской области, Байконур для нас остается крайне важным делом».

Вице-премьер рассказал, что сопредседатели приняли решение о срочном вводе в опытную эксплуатацию медицинского блока, построенного за счет средств казахстанского бюджета: «Мы заинтересованы, чтобы город развивался, совершенствовался... и дальше строился и чтобы туда приезжали специалисты и Казахстана, и России, обеспечивая современную инфраструктуру космодрома».

Что касается проекта «Байтерек» (строительство ракетно-космического комплекса для Казахстана. – *Ред.*), по его словам, «достигнуто понимание о порядке дальнейшей реализации принципиального для обеих сторон совместного проекта...» Российская сторона подготовила и передала казахстанской стороне несколько возможных сценариев облика и места возможного размещения составных частей, а также стоимостные показатели РКК «Байтерек». Окончательное решение казахстанской стороной должно быть принято в сентябре этого года. Д. О. Рогозин отметил, что российская сторона выполнила свои обязательства, связанные с подготовкой и допуском специалистов совместного предприятия «Байтерек» для самостоятельной работы в составе совместных расчетов подготовки составных частей к запуску ракеты «Протон-М». Казахские специалисты «проходят обучение и в ближайшее время будут принимать непосредственное участие в работах наземной инфраструктуры космического комплекса «Протон-М»».

Д. О. Рогозин рассказал, что для сохранения, развития и эффективного использования комплекса «Байконур» совместные рабочие группы трудятся над проектом долгосрочной концепции развития и сотрудничества на Байконуре. Кроме того, зампред Правительства РФ высказал мысль о возможности привлечения на Байконур специалистов третьих стран, имеющих космические амбиции, но не имеющих возможности самостоятельно создать космодром.

Что касается туризма, то, по словам Рогозина, подготовлен и в ближайшее время будет представлен к подписанию проект совместной программы по развитию инфраструктуры туризма. Он отметил, что российская сторона нашла возможность сократить сроки рассмотрения туристических заявок на посещение объектов космодрома до десяти суток. Поскольку туризм связан с обеспечением вопросов безопасности, комиссия приняла решение в ближайшее время провести большую встречу «силовиков», которые обсудят эти вопросы.

Бакытжан Сагинтаев отметил: «Есть определенные опасения с казахстанской стороны, что после 2025 г. российская сторона может полностью уйти с космодрома Байконур, чего нам не хотелось бы. Поэтому президентами было дано поручение разработать концепцию возможностей использовать [космодром] как некий технологический парк и другие моменты. Мы создали специальную рабочую группу по этой теме, которая будет выработать соответствующие предложения и представит нам в ближайшее время на утверждение. Мы будем до конца года отработывать и доложим нашим президентам. Если президенты утвердят, то следующий год мы начнем в новом формате».

В отношении проекта «Байтерек» Б. А. Сагинтаев заявил следующее: «У нас было поручение с прошлого года подготовить необходимую концепцию. Сегодня наши эксперты представили нам план совместных действий по дальнейшему развитию «Байтерек». Те поручения, которые были даны в прошлом году о привлечении специалистов с казахстанской стороны для участия в СП «Байтерек», на сегодня выполнены. Казахские специалисты (92 человека) сегодня успешно работают, участвуют в комплексе... Мы будем всю нашу работу продвигать в рамках подписанного сегодня плана совместных действий по проекту «Байтерек»».

Самый важный итог встречи, по мнению Б. А. Сагинтаева: «Сегодня моим коллегой заместителем председателя [правительства] России Д. О. Рогозиным было официально заявлено, что российская сторона не собирается уходить с космодрома Байконур, а заинтересована продолжать работу. Мы должны определить, как будем дальше развивать [сотрудничество]».

Течение «Ангары»

20 июля генеральный конструктор средств выведения, заместитель генерального директора Объединенной ракетно-космической корпорации (ОРКК) А.А.Медведев в интервью ТАСС заявил, что «в будущем РН «Ангара» может занять 60% мирового рынка коммерческих пусков».

Борьба за рынок

Достижение указанного результата планируется, в первую очередь, за счет снижения себестоимости производства изделий данного семейства. «По тяжелой «Ангаре», которая... является для нас базовой, мы собираемся совместно с заказчиком провести ряд мероприятий для уменьшения трудоемкости ее изготовления. Соответственно должна снизиться стоимость запуска и вырасти экономическая эффективность», – сообщил Александр Алексеевич, отметив, что с учетом унификации по универсальным ракетным модулям УРМ-1 снижение себестоимости затронет все модели семейства.

Стоимость запуска «Ангары» сегодня примерно в 1,5–2 раза больше, чем у «Протона-М». Но серийность производства носителей будет быстро нарастать из-за унификации, следовательно, по мнению А. А. Медведева, себестоимость ракеты будет снижаться быстрее. «В случае с «Ангарой», по нашим оценкам, можно достичь уменьшения стоимости в 2,5 раза. В перспективе она будет на 10–20% дешевле «Протона-М», – подчеркнул он, отметив, что данный результат ожидается в начале 2020-х годов. – Могу сказать, что удельная стоимость выведения «Ангары» будет на 20–30% дешевле зарубежных аналогов. Это касается всех типов РН «Ангара» – и легкой, и тяжелой».

В настоящее время семейство включает носители легкого («Ангара-1.2») и тяжелого («Ангара-А5») классов. В перспективе к ним присоединятся ракеты для пилотируемой программы: двухступенчатая «Ангара-А5П» («Ангара-А5.2») и «Ангара-А5В» повышенной грузоподъемности.

По словам генерального конструктора, с 2017 г. все модули УРМ-1 будет производить омское ПО «Полет» – филиал ГКНПЦ имени М.В.Хруничева. Модуль УРМ-2 до 2020 г. будет изготавливаться на Ракетно-космическом заводе (РКЗ) в Москве, а затем его производство будет также передано в Омск.

Снижение себестоимости производства должно благотворно сказаться на рыночных перспективах «Ангары». В частности, провайдер запуска носителей, выпускаемых ГКНПЦ имени М.В.Хруничева, – компания ILS (International Launch Services) – рассчитывает, что коммерческие пуски легкой «Ангары-1.2» начнутся в 2018 г. «Мы уже осуществляем маркетинг этого носителя, и наши потенциальные заказчики проявляют к нему большой интерес», – заявил глава компании Кёрк Пайшер (Kirk Pysher) в ходе конференции по спутниковой связи Satellite-2016 в Вашингтоне (США).

Летом 2015 г. ILS начала принимать заявки на запуски малых космических аппаратов (МКА) с помощью легкой «Ангары-1.2» и 1 августа 2016 г. объявила о заключении контракта с Корейским институтом аэрокосмических исследований KARI на запуск многоцелевого КА KOMPASat-6 (Arirang-6). Спутник массой свыше 1600 кг, оснащенный радиолокатором с синтезированной апертурой (РСА) с разрешением около 0,5 м, должен

быть запущен в 2020 г. ракетой «Ангара-1.2» с космодрома Плесецк.

Что касается регулярной коммерческой эксплуатации «Ангары-А5», она начнется после завершения летно-конструкторских испытаний (ЛКИ) и создания соответствующей наземной инфраструктуры. Строительство комплекса для тяжелой «Ангары» на космодроме Восточный запланировано, но пока не началось, а потому, по признанию ILS, коммерческая эксплуатация «Ангары-А5» стартует не ранее 2025 г.

Ближайшие пуски

По сообщению Роскосмоса от 15 июля 2016 г., второй пуск «Ангары-1.2» в рамках ЛКИ планируется на 2017 год с космодрома Плесецк. В 2018 г. в соответствии с Федеральной космической программой на 2016–2025 гг. на ней планируется начать запуски КА низкоорбитальной системы персональной связи «Гонец-М».

Второй пуск тяжелой «Ангары-А5» также должен состояться в 2017 г. из Плесецка. Ра-

Выступая перед экспертами и журналистами, мистер Пайшер также сообщил, что в 2016 г. запланированы четыре коммерческих пуска «Протонов» и четыре-пять – по заказам российского правительства. Это ниже имеющихся возможностей – производство и космодром позволяют выполнять до 12 пусков в год. Глава ILS отметил, что ГКНПЦ имени М.В.Хруничева стабильно производит «Протоны» на своих предприятиях, и непростая экономическая ситуация в России «не оказала на это никакого влияния». «Мы даже сумели извлечь некоторую выгоду в результате снижения курса российской валюты, поскольку заказы на коммерческие пуски «Протонов» устанавливаются в долларах», – добавил он.

Для сравнения: французская компания Arianespace должна выполнить в текущем году не менее восьми коммерческих запусков, а американская SpaceX – шесть, включая уже выведенные на орбиту спутники SES-9 и JCSat-14. В прошлом ILS и Arianespace были основными операторами коммерческих за-

пусков, однако в последние годы российские «Протоны» потеряли свои позиции по причине нескольких аварий, а также из-за демпинговой политики недавно вышедшей на рынок SpaceX. Ранее генеральный конструктор А. А. Медведев признал, что вытеснение «Протонов» с рынка началось в 2013 г.

12 июля в интервью газете «Известия» гендиректор ГКНПЦ имени М.В.Хруничева А. В. Калиновский анонсировал разработку нового коммерческого носителя «Протон-Лайт», который призван повысить конкурентоспособность российских средств выведения на рынке коммерческих запусков. Эта двухступенчатая РН будет компоноваться из модифицированных первой и третьей ступеней «Протона-М» и с использованием разгонного блока сможет вывести на стандартную геопереходную орбиту КА массой 4500–5000 кг. «В совокупности мы планируем осуществлять по семь коммерческих пусков «Протонов» в год – компоновка ракеты будет зависеть от заказчика», – подчеркнул Андрей Владимирович.



Angosat-1 строится на базе спутниковой платформы Ямал-300. Контракт на его создание и запуск был заключен между Анголой и Рособоронэкспортом летом 2009 г. В сумму контракта – 327 млн \$ – также входит обучение ангольских инженеров и специалистов и создание соответствующей наземной инфраструктуры.

Согласно контракту Angosat-1 будет нести 44 транспондера С- и Ku-диапазонов. Первоначально спутник планировалось запустить в космос с помощью «Зенита», но в связи с известными трудностями было решено осуществить запуск аппарата на «Ангаре-А5».

кета выведет на орбиту ангольский спутник связи Angosat-1. Ранее* старт планировался на 2016 год, но был перенесен из-за сложностей с освоением производства носителей в ПО «Полет».

Как сообщил ТАСС 10 мая со ссылкой на анонимный источник в ракетно-космической отрасли, модули УРМ-1 для второй «Ангары-А5» должны были изготовить и отправить из Омска в Москву еще в марте, однако новым сроком изготовления и проверки блоков стал май, а отправка их на головное предприятие планировалась не ранее июня. Причиной отставания от графика стала задержка с поставкой комплектующих, а также наладка производства в Омске, длительный срок проверок и отсутствие некоторого оборудования для тестирования.

Более подробно о состоянии дел по второй «Ангаре-А5» рассказал в апреле директор ПО «Полет» М. В. Остроушенко: «Все кислородные баки уже в Москве на Ракетно-космическом заводе. Там же – один из керосиновых баков. Еще четыре таких бака мы готовим. Они уже на этапе приемки и в ближайшие два месяца будут отправлены на стыковку на контрольно-испытательную станцию. В последующем пройдут испытания».

29 июля на завод «Полет» прибыли первый заместитель генерального директора ОРКК Денис Кравченко и представители ГИИПЦ имени М. В. Хруничева, чтобы проинспектировать ход создания серийного производства УРМов ракет-носителей семейства «Ангара». Приехавшим вместе с ними журналистам показали баковый цех, в котором производилась фрикционная сварка баков диаметром до 4 м для третьей и четвертой «Ангары». О второй же летной машине было сказано, что она находится в цехе чистой сборки №66 и что ее «закончат до конца 2016 г.». После доставки блоков в Москву и необходимых проверок состоится сборка носителя, а затем он отправится в Плесецк для предстартовой подготовки.

Следует отметить, что Ангола заинтересована в скорейшем запуске своего КА, поскольку брала на него кредит у пула российских банков – ВТБ, ВЭБ и других. Проект реализуется с 2012 г. и предусматривает создание КА связи, запуск его на геостационарную орбиту и строительство наземной инфраструктуры связи и телевизионного вещания. С российской стороны головным исполнителем выступает Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия», а посредником – Рособоронэкспорт.

В 2014 г. в Министерстве телекоммуникаций и информационных технологий Анголы заявляли, что КА Angosat, создаваемый с помощью России, планируется запустить в сентябре 2016 г., «самое позднее – к концу 1-го квартала 2017 г.». Для проекта, реализуемого за кредитные деньги, важно как можно скорее начать получать отдачу, а не нести расходы по кредитам.

Как заявил А. В. Калиновский в июльском интервью «Известиям», утвержденная программа летных испытаний предусматривает до 2020 г. ежегодный выпуск 11 УРМ для двух тяжелых ракет «Ангара-А5» и одной легкой. После 2020 г. темп производства будет увеличен и в перспективе может достичь ста УРМ** в год, если работать в три смены. «Сто УРМ – это, если считать в носителях «Ангара-А5», двадцать таких ракет в год. Конечно, будут делаться не только этого класса носители, но и «Ангара 1.2»», – отметил гендиректор Центра Хруничева.

Вести с заводов
Таким образом, начало регулярных полетов сдерживается медленным освоением серийного выпуска «Ангары». В подготовке к производству удалось достичь определенных успехов, но пока на ритмичный выпуск выйти не удалось.

Вести с заводов

В январе заместитель директора ПО «Полет» – директор производства А. А. Малашенко поделился многими интересными подробностями в газете «Заводская жизнь». Он сообщил, что в ходе подготовки производства на ПО «Полет» пришлось вести реорганизацию с изменением функционала ряда цехов, затрачивая много времени на психологическую перестройку людей, на перемещение оборудования (зачастую далеко не нового), его монтаж на новом месте, отладку, аттестацию, корректировку техпроцессов. Все это проходило довольно сложно и заняло немало времени.

Так, проводились работы по перемещению сборочных участков ряда цехов на территорию цеха №47, созданного для чистой сборки и испытаний изделий для «Ангары». Цех был сдан в эксплуатацию в 2010 г., но только сейчас его площади начинают использоваться по максимуму. На новом месте все еще необходимо провести ряд аттестационных мероприятий по помещениям и оборудованию.

В целом 2015 год для многих цехов прошел под знаком освоения. Прежде всего, это окончательная сборка и испытания первых УРМ-1, а также реорганизация ряда цехов под поточный выпуск. По словам директора производства, план 2015 г. по тематике «Ангара» выполнить не удалось. Одной из причин является новизна техники и освоение новых технологических процессов.

«Характерный пример: в ноябре 2015 г. мы начали пневмоиспытания сборки [для блока УРМ-1] тяжелой РН «Ангара-А5». Планировали пройти за две-три недели, но возникло столько проблем, что затронули почти три месяца, – сказал Александр Александрович. – Но за это время изучили достаточно подробно технологию. Параллельно на сборке бокового блока №1 вели электрическую прозвонку. И тоже прошли технологию испытаний. Две серьезные операции – пневмоиспытания и электропрозвонка – на других изделиях пойдут значительно быстрее. В ближайшие недели должны закончить все работы со сборками, подготовить их к транспортировке и отправить на РКЗ...»

«Для одной машины цехом №26 изготовлены все пять комплектов отсеков 110, 510, 520. По 530-му отсеку из пяти собрано три. Цехом №67 сделано пять двигательных проставок. Ситуация нормальная... Для этой же машины собраны все пять корпусов баков «Г» и три – баков «0», четвертый – на сварке», – сообщил он.

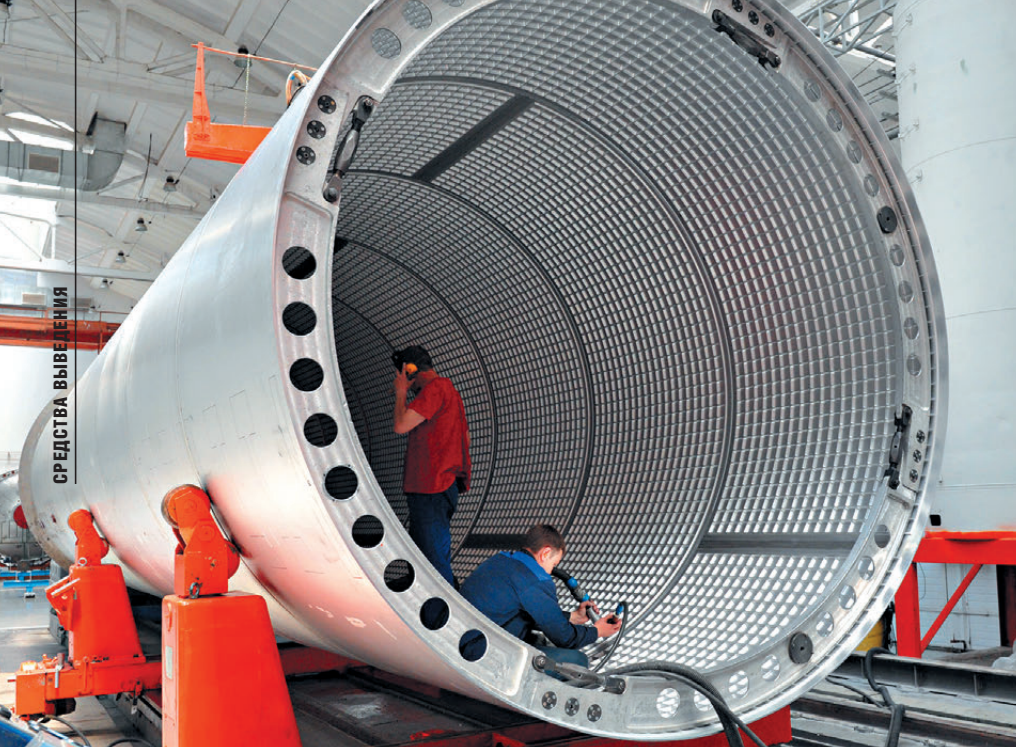
А. А. Малашенко отметил, что его тревожат работы по оснащению отсеков и баков – серьезно подводят смежники. Для комплектации сборок необходимы, в частности, блоки-агрегаты (или так называемые панели). Панели, в свою очередь, комплек-

▼ Современный цех в ПО «Полет» для производства УРМов «Ангары»



* Первоначально это должно было произойти еще в конце 2015 г.

** По первоначальному плану (НК №6, 2009) предполагалось создать мощности для выпуска 120 УРМ-1 в год.



туются агрегатами автоматики производства КБ «Арматура». Однако это предприятие переносит сроки поставок. Еще одно узкое место – шар-баллоны: их несвоевременная поставка, обусловленная освоением изготовления на Воронежском механическом заводе (ВМЗ) по программе импортозамещения, сдерживает снаряжение баков «О».

Уже на протяжении ряда лет ПО «Полет» задействовано в цикле изготовления двигателей РД-180 и РД-191 разработки НПО «Энергомаш» для РН Atlas V и «Ангара». В текущем году несколько увеличилось объемы по РД-180 и в разы возросли по РД-191. В частности, в плане прописано изготовление шестнадцати пневмоблоков для РД-191. «Задача очень серьезная, сроки поставлены жесткие. Кроме этого, большая программа по рамам для этого двигателя, цех должен изготовить четырнадцать штук», – сообщил А. А. Малашенко.

20 мая НПО «Энергомаш» имени академика В. П. Глушко сообщило об отправке двух РД-191 в ПО «Полет». «Все отправляемые «Энергомашем» двигатели проходят контрольные огневые испытания и процедуры по проверке качества продукции», – заверил заместитель генерального директора предприятия по обеспечению качества продукции и сертификатов Василий Грицюк.

Ситуацию с реконструкцией завода осветил в апреле 2016 г. и директор ПО «Полет» М. В. Остроушенко. Он сказал, что в 2015 г. перед заводом были поставлены долгосрочные задачи, выходящие на горизонт планирования 2020–2025 гг. Такие сроки связаны с тем, что ракетно-космическая отрасль традиционно развивается небыстрыми темпами. Одна из задач современного руководства Роскосмоса – ускорить этот процесс.

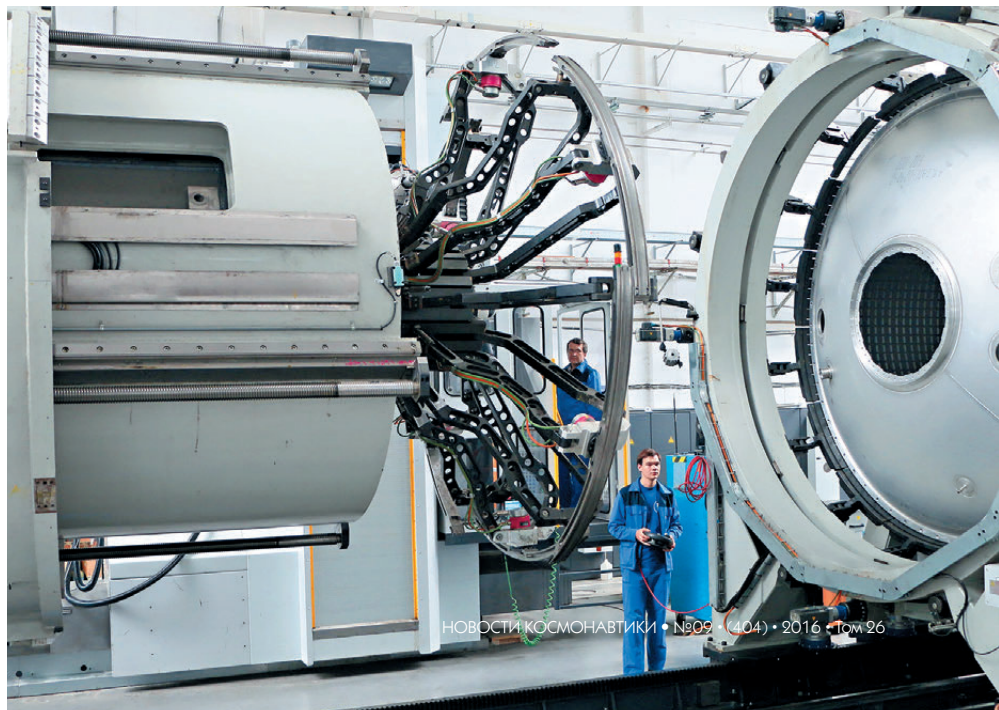
Критичным участком при освоении «Ангара» является выпуск конструкторской документации. «При создании любого вида космической техники от разработки конструкторской документации до запуска производства проходят многие годы и даже десятилетия, – объясняет Михаил Викторович. – Сейчас, благодаря новым технологиям, кое-что удается перестроить: в первую

В текущем году планируется завершить оцифровку проектной документации «Ангара». За 2015 год было оцифровано 55% ее объема. На данный момент полностью оцифрован универсальный ракетный модуль УРМ-1, и ГКНПЦ имени М. В. Хруничева уже приступил к оцифровке УРМ-2 и головной части ракеты. «В прошлом году мы начали оцифровку РН «Ангара». К сожалению, вынужден констатировать, что ракета XXI века у нас сделана в бумажных чертежах», – сообщил А. В. Калиновский.

очередь речь идет о производстве и внедрении. К сожалению, по-прежнему много времени занимает этап создания конструкторских документов. Может быть, это естественно и человек действительно не может работать быстрее. Или же неправильно выстроен механизм стимулирования наших КБ. Из общения с конструкторами и коллегами по отрасли у меня сложилось впечатление, что некоторые изменения позволили бы работать эффективнее и быстрее.

Окончательная сборка носителя пока будет проводиться в Москве, на площадях РКЗ Центра Хруничева. Окончательный цикл в Омске сделать нельзя – не хватает площадей, которые у ПО «Полет» должны были

▼ Работники ПО «Полет» осваивают технологическое оборудование по производству баков РН



появиться еще в конце 2014 г. «Есть небезызвестная организация Спецстрой России, которая строит космодром Восточный. Она же проводит реконструкцию нашего предприятия в части создания дополнительных производственных площадей, – сообщил директор завода. – То, что мы должны были получить в рамках Федеральной целевой программы № 1 еще 20 декабря 2014 г., до сих пор не сдано, поэтому мы ограничены в производственных площадях. Хотелось бы, чтобы не позднее лета нынешнего года все строительство второй очереди закончилось, и тогда мы получим возможность работать хотя бы с двумя РН одновременно. Нынешние площади позволяют работать только поочередно».

Цех окончательной сборки № 67, о котором говорит М. В. Остроушенко, – огромное помещение шириной примерно 65 м, длиной около 300 м и высотой более 12 м без перекрытий и колонн, с особыми санитарными условиями – там должна соблюдаться идеальная чистота.

Со временем, сказал руководитель «Полета», вся номенклатура «Ангара» будет сосредоточена в одном цехе. Сейчас там уже 22 станка, а всего будет 25–30, и это позволит обеспечить всю программу. При нормальном внедрении программ, при современных режимах металлообработки таким количеством станков будет закрыто все механообрабатывающее производство. Сейчас у «Полета» четыре подобных цеха, а будет всего один, но работать он будет в круглосуточном режиме. Высокопроизводительное оборудование не должно простаивать ни часа – только в период регламентных работ и ремонта.

Кроме прочего, «Полет» намерен избавиться от старого оборудования. По словам директора, оно предприятию действительно не нужно. «Оно устарело и должно быть демонтировано. Если кто-то его купит, хорошо, а если нет, то пойдет на металлолом. Будущее – за станками с числовым программным управлением», – подчеркнул М. В. Остроушенко.

Численность персонала «Полета» за последнее время уменьшилась почти на тысячу человек, и сейчас на заводе работает 3800 сотрудников. «Но это сокращение не такое, что мы выгнали людей на улицу, – под-

черкнул директор. – Во-первых, из состава ПО «Полет» вышло сейчас КБ «Полет». Это теперь филиал головного конструкторского бюро компании Хруничева «Салют». Они стали отдельным юридическим лицом, нам не подчиняются, и их главная задача – конструкторское сопровождение ракет-носителей нашего производства. Численность КБ сейчас 230 человек. Мы в тесном контакте продолжаем с ними работать. Главный конструктор каждое утро у меня на дирекции присутствует. Они не считают себя чужими, они все еще «полётовцы»».

В 2015 г. на старой площадке были закрыты два цеха с вредным производством – литейный и кузнечно-штамповочный. Сейчас стоит задача к концу 2016 г. освободить еще четыре объекта, в которых находится по несколько подразделений. «К 2020 г. мы хотим освободить эту площадку полностью и перейти на территорию «Г». К тому моменту закончится реконструкция, которую задержали строители Спецстроя. Кроме того, мы уже подаем на экспертизу документы по Федеральной целевой программе №2. Ко второй половине года должны уже завершиться конкурсы, и строители приступят к освоению части государственных средств под строительство корпуса окончательной сборки», – сказал М. В. Остроушенко.

Есть у завода и проблемы со сменой формы собственности. Акционирование Роскосмоса, как и Центра Хруничева, должно было состояться уже давно. «Вообще мы еще 1 января должны были проснуться в акционерном обществе, но проснулись по-прежнему во ФГУПе. Связано это с некоторыми организационными работами в Госкорпорации «Роскосмос». С 2016 г. параллельно существует два Роскосмоса: «старый», который сейчас занимается погашением или передачей долгов и самоликвидацией, и Госкорпорация «Роскосмос». Последняя сейчас в стадии организации. Она проводит реформирование, принимает на себя обязательства, не выполненные «старой» организацией. Все вопросы развития, инфраструктуры в новый Роскосмос уже перешли, но окончательно она еще не сформирована. Это займет еще полгода – и тогда возьмется уже за предприятия. Там произойдут некоторые структурные изменения», – сказал директор.

По словам Михаила Викторовича, в отрасли, по аналогии с самолетостроением, будет создан некий двигателестроительный дивизион, куда войдут НПО «Энергомаш» и все предприятия – производители двигателей для ракетно-космической техники. Отдельное подразделение будет по средствам выведения, отдельное – спутниковое, куда войдут такие предприятия, как подмосковное НПО имени С. А. Лавочкина и красноярская фирма ИСС имени М. Ф. Решетнёва.

Для выполнения масштабных задач «Полет» занимается подготовкой специалистов. Сейчас примерно 300 студентов учится в разных вузах на целевой основе, из них 80% – в Омском техническом университете. «Набор не снижен, но не все целевики к нам попадают. 50–60% мы принимаем на работу, а остальные по каким-то причинам или сами отказываются, или нам не подходят. Кризис на рынке труда в оборонной отрасли – это всегда благо. Мы имеем возможность вы-

бирать. И если года три-четыре назад было проблемой найти нужных специалистов, то сейчас у нас проблема только по узким специалистам, которых в Омске, наверное, нет. По всем остальным у меня очень простой принцип: если нужный нам специалист приходит, то остается только решить вопрос с зарплатой. Сколько он стоит, столько и будет получать. Иначе он действительно убежит», – замечает директор «Полета».

Уровень финансирования предприятия находится на плановых показателях, предусмотренных федеральными целевыми программами. Программа ФЦП-1, которая тормозится Спецстроем с 2014 г., предполагает освоение около 5 млрд руб. С 2016 г. начинается программа ФЦП-2. После всех урезаний бюджетов она составит порядка 4.6 млрд руб, причем эти деньги никак не индексируются, несмотря на рост цен. Затем планируется программа ФЦП-3, которая предусматривает порядка 3.2 млрд руб до 2020 г. В общей сложности с 2010 по 2020 г. омский завод должен получить около 14 млрд руб.

Еще один участник кооперации – пермский завод «Протон-ПМ» – готовится к массовому выпуску двигателей для «Ангары». Руководство Госкорпорации «Роскосмос» поставило задачу снизить стоимость изготовления РД-191, чтобы обеспечить конкурентоспособность «Ангары» на мировом рынке. В настоящее время ПАО «Протон-ПМ» осваивает производство узлов и агрегатов двигателя. В 2015 г. Госкорпорация приняла решение, что «Протон-ПМ» с 2022 г. станет серийным изготовителем РД-191.

«РД-191 – это наш ключевой проект и перспектива на предстоящие десятилетия», – сообщил исполнительный директор ПАО «Протон-ПМ» Д. В. Щенятский. – Мы завершили первый этап подготовки к изготовлению и испытаниям агрегатов двигателя и в ближайшие два года должны полностью освоить номенклатуру, которая была закреплена за нами согласно схеме кооперации в 2009 г. А уже с 2022 г. перед нами стоит новая масштабная задача – обеспечить полный цикл изготовления двигателя. Учитывая, что с 2012 г. у нас был перерыв в подготовке производства, то в этом году нам предстоит в три раза увеличить объемы выпуска по ранее освоенной номенклатуре РД-191».

В 2019 г. предприятие должно собрать первый двигатель из деталей собственного производства. «Сроки ограниченные, но у нас есть у кого перенять опыт: большую помощь нам оказывает НПО «Энергомаш», которое в минувшем году стало нашей управляющей компанией, – отмечает положительные моменты Дмитрий Валерьевич. – РД-191 передается от одного предприятия другому в соответствии с государственным стандартом о единой системе конструкторской документации, есть отработанные техпроцессы, опытные конструкторы и технологи».

В рамках освоения заказов в интересах Роскосмоса и Министерства обороны РФ «Протон-ПМ» ведет масштабную модернизацию механообрабатывающего, литейного, гальванического и механосборочного производств. Идет развитие технологической базы и создание новых производственных возможностей. Инвестиционная деятельность



предприятия предусматривает привлечение государственных средств на модернизацию производства. Финансирование инвестиционных проектов из федерального бюджета в этом году в сравнении с предыдущим будет увеличено в полтора раза – до 2.8 млрд руб. Если сравнить с показателями 2013 г., то объемы инвестпрограммы за последние годы выросли практически в восемь раз.

Перспективы предприятия связаны с переводом производства на загородную площадку «Новые Ляды» в рамках реализации проекта «Технополис «Новый Звёздный»». По словам главного инженера ПАО «Протон-ПМ» Т. Н. Компанеца, это позволит оптимизировать логистические потоки и сократить средний путь детали с 43.5 км до 903 м.

«В рамках создания нового предприятия предусмотрено применение цифровых технологий, а также технологий бережливого и быстрой переналаживаемого производства, что, в свою очередь, даст возможность сократить циклы изготовления, снизить себестоимость и увеличить объемы выпускаемой продукции, – объясняет Тарас Николаевич. – При этом перед нами стоит сложная задача: осуществить переезд, не останавливая освоение новых изделий и действующее производство».

По проекту «Технополис «Новый Звёздный»» на загородной промышленной площадке должен разместиться уникальный инновационный научно-производственный комплекс по изготовлению высокотехнологичной продукции авиационно-космического и энергетического машиностроения. Среди построенных и введенных в эксплуатацию современных объектов в последние два года – стенд испытаний газотурбинных установок мощностью до 40 МВт и комплекс

гидравлических испытаний агрегатов жидкостных ракетных двигателей. Глобальная цель всего строительного комплекса ПАО «Протон-ПМ» – создание возможностей для будущего развития предприятия с использованием принципиально новых современных технологических возможностей.

И. Я. Рогожников, заместитель исполнительного директора по капитальному строительству и инфраструктуре компании «Протон-ПМ», сообщил, что сейчас ведется модернизация уже существующих и строительство новых корпусов, чтобы разместить поступающее новое технологическое оборудование. Самые крупные объекты возводятся на загородной промышленной площадке. Один из них, площадью 10 000 м², строится по проекту «Реконструкция и техническое перевооружение заготовительного, механосборочного и испытательного производства» и должен быть введен в 2017 г. Год спустя в рамках проекта «Реконструкция и техническое перевооружение механосборочного и гальванического производства двигателя РД-191» предстоит завершить строительство еще более крупного объекта, площадь которого составит 54 000 м². В текущем году на этих двух объектах предстоит возвести каркасы корпусов и приступить к созданию теплового контура, укладке полов, проведению освещения, чтобы можно было размещать поступающее новое оборудование. На 2017–2018 гг. запланирована сдача обоих зданий в эксплуатацию, установка инженерных систем, подключение оборудования, станков и поэтапный переезд сюда цехов основной площадки.

В конце 2015 г. ПАО «Протон-ПМ» и Пермский край заключили специальный инвестиционный контракт сроком на 10 лет. Он предусматривает создание производственного комплекса серийного изготовления РД-191 и других перспективных жидкостных

двигателей. Подписание документа дает «Протону-ПМ» гарантии, по которым региональная часть налога на имущество обнуляется, а налог на прибыль снижается до 13,5%. Эти условия будут сохраняться до выхода инвестпроекта на прибыльный уровень работы. В период действия специнвестконтракта предприятие сэкономит порядка 1 млрд руб. В свою очередь, предприятие обязуется в срок до конца 2021 г. осуществить инвестиционный проект по созданию и освоению промышленного производства узлов и агрегатов двигателя РД-191 для семейства «Ангара». Этот инвестиционный контракт с объемом инвестиций свыше 19 млрд руб принесет в бюджет края порядка 3 млрд руб и обеспечит создание не менее 250 рабочих мест.

Перспективы «Ангары»

Как сообщил А. В. Калиновский, сейчас основные усилия разработчиков ГКНПЦ направлены на проект пилотируемого варианта ракеты «Ангара-А5П», которой предстоит впервые стартовать с космодрома Восточный уже в 2021 г.* С космонавтами на борту «Ангара-А5П» полетит в 2023 г.

Следующей крупной модификацией станет «Ангара-А5В», которую специалисты характеризуют как «РН тяжелого класса повышенной грузоподъемности». Замена третьей кислородно-керосиновой ступени «Ангары-А5» на кислородно-водородную позволит поднять грузоподъемность более чем на 10 т, так что «Ангара-А5В» будет способна вывести на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку 38 т. «После завершения работы с проектом [«Ангара-А5П»] мы сразу переключаемся на “Ангара-А5В”, – сообщил гендиректор Центра Хруничева.

Роскосмос первоначально анонсировал первый пуск «Ангара-А5В» на 2023 г., однако из-за сокращения ФКП-2025 сроки ее создания отодвинуты за 2025 г. В апреле ГКНПЦ имени М. В. Хруничева подготовил и разослал на экспертизу в профильные организации аванпроект носителя «Ангара А5В», чей первый полет запланирован теперь на 2026 г. Сроки разработки технических предложений по созданию РН также продлены: первоначально защита аванпроекта носителя планировалась на конец 2015 г.

«Технические предложения по этой тематике в большинстве своем закончены, но потребовалась более детальная проработка проекта с учетом обширной кооперации, вовлеченной в его реализацию, а также решения о проведении стартов всего семейства «Ангара» с одного стартового стола», – сообщил источник в Роскосмосе.

Разработка эскизного проекта «Ангара-А5В» начнется в 2017 г. По утвержденному плану-графику конструкторская документация должна быть готова к концу 2018 г. Ранее глава Научно-технического совета (НТС) Роскосмоса Ю. Н. Коптев сообщил журналистам, что стоимость создания новой модификации «Ангара-А5В» составит 37 млрд руб, а вся программа с учетом строи-

тельства и оснащения всей наземной инфраструктуры для этого носителя обойдется в 150 млрд руб.

Начало испытаний ракеты в 2026 г. может отодвинуть старт пилотируемой миссии на Луну ближе к 2035 г., поскольку между датой первого пуска «Ангара-А5В» и стартом лунной миссии очень много чего должно быть сделано. Среди необходимых мероприятий указывается беспилотный испытательный запуск пилотируемого транспортного корабля нового поколения (ПТК НП) «Федерация», полеты этого корабля с экипажем к Луне и на лунную орбиту с лунным взлетно-посадочным комплексом (ЛВПК). Только после этого можно будет готовить лунную миссию, предусматривающую высадку человека.

«На сегодня мы с «Энергией» согласовали двухпусковую схему, когда в результате каждого пуска на орбиту выводится по 35 т полезной нагрузки, – сообщил А. В. Калиновский. – В такой конфигурации сегодня прорабатывается возможность использования одного стартового стола. Когда начнется строительство стартового комплекса – это уже зона ответственности наших коллег из ЦЭНКИ. Насколько я понимаю, там уже сейчас ведется разработка проектной документации институтами».

Действительно, весной Спецстрой России отчитался о завершении в 2015 г. работ на объектах, обеспечивающих пуск РН «Ангара» с космодрома Плесецк. В текущем году (уже летом) должно быть определено место на космодроме Восточный для нового стартового комплекса «Ангара». По информации главы Госкорпорации «Роскосмос» И. А. Комарова, во второй половине 2015 г. завершились работы по определению нескольких возможных мест строительства.

«Сейчас предприятия работают над подготовкой документации возможного расположения нового стартового комплекса под запуски «Ангары», – отметил глава ведомства. – Этим летом специалисты будут обсуждать все данные и примут решение по конкретному месту постройки стартового комплекса».

Планируется также, что Роскосмос потратит 2,3 млрд руб на исследования в рамках программы «Пастораль» для обеспечения безопасных полетов на Луну.

Напомним, что всего на ФКП-2025 планируется выделить из бюджета около 1,4 трлн руб. При этом финансирование может быть увеличено на 115 млрд руб на проекты, окончательное решение о реализации которых примут после 2021 г.

Считается, что от создания РН «Ангара-А5В» зависит доля России на мировом рынке пусковых услуг, поскольку практически все космические державы ведут или приступают к разработке носителей повышенной грузоподъемности. Стандартная «Ангара-А5» даже с водородным разгонным блоком не способна вывести на геопереходную орбиту полезную нагрузку массой выше 7,5 т, тогда как в большинстве стран развернуты работы, которые обеспечат вывод на геопереходную орбиту груза массой 11–14 т. Такими возможностями обладают или будут обладать носители Delta IV Heavy (США), CZ-5 (Китай), Ariane 6 (ЕКА) и Falcon Heavy (США).

* Ранее сообщалось, что первый пуск пилотируемой версии «Ангара-А5П» должен впервые состояться с Восточного в 2019 г. Согласно проекту ФКП-2025 тяжелая РН должна вывести на орбиту спутник-ретранслятор «Луч-5М».





База для геофизических исследований

Многоцелевой исследовательский ракетный комплекс МР-30

П. Камнев, А. Коберниченко, А. Позин, В. Шершаков специально для «Новостей космонавтики»

Предыдущий, 2015-й, год вошел в историю отечественных ракетных геофизических исследований благодаря важному событию: пуском ракеты МН-300 (04.09.2015) введена в эксплуатацию первая в новом тысячелетии станция ракетного зондирования атмосферы (СРЗА) в поселке Тикси (Якутия).

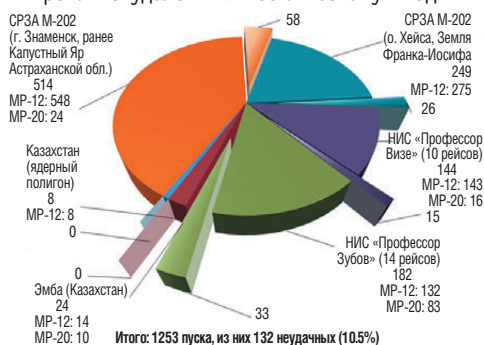
О размахе ракетных исследований в России и за рубежом свидетельствует количество и география пусков ракет. Расположение СРЗА наземного и морского базирования представлено на рисунке 1.

Направления исследований традиционными суборбитальными технологиями представлены на рисунке 2, а количество проведенных по ним пусков только в СССР – на рисунке 3. По различным программам состоялось 1253 пуска геофизических ракет и более 12 000 пусков метеорологических ракет на высоты от 60 до 100 км [2, 3].

В настоящее время наша страна на международном уровне участвует во многих программах по изучению изменения климата Земли, в соглашениях об охране озонового слоя, ограничении выбросов парниковых газов, охране окружающей среды, о стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней отраслях. По этим программам работают ведущие научно-исследовательские учреждения Росгидромета (ФГБУ НПО «Тайфун», ФГБУ ЦАО, ФГБУ ИПГ, НИЦ «Планета», ГГО), ряд учреждений РАН и других ведомств.

Ракетные исследования, направленные на решение приоритетных проблем России, практически закончились в 1998 г. [3]. Тем временем аналогичные работы интенсивно продолжали развитые страны мира (15 государств). За последние десять лет только NASA провело более 170 пусков по специальным программам [3].

Несмотря на некоторое снижение интенсивности пусков ракет и уменьшение числа действующих СРЗА (их количество снизилось до 16), объем информации от ракетных исследований возрос. Это обусловлено тем, что благодаря современным средствам наземных и спутниковых коммуникаций ракетный эксперимент стал комплексным и трансформировался в информационную систему, включающую в себя подсистемы получения, обработки, передачи и хранения данных, доведения их до потребителя в кратчайшие время из удаленных мест. Поэтому ввод в



▲ Рис. 2. Ракетная исследовательская деятельность на высотах 150–220 км

строй семнадцатой по счету СРЗА «Тикси», оснащенной современной аппаратурой и средствами коммуникаций (структура связи СРЗА представлена на рисунке 4), предоставляет отечественной науке ресурсы для ликвидации двадцатилетнего пробела в области ракетных экспериментов. При этом появилась возможность развивать новые орбитальные технологии.

Вместе с тем в последнее время все больше внимания уделяется метеорологическим и геофизическим исследованиям как посредством ракетного зондирования, так и с помощью искусственных спутников Земли (орбитальные технологии) в США, Канаде, Китае, Японии.

В настоящее время в области создания и эксплуатации ракетно-космической техники отчетливо наблюдается динамика развития

готовливаться широким кругом научных и учебных организаций. В целом это создает жесткую конкуренцию за научные и технические идеи, а также их реализацию. В настоящее время в мире в стадии подготовки и реализации находится несколько десятков проектов не только по солнечно-земным связям, но и по геофизическим исследованиям. Между тем из-за малости размеров спутников и ограничений по орбитам выбор действительно актуальных научных задач для таких проектов затруднен.

Основная российская научная космическая программа, отраженная в ФКП-2025, ориентирована на довольно редкие крупные проекты. В этой связи возможность постановки относительно быстрых и малозатратных научных экспериментов на МКА, в том числе реализуемых по инициативе вузов, НИИ, предприятий, является весьма привлекательной. Наряду с существенным увеличением числа запусков, это делает возможным оперативное решение отдельных актуальных задач, тестирование приборов и методик, приведет к общему оживлению научной космической деятельности.

Интерес к созданию МКА размерности нано (до 10 кг) и пико (до 1 кг) проявляют мировые космические державы с целью снижения затрат на получение информации с околоземной орбиты [4].

В то же время имеют место и сдерживающие факторы использования традиционных космических технологий запуска, которые одновременно стимулируют процесс пересмотра проводимой технической политики в космической отрасли в пользу системной миниатюризации орбитальных средств – создания МКА и специализированных систем запуска к ним. К подобным факторам относятся следующие:

◆ Сроки создания отечественных КА определены ФКП-2025 (от 3 до 5 лет); создание и



▲ Рис. 1. Расположение СРЗА в мире и в СССР в 1970-е годы [1, 2]:
 1 – о-в Вознесения, 2 – Антигуа, 3 – Киндли, Бермудские о-ва, 4 – о-в Гранд-Тёрк, 5 – Сан-Сальвадор, 6 – о-в Уоллопс, 7 – мыс Канаверал, 8 – Эглин, 9 – Кивианау, 10 – Форт-Черчилл, 11 – Холломан, 12 – Уайт-Сэндз, 13 – Топопа, 14 – Пойнт-Мугу, 15 – Форт-Грили, 16 – мыс Барроу, 17 – Баркинг-Сэндз, 18 – Эниветок, Маршалловы о-ва, 19 – МакМёрдо-Саунд, 20 – Кваджалейн, Маршалловы о-ва, 21 – Чамикал, 22 – Вумера, 23 – Карнарвон, 24 – Натал, 25 – Левант, 26 – Хаммагир, 27 – Куру, 28 – Тхубма, 29 – Сальто-ди-Квицца, 30 – Санта-Рита, 31 – Утиноура, 32 – Андойя, 33 – Суринам, 34 – Сонмиани, 35 – Кроногард, 36 – Кируна, 37 – Аберпорт, 38 – Саут-Уист, 39 – о-в Ган, 40 – Волгоград, 41 – о-в Хейса, 42 – Тикси, 43 – Монголия, 44 – Болгария, 45 – Польша, 46 – Петербург, 47 – о-в Кергелен, 48 – о-в Белый, 49 – Цингст, 50 – Балхаш, 51 – Молодежная



▲ Рис. 3. Виды и количество ракетных экспериментов, проведенных с 1962 по 1997 г.

запуск приоритетных аппаратов в существующей системе планирования и заказов космических средств, особенно МКА, исключено;

◆ Планы места и времени запусков КА зависят от пропускных возможностей космодромов и рассчитаны на долгосрочную перспективу; внеплановый запуск МКА возможен только попутным грузом при наличии такой возможности и в результате прохождения длительного процесса согласования, так как отсутствуют независимые системы запуска.

Концепция создания независимой системы запуска МКА, представленная авторами в работе [4], предусматривает цели:

❖ снизить затраты на создание и производство МКА;

❖ рассматривать средства запуска МКА как многофункциональные и независимые от объектов наземной космической инфраструктуры, по месту фактической дислокации структурных подразделений, например СРЗА «Тикси» Росгидромета, вне известных космодромов и полигонов, что снизит затраты на пуск ракеты до 40...50 млн руб;

❖ снизить экологическую нагрузку на природную среду по месту дислокации МРК и в районах падения;

❖ создавать оперативные резервы ракет для запуска и МКА на случай необходимости в чрезвычайных и других непредвиденных ситуациях.

Реализация такой современной технологии запуска МКА в России возможна на базе научно-технического задела, полученного ФГБУ НПО «Тайфун» и ОКБ «Новатор» при создании исследовательского метеорологического ракетного комплекса (РК) МР-30. Комплекс прошел необходимый объем испытаний и принят в эксплуатацию. При соответствующей модернизации ракета МН-300 комплекса МР-30 позволит оперативно выводить МКА на низкие околоземные орбиты. Комплекс МР-30 является единственным отечественным аналогом микроракетного комплекса (МРК) сверхлегкого класса. Схема модернизации ракеты МН-300 представлена на рисунке 5.

Проведенный анализ массо-энергетических возможностей как ракеты МН-300, так и комплекса РК в целом показал, что имеется возможность модернизации базового комплекса (РК МР-30) и его составных частей с целью создания перспективной системы запуска МКА. При этом сохраняются высокие показатели по оперативности пусковых работ и минимизации численности персонала для проведения всего цикла подготовительных и пусковых работ. Стоимость доставки 1 кг по-

лезного груза на орбиты порядка 200 км составит 4–6 тыс \$.

В таблице приведены основные массо-энергетические характеристики ракеты-носителя для вывода МКА.

Диверсификация задела по РК МР-30 позволит:

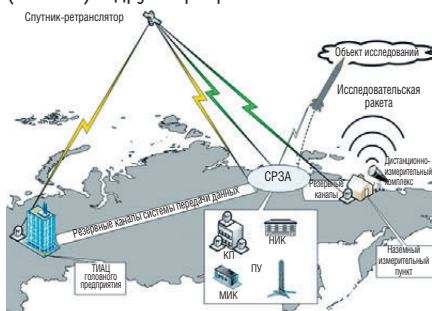
❶ Создать многофункциональный передвижной МРК для запуска МКА различного назначения.

❷ Обеспечить высокую степень готовности к пуску ракеты МРК с момента ее расконсервации в течение одного рабочего дня и при соответствующей цикличности запуска МКА с одной пусковой установки.

❸ Получить необходимую заказчику информацию с МКА по мониторингу объектов в заданный период времени (суток, декады месяца, сезона и года), доводить ее до потребителя в реальном масштабе времени.

❹ Решать вопросы дислокации стартовой позиции МРК (наземной и морского базирования) с учетом выполнения экологических требований, минимальных издержек на логистику и эксплуатацию пунктов приема бортовой информации с МКА.

❺ Отработать в натурных условиях запуск с МРК опытных образцов МКА: для этого, например, можно адаптировать к платформе ракеты МН-300 заделу по МКА Самарского национального исследовательского университета, Сибирского государственного аэрокосмического университета (СибГАУ) и других разработчиков.



▲ Рис. 4. Структура связей СРЗА

Это дает возможность отработать новые технологии, поскольку отпадает необходимость постоянного задействования КА ДЗЗ на солнечно-синхронных орбитах (ССО) для сезонного или чрезвычайного контроля. Запуск за год от трех до пяти МКА со сроком активного существования до 90 суток может дать экономию средств для решения ряда задач, свя-

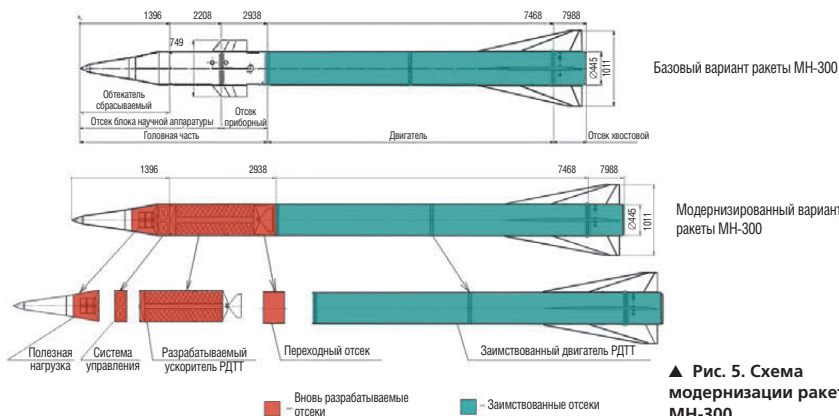
Массо-энергетические характеристики ракеты-носителя для вывода МКА		
Наименование параметра	Значение	Примечание
Начальная масса РН, кг	1558.34	
Начальная тяговооруженность, б/р	7.09	
Масса полезного груза, кг	10	Наноспутники
Количество ступеней, шт.	2	
Длина ракеты, мм	8012	
1-я ступень		
Тип топлива	СТТ	Смесовое твердое топливо
Масса топлива, кг	1039.8	
Удельная тяга двигателя (земная), сек	248	
Время работы двигателя, сек	23	
Диаметр первой ступени, мм	445	
Масса ракетного блока, кг	1281.34	
Масса конструкции, кг	241.54	
2-я ступень		
Тип топлива	СТТ	Смесовое твердое топливо
Масса топлива, кг	245	
Удельная тяга двигателя (пустотная), сек	273	
Время работы двигателя, сек	25.0	
Диаметр второй ступени, мм	445	
Масса ракетного блока, кг	267	
Масса конструкции, кг	22	

занных с мониторингом окружающей среды, более чем на 75% по сравнению с затратами на привлечение КА ДЗЗ на ССО, а также делает этот сегмент конкурентоспособным на рынке космических услуг и привлекательным для частных инвестиций, в том числе венчурных.

Успешная реализация предлагаемого задела позволит рационально перераспределить функции заказчика по разработке, подготовке и проведению пусковых работ, эксплуатации орбитальных группировок МКА с передачей функций сертифицированным подразделениям СРЗА Росгидромета, располагающим подготовленными коллективами специалистов.

Литература:

1. А. А. Шидловский. Метеорологические ракетные комплексы СССР и исследования атмосферы на высотах до 250 км. Санкт-Петербург, Гидрометеоиздат, 2003 г.
2. В. Н. Гринберг, А. А. Позин, В. В. Соболева и др. Исследовательские и метеорологические ракеты мира – Л.: Гидрометеоиздат, 1979 г.
3. Ю. В. Костев, Ю. А. Матвеев, А. А. Позин. Задача модификации базовой исследовательской геофизической ракеты для проведения различных ракетных экспериментов. // Идеи К. Э. Циолковского: прошлое, настоящее, будущее. Материалы XLIX Научных чтений памяти К. Э. Циолковского – Калуга: «Эйдос», 2014 г.
4. Ю. В. Костев, О. В. Мезенова, А. А. Позин, В. М. Шершаков. Система запуска малых космических аппаратов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2016. – 6 (59). – 482-488-7.



▲ Рис. 5. Схема модернизации ракеты МН-300

Проект японского наносителя

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

В июле Японское агентство аэрокосмических исследований JAXA подтвердило ранее объявленные планы запуска наноспутников с помощью нового сверхлегкого носителя, создаваемого компанией IHI Aerospace Co. Ltd. на базе переоборудованной высотной ракеты SS-520.

Задача

Еще в апреле 2008 г. японская Организация по разработке новых энергетических и промышленных технологий NEDO* (New Energy and Industrial Technology Development Organization) инициировала трехлетнюю программу разработки малых спутников под эгидой Министерства экономики, торговли и промышленности METI (Ministry of Economy, Trade and Industry). В то же время команда частных компаний и университетов проводила технико-экономическое обоснование атмосферного наблюдения с использованием мини-спутников.

По мнению многих специалистов, малогабаритные космические аппараты (МКА) в скором времени позволят внедрить многие инновационные технологии, которые кардинально поменяют проектирование, изготовление, эксплуатацию и – самое главное – экономику будущих космических систем и приложений. MEMS-технологии и передовые материалы облегчают миниатюризацию компонентов и увеличивают их производительность и эффективность.

До недавнего времени спрос на наноспутники массой от 1 до 30 кг был ограничен потребностями университетов для практического обучения студентов. Однако все больше гражданских и военных правительственных организаций, а также частных компаний активно используют МКА для тестирования и демонстрации технологий, экспериментов и практических применений.

В то же время возможности запуска МКА классов ниже «микро» по-прежнему ограничиваются полетными полетами на имеющихся РН. Как считали в JAXA, по мере того, как МКА будут находить практическое применение, будет востребован специальный носитель, оптимизированный для категории микро- и наноспутников, особенно если он будет доступен в любое время и везде для проведения пусков из самых разнообразных мест на суше, в море или воздухе.

В соответствии с данными воззрениями японцы начали концептуальное исследование РН размерности «нано» NLVS (Nano

* NEDO занимается развитием технологий в области новой энергетики (солнечной, ветровой, биомассы и отходов, геотермальной и пр.) и энергосбережения, проверяя технические результаты, внедряя и распространяя новые технологии.

Launch Vehicle System), способной выводить на низкие околоземные орбиты полезные нагрузки массой от 1 до 30 кг. Подходящей платформой для создания носителя стала зондирующая ракета SS-520.

Родословная

Разработкой зондирующих ракет, предназначенных для научных исследований, астрофизических наблюдений, изучения верхних слоев атмосферы и физики космической плазмы, в стране занимался Институт космических и аэроавиатических наук ISAS (Institute of Space and Astronautical Science, с 2003 г. входит в JAXA). На базе подобных ракет также проводилась отработка систем управления ориентацией и технология спуска в атмосфере, испытывалась новая авионика и системы спасения.

Одной из первых зондирующих ракет стала одноступенчатая твердотопливная S-310 (в период с апреля 1966 г. по январь 2015 г. проведено 55 пусков из космических центров Кагосима и Андойя, а также с базы Сёва в Антарктиде). Ракета диаметром 310 мм могла достигать высоты 150 км, стабилизируясь закруткой до 2.8 об/сек с помощью скошенных аэродинамических стабилизаторов в хвостовой части.

Канал заряда твердого топлива профилировался так, чтобы обеспечить максимум тяги в начале полета и ее плавное снижение в дальнейшем для уменьшения аэродинамических и тепловых нагрузок. Такой профиль тяги также способствовал увеличению высоты полета. Корпус двигателя выполнялся из нержавеющей стали AISI 4340, стабилизаторы – из титана, а оживальный носовой обтекатель – из стеклопластика. В грузовом отсеке размещалась система выброса подвесных грузиков типа «йо-йо», которая замедляла вращение до 1 об/сек через 50 сек после старта.

Еще одной удачной зондирующей ракетой была одноступенчатая S-520 (с января 1980 г. по сентябрь 2015 г. проведено 32 пуска из космических центров Кагосима и Андойя) диаметром 520 мм, которая могла доставлять груз 100 кг на высоту более 300 км, обеспечивая пять минут микрогравитации. S-520 стабилизируется закруткой до 2.2 об/сек с помощью скошенных хвостовых стабилизаторов и уменьшает частоту вращения на последнем этапе полета с помощью системы «йо-йо».

Топливный заряд, залитый в корпус из стали HT-140, дает профиль тяги, схожий с S-310: сечение передней части имеет форму колеса с семью спицами и обеспечивает высокую тягу в начале полета, в то время как задняя часть с трубчатым сечением дает более низкую тягу в конце. Для облегчения стабилизаторы имеют титановую переднюю кромку и основное «тело» в виде трехслойного сэндвича с наполнителем из алюминиевых сот и обшивкой из стекло- и углепластика.

Дальнейшим развитием S-520 стала двухступенчатая SS-520 (два



Последний пуск ракеты S-520-30 из Утиноуры состоялся 11 сентября 2015 г. с целью «выяснения процесса зарождения космической пыли на основе оксидов». Полет прошел гладко, и бортовые приборы работали должным образом. После завершения миссии S-520-30 упала в юго-восточной части океана от Утиноуры.

пуска из Кагосимы и с полигона Свальбард (Шпицберген, Норвегия) в период с февраля 1998 г. по декабрь 2000 г.), способная доставить 140 кг груза на высоту около 800 км. Первая ступень стабилизируется вращением подобно ракете S-520. Тяжелая вторая ступень с углепластиковым корпусом «уводит» центр масс вверх, снижая степень статической неустойчивости и обеспечивая стабилизацию имеющимися аэродинамическими поверхностями. Самая большая частота вращения обеспечивается в момент прекращения работы первой ступени и включения второй.

Основные характеристики японских зондирующих ракет приведены в таблице 1.

Табл. 1. Основные характеристики японских зондирующих ракет

Характеристика	S-310	S-520	SS-520
Общая длина, м	7.1	9.65	8.0
Диаметр, м	0.31	0.52	0.52
Общая масса, т	0.7	2.1	2.6
Высота подъема, км	150	300	800
Полезная нагрузка, кг	50	95/150	140

Подробности

Наноситель, обозначаемый как SS-520-4 или SSS-520, отличается от прототипа наличием третьей (также твердотопливной) ступени. Японское Министерство образования и науки опубликовало лишь некоторые параметры нового изделия (табл. 2). Поскольку время работы двигателей очень мало, для выведения на орбиту требуется введение «баллистических пауз».

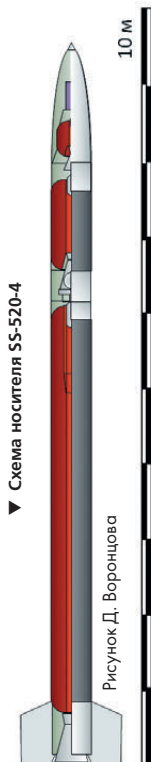
Табл. 2. Параметры двигателей наносителя

Параметр/Ступени	Первая	Вторая	Третья
Масса, кг	1587	325	78
Время работы, сек	31.7	24.4	25.6

На активных и пассивных участках стабилизация ракеты обеспечивается вращением: первая ступень закручивается аэродинамическими стабилизаторами, вторая – газорезактивной системой на сжатом газе.

Пока энергетика носителя ограничена способностью выводить МКА массой 4 кг на орбиту наклонением 31° и высотой 180×1500 км.

Стартовать ракета будет с наклонной направляющей с полигона в Утиноуре в префектуре Кагосима. Дата первого пуска пока не известна. Предполагается, что в первой миссии SS-520-4 выведет на орбиту «тройной» кубсат TRICOM-1 разработки Токийского университета.





REACTION ENGINES

Reaction Engines получает финансирование от ЕКА

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

12 июля на авиасалоне в Фарнборо представители ЕКА заявили о намерении инвестировать 10 млн € (11 млн \$) в разработку компанией Reaction Engines Limited двигателя SABRE (Synergetic Air-Breathing Rocket Engine) для воздушно-космического самолета (ВКС) Skyлон (HK № 23/24, 1998, с. 50–51; № 10, 2007, с. 68–71; № 6, 2009, с. 42–43), а 17 июля Reaction Engines сообщила о подписании контракта.

Директор ЕКА по техническому руководству и управлению качеством Франко Онгаро (Franco Ongaro) заявил, что выделяемые деньги могут использоваться компанией Reaction Engines через структуры ЕКА для поиска и привлечения к проекту новых европейских подрядчиков из стран – членов агентства. По его словам, подтвержденным затем руководителем Reaction Engines Марком Томасом (Mark Thomas), эти инвестиции помогут компании завершить предварительный анализ проекта SABRE в 2018 г., а затем провести наземные испытания двигателя в 2020 г.

Reaction Engines Limited (REL) – британская фирма, основанная в 1989 г. инженером-механиком и работником аэрокосмической отрасли Аланом Бондом (Alan Bond, 1938–2015) и двумя главными инженерами фирмы Rolls Royce Джоном Скотт-Скоттом (John L. Scott-Scott, 1934–2015) и Ричардом Варвиллом (Richard A. Varvill, род. 1961). Компания базируется в графстве Оксфордшир и долгое время работает над проектом Skyлон. На данный момент штат компании насчитывает почти 100 сотрудников и в ближайший год может быть увеличен еще на 30–40 человек.

Напомним: концепция SABRE подразумевает создание силовой установки, имеющей возможность работать и как турбореактивный двигатель – на малых скоростях полета, и как ракетный – на высоких скоростях и больших высотах. Тяга создается за счет сжигания кислородно-водородной топливной смеси. Во время полета на малой высоте кислород будет забираться двигателем напрямую из воздуха, охлаждаясь в сложной системе многоконтурных теплообменников, работающих на жидком водороде и сжатом гелии, и ожигаться с помощью турбодетандеров. Затем, когда на большой высоте и скорости эффективность воздушно-реактивного двигателя

падает, установка начинает работать в режиме жидкостной ракеты, потребляя компоненты (жидкий водород и накопленный жидкий кислород) из внутренних баков ВКС. Такой подход, по замыслу разработчиков, позволит экономить на массе средства выведения, а сам двигатель будет способен доставить аппарат напрямую на орбиту без использования многочисленных ступеней, обычных для традиционных одноразовых РН.

Продолжительное время компания занималась (в основном) теоретическими исследованиями на средства спонсоров. Лишь в 2009 г. в проект SABRE удалось привлечь довольно существенные деньги: 1 млн € выделило ЕКА и еще около 8.6 млн \$ передали очередные спонсоры (HK № 4, 2009, с. 57).

В середине 2013 г. британское правительство анонсировало планы предоставить REL помощь в размере 60 млн € (78 млн \$) в форме субсидий на разработку SABRE и ключевой технологии – системы теплообмена. Тогда было обещано, что первые 35 млн € будут выделены в 2014–2015 ф.г., а оставшиеся 25 млн € – годом позже. Денег, однако, компания так и не получила.

Объявленные теперь инвестиции ЕКА являются частью финансового обязательства, взятого на себя британским правительством. ЕКА с 2008 г. выступает в качестве технического советника британского правительства по проекту SABRE. В 2012 г. под контролем специалистов агентства прошли испытания системы предварительного охлаждения, после чего было получено заверение в том, что двигатель SABRE способен «сделать прорыв в развитии многоразовых ракетных технологий по доступным ценам».

Одной из причин задержки финансирования, по данным парламентского доклада, могло послужить нарушение связи между британским правительством и компанией REL. По мнению Томаса, в значительной степени это произошло из-за бюрократических процедур Еврокомиссии, необходимых для санкционирования государственной поддержки частным компаниям.

Комитет по науке и технологиям британского Парламента в июне нынешнего года подверг жесткой критике поведение правительства страны за голословные обещания, которые оно так и не выполнило. Задержка с финансированием, полагают в комитете, может сильно подорвать позиции REL в борьбе с будущими конкурентами, особенно в Штатах.

Министерство обороны США до сих пор давало сдержанные оценки проекту SABRE,

отмечая, однако, что новый двигатель может найти широкое применение, в том числе в качестве гиперзвукового средства выведения. С целью заручиться поддержкой американского правительства и промышленности 11 июля этого года в REL объявили о создании на территории США дочерней компании, которую возглавит д-р Адам Диссель (Adam F. Dissel), ранее занимавший должность системного разработчика в Lockheed Martin Space Systems.

В 2013 г. REL оценила стоимость создания опытного образца двигателя в 300 млн €. Однако мистер Томас заявил, что позднее в его компании пересчитали потребные расходы и пришли к выводу, что сумму можно значительно уменьшить. Поскольку технология двигателя была признана масштабируемой, компания REL объявила о рассмотрении возможности размещения силовой установки в уменьшенном масштабе на небольшом средстве выведения, которое сможет взлетать из аэропорта Прествик (Prestwick) в Глазго.

По словам Томаса, REL делает большую ставку на совместную реализацию проекта SABRE с другими компаниями, «и именно благодаря сотрудничеству можно будет добиться успеха». В качестве технологического партнера по проекту SABRE фирма смогла привлечь крупную компанию BAE Systems, которая в ноябре 2015 г. инвестировало 20.6 млн € в компанию REL в обмен на 20% акций предприятия. В соответствии с соглашением BAE получило право влиять на решения, принимаемые во время заседания совета директоров компании. В свою очередь REL смогла использовать знания и опыт BAE в области космических технологий и управления масштабными проектами. Это позволит партнерам расширить технический штат фирмы и продвинуть SABRE в область полноценной разработки, а затем и испытаний двигателя.

Теперь, когда финансирование обеспечено, компания REL постарается достичь своей ближайшей цели – создать наземный демонстратор двигателя к 2020 г.

Skyлон должен взлетать с обычной взлетно-посадочной полосы (ВПП) и после набора высоты 25 км разогнаться до скорости, соответствующей числу $M=5$; в это время SABRE ожигает кислород из воздуха. Разогнавшись затем в стратосфере до $M=25$ и достигнув динамического потолка, Skyлон переходит в суборбитальный полет. В апогее траектории двигатель ВКС запускается повторно – уже в режиме ракетных. Садиться Skyлон тоже будет по-самолетному.

Таким образом, благодаря уникальным возможностям двигателя SABRE британский космонавт не только сможет выходить в космос без применения разгонных ступеней, внешних ускорителей или сбрасываемых топливных баков, но и осуществлять весь полет, используя один и тот же двигатель (точнее, два) на всех этапах, начиная с рулежки по аэродрому и заканчивая орбитальным участком. Это, как рассчитывают авторы проекта, резко снизит стоимость вывоза грузов в околоземное пространство. К тому же у ВКС намного больше возможностей по выходу на разные орбиты – ведь он не привязан к космодрому.

Первоначально Skyлон будет беспилотным грузовым транспортом для запуска

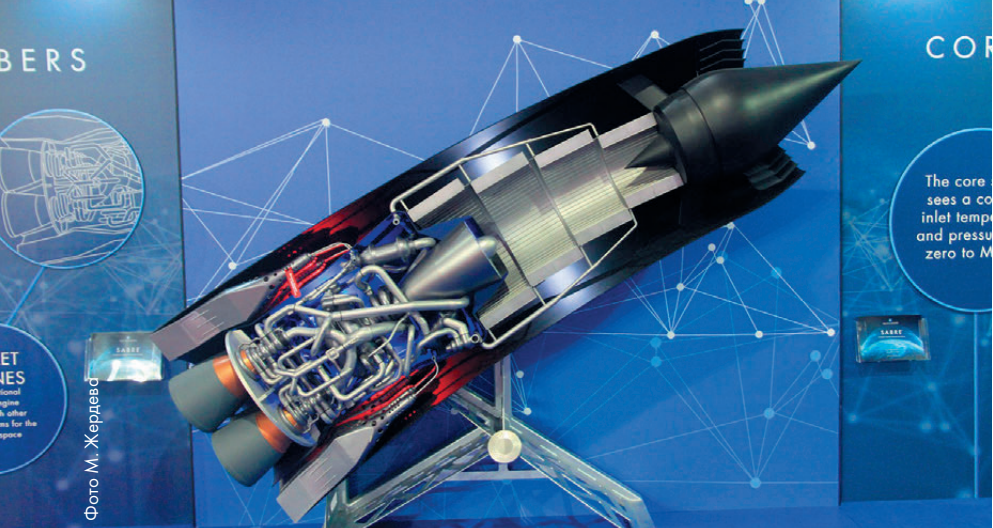


Фото М. Жердева

▲ Масштабный макет двигателя SABRE на авиакосмическом салоне Фарнборо-2016

спутников и доставки грузов на космические станции, а в будущем сможет применяться и для перевозки пассажиров. В этом случае с его помощью можно будет организовать надежное сообщение с орбитой, которое станет таким же обычным делом, как межконтинентальные полеты современных авиалайнеров.

Важнейшим компонентом SABRE должна стать компактная система предварительного охлаждения (СПО), которая сможет охладить поступающий забортный воздух с температурой более 1000°C до -140...-150°C всего за одну сотую секунды, причем предотвращая появление льда в холодном газе. У REL имеется некая «секретная технология», позволяющая при таком скоростном охлаждении избежать появления в воздухе кристалликов льда, способных забить теплообменник.

Испытания демонстрационной модели двигательной установки состоялись 27 апреля 2012 г. (НК № 6, 2012, с.44-45). Тогда на стенде в штаб-квартире REL в Калхэйме (графство Оксфордшир) была смонтирована установка, состоящая из СПО*, турбореактивного двигателя Viper и глушителя.

В испытаниях хладагентом выступал гелий, который закачивался в СПО при температуре около -170°C под высоким давлением, циркулировал в замкнутом контуре, нагреваясь при этом в теплообменнике до -15°C, и для охлаждения проходил через резервуар с кипящим жидким азотом, имитировавшим водородный бак на борту «Скайлона». Охлажденный воздух поступал на воздухозаборник турбореактивного двигателя, имитирующего активную часть установки, сжигался с керосином и выбрасывался через сопло. Создатели двигателя божились, что испытаниям подвергался не макет, а полноценный прототип штатной СПО. Полноразмерный теплообменник будет весить больше тонны и сможет отбирать у проходящего воздуха 400 МВт тепла при движении потока со скоростью М=5 и выше.

Что касается «Скайлона», то, по замыслу британцев, 83-метровый ВКС будет летать в автоматическом режиме, а в отдаленной перспективе – и в пилотируемом, выводя на низкую орбиту груз весом около 17 т. Не отличаясь по конструкции от грузового, пилотируемый Skylon будет нести в грузовом от-

секе обитаемый модуль SPLM (Skylon Payload & Logistics Module), оснащенный стыковочным узлом, совместимым с таковыми на МКС. В верхней части SPLM конструкторы предлагают сделать иллюминаторы. Хотя при взлете и посадке створки грузового отсека ВКС, в котором окажется пассажирский модуль, закрыты, во время полета по орбите их можно будет открыть, а сам аппарат повернуть «на спину», чтобы пассажиры могли полюбоваться Землей. SPLM может вмещать от пяти до 24 человек, а также до трех тонн груза. Это будет или багаж пассажиров, совершающих космические трансконтинентальные перелеты, или припасы для МКС.

При необходимости аппарат сможет оставаться на орбите пару недель и работать в качестве туристического лайнера. В отдаленной перспективе Skylon планируют использовать и для модернизации МКС: ракетоплан сможет не просто доставить фермы, солнечные батареи, антенны и другие элементы конструкции, но и поможет в их установке, обеспечивая длительное удержание во внешних захватах и манипуляции на пару с Canadarm.

ВКС разрабатывается не только как универсальное средство доставки на орбиту любых грузов, но и как гиперзвуковой летательный аппарат многоцелевого назначения. Он будет способен выводить на низкую околоземную орбиту достаточно крупные спутники разного типа или наборы малых аппаратов, например до нескольких сотен «кубсатов».

Каждый спутник требуется вывести на свою орбиту, но вовсе не обязательно делать это при помощи самого ВКС. В грузовом отсеке Skylon может размещаться дополнительный транспортный модуль (межорбитальный буксир), доставляющий выводимые КА на заданные орбиты и возвращающийся обратно с минимальными затратами. После этого Skylon запустит программу возвращения: сойдет с орбиты с помощью двигателей и совершит планирующий спуск в атмосфере и посадку на ВПП.

Не исключен и более «приземленный» вариант использования SABRE – в качестве силовой установки гиперзвукового пассажирского авиалайнера Lapcat. Его разработку ведет крупнейший производитель самолетов – европейский концерн Airbus.

В октябре 2015 г. сообщалось, что Lapcat способен летать с крейсерским числом М=4.5 и доставлять пассажиров из Лондона в Нью-Йорк за час, а перелет из британской столицы в Сидней может занять всего четыре часа. Максимальная скорость полета, по расчетам, достигнет 6400 км/ч, а высота – 28 км.

По заключению экспертов ЕКА, подобный аппарат можно построить с применением современных технологий, но для создания полноразмерного ВКС потребуются инвестиции в размере 9–12 млрд \$. Целью космического варианта Skylon является снижение стоимости выведения примерно в 15–50 раз по сравнению с традиционными одноразовыми ракетами.

Однако пока все эти радужные перспективы – не более чем прекраснотушные мечты. Когда четверть века назад зарождалась концепция Skylon, представлялось, что космические пуски станут частыми, основными конкурентами ВКС будут обычные носители, а многократное использование матчасти обеспечат «авиационные» решения – воздушно-реактивные двигатели, крылья, шасси...

Реальность же оказалась иной. По сравнению с периодом конца 1980-х – начала 1990-х годов частота пусков не выросла, а на смену одноразовым ракетам, разработанным по технологиям 1960-х годов, пришли новые – более дешевые и простые. К тому же оказалось, что повторное использование можно реализовать иными способами, нежели в ВКС. Поэтому «Скайлону», если он будет создан, придется конкурировать не с одноразовыми «Титанами-3» и шаттлами, а с частично многоразовыми носителями Falcon, Ariane 6 и Vulcan. И не факт, что в этой борьбе британский ВКС одержит победу. Кстати, здесь надо напомнить, что последними крупными самолетами, созданными британским авиационным полностью самостоятельным, были бомбардировщики серии V (Valiant, Victor и Vulcan) середины 1950-х годов. Все последующие проекты шли в кооперации с другими странами**. Сможет ли сейчас английская (да и общеевропейская) индустрия справиться с гигантским гиперзвуковым аппаратом, габариты которого почти в полтора раза больше, чем у «Конкорда»?..

▼ Теплообменник двигателя SABRE в «железе»

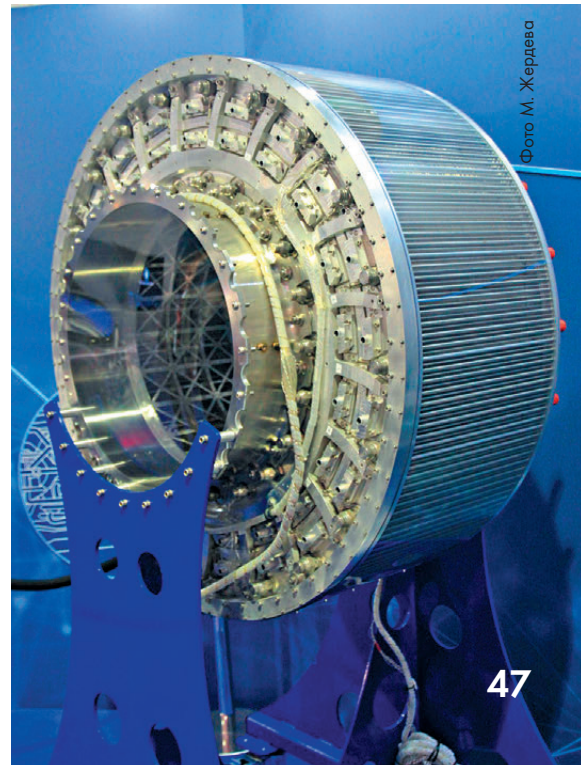


Фото М. Жердева

* Представляет собой кольцевой воздуховод, набранный из множества тонких трубок. По конструкции и размерам аналогична штатной, которая будет применена в SABRE.

** На ум приходят проекты истребителей Tornado, Turpoon, а также сверхзвукового пассажирского лайнера Concorde.

И. Соболев.
«Новости космонавтики»



Добро пожаловать к Юпитеру!

4 июля в 20:53 PDT (5 июля в 03:53 UTC) станции слежения NASA получили подтверждение выхода автоматического зонда Juno («Юнона») на орбиту вокруг Юпитера. После почти пятилетнего путешествия он успешно произвел маневр торможения в окрестностях самой большой планеты Солнечной системы, включив на 35 минут свой маршевый двигатель, и в результате этого включения был выведен на начальную околоюпитерианскую орбиту. Ее расчетные параметры составили:

- наклонение – 8,9°;
- высота в перигелии – около 4700 км;
- высота в апогелии – более 8 000 000 км (39 радиусов Юпитера);
- период обращения — 53 сут 10 час 03 мин.

Таким образом, Juno стал вторым в истории космонавтики аппаратом, вышедшим на орбиту вокруг Юпитера, после станции Galileo, выполнявшей свою миссию в период с 1995 по 2003 год, а также девятым посланцем Земли в окрестностях этой планеты. Баллистическая схема перелета была со-

ставлена с таким расчетом, чтобы прибытие к цели совпало с Днем независимости США.

«День независимости всегда достоин празднования, но сегодня мы можем добавить ко дню рождения Америки еще один повод для радости: Juno достиг Юпитера! – заявил практически сразу после подтверждения выхода станции на орбиту администратор NASA Чарлз Болден (Charles F. Bolden). – Что может быть более «американским», чем космический аппарат, смело идущий туда, где до него не бывал никто? С помощью Juno мы будем исследовать неизвестные доселе особенности мощных радиационных поясов Юпитера, проникая не только в тайны недр планеты, но и в тайны ее зарождения и эволюции всей Солнечной системы вообще».

«Это был первый случай, когда я не возражал против того, чтобы вечером 4 июля быть запертым в комнате без окон, – признался Скотт Болтон (Scott J. Bolton), научный руководитель проекта Juno и директор Юго-Западного исследовательского института в Сан-Антонио. – Команда миссии отработала отлично, космический аппарат отработал отлично. Все мы молодцы. Это великий день!»

«Наш космический аппарат отработал прекрасно, а это всегда приятно, когда вы ведете машину с пробегом в 1,7 миллиарда миль, – отметил Рик Найбаккен (Rick Nybakken), менеджер проекта Juno от Лаборатории реактивного движения. – Выход на орбиту вокруг Юпитера был большим шагом и самым сложным из оставшихся в плане полета. Но впереди нас ждут и другие, и они должны произойти прежде, чем мы сможем передать научной группе работу, которой они так ждут».

В течение следующих нескольких месяцев специалистам предстоит сформировать рабочую орбиту,

выполнить окончательное тестирование подсистем КА и калибровку научных инструментов. Официально научная фаза миссии начнется в октябре, но, как сказал Болтон, «мы нашли способ собрать данные намного раньше этого срока, и это замечательно, когда речь идет о самой большой планете Солнечной системы». Он добавил, что уже к 1 сентября рассчитывает выдать первую научную информацию.

Основной научной целью миссии Juno является изучение Юпитера с целью расширения наших знаний о его происхождении и эволюции. Комплекс бортовой научной аппаратуры станции включает девять научных инструментов, которые призваны изучить состав ядра планеты, измерить количество воды и аммиака в глубинных слоях атмосферы, составить карту интенсивного магнитного поля Юпитера, а также регистрировать и наблюдать полярные сияния. Разработчики обещают сделать «гигантский шаг вперед в нашем понимании того, как формируются планеты-гиганты и какую роль они играют в формировании остальной части Солнечной системы». Более того, в качестве образцовой планеты-гиганта Юпитер может предоставить важные знания для понимания процесса образования планетных систем у других звезд, которые в настоящее время представлены в основном планетами того же класса.

Предполагается, что Juno совершит 37 витков вокруг Юпитера, проходя в перигелии на высоте примерно 4100 км от верхней границы облачного покрова. Каждое такое сближение с оранжево-бело-красно-коричневой облачной поверхностью планеты будет невероятно рискованным шагом в неведомое.

Juno является одной из трех межпланетных станций флагманского класса, которые работают или готовятся к старту в рамках программы New Frontiers. В это число вхо-

Исследования Юпитера
космическими аппаратами

Миссия	Тип	Дата	Высота, км	Наиболее значимые результаты
Pioneer 10	Пролет	04.12.1973	131 360	Обнаружение магнитосферы и радиационных поясов
Pioneer 11	Пролет	03.12.1974	42450	Выявление структуры облаков
Voyager 1	Пролет	05.03.1979	277 600	Обнаружение полярных сияний и гроз, кольца Юпитера и вулканов Ио, наиболее подробная съемка Юпитера и поверхности спутников
Voyager 2	Пролет	09.07.1979	650 300	
Ulysses	Облет	08.02.1992	379 000	Уточнение геометрии магнитосферы Юпитера
Galileo Probe	Спуск	07.12.1995	0	Спуск в атмосферу с измерениями ее параметров
Galileo Orbiter	Орбита	08.12.1995 – 21.09.2003	214 569	Наблюдение падения кометы Шумейкеров–Леви 9 на поверхность Юпитера, многократные пролеты спутников, обнаружение подледного океана на Европе
Cassini	Пролет	30.12.2000	9 700 000	Фотографирование Юпитера
New Horizons	Пролет	28.02.2007	2 305 000	Фотографии с высоким разрешением

дит станция New Horizons, осуществившая в июле 2015 г. первый пролет Плутона, а также аппарат OSIRIS-REx для доставки образцов грунта с астероида 101955 Bennu, старт которого запланирован на 8 сентября этого года. Четвертая миссия в рамках указанной программы должна быть выбрана в ноябре 2017 г.

Космический аппарат Juno стартовал 5 августа 2011 г. (НК №10, 2011) с полигона ВВС США на мысе Канаверал во Флориде. Руководство миссией осуществляет JPL, а непосредственно проектированием и изготовлением станции занималась компания Lockheed Martin Space Systems в Денвере.

От Земли до Юпитера

Включение маршевой двигательной установки для выхода на орбиту – маневр JOI (Jupiter Orbit Insertion), как он назывался в плане полета, – стало кульминационным моментом экспедиции Juno. У операторов не было права на ошибку, так как срыв маневра означал бы пролет мимо планеты и потерю миссии.

Как мы помним, 9 октября 2013 г. в результате встречи с Землей и гравитационного маневра Juno получил наконец необходимую скорость для полета к Юпитеру (НК №12, 2013). Отлетная траектория оказалась настолько близка к расчетной, что запланированную на 9 апреля 2014 г. коррекцию TCM-10 отменили.

Во время перелета КА был стабилизирован вращением со скоростью 1 об/мин. В январе 2014 г. научная группа закончила тестирование прибора JADE, а в июне – инструмента JEDI. Между ними, в апреле, была проведена ежегодная проверка всей научной аппаратуры.

В соответствии с планом по мере удаления от Солнца потребовалось дважды подключить дополнительные секции солнечных батарей – 7 января и 18 июня 2014 г. С этого момента работали все 18 698 фотоэлементов на трех панелях суммарной площадью 60 м².

Об энергоустановке Juno следует упомянуть особо. Юпитер расположен в 5.2 раза дальше от Солнца, чем Земля, потому и солнечная постоянная – мощность излучения, падающая на 1 м² поверхности, – на его орбите в 26 раз меньше, чем на земной. Вот почему на Juno установлены три панели размером 2.7×8.9 м, и при описании аппарата его часто сравнивают по размеру с баскетбольной площадкой.

Впрочем, возможность работать на солнечной энергии достигается не только увеличением площади батарей, но и применением наиболее эффективных фотоэлектронных преобразователей, энергоэффективных инструментов, отсутствием теневых участков на орбите и минимизацией уровня поглощенной радиации. Однако даже при этом система энергоснабжения, которая на околоземной орбите была бы в состоянии производить 14 кВт электроэнергии, возле Юпитера выдает лишь около 450 Вт.

Никаких сбоях на Juno не было, и год 2015-й не был отмечен ничем существенным.

8 января 2016 г. началась фаза подлета продолжительностью 178 суток. В этот день до Юпитера оставалось 104 млн км, и Juno

приближался к цели со скоростью 5.4 км/с, причем гелиоцентрическая скорость уже упала до 7.6 км/с. Через пять дней, 13 января, Juno стал рекордсменом по удалению от Солнца среди КА, запитываемых от солнечных батарей. Европейская Rosetta в афелии своей орбиты достигла отметки 792 млн км, но она при этом находилась в «спячке», а Juno работал.

3 февраля 2016 г. на расстоянии 82 млн км от Юпитера была проведена первая подлетная коррекция TCM-11. Двигатели были включены в 10:38 PST (18:38 UTC) и, израсходовав 0.6 кг топлива, изменили скорость КА на 0.3 м/с. В результате маневра время прибытия к Юпитеру 4 июля сдвинулось на полчаса – с 19:47 на рассчитанное еще до запуска 20:18 PDT.

27 мая Juno вошел в сферу действия Юпитера. «Сегодня гравитационное воздействие Юпитера [на Juno] сравнялось с воздействием Солнца, – пояснил Рик Найбаккен. – С завтрашнего дня и на всем дальнейшем протяжении миссии гравитация Юпитера будет доминировать, а возмущающее траекторию воздействие других небесных тел снизится до незначительной величины».

Чтобы окончательно вывести КА в нужный момент в заданную точку в окрестности Юпитера, планом предусматривались еще две коррекции: TCM-12 (31 мая, запасная дата 15 июня) и TCM-13 (26 июня). Ни одна из них не потребовалась – и без того время прибытия, заданное февральской коррекцией, было выдержано с точностью до 1 сек, и место также находилось в пределах допуска.

С 11 июня начался круглосуточный радиосвязь КА с Землей. Теперь команда миссии могла узнать о любых событиях на борту с задержкой от 45 до 48 минут.

20 июня была открыта защитная крышка, предохраняющая маршевый двигатель Juno от микрометеоритов и межзвездной пыли, а также загружена бортовая программа на этап прибытия к Юпитеру, управляющая всеми необходимыми для выхода на орбиту операциями.

21 июня бортовая камера JunoCam засняла с расстояния 10.9 млн км Юпитер и его основные спутники. Фотография получилась необычной, так как Juno подходил не в плоскости экватора планеты, как все его предшественники, а с большим наклоном, и четыре галилеевы луны распространились по довольно широкому сектору.

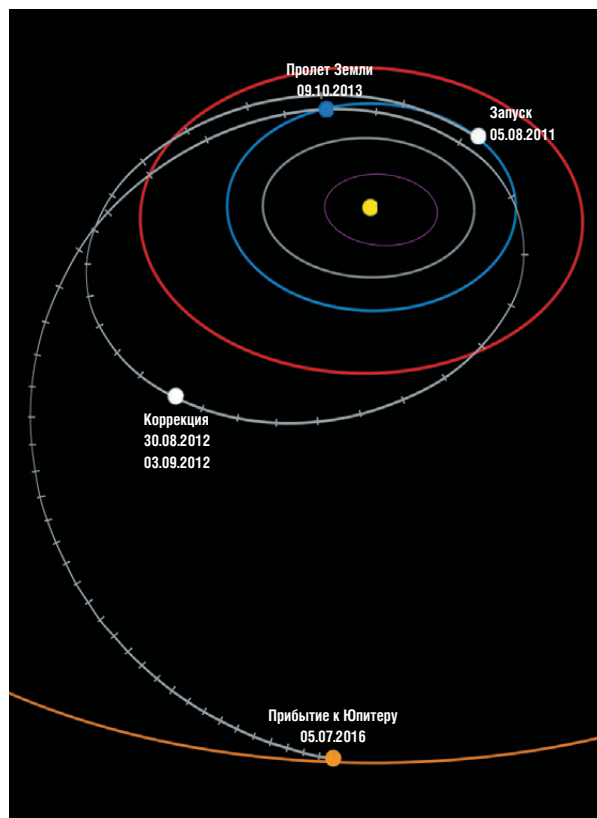
24 июня расстояние сократилось до 8.9 млн км. До «часа Ч» оставалось десять дней, и персонал центра управления все больше ощущал приближение события, которое при любом исходе стало бы для каждого из них главным событием года, а возможно, и жизни. По меткому выражению

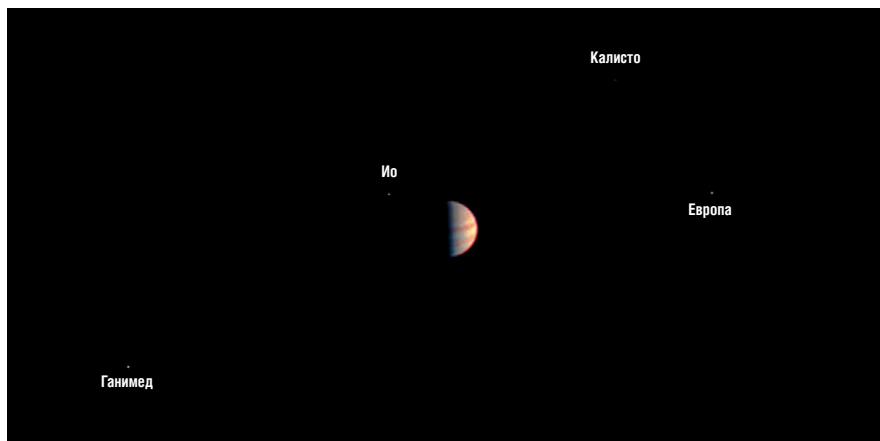
Рика Найбаккена, «сегодня у нас за спиной более пяти лет космического перелета, и осталось всего 10 дней до выхода на орбиту вокруг Юпитера. Какое великое чувство, когда все межпланетное пространство осталось в зеркале заднего вида, а самая большая планета Солнечной системы – впереди за ветровым стеклом».

24 июня прибор Waves на борту Juno зафиксировал прохождение ударной волны, где потоки солнечного ветра со скоростью свыше миллиона километров в час встречаются с магнитосферой Юпитера и начинают замедляться и нагреваться. На следующий день КА пересек магнитопаузу – формальную границу области господства магнитосферы Юпитера, в которой плотность частиц меньше, а их движение контролируется уже не солнечным ветром, а магнитным полем самой планеты.

Магнитосфера Юпитера является самой крупной природной структурой в Солнечной системе. Некоторое представление о ее размерах дает такая аналогия: если бы она вдруг засветилась в видимом диапазоне, то вокруг Юпитера мы бы увидели пятно, в два раза большее, чем полная Луна. Впечатляет, если вспомнить, что расстояние от Земли до Юпитера в момент наибольшего сближения планет более чем в 1500 раз превышает расстояние до Луны. Но, как несложно догадаться, даже этот круг был бы только ее «миделевым сечением»: во внешние области Солнечной системы магнитосфера Юпитера простирается на пять астрономических единиц, достигая орбиты Сатурна.

Момент пересечения ударной волны был предсказан с достаточно высокой точностью. А вот сама структура этого образования оказалась для ученых миссии неожиданно сложной – инструменты передали весьма непредсказуемые данные как до, так и непосредственно после прохождения погранич-





▲ Юпитер и галилеевы спутники с подлетной траектории. Расстояние 5.3 млн км, 29 июня 2016 г.

ной зоны. И теперь эта необычная граница сама станет объектом исследования.

Сразу после входа в магнитосферу приборы КА отметили стократное снижение плотности частиц – с 1 до 0.01 на кубический сантиметр. По мере дальнейшего приближения к газовому гиганту концентрация частиц должна была снова пойти вверх. Эти наблюдения стали первыми из тех, что должны дать ключи к пониманию природы юпитерианской магнитосферы.

28 июня провели наддув бортовой двигательной установки. На следующий день, 29 июня, было снято питание со всех приборов, которые не были необходимы для подготовки маневра JOI. Сделано это было для исключения любых непредсказуемых помех со стороны их электроники. «Все, что не помогает нам выйти на орбиту, должно быть выключено», – подчеркнул Скотт Болтон.

Последнее изображение Юпитера с подлетной траектории было получено 29 июня с расстояния 5.3 млн км.

30 июня примерно в 12:15 PDT (19:15 UTC) операторы центра управления передали на борт Juno командную последовательность с обозначением j14040, предназначенную для перевода аппарата

в автономный режим полета. Расстояние в 860 млн км сигнал преодолел за 48 минут. Среди четырех подобных «продуктов», переданных на борт в этот день, j14040 имела для членов команды миссии особое значение: она содержала «ту самую» команду, с выполнения которой начинается циклограмма выхода на орбиту.

С исполнением переданной программы завершился 26-месячный внешний этап перелета, в ходе которого Juno шел от Земли к Юпитеру, и шестимесячный этап сближения с планетой, когда команда еще могла осуществлять последние проверки инструментов и бортовой аппаратуры и вносить изменения в план. Теперь начался этап выхода на орбиту Юпитера – Jupiter Orbit Insertion Phase. С этого момента Juno исполнял заданную ему циклограмму без участия операторов. Но это вовсе не означало, что персонал центра управления мог расслабиться – наблюдение за работой систем продолжало осуществляться в круглосуточном режиме.

Чтобы снизить вероятность неприятных сюрпризов типа внеплановой перезагрузки бортового компьютера в момент выполнения критического маневра, операторы временно отключили некоторые сценарии защиты от

ошибок. На тот же случай, если собой все-таки произойдет, была предусмотрена последняя возможность – ускоренная перезагрузка компьютера и систем Juno и возобновление работы.

Главное – это радиационная защита

Прохождение на высоте менее 5000 км над Юпитером, конечно, было риском, но это был осознанный риск, без которого в новом полете к планете не было бы смысла.

Предыдущий рекорд сближения с Юпитером принадлежал аппарату Pioneer 11, который в 1974 г. совершил пролет в 42 450 км над верхушками облаков планеты, чтобы выполнить разворот на 90° и направиться к Сатурну. Juno же должен был не просто пройти один раз на вдвое меньшую высоту, но и сделать 37 полных витков с периферией на высоте около 4100 км.

«Мы не ищем неприятностей, мы ищем данные», – говорил Стив Болтон. – Проблема заключается в том, что у Юпитера в поисках тех данных, за которыми охотится Juno, приходится идти в такие места, где можно получить проблему довольно быстро».

Главный источник опасностей, поджигающих космический аппарат, находится, как ни странно, внутри самого Юпитера. Под его облачным слоем, по мнению ученых, содержится слой водорода, причем благодаря мощной гравитации планеты-гиганта этот слой подвергается такому невероятному давлению, при котором водород приобретает электропроводные свойства. Ученые считают, что именно сочетание этого «металлического» водорода с быстрым вращением Юпитера с периодом всего лишь 9.925 часа и создает мощнейшее магнитное поле. Это самое магнитное поле окружает планету облаком энергичных электронов, протонов и ионов, движущихся почти со скоростью света. Любой аппарат, вошедший в этот «бульбук» из частиц высоких энергий, попадет под удар сильнейшей в Солнечной системе радиации.

Безусловно, разработчики миссии это понимали. По словам Рика Найбаккена, «за время своего существования Juno подвергнется дозе радиации, которая эквивалентна более чем 100 миллионам рентгенов челюсти». Для тех, кому астрономия ближе, чем стоматология, приведем другое сравнение: напряженность магнитосферы Юпитера в 20 000 раз больше, чем земной. Состоять в нее – все равно что спускаться в жерло действующего вулкана. Поэтому баллистики при подготовке миссии спроектировали для аппарата такую орбиту вокруг Юпитера, которая сводит к минимуму воздействие столь суровых условий. Эта орбита позволяет Juno относительно безопасно существовать на протяжении достаточного времени для того, чтобы получить столь ценные для науки данные.

На каждом витке Juno подходит к Юпитеру со стороны северного полюса и быстро ныряет под радиационный пояс, чтобы подняться вновь над южным полюсом. Этот самый опасный участок проходит примерно за сутки, а затем КА уходит по восходящей ветви орбиты в зону, где радиационные пояса уже не столь сильны.

▼ Члены команды миссии Juno держат в руках инженерный образец специального фейерверка, который предполагалось запустить 4 июля на стадионе Rose Bowl в Пасадене в ходе фестиваля AmericaFest. Слева направо: руководитель проекта Рик Найбаккен из Лаборатории реактивного движения, заместитель научного руководителя проекта из Центра космических полетов имени Годдарда Джек Коннерни (Jack Connerney), научный руководитель Скотт Болтон из Юго-западного исследовательского института и руководитель программы Juno в штаб-квартире NASA Диана Браун (Diane Brown)



Кроме того, в конструкции Juno применяется специальная радиационно-защитная электропроводка, а множество датчиков укрыты экранами. Однако основной «изюминкой» миссии является контейнер с титановыми стенками толщиной по 13 мм, в котором смонтированы бортовой компьютер и «электронные сердца» многих научных инструментов миссии. В целом это «хранилище» имеет массу около 170 кг – согласитесь, немало для межпланетного космического аппарата, где каждый грамм на счету. Однако оно необходимо: в пределах укрытия действующий на приборы уровень радиации по сравнению с наружным снижается примерно в 800 раз. Звездную камеру, которую спрятать в такое кубежище никак не получится, пришлось оснастить своей собственной защитой, из-за которой она получила тяжелые аналогичных образцов в четыре раза.

При отсутствии этой защиты электронный мозг Juno, скорее всего, не дождался бы даже до окончания самого первого пролета мимо планеты. Но хотя килограммы титана и могут делать немного волшебные вещи, законы физики непоколебимы, а радиационный фон Юпитера слишком силен. Поэтому все принятые меры позволяют не предотвратить, а лишь замедлить процесс деградации электронных компонентов, выгадывая для космического аппарата драгоценные 20 месяцев научных наблюдений. По расчетам, за 37 витков электроника наберет «всего лишь» 25 крад, что примерно в 50 раз больше смертельной дозы для человека. В конце концов высокоэнергичные частицы, проникающие в «хранилище» и создающие потоки вторичных фотонов и частиц, нарушат атомные связи в электронике Juno – и аппарат рано или поздно «сойдет с ума».

И вот тут возникает еще одна проблема: допустить внезапного выхода аппаратуры из строя ни в коем случае нельзя! Дело в том, что в случае потери управления существует вероятность захвата неуправляемого аппарата одним из спутников Юпитера с последующим падением на поверхность. Что, мягко говоря, нежелательно – ведь аппарат не стерилизован, а ученые до сих пор не теряют

надежды взять пробы из подледного океана Европы и обнаружить там присутствие жизни...

В общем, скорее всего, срок работы Juno после выполнения основной научной программы продлевать не будут. Даже если по итогам анализа технического состояния будет казаться, что КА все еще в норме, после запланированных 37 витков его контролируемо затопят в атмосфере Юпитера. По плану этот последний нырок должен состояться 20 февраля 2018 г.

Кульминация: выход на орбиту

2 июля к 12:00 PDT станция Juno находилась на расстоянии 2.88 млн км от Юпитера и, подгоняемая тяготением планеты, увеличивала скорость. Операторы отслеживали исполнение очередных этапов бортовой программы, а научная группа тем временем собрала конференцию, где обсуждались планы по сбору данных в предстоящие месяцы и годы после выхода на орбиту вокруг Юпитера.

«Мы готовы, – объявил Скотт Болтон. – Научная команда невероятно взволнована, но в то же время очень рада прибытию к Юпитеру... Юпитер выглядит впечатляюще даже издалека, а с близкого расстояния его вид будет абсолютно захватывающим».

3 июля около 11:00 PDT аппарат оказался на таком же расстоянии от Юпитера, как и Каллисто, внешний из галилеевых спутников. Рубежи Ганимеда, Европы и Ио были пересечены 4 июля примерно 04:00, 10:30 и 14:15 PDT соответственно*. Juno буквально падал к бурлящему облачному слою Юпитера.

«Как и планировалось, к настоящему моменту мы оказались глубоко в гравитационном колодце Юпитера и ускоряемся, – пояснил Рик Найбаккен. – И даже после того, как мы включим двигатель, Юпитер будет

продолжать тянуть нас, заставляя двигаться все быстрее и быстрее, вплоть до момента наибольшего сближения. Хитрость заключается в том, что к концу работы двигателя мы замедлимся достаточно, чтобы попасть на желаемую орбиту».

К моменту включения двигательной установки гравитация Юпитера разогнала Juno до рекордной скорости – в 73.6 км/с относительно Земли. Столь странная точка отсчета использована для того, чтобы подчеркнуть: ни один сделанный человеком объект такой скорости еще не достигал. У германо-американских солнечных зондов Helios геоцентрическая скорость не превышала 70 км/с.

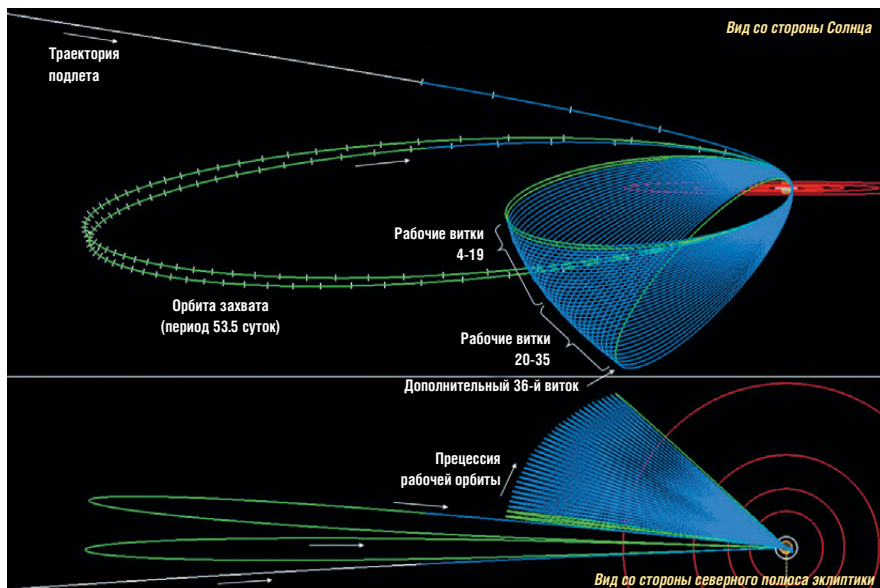
И вот настал самый долгожданный и самый волнительный день. Напряжение достигло кульминации – ведь в случае какой-либо неполадки миссия, на которую ученые и инженеры все последние годы возлагали столько надежд и которая обошлась бюджету NASA в 1.13 млрд \$, была бы безвозвратно потеряна. Аппарат в этом случае просто прошел бы мимо Юпитера «на всех парусах» и стал бы еще одной планетной Солнечной системы.

4 июля в 18:16 PDT (5 июля в 01:16 UTC) по времени приема сигнала** Juno, выполнявший до того полет в солнечной ориентации, начал медленно разворачиваться в сторону от светила в направлении, необходимом для выдачи тормозного импульса. Вначале был осуществлен медленный поворот на 15°, а начиная с 19:28 – быстрый разворот на оставшийся угол. В 19:41 PDT передача информации переключили на торообразную широконаправленную антенну LGA. После гашения нутации и точной подстройки ориентации в 19:56 PDT скорость вращения КА была увеличена с двух до пяти оборотов в минуту. Это было необходимо для уверенной стабилизации во время выдачи импульса.

* Назвать это пересечением орбит было бы некорректно, так как Juno подходил по траектории, близкой к полярной.

** В этот день задержка прохождения сигнала от Юпитера до Земли составляла 48 минут 19 секунд, так что в реальности события происходили на 48 минут раньше.





▲ Работа Juno в системе Юпитера рассчитана на 36 витков, из которых 33 посвящаются науке

Здесь следует пояснить: при работе через широконаправленную антенну LGA мощности сигнала не хватало для того, чтобы передавать на Землю телеметрическую информацию, содержащую параметры того или иного процесса. Вместо этого начиная с 18:13 PDT аппарат излучал тональные сигналы, каждый из которых имел определенное условное значение. Если аппарат просто продолжает полет в штатном режиме и с ним ничего не происходит, то на Земле слышат своеобразное «биение сердца» – периодически повторяющиеся сигналы длительностью 10 секунд. Когда на борту происходит какое-то событие, то каждому из них поставлено в соответствие два тональных сигнала – «положительный», обозначающий успешное завершение, и «негативный», означающий неудачу.

В 20:18 PDT по времени приема сигнала, то есть в 19:30 в реальности, приблизительно над северным полюсом Юпитера был включен маршевый двигатель Leross-1b, создающий тягу 645 Н. Он проработал 35 мин 02 сек, снизив подлетную иоцентрическую скорость на 542 м/с. В ожидаемое время, в 20:53 PDT (23:53 EDT), антеннами сети DSN (Deep Space Network) в Голдстоуне, штат Калифорния, и в Канберре, Австралия, был получен тональный сигнал, означавший успешное завершение работы двигателя.

После подтверждения выхода на орбиту комментатор в Центре управления воскликнул: «Welcome to Jupiter!» Весь зал взорвался ликующими возгласами, члены команды жали друг другу руки и обнимались. После того, как первая буря эмоций стихла, краткий итог подвел Джефф Йодер (Geoff Yoder), и.о. заместителя администратора NASA по Директорату научных миссий: «Это великое чувство – это феноменально!»

Руководитель программы Juno от NASA Диана Браун в ходе пресс-конференции выразила и другую сторону эмоционального состояния сотрудников проекта: «Представьте, как можно себя чувствовать, зная, что мы все можем пойти сегодня вечером спать, не беспокоясь о том, что произойдет завтра!»

Радость была столь велика, что команда даже позволила себе небольшой перерыв на празднование великого события. И лишь утром 5 июля начался прием телеметрической и траекторной информации, необходимой для детального анализа прошедшего маневра, работы двигательной установки, уточнения параметров орбиты.

Аппарат к этому времени честно завершил программу торможения. Через две минуты после выключения двигателя, в 20:55 PDT, он начал снижать скорость вращения до 2 об/мин, а след за этим в 21:07 PDT стал разворачиваться в солнечную ориентацию. В 21:16 PDT была восстановлена передача телеметрии со скоростью 100 бит/с, а с переходом на узконаправленную антенну ее увеличили до 119.55 кбит/с.

Навигационная служба JPL и операционный центр компании Lockheed Martin еще раз подтвердили успех торможения и выхода на расчетную орбиту вокруг Юпитера. Операторы установили, что в ходе маневра J01 было израсходовано 785 кг топлива (569 кг горючего и 216 кг окислителя), остаток на борту составляет 447 кг (241 кг горючего и 206 кг окислителя). Заданное приращение скорости было выдано с высокой точностью, период обращения на орбите захвата составил 53.4 часа и не требовал пересмотра баллистического плана полета.

6 июля, спустя 50 часов после выхода на орбиту, было снова подано питание на пять научных инструментов. Оставшиеся приборы предполагалось запитать к концу месяца.

План работы у Юпитера

Итак – Рубикон перейден, Juno крепко завяз в мощных объятиях гравитации Юпитера, но орбита захвата еще не годится для получения научной информации, и Juno предстоит перейти на орбиту с более низким апоиовием и периодом обращения около 14 суток*. Такая «двухступенчатая» схема выбрана для снижения гравитационных потерь и сокращения общего расхода рабочего тела: при

* Первоначально планировалось, что период орбиты научной фазы будет не 14, а 11 суток, однако при этом полное покрытие Юпитера инструментами Juno достигалось не за 8 витков, а за 15, что вызывало опасения, связанные со сроком жизни КА.

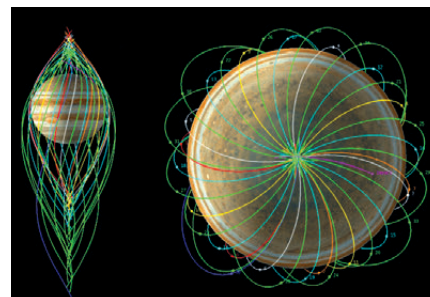
ней потребный запас характеристической скорости на достижение рабочей орбиты снижается на 170 м/с.

13 июля операторы провели коррекцию орбиты захвата; вторая, намечавшаяся на 27 июля, не потребовалась. 31 июля в 12:41 PDT аппарат прошел первый апоиовий на расстоянии около 8.1 млн км и начал снова приближаться к Юпитеру.

Следующее знаковое событие произойдет 27 августа, когда аппарат пройдет перииовий на высоте 4150 км над облачным слоем и завершит первый виток по «парковочной» орбите. На этот раз все его научные приборы будут включены.

Juno будет удаляться от Юпитера вплоть до 23 сентября, когда он должен пройти второй апоиовий. В районе апоцентра второго витка КА проведет коррекцию, задающую условия прохождения второго перииовия. Оно состоится 19 октября и будет ознаменовано четвертым и последним в ходе полета включением маршевого двигателя. Маневр сокращения периода PRM (Period Reduction Maneuver) должен начаться в 18:00 UTC по бортовому времени перед самым перииовием. Он продлится 22 минуты и затормозит Juno еще на 350 м/с. Расчетная величина периода рабочей орбиты – 13 сут 23 час 41 мин.

Третий виток планируется как резервный, с возможностью коррекции ошибки маневра PRM и реактивации инструментов, но начиная со 2 ноября, когда Juno начнет 4-й виток, будет выполняться научная программа. И хотя до ее начала еще далеко, с борта станции уже поступают первые результаты.



▲ Проекция рабочих витков Juno на Юпитер

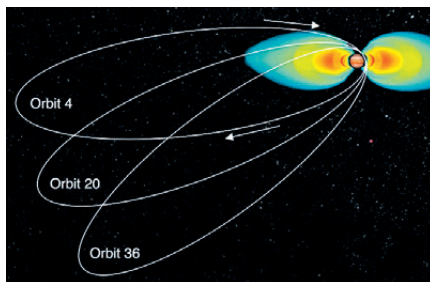
Наука

У большинства миссий к Юпитеру основной целью исследований являлись все же другие небесные тела, и на сбор информации о «царь-планете» времени у них было в обрез. Первая орбитальная миссия Galileo проходила на весьма большой высоте, потому наиболее интересные ее результаты относились скорее не к самому Юпитеру, а к его спутникам. Теперь же в распоряжение ученых на целых полтора года предоставлен аппарат, программа которого максимально посвящена именно изучению пятой планеты.

Комплекс научных инструментов Juno позволит впервые в истории планетных исследований заглянуть глубоко под поверхность облачного покрова – в области, ранее принципиально недоступные для изучения. Собственно, именно это обстоятельство и дало новой миссии имя, происходящее из



МЕЖПЛАНЕТНЫЕ СТАНЦИИ



▲ Параметры рабочей орбиты сводят к минимуму воздействие радиационных поясов

греко-римской мифологии. Согласно одному из преданий, бог Юпитер обернул завесу облаков вокруг себя, чтобы скрыть свое коварство, но его жена – богиня Юнона – смогла заглянуть сквозь облака и раскрыть истинную природу бога Юпитера.

Основными научными задачами Juno будут:

- ◆ изучение магнитосферы Юпитера и его гравитационного поля;
- ◆ определение количества воды в атмосфере Юпитера и исследование состава самой атмосферы;
- ◆ изучение атмосферы Юпитера, составление карты вариаций ее состава и температуры, динамики облаков;
- ◆ выяснение присутствия в недрах планеты более тяжелых элементов, чем водород и гелий.

Зачем все это нужно? Юпитер образовался раньше, чем другие планеты Солнечной системы, так что понимание его происхождения является ключом к пониманию механизмов формирования планет и планетных систем в целом.

Если выяснится, что Юпитер состоит в основном из легких элементов – водорода и

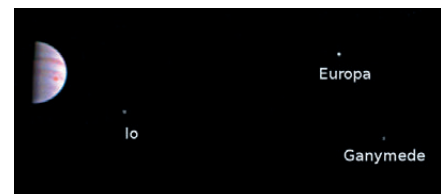
гелия – и каменным ядром не обладает, то это будет означать, что сформировался он на этапе гравитационного коллапса протопланетного облака примерно по таким же механизмам, что и Солнце. И тогда, собери он несколько больше вещества – возможно, Юпитер и сам вспыхнул бы собственной термоядерной реакцией. В таком случае Солнце стало бы двойной звездой, и, конечно, ни о какой жизни на Земле (если бы она тогда вообще существовала бы) говорить бы не пришлось. Наличие же каменного ядра будет говорить о том, что формироваться Юпитер начал на более поздних этапах, когда в Солнечной системе уже было достаточно камней и льда.

Решению этой задачи может помочь составление карты гравитационного поля, которая, возможно, станет ключевым элементом в понимании динамики вещества Юпитера и тех путей, которыми его элементы могут попадать в недра планеты.

Результаты определения количества воды могут привести к еще более интересным открытиям. По словам научного специалиста проекта Стива Левина (Steve Levin), «если Юпитер формировался на удалении от Солнца, где достаточно холодно и присутствуют блоки льда, то количество воды в его составе будет совсем другим, чем если он формировался ближе к Солнцу – там, где он находится сейчас».

В планах ученых также составление детальной карты атмосферы до глубин, где давление достигает 100 атм. Вероятно, именно эти исследования позволят понять, почему такое гигантское и известное всем поколениям астрономов погодное явление, как Большое красное пятно, является настолько стабильным.

Первые ответы мы получим уже этой осенью, а пока общественность внимает фотографиям камеры JunoCam. Эта цветная камера видимого диапазона предназначена для съемок изображений полюсов Юпитера и облачных слоев атмосферы, а также получения обзорных видов для настройки и наведения других научных инструментов. Несмотря на то, что ее изображения могут использоваться при осуществлении научной программы, камера формально не входит в число научных инструментов миссии и является, в первую очередь, пропагандистским инструментом. Именно поэтому оптика JunoCam была разработана так, чтобы получить изображения облаков Юпитера с высоким разрешением. И поскольку Juno будет пролетать ближе к их верхней границе, чем любая предшествовавшая миссия, то и изображения массивного газового гиганта должны стать лучшими из числа когда-либо полученных с помощью КА.



Первый снимок после выхода на орбиту JunoCam сделала 10 июля в 10:30 PDT (17:30 UTC) с расстояния 4.3 млн км от Юпитера на восходящей ветви орбиты и передала на Землю 13 июля. На снимке хорошо заметны особенности атмосферы Юпитера, в том числе знаменитое Большое красное пятно, и три из четырех крупнейших его лун – Ио, Европа и Ганимед.

«Этот снимок свидетельствует, что камера JunoCam благополучно пережила свой первый проход через радиационные пояса Юпитера без каких-либо заметных последствий и готова к съемкам Юпитера, – заявил Скотт Болтон. – Сейчас мы с нетерпением ждем первых изображений полюсов Юпитера».

Первые снимки с высоким разрешением планируется получить 27 августа, когда Juno будет проходить периювий. «В дальнейшем мы увидим полярные сияния Юпитера с нового ракурса. Мы сможем рассмотреть детали в смене полос оранжевых и белых облаков, как никогда раньше, и даже Большое красное пятно», – убежден научный руководитель Juno.

В настоящее время команда миссии работает над размещением всех снимков, сделанных JunoCam, на сайте миссии, где они станут общедоступными.

По материалам NASA и JPL

▼ На пресс-конференции Рик Найбаккен порвал аварийные планы работы с зондом Juno



И. Лисов.
«Новости космонавтики»

Dawn:

всем оставаться на местах!

1 июля NASA объявило о продлении эксплуатации девяти межпланетных аппаратов. Новую жизнь получили два марсохода и четыре спутника Марса, включая Mars Express, лунный разведчик LRO, станция New Horizons, которой утвердили полет к астероиду пояса Койпера, и аппарат Dawn, призванный продолжить исследование Цереры.

Правда, руководители проекта Dawn подали на рассмотрение NASA заявку, где предлагали покинуть Цереру и направить КА к астероиду Адеона с целью исследовать его на пролете. Комиссия экспертов отдала предпочтение иному предложению: остаться у Цереры и продолжить дистанционное зондирование крупнейшего астероида Главного пояса. Но обо всем по порядку.

В 385 км над Церерой

Как мы помним, Dawn, оснащенный маршевой электрореактивной двигательной установкой (ЭРДУ), за девять лет после старта 7 сентября 2007 г. успел встретиться с Марсом (17 февраля 2009 г.), прибыть к астероиду Веста (15 июля 2011 г.) и отснять его с орбиты, покинуть Весту (4 сентября 2012 г.) и достичь Цереры (6 марта 2015 г.). После захвата гравитационным полем малой планеты аппарат вышел на начальную орбиту радиусом 13 600 км, с которой последовательно спустился: 3 июня – на обзорную орбиту (4400 км), а 13 августа – на высокую орбиту картографирования HAMO (High-Altitude Mapping Orbit) в 1470 км над поверхностью. Работа КА на этом этапе и удивительные открытия, в том числе таинственные белые пятна на дне кратера Оккатор, были описаны в НК № 7 и № 11, 2015.

Двигаясь со скоростью 180 м/с и совершая виток за 19 часов, Dawn с 17 августа по 21 октября 2015 г. успешно выполнил шесть циклов съемки поверхности Цереры. В первом цикле аппарат вел съемку в надире, и каждый кадр охватывал квадрат со стороной около 140 км с разрешением примерно 140 м. Следующие пять циклов проводились с отклонением оси камеры от вертикали в разных направлениях с целью получить стереоскопические снимки и построить точную 3D-модель Цереры. Во втором камера смо-

требла немного назад и влево, в третьем – назад и вправо, в четвертом – вперед и влево, в пятом – просто вперед, а в шестом – сильно назад и немного вправо. Всего было сделано более 6700 снимков и получено свыше 12.5 млн спектров, несущих информацию о составе поверхности астероида.

Закончив съемку и передачу данных на Землю, 23 октября в 15:30 PDT (22:30 UTC) аппарат включил ионный двигатель №2 и начал спуск по спирали на низкую орбиту картографирования LAMO (Low Altitude Mapping Orbit). К 5 ноября Dawn снизился до 1000 км, а 16 ноября прошел синхронную орбиту высотой 720 км, где период обращения КА равнялся периоду вращения самой Цереры (9 час 04 мин). Раз в неделю, обычно в четверг, в торможении делалась пауза: КА наводил свою 1.5-метровую антенну на Землю, сбрасывал телеметрию и получал новый план полета.

7 декабря Dawn достиг полярной орбиты LAMO на средней высоте 385 км над поверхностью Цереры. Орбитальная скорость КА увеличилась до 270 м/с, и один виток занимал примерно 5.5 часов.

В тот же день начались измерения минерального состава поверхности Цереры с помощью нейтронного и гамма-детектора GRaND. Датчики (в количестве 21), входящие в его состав, регистрировали плотность потока и энергии частиц, выбиваемых с поверхности планеты под действием первичного космического излучения. Проводились также точные навигационные измерения, направленные на выявление аномалий распределения масс и составление гравитационной карты Цереры. Над районами с повышенной силой тяжести Dawn немного ускорялся, а в местах, где она ослабевала, шел чуть-чуть медленнее. По частоте радиосигнала с борта, принимаемого наземными станциями сети DSN, текущая скорость КА определялась с точностью до 0.1 мм/с.

Обработав навигационные измерения, 9 декабря группа управления решила провести коррекцию орбиты, которая была выполнена 11–13 декабря с использованием электрореактивной ДУ.

14 декабря на КА были включены и введены в работу два исправных маховика си-

◀ Отложения солей в кратере Оккатор, заснятые с высоты 385 км

стемы ориентации. Изначально Dawn располагал четырьмя такими устройствами, но два из них вышли из строя в 2010 и 2012 гг., а ресурс оставшихся решено было беречь, так что с августа 2012 г. вместо них использовались гидразиновые двигатели. Но теперь, на низкой орбите, стабилизация КА с большими солнечными батареями и его плановые развороты стали обходиться слишком дорого в смысле расхода топлива, и операторы вернулись к комбинированной схеме, когда по двум осям аппарат держат маховики, а стабилизацию по третьей обеспечивают двигатели. Расчеты показывали, что расход гидразина при этом сократится вдвое.

Тем временем 10 декабря аппарат протестировал запасную камеру, 16 и 17 декабря – основную, а 18 декабря приступил к регулярным съемкам на нисходящей части витка, от северного полюса к южному. После трех с половиной суток полета и 15 витков вокруг астероида запоминающее устройство заполнялось и съемку приходилось прерывать, чтобы в течение пяти витков (27 часов) сбросить информацию на Землю. К концу декабря 2015 г. основная камера сделала уже более 2000 снимков размером 37×37 км с наилучшим разрешением до 35 м.

Одновременно измерения вел картирующий спектрометр видимого и инфракрасного диапазона VIR. Каждое измерение давало спектры сразу с 256 точек и было весьма объемным. Прибор работал преимущественно в ИК-диапазоне, более выигрышно с точки зрения определения минерального состава поверхности. Он также использовался для измерения температуры поверхности Цереры, которая находилась в диапазоне от -35° до -95°С и ниже. Насколько ниже, VIR определить уже не мог, но расчеты показывали, что средняя температура поверхности должна быть порядка -140°С.

В ночь с 31 декабря на 1 января была выполнена коррекция орбиты, в ходе которой ЭРДУ проработала 11 часов. Вторую ее часть провели 8 января. С учетом этих включений ионные двигатели набрали 2019 суток работы и дали КА приращение скорости около 11 км/с – практически столько же, сколько потребовалось для отправки КА Dawn в межпланетное путешествие.

Дальнейшие маневры OMM (Orbit Maintenance Maneuver) планировались с интервалом в 23 дня. Каждый раз в программе выделялось два 12-часовых «окна» с восьмисуточным промежутком между ними, однако до конца основной миссии коррекция потребовалась лишь дважды. Включения ЭРДУ проводились 1–2 и 9–10 апреля, а также 9 и 17–18 июня.

На почти полное покрытие поверхности при съемке с LAMO требовалось шесть недель. Пробная съемка проходила до 7 января и охватила до 90% всей площади Цереры. 10 января аппарат начал первый рабочий цикл наблюдений, и уже к концу февраля он отснял с высоким разрешением 99.6% всей поверхности, занимающей, к слову, 2.8 млн км². Остался лишь небольшой кусочек вокруг южного полюса, где до ноября 2016 г. будет полярная ночь.



В марте Dawn закончил трехмесячную программу съемок, которая исходила из наилучших прогнозов по скорости расхода гидразина. Поскольку два маховика исправно работали, а коррекции требовались редко (гидразин расходуется для стабилизации КА во время работы ЭРДУ), запасы уменьшались намного медленнее. Уже к концу февраля стало ясно, что гидразина хватит до начала 2017 г. и что нужно планировать и согласовывать работу Dawn после 30 июня – формальной даты завершения основной программы.

К этому-то моменту и была выдвинута сумасшедшая идея, во имя которой стоило попытаться снизить расход топлива еще сильнее. Поэтому с 19 марта Dawn начал цикл съемки с отклонением его корпуса и камеры на 5° влево. Какая связь? Да очень простая: теперь оси «живых» маховиков были расположены более удачно по отношению к оси вращения КА в ходе движения по орбите, они медленнее накапливали угловой момент и требовали более редкой разгрузки с помощью гидразиновых двигателей. Бесплатным приложением к этому была возможность формировать стереоснимки Цереры.

С 11 апреля Dawn сменил ориентацию еще раз, направив камеру немного вперед и влево, и к 25 мая отснял большую часть Цереры с этого ракурса. 27 мая он наклонился вперед и вправо и продолжал фотографирование до 10 июля. Три комплекта снимков с разной ориентацией предназначались для составления трехмерной стереокарты на всю территорию планеты.

Научные результаты

На малой планете Церера диаметром 940 км нашлось всего 16 кратеров диаметром более 100 км, максимальный из которых достигает 280 км. Три обширные равнины могут быть огромными древними кратерами, которые постепенное «залпыли» благодаря значительной доле льда во внешних слоях планеты. При этом свежие кратеры глубиной 2 км и более выглядели неожиданно четкими и неповрежденными, откуда был сделан вывод, что объемная доля льда вблизи поверхности не превышает 40%.

Столовая гора Ахуна высотой 4 км остается пока загадкой: на Церере просто не предполагалось таких форм рельефа. Зато разгадана тайна Оккатора: яркие белые пятна на дне этого 92-километрового кратера и еще в 130 ярких областях оказались отложениями карбоната или сульфата магния и других солей. Сценарий их образования таков: когда удар метеорита обнажает подповерхностный соленый лед, он сублимирует, а соли остаются. С возрастом пятно

отложений тускнеет, но Оккатор появился в результате недавней по геологическим масштабам катастрофы. Ему всего 80 млн лет, и потому участки соленого грунта выглядят столь ярко.

Большинство ярких участков имеет голубоватый оттенок, а вот центральная горка Оккатора – красноватый. Как стало известно в июне, она чуть ли не полностью состоит из карбоната натрия, и ее происхождение связывают с гидротермальной активностью во внешнем слое Цереры. Есть в этом знаменитом кратере также хлорид и бикарбонат аммония и прочие соли.

Наличие льда на Церере подтверждено измерениями спектрометра GRaND, сходного по принципу работы с российской аппаратурой HEND на КА Mars Odyssey: он определяет количество водорода в верхнем слое грунта толщиной порядка метра. Атомы водорода эффективно замедляют нейтроны, и из тех мест, где водорода (и воды) много, приходит мало нейтронов высоких энергий. Измерения показали, что ближе к полюсам дефицит нейтронов особенно велик, так что воды – в виде льда или гидратированных солей – там много.

Лед также был обнаружен непосредственно по ИК-спектру в кратере Оксо диаметром 10 км. По расчетам его должно быть немало в глубоких приполярных кратерах, где царит вечная ночь.

Измерения в ИК-диапазоне спектрометром VIR показали, что обычным на поверхности Цереры является такой класс глинистых минералов, как филлосиликаты, в частности магнезиевые и аммонийные. Находка солей аммония выглядит весьма экзотично: до сих пор считалось, что в протопланетном облаке аммиака было много, но на расстоянии порядка 3 а.е. от Солнца было слишком тепло, чтобы он мог остаться в составе формирующихся здесь планет. Тут возможны два варианта: либо аммиак занесен на Цереру кометами, либо она сформировалась на очень большом расстоянии от Солнца в благоприятных для захвата молекул аммиака условиях, а впоследствии под действием гравитационных возмущений сместилась на нынешнее место.

Гравитационная карта Цереры уже к концу апреля стала вдвое точнее, чем предусматривалось полетным заданием. Накопление дополнительных измерений способно улучшить ее еще примерно на 20%. По предварительным данным, планета прошла частичную дифференциацию – ее центральная область значительно плотнее, чем внешние слои, но между ними нет четкой границы, и металлическое ядро не сформировано.

Экспедиция к третьей планете

Весной 2016 г. в штаб-квартире NASA в Вашингтоне изучали «безумную идею» под названием New Dawn, что буквально переводилось как «Новая Заря». Суть ее была в том, что запасы ксенона для ЭРДУ и гидразина для стабилизации КА оказались достаточными для разгона по спирали и ухода от Цереры. Это обещало уникальную возможность завершить проект исследованием третьего по счету астероида!

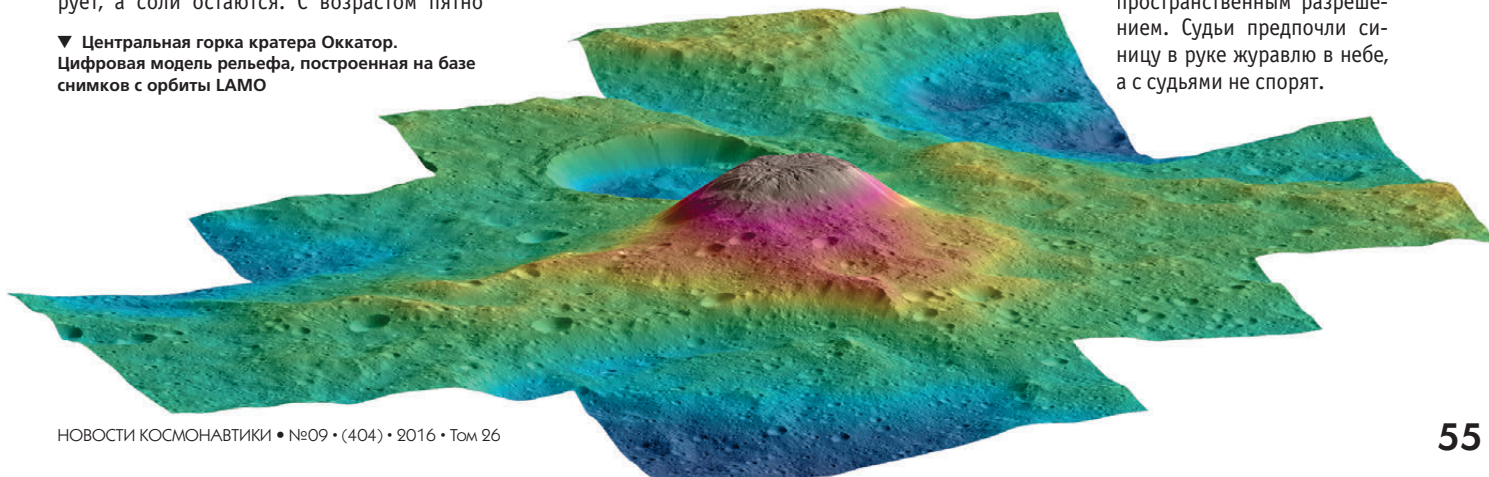
После рассмотрения 68 000 потенциально возможных объектов в качестве цели была выбрана малая планета (145) Адеона – не слишком примечательное тело класса Ch диаметром около 150 км, удобное тем, что для встречи с ней в мае 2019 г. требовалось минимальное количество топлива. В ходе пролета предполагалось отснять всю поверхность Адеоны с разрешением лучше 5 км, а отдельные области – до 200 м, определить возраст поверхности и ее состав. Чтобы достичь новой цели, уход от Цереры нужно было начинать в июле 2016 г.

Отделение планетологии NASA поручило оценку предложений комиссии во главе с Дугласом МакКвисшном (J. Douglas McQuiston). 16–18 мая эксперты рассмотрели и оценили все заявки по дальнему космосу. Признавая научную ценность заявки New Dawn и возможность неожиданных открытий у Адеоны, специалисты отметили значительные нестыковки вследствие спешной разработки предложения, а также нечеткую формулировку и обоснования научных задач. При голосовании полет к Адеоне получил более низкие оценки, чем консервативное предложение остаться у Цереры.

Руководителей проекта попросили представить дополнительно обоснование этого «сокращенного» варианта. 2 июня комиссия еще раз обсудила в режиме телеконференции оба предложения – и осталась при первоначальном мнении. Руководство NASA согласилось с мнением экспертов. Не исключено, что на это решение повлияли запрошенные бюджеты: принятый вариант требовал 9.6 млн \$ дополнительного финансирования, а отвергнутый – 21.6 млн.

Вот почему конец основной миссии Dawn 30 июня и начало дополнительной 1 июля прошли буднично и незаметно. Аппарат остался на орбите вокруг Цереры и будет работать на ней в течение еще 9–12 месяцев. Благодаря этому удастся улучшить в полтора раза отношение сигнал/шум в водородной карте GRaND, удвоить территорию, для которой имеются высококачественные спектральные измерения, и отснять отдельные районы с особо высоким пространственным разрешением. Судьи предпочли синицу в руке журавлю в небе, а с судьями не спорят.

▼ Центральная горка кратера Оккатор. Цифровая модель рельефа, построенная на базе снимков с орбиты LAMO



Неторопливое движение к Марсу – или большой скачок?

18 июля NASA объявило о выборе пяти американских компаний, которые проведут в течение четырех месяцев концептуальные проработки перспективного спутника Марса.

NeMO, год 2022

Целями проекта с условным наименованием NeMO (Next Mars Orbiter) названы глобальная съемка поверхности с высоким разрешением и телекоммуникационное обеспечение работы посадочных зондов.

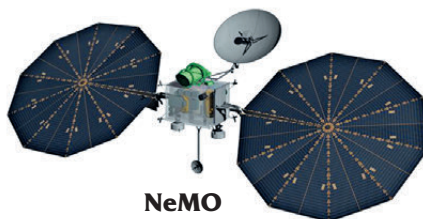
Участниками работ стали The Boeing Company, Lockheed Martin Space Systems, Northrop Grumman Aerospace Systems, Orbital ATK и Space Systems/Loral. Заказчиком и руководителем исследований является Лаборатория реактивного движения JPL. Объем каждого контракта составляет примерно 0.4 млн \$.

Исследования должны ответить на вопрос, как потенциальная новая миссия к Марсу может наилучшим образом обеспечить потребности NASA в связи, съемке и управлении. Ключевыми особенностями проекта должны стать: использование солнечной электрореактивной двигательной установки, создающей условия для гибкости в сроках запуска и широкие возможности маневрирования на орбите вокруг Марса в интересах долгосрочного обеспечения будущих проектов; реализация радиоканала передачи данных на Землю в Ka-диапазоне с высокой пропускной способностью (максимально до 45 Мбит/с) и «местного» канала приема информации с поверхности в УКВ- и X-диапазоне.

Перечень научных задач, в решении которых заинтересовано научное сообщество, содержится в отчете Группы анализа программы исследования Марса MEPAG (Mars Exploration Program Analysis Group), опубликованном в январе 2016 г. NASA пока закладывает в проект лишь камеру высокого разрешения типа HiRISE, обеспечивающую съемку с разрешением 30 см в полосе шириной 6 км. Разработчики изучают целесообразность размещения на КА дополнительных научных инструментов и реализации иных функций.

Одна из таких функций, пока заявленная как факультативная, – это орбитальное обеспечение проекта доставки грунта с Марса, включая встречу и захват взлетной ракеты, несущей груз образцов с поверхности планеты.

NASA рассчитывает на то, что агентству удастся привлечь к реализации проекта NeMO иностранных партнеров, которые поставят дополнительные научные инструменты. Головной подрядчик по КА и основные субподрядчики должны быть американскими компаниями.



NeMO

Аппарат NeMO должен быть рассчитан на запуск носителем Atlas V (411) или Falcon 9. Служебный борт будет иметь массу около 1250 кг, на полезную нагрузку выделяется 50 кг. Изделие оснащается двумя ЭРД NEXT-C (основной и резервный) и располагает 600 кг рабочего тела с запасом характеристической скорости порядка 14 км/с. Электропитание на уровне 20 кВт обеспечивают СБ.

Запуск по проекту NeMO намечен на июль 2022 г., а прибытие к Марсу и начало «спирали захвата» – на середину сентября 2023 г. На этом этапе запланированы близкие пролеты Деймоса и Фобоса. К штатной работе на орбите наклонением от 75° до 93° и высотой 320 км аппарат должен приступить в июле 2024 г. В апреле 2028 г. по прошествии двух марсианских лет начнется этап сверхплановой работы.

В настоящее время на орбитах вокруг Марса работают американские КА Mars Odyssey, Mars Reconnaissance Orbiter и MAVEN, а на поверхности – роверы MER (Opportunity) и MSL (Curiosity). Европа представлена орбитальным аппаратом Mars Express и находящимся в пути к Марсу европейско-российским комплексом ExoMars 2016 с орбитальным аппаратом TGO и экспериментальным посадочным модулем. Кроме того, на орбите вокруг Красной планеты находится индийский КА Mangalyaan-1.

В ближайшие два астрономических окна к Марсу должны быть отправлены следующие КА:

♦ в 2018 г. – американский аппарат InSight для изучения внутреннего строения Марса с попутными кубсатами MarCO и, возможно, индийский посадочный аппарат Mangalyaan-2 с марсоходом;

♦ в 2020 г. – американский тяжелый марсоход типа MSL, европейско-российский комплекс ExoMars 2020 с марсоходом Pasteur и китайская экспедиция с орбитальным и посадочным аппаратами и марсоходом.

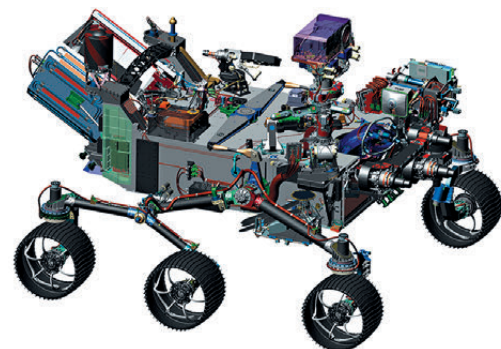
Марсоход 2020 года

Тремя днями раньше, 15 июля, NASA отчиталось о прогрессе проекта тяжелого марсохода 2020 г. (НК №10, 2014). Состоялась его очередная защита, пройден пункт принятия решения KDP-C, проект получил «добро» на переход к этапу С – детальное проектирование и изготовление материальной части. Следующим будет этап D – сборка, испытания и запуск летного изделия.

Новому марсоходу предстоит исследовать область Марса, где в древности климатические условия могли быть благоприятны для жизни в форме микроорганизмов, и изучать образцы пород в поисках следов такой жизни. Помимо этого, он должен впервые проверить наличие и возможность использования марсианских ресурсов, в первую очередь кислорода, в интересах пилотируемой программы.

Часть образцов грунта и скальных пород будет отобрана и упакована с целью последующей доставки на Землю. Для этого разрабатывается совершенно новая подсистема, включающая буровую установку на манипуляторе и стойку с примерно 30 транспортными контейнерами. Они будут оставлены в определенных точках в районе работы марсохода в расчете на то, что следующая посадочная миссия обеспечит их подбор и отправку на орбиту вокруг Марса.

Аппарат будет изготавливаться на основе проекта работающего сейчас на Марсе Curiosity с определенными изменениями с учетом накопленного опыта и для решения новых задач. Так, система управления спуском будет дополнена триггером дальности, который позволит сформировать команду на ввод парашютной системы в нужном месте, а не просто по достижении заданной скорости. В результате размеры посадочного эллипса сократятся вдвое. Будет предусмотрен оперативный анализ снимков десантной камеры на этапе спуска с выявлением участков, неблагоприятных для посадки, и реализацией программы увода от них. Это позволит планировать посадку в районах Марса, которые ранее приходилось исключать из-за наличия в их пределах опасных форм рельефа.



Как и в проекте MSL, марсоход будет десантирован на поверхность планеты с помощью «небесного крана», а энергию для работы будет получать от радиоизотопных генераторов. Будут усилены колеса ровера, так как ободы колес Curiosity уже сильно побились от качения по острым марсианским камням. Масса марсохода увеличится на 150 кг и составит около 1050 кг.

Два научных прибора будут смонтированы на манипуляторе для предварительного обследования образцов в химическом, минералогическом, физическом и органическом отношении и поиска признаков прошлой жизни. Два инструмента на вертикальной мачте обеспечат съемку района работы с высоким разрешением и дистанционную спектроскопию пород. Радар будет выявлять подповерхностные структуры, а остальные инструменты – фиксировать метеорологические условия и пылевую обстановку.

Микрофон, работающий синхронно с десантной камерой, запишет и передаст на Землю реальные звуки Марса и позволит озвучить фильм о посадке. Второй микрофон, встроенный в камеру SuperCam, даст возможность услышать, как ровер движется по поверхности планеты.

Есть также идея оснастить ровер небольшим разведывательным вертолетом, способным вести съемку во время полета, однако она пока не принята.

Новый тяжелый марсоход должен быть запущен носителем Atlas V в июле или августе 2020 г. и доставлен на Марс в феврале 2021 г. Пока выбраны восемь возможных мест его работы, и вскоре предстоит принять определенное решение. Основной цикл исследований рассчитан на 1,25 марсианских года и продлится до середины 2023 г., дополнительный рассчитан до середины 2025 г.

Стоимость проекта от начала разработки до запуска оценена в 2100 млн \$, что существенно больше называвшихся ранее сумм. Еще примерно 300 млн \$ потребуются на управление аппаратом в полете и на поверхности Марса в течение основной миссии и на обработку принимаемой с него научной информации.

А может быть, поторопиться?

Рассказывая о будущих беспилотных проектах, NASA всегда подчеркивает, что стратегическая цель агентства состоит в отправке людей на Марс в середине 2030-х годов и что спутники и марсоходы являются важными этапами на пути к главной цели. В реальности две программы выглядят «развязанными»: конечно, автоматы дадут ответы на некоторые вопросы, но техника для посадки пилотируемой экспедиции на Марс все равно будет создаваться «с нуля». Единственное, что может реально облегчить задачу проектантов и конструкторов, – это доказательство возможности добыть на Марсе компоненты топлива для старта с поверхности планеты.

Столь же сомнительно выглядит связь между будущим полетом к Марсу и ближайшими на очереди пилотируемыми миссиями на сверхтяжелом носителе SLS и корабле Orion. Исследование на окололунной орбите специально доставленного туда фрагмента



астероида – это интересная и достаточно сложная программа, требующая согласованной совместной работы автоматических и пилотируемых средств. Однако непредвзятые наблюдатели не видят в ней реального шага к посадке на Марс – слишком сильно различаются решаемые задачи.

Неспешный темп программы NASA порождает брожение в среде промышленности, главным мотором которого является SpaceX и его глава Элон Маск. Успешному и амбициозному предпринимателю, поставившему перед собой цель создания колонии землян на Марсе, хочется срезать углы и добраться до Красной планеты раньше, чем это позволит сделать государственная бюрократия.

Как мы уже сообщали (НК №6, 2016, с.46), 27 апреля Элон Маск объявил о плане запуска к Марсу в 2018 г. с использованием носителя Falcon Heavy беспилотного корабля Dragon 2. Заявленной целью миссии Red Dragon является посадка на Марс на двигательной установке SuperDraco с целью отработки систем доставки тяжелых грузов в интересах дальнейшей программы SpaceX. В число таких грузов могут входить жилые модули и расходные материалы для исследователей Марса.

1 июня на конференции Code Conference 2016 в Ранчо-Палос-Вердес (Калифорния) глава SpaceX озвучил еще более громкие планы. Он подтвердил пуск к Марсу в 2018 г. и сообщил, что намерен отправлять грузы на Марс в каждое последующее астрономическое окно. Принципиально важным шагом должен стать первый пилотируемый полет к Марсу со стартом в 2024 г. и прибытием в 2025 г., хотя с этим планом пока «есть некоторая неопределенность».

В дальнейшем, сказал Маск, его компания планирует отправить на Красную планету достаточно людей для того, чтобы «создать возможности для бизнеса в диапазоне от первого предприятия по добыче железной руды до доставки пиццы». Он скромно добавил, что SpaceX пытается «создать среду, в которой предприниматели на Марсе будут процветать». Не больше и не меньше.

Добавим, что Элон Маск намерен официально представить свои долгосрочные планы колонизации Марса на Международном астронавигационном конгрессе, который со-

стоится в Гвадалахаре (Мексика) 26–30 сентября 2016 г.

Отношение «старых» игроков космического бизнеса к Маску давно уже стало более чем серьезным. Его ракета Falcon 9 успешно летает и выгрызла себе солидный кусок рынка, а первые ступени возвращаются и садятся все чаще и чаще. Его грузовой Dragon исправно возит припасы на МКС, и NASA уже заказало Маску доставку экипажа на следующей версии корабля. Техническая компетенция команды SpaceX не вызывает сомнений, и остается лишь основной вопрос философии: «Где деньги, Зин?» Финансовое положение империи Маска, космическая часть которой в значительной степени подпитывается из бюджета NASA и зависит от него, а электрическая Tesla Motors Inc. принесла в 2015 г. убыток в 888 млн \$, не кажется достаточно прочным для реализации пилотируемой марсианской программы на базе внутренних ресурсов.

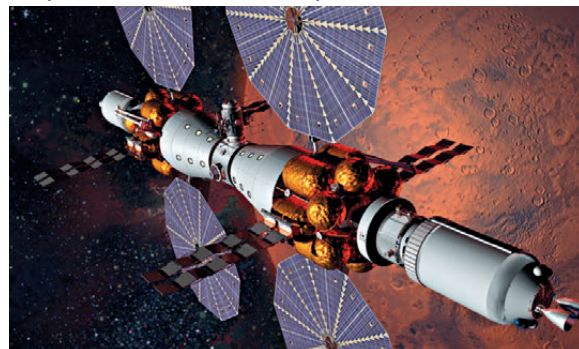
Тем не менее конкуренты Маска уже пытаются противопоставить что-нибудь его грандиозным замыслам. Так, Lockheed Martin, разрабатывающая для NASA пилотируемый корабль Orion, 19 мая представила свою концепцию освоения дальнего космоса.

Компания предлагает создать к 2028 г. на орбите вокруг Красной планеты орбитальную базу Mars Base Camp с экипажем из шести человек, используя средства, разрабатываемые в рамках нынешней программы NASA, – корабль Orion, носитель SLS, солнечную электрореактивную ДУ для транспортировки грузов к Марсу. Дополнительным компонентом являются жилые модули. Сборку базы предполагается начать уже в 2021 г. в окололунном пространстве в ходе второго пуска PH SLS с готовностью к отлету к Марсу в 2028 г.

В итоге база будет включать два корабля Orion для путешествий к Фобосу и Деймосу и центр управления роверами на поверхности планеты. Результатом исследований станет выбор наилучшего места для высадки пилотируемой экспедиции.

Своя концепция есть и у Orbital-ATK, которая предлагает в 2020–2021 гг. создать на окололунной орбите пилотируемую станцию на четырех человек. Компания намерена использовать для этого Orion, SLS и свой грузовой корабль Cygnus, превращенный в первый жилой отсек орбитальной базы. Фирма настолько убеждена в возможности и целесообразности данного плана, что Фрэнк Калбертсон, президент Группы космических систем Orbital-ATK, представил ее 18 мая на слушаниях в подкомитете по космосу Палаты представителей.

▼ Орбитальная база Mars Base Camp





Оптика для российских спутников

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

11-14 июля холдинг «Швабе» участвовал в выставке «Иннопром-2016», проходившей в Екатеринбурге. Экспозиция предприятий холдинга насчитывала более 130 единиц различной продукции. Демонстрировались новые разработки в области оптико-электронных систем, в том числе для космического применения.

В космосе

На выставочном стенде холдинга был представлен макет оптико-электронной аппаратуры (ОЭА) видимого диапазона для ДЗЗ нового поколения «Аврора». Такое оборудование было установлено на борту малого космического аппарата (МКА) «Аист-2Д», запущенного 28 апреля 2016 г. с космодрома Восточный (НК №6, 2016, с.14-16). Система «Аврора» с объективом Красногорского завода имени С. А. Зверева имеет массу всего 72 кг и предназначена для получения снимков земной поверхности в панхроматическом изображении, а также в трех спектральных диапазонах. «Аврора» позволяет снимать земную поверхность с орбиты высотой от 350 до 700 км.

Первые мультиспектральные снимки Земли с помощью этой ОЭА были сделаны в мае 2016 г., когда объем принятых изображений поверхности составил 300 000 км².

«Данный макет точно воспроизводит оригинал аппаратуры «Аврора», которая сегодня функционирует в космосе. Ультрасовременная система представляет собой

100% акций управляющей компании холдинга – АО «Швабе», генеральный директор – А.П. Патрикеев – принадлежит Госкорпорации «Ростех». В состав холдинга входят 64 предприятия, занятых разработкой и серийным производством оптических и лазерных систем и комплексов, оптических материалов и технологий, медицинской техники, систем аэрокосмического мониторинга и дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), приборов для научных исследований, энергосберегающей светотехники и другой продукции. Основным направлением холдинга является разработка и производство оборудования фотоники. Для этого задействованы три кластера холдинга «Швабе» – лазеры, оптика, светотехника.



Предприятия холдинга, среди которых Уральский оптико-механический завод имени Э.С. Яламова (Екатеринбург), Научный центр лазерных систем и комплексов «Астрофизика» (Москва), Вологодский оптико-механический завод (Вологда), Загорский оптико-механический завод (Сергиев Посад, Московская область) и другие, расположены в Москве, Московской области, Санкт-Петербурге, Вологде, Казани, Екатеринбурге и Новосибирске. По данным на конец 2014 г., на предприятиях работало около 18 000 человек.

Холдинг, поставляющий свою продукцию в 95 стран мира, получил свое название в 2012 г. в честь купца Фёдора Борисовича Швабе, основавшего в Москве в 1847 г. первый магазин по торговле очками и мелкими оптическими принадлежностями.

новое поколение оборудования для съемки, которое по ряду характеристик превосходит зарубежные аналоги», – отметил генеральный директор «Швабе» А. П. Патрикеев.

Помимо аппаратуры «Аврора», на выставке «Иннопром-2016» была показана и многозональная ОЭА «Геотон-Л1», которая создана Красногорским заводом имени С. А. Зверева, входящим в структуру холдинга, и также работающей в космосе. В частности, комплект такой аппаратуры, изготовленный в начале 2016 г., установлен на спутнике ДЗЗ «Ресурс-П» №3*. Специалисты по расшифровке космических снимков, отражающих экологическую обстановку на Земле, уже получили со спутника первые высококачественные изображения.

Высокодетальная аппаратура «Геотон-Л1» предназначена для оперативного наблюдения и тематического картографирования в интересах народного хозяйства. Она позволяет делать снимки с высокой степенью четкости в панхроматическом и семи мультиспектральных каналах видимого диапазона спектра. Полученные изображения передаются на Землю путем преобразования видеоданных в электрический сигнал и выдают его в радиолинию.

С помощью ОЭА «Геотон-Л1» спутник может осуществлять высокодетальную съемку земной поверхности с разрешением 0.70 м в монохроматическом режиме и не хуже 3–4 м в пяти спектральных полосах с орбиты высотой 475 км. Ширина полосы поверхности, снимаемой за один пролет, составляет 38 км, что является лучшим показателем среди зарубежных и отечественных КА при данном пространственном разрешении.

Объектив «Актиний 4АМ» комплекса «Геотон-Л1» имеет апертуру 500 мм и фокусное расстояние 4000 мм при линейном поле зрения в пространстве изображения 6°. Его масса составляет 310 кг.

Производительность съемки оценивается в 1 млн км² в сутки, максимальная протяженность территории земной поверхности, отснятая за одно включение, составляет 2000 км! По словам заместителя генерального директора холдинга по НИОКР и инновационному развитию Сергея Викторовича Попова, «Геотон-Л1» обеспечивает максимально точное составление карты местности, определение автотранспорта и строений, оперативный контроль экологического состояния окружающей среды и мониторинг чрезвычайных ситуаций.

«Аппаратура имеет ряд улучшенных информационных характеристик, высокую разрешающую способность, а также увели-

ченный гарантийный срок штатной работы – до пяти лет. В 2017 и 2018 гг. планируется изготовить еще два образца», – сообщил заместитель руководителя холдинга.

На КА «Ресурс-П» №3 имеется также комплекс гиперспектральных наблюдений (ГСА) в 96–255 интервалах (длина волны 0.4–1.1 мкм) с разрешением 25–30 м в полосе 25 км. Кроме того, установлены два комплекса широкозахватной мультиспектральной съемочной аппаратуры: высокого разрешения (ШМСА-ВР) и среднего разрешения (ШМСА-СР).

Использование комплексов обеспечивает следующие характеристики:

Характеристика	ШМСА-ВР	ШМСА-СР
Разрешение в монохроматическом режиме, м	12	60
Разрешение в пяти спектральных диапазонах, м	23.8	120
Ширина полосы захвата, км	97	441

Аппаратура холдинга на борту этих спутников успешно решает различные задачи: создание цифровых карт, кадастровый учет территорий, ряд исследований в целях прогнозирования и экологического мониторинга, контроля чрезвычайных ситуаций, составления прогнозов урожая и карт продуктивности, поиска полезных ископаемых и геологоразведки.

«Швабе» участвует во многих космических проектах. Всего за 12 месяцев другое

«Иннопром» – одна из крупнейших промышленных выставок в России – проводится в Екатеринбурге с 2010 г. Она посвящена высокотехнологичным разработкам и проектам российских и зарубежных компаний в различных областях: промышленности, строительстве, медицине, экологии, коммуникациях, образовании, транспорте. В 2015 г. страной – партнером выставки стала КНР, в нынешнем – Индия.

На форуме, проходившем с 11 по 14 июля, ожидалось более 50 000 гостей из 95 стран, планировалось подписать около 40 соглашений.

В числе разработок холдинга «Швабе» на «Иннопроме-2016» был представлен ряд новинок медицинской и прицельной техники. Все экспонаты в рамках экспозиции холдинга размещались в павильоне №3 на стенде 3А19. Для специалистов предприятия выставка стала богатой на различные события: состоялось более 200 деловых встреч с представителями компаний различных стран мира.

На «Иннопроме-2016» холдинг подписал договор со Сбербанком России о предоставлении банковских гарантий на 12.5 млн \$. Соглашение позволит успешно выполнить обязательства «Швабе» по поставке планшетов из оптического стекла для различных научных работ и исследований.

* В настоящее время на орбите успешно работает группировка, включающая три КА «Ресурс-П», разработанные и построенные в саратском РКЦ «Прогресс»: №1 выведен на орбиту 25 июня 2013 г. (НК №8, 2013, с.38-42), №2 – 26 декабря 2014 г. (НК №2, 2015, с.38-41) и №3 – 13 марта 2016 г. (НК №5, 2016, с.46-50).

предприятие холдинга – Лыткаринский завод оптического стекла – разработало, изготовило и испытало два прецизионных блока для новейших аппаратов гидрометеорологической спутниковой системы «Арктика-М» по заказу АО «Российские космические системы». Прецизионный блок содержит сканирующее зеркало и опрау, динамически сбалансированные с большой точностью. Блок входит в состав устройства перемещения визирной оси аппаратуры по заданной траектории по земной поверхности для дальнейшего формирования ее точного изображения. В феврале холдинг провел автономные испытания блоков, а уже летом их начали испытывать в составе космической аппаратуры.

Зеркала сложной структуры облегчения с высокоточной плоской рабочей поверхностью для многозонального комплекса МСУ-ГС КА «Арктика-М» изготовлены из астроситалла и предназначены для оперативного сканирования земной поверхности в Арктическом регионе. Срок службы метеоспутников в условиях повышенной радиации высокоэллиптической орбиты – семь лет. Федеральная космическая программа космической деятельности России на 2013–2020 гг. предполагает как наращивание группировок аппаратов, так и их обновление. «В связи с этим производство блоков сканирующих зеркал может быть продолжено», – полагает С. В. Попов.

Лыткаринский завод оптического стекла – единственный в России производитель редкого стеклокристаллического материала – астроситалла. Ежегодно предприятие может производить его в объеме до 300 т. Как утверждают разработчики, именно сверхвысокая термическая устойчивость делает эту фактуру идеальной для астрономических зеркал и космической оптики.

В этом году «Швабе» разработал новое поколение материала – «Ситалл-ЛГ», позволяющее изготавливать еще более точные и качественные приборы мирового уровня, призванные найти применение в астрономии, навигации, медицинских и научных исследованиях, производстве товаров народного потребления. Ежегодно Лыткаринский завод сможет производить до ста тонн «Ситалл-ЛГ». Первые приборы, в которых будет использован новый материал, появятся в 4-м квартале 2018 г.

Для внедрения разработки в процесс производства продукции до 2018 г. будет установлена передовая техника. Вместе с качеством изделий возрастает и конкурентоспособность российского стеклокристаллического материала на международной арене. По словам С. В. Попова, «Ситалл-ЛГ» не является заменой астроситаллу, и составы будут использоваться в разных областях науки и техники. Однако новинка превосходит используемый в космическом приборостроении астроситалл по целому ряду показателей. Технически более совершенный «Ситалл-ЛГ» также превосходит свой японский аналог – стеклокерамику Clearcam-Z.

Участие холдинга в проекте «Арктика-М» подтверждает высокий потенциал производителя в сфере космического приборостроения и открывает новые возможности его развития. Сегодня на орбите успешно функционируют метеоспутники, имеющие в своем составе ранее изготовленные на предприятии

прецизионные блоки: «Метеор-М» № 2-1 и № 2-2, «Электро-Л» № 1 и № 2. В настоящее время Лыткаринский завод также выпускает прецизионные блоки для будущих спутников «Метеор-М» № 2-1 и № 2-2, «Электро-Л» № 3 и «Канопус-В-ИК» с усовершенствованными конструктивными и технологическими характеристиками.

На перспективные метеоспутники гидрометеорологического и океанографического космического комплекса мониторинга Земли четвертого поколения «Метеор-МП» также установят фотоприемники разработки и производства ОАО «Швабе-фотосистемы». На каждом аппарате будет использоваться два фотоприемника для Фурье-спектрометра, способных фиксировать спектры атмосферы и поверхности Земли в высоком разрешении для прогнозирования погоды и анализа состояния акваторий морей и океанов. Уже в 2017 г. оборудование может отправиться на орбиту.

Освоение космоса – одно из приоритетных направлений «Швабе». «В рамках реализации стратегии развития холдинга до 2020 года ... создан обособленный центр компетенции по оптико-электронным системам для космоса, – сообщил Сергей Попов. – Мы объединили потенциал сразу нескольких предприятий, ведущих разработки в данной сфере, для лучшего результата».

Специалисты Красногорского завода имени С. А. Зверева разработали новый способ цифровой регистрации мало контрастных точечных светящихся объектов, который позволит астрономам на ранней стадии обнаруживать различные угрозы Земле из космоса. «В околоземном пространстве опасность для нашей планеты представляют астероиды и кометы. Чем раньше будет выявлен такой объект, тем больше шансов минимизировать последствия столкновения. К примеру, наши приборы могли бы обнаружить небесное тело, ставшее причиной Тунгусской катастрофы, за неделю до его столкновения с Землей, что можно считать неплохим показателем», – пояснил Сергей Попов.

По информации разработчиков, новый способ регистрации также даст возможность ученым на более ранней стадии выявлять частицы «космического мусора» в околоземном пространстве, представляющие угрозу для действующих спутников и обитаемой орбитальной станции.

Суть метода заключается в формировании оптических изображений объектов на светочувствительной поверхности многоэлементного матричного приемника излучения и многократном экспонировании накопленных зарядов. Это позволяет регистрировать более мелкие и более удаленные от Земли небесные тела и объекты.

И на Земле

В июне 2016 г. специалисты холдинга создали крупногабаритный объектив для бразильской обсерватории «Пико-дус-Диас», предназначенный для обнаружения космического мусора. До конца года он будет установлен у заказчика. Запуск системы в эксплуатацию назначен на ноябрь 2016 г. Монтаж объектива будет выполнен специалистами «Швабе».

Устанавливаемый объектив – один из основных элементов российского оптико-электронного комплекса в бразильской обсерватории. Он состоит из уникальных линз диаметром до 800 мм и облегченного зеркала из астроситалла. На территории Бразилии комплекс с новым объективом будет осуществлять поиск, выявление и измерение параметров движения космического мусора для предупреждения об опасных сближениях с космическими аппаратами. Как считают специалисты Роскосмоса, размещение комплекса за границами России позволит значительно расширить возможности отечественной автоматизированной системы предупреждения об опасных ситуациях (АСПОС) в околоземном пространстве.

В марте Лыткаринский завод оптического стекла изготовил сферическое зеркало диаметром 6,5 м для спектроскопического телескопа LAMOST, установленного в китайской обсерватории Синлун. С помощью этого прибора ученые КНР в ближайшие годы намерены изучить структуру, движение, формирование и развитие Млечного Пути, а также создать его цифровую модель. Данный амбициозный проект сотрудники Национальной астрономической обсерватории Академии наук Китая намерены реализовать до 2017 г. В ходе научного исследования при помощи спектроскопического телескопа LAMOST будут собраны и изучены более 5 млн высокоточных спектральных характеристик звезд, галактик, квазизвездных и других небесных тел.

По словам Сергея Попова, сейчас в мире в стадии практической разработки находятся проекты создания 30-метрового и 39-метрового телескопов. «Благодаря успешной работе над китайским прибором мы сегодня имеем возможность на равных конкурировать с ведущими зарубежными производителями в различных знаковых тендерах», – констатировал он.

В 2016 г. исполняется десять лет сотрудничеству Лыткаринского завода оптических стекол и Национальной астрономической обсерватории Академии наук Китая. За это время с помощью телескопа LAMOST ученые обсерватории совершили немало важных астрономических открытий, в частности было обнаружено разрушенное шаровое скопление в созвездии Дракона, а также выявлена сверхъяркая и сверхскоростная звезда, получившая условное обозначение LAMOST-HVS1.

По сообщениям ИТАР-ТАСС, РИА «Новости», пресс-службы холдинга «Швабе», Новости ВПК

▼ Блок регистрирующей аппаратуры «Ресурс-П»

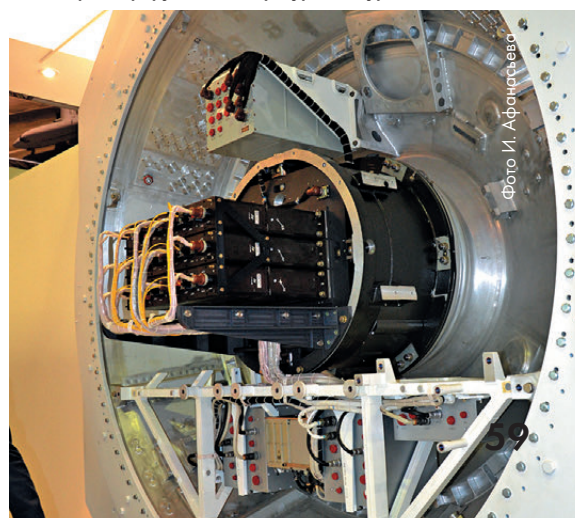


Фото И. Афоняева



▲ Космонавты Антон Николаевич Шкаплеров, Владимир Васильевич Ковалёнок и Александр Сергеевич Иванченков

(С. Е. Савицкая), а также рекорды по продолжительности и дальности полетов, по массе и высоте полетов в классах одноместных и многоместных космических кораблей, в том числе в составе интернациональных экипажей, общим массам в состыкованном состоянии КА с орбитальными станциями и пр. Много разных мнений существует в обществе о необходимости развития космической деятельности в настоящее время, большой критике со стороны скептиков подвергаются ФКП и деятельность нашего правительства в этих вопросах. Но космос есть космос: быть лидером в его освоении – значит иметь право на преимущества в своей безопасности и в развитии народного хозяйства страны.

Интерес человечества к космосу растет, и не за горами, уже существуют планы, когда начнется активное заселение ближайших планет и развитие там деятельности по использованию их природных ресурсов в интересах землян. Кто и когда будет иметь приоритеты в этой деятельности – время покажет. Проблем много в решении этих планов не только у России, но и США, Китая, Японии. Но их проблемы – это их проблемы. К сожалению, если нашей стране не принимать уже сейчас активных действий и ограничивать объемы финансирования на эти программы, то в намеченные сроки России не быть в числе первых, тем более в условиях, когда она подвержена экономическим санкциям (сколько они будут еще продолжаться, неизвестно). В то же время, судя по нашей готовности к решению этих задач, из сведений открытой печати, когда еще не решено множество проблем, особенно для полетов на Марс, таких как создание систем искусственной гравитации, двигателей на новых физических принципах, обеспечение продовольствием, старт с планеты и возврат экипажа на Землю, осуществление реабилитации экипажей там, на Марсе, потом на Земле, создание поселений на Луне и Марсе для жизнедеятельности и каких-либо производств, решение вопросов участия женщин в этих полетах и жизни на планете Марс, и много еще чего прочего, в обозначенные сроки – до 2035 г. – успешное решение этих планов осуществить невозможно».

В. В. Ковалёнок в докладе «0 первых длительных полетах на орбитальных станциях: опыт и размышления» рассказал о сво-

XIV симпозиум Федерации космонавтики

И. Извеков.
«Новости космонавтики»

20 июля 2016 г. на теплоходе «Москва-1» в ходе круиза по каналу имени Москвы состоялся XIV Научно-практический симпозиум Федерации космонавтики России (ФКР) «Первые пилотируемые полеты в космос и перспективы развития пилотируемой космонавтики России». Такое мероприятие проводится ежегодно, и тема этого года вызвала огромный интерес членов Федерации. Руководили симпозиумом дважды Герой Советского Союза, летчик-космонавт СССР, профессор, президент ФКР В. В. Ковалёнок и первый вице-президент – исполнительный директор ФКР В. И. Кузнецов. Заявки на выступления подали более двадцати человек. Из-за ограничений по времени Президиум ФКР отобрал двенадцать.

В качестве почетных гостей на симпозиум были приглашены И. Б. Соловьёва (бывший космонавт, кандидат психологических наук, полковник в отставке, дублер В. В. Терешковой), В. Л. Пономарёва (бывший космонавт, кандидат технических наук, полковник-инженер в отставке, дублер В. В. Терешковой), И. Г. Панин (бывший начальник Главного управления кадров Минобороны РФ, генерал-полковник запаса, ныне – заместитель генерального директора ГКНПЦ имени М. В. Хруничева, кандидат философских наук), А. Д. Курланов (генерал-майор в отставке, председатель Научно-технического комитета ГУКОС МО

(1982–1989), первый вице-президент ФКР (1998–2002), заслуженный деятель науки и техники, доктор технических наук, профессор). В конференции также участвовали руководители предприятий и организаций Роскосмоса, Мемориального музея космонавтики, представители РАН, Воздушно-космических сил, испытатели и создатели РКТ, ветераны космической отрасли.

Научную часть симпозиума открыл В. И. Кузнецов докладом «Первые пилотируемые полеты в космос и перспективы развития пилотируемой космонавтики России». Он напомнил: «2016 год знаменателен тем, что 12 апреля исполнилось 55 лет первому пилотируемому полету, который совершил Ю. А. Гагарин, а 6–7 августа исполнится 55 лет первому суточному полету, совершенному Г. С. Титовым. Эти два эпохальных события в истории мировой космонавтики открыли человечеству дорогу в новый мир, мир космоса. И сегодня в его исследовании и практическом использовании результатов космической деятельности участвуют более 60 стран мира, а по использованию в интересах связи – 170–180 стран. Кроме этих двух приоритетов космической деятельности, в практике мировых пилотируемых полетов более 40 фактов лидерства в достижениях принадлежит нашей стране, в том числе: первая женщина-космонавт (В. В. Терешкова), первый выход в открытый космос (А. А. Леонов) и первый выход женщины-космонавта

▼ Участники симпозиума Федерации





▲ Игорь Маринин с докладом о Федеральной космической программе

ем участия в таких полетах. Летчик-космонавт СССР, дважды Герой Советского Союза А. С. Иванченков поделился собственными воспоминаниями о работе на борту космических станций. Действующий космонавт-испытатель, Герой России А. Н. Шкаплеров осветил тему «Международное сотрудничество в пилотируемой космонавтике: опыт нынешнего дня». П. П. Будник, бывший заместитель начальника отделения, а ныне председатель Совета ветеранов ЦНИИмаш, рассказал «О первых пилотируемых полетах: бессмертный полет "Орла"» (речь идет о Германе Титове). Л. Н. Николаев, служивший на Байконуре заместителем начальника штаба, начальником оперативного отдела, сделал небольшой доклад под названием «Космодром Байконур – космическая гавань международных пилотируемых КА».

Доктор технических наук, научный консультант экспертно-аналитического подразделения РКК «Энергия» В. В. Синявский подробно изложил «лунные» планы предприятия в докладе «Освоение Луны и необходимость создания новой техники и технологий».

Заместитель руководителя полета пилотируемых кораблей и комплексов на протяжении многих десятилетий, а ныне главный специалист РКК «Энергия» В. Д. Благов в докладе «Марс и возможности его колонизации» рассказал о планах своей фирмы по освоению Марса. К сожалению, из доклада стало ясно, что в ближайшей полвека пилотируемый полет на Марс просто невозможен.

Заместитель генерального директора по организационному развитию Центра имени М. В. Хруничева А. В. Хребин показал документальный фильм и прочитал доклад «100 лет со дня образования ГКНПЦ имени М. В. Хруничева». Главный ведущий конструктор ВПК «НПО машиностроения» И. В. Харламов рассказал об особенностях конструкторско-компоновочных решений пилотируемых ракетно-космических комплексов «Алмаз».

С большим докладом выступил академик РАКЦ, главный редактор журнала «Новости космонавтики» И. А. Маринин. Он проанализировал Федеральную космическую программу России, утвержденную в марте 2016 г., и доложил свои соображения по поводу возможности ее реализации и вероятного дальнейшего сокращения ее финансирования. Из изложенного стало очевидно, к чему придет российская космонавтика в 2025 г. при таком финансировании.

Главный ученый секретарь Госкорпорации «Роскосмос», доктор технических наук, профессор, полковник запаса А. Г. Милованов обратил внимание на важный юбилей – пять лет со дня запуска и успешной работы на орбите российской космической обсерватории «Спектр-Р» по программе «Радиоастрон». Завершилась научная часть симпозиума докладом ветерана космонавтики, полковника в отставке В. А. Пашкевича «Пилотируемые полеты – вектор процесса развития».

Дискуссия по докладом продолжилась в тематических секциях на берегу у причала «Хвойный бор». Завершился симпозиум обедом на борту гостеприимного теплохода «Москва-1».

Сообщения

✓ Распоряжением Кабинета министров Украины от 22 июля 2016 г. № 538-р уволен с должности глава Государственного космического агентства Украины Л. Ю. Сабадош. Он занимал этот пост с 25 августа 2015 г., а до этого работал в должности генерального директора харьковского ГНПО «Объединение "Коммунар"». По образованию и первому месту работы – налоговый инспектор. О причинах его увольнения и о назначении нового руководителя Космического агентства Украины пока не сообщается. Предыдущий глава данного ведомства Олег Уруский проработал в этой должности неполных восемь месяцев и тоже был уволен без указания причин. – И.И.

✓ 26 июля специалисты отключили на станции Rosetta блок связи, предназначенный для ретрансляции информации с посадочного зонда Philae. Таким образом, прекращены все попытки связаться с Philae, находящимся на поверхности ядра кометы Чурюмова–Герасименко. Связь с ним прекратилась 9 июля 2015 г., но оставалась надежда на возобновление.

«Сегодня попытки связи с Philae были прекращены. Это окончание потрясающей и успешной миссии», – заявил представитель DLR Андреас Шульц. По его словам, решение прекратить попытки связи с Philae было принято для экономии энергии основного зонда Rosetta.

«К концу июля 2016 г. аппарат будет находиться в 520 млн км от Солнца и столкнется со значительной потерей энергии – около 4 Вт в день. Чтобы продолжить научные работы в течение следующих двух месяцев, необходимо сократить расход энергии, выделяемой на несущественные компоненты на борту аппарата», – уточнили в ЕКА. – И.И.

✓ 14 июля российские государственные награды – медали «За заслуги в освоении космоса» были вручены двум американским астронавтам – Майклу Лопес-Алегрриа и Дэниелу Тани. Церемония награждения состоялась в посольстве России в Вашингтоне. Лопес-Алегрриа и Тани получили эти знаки отличия из рук посла России в США Сергея Кисляка. На церемонии присутствовал и выступил с речью заместитель администратора NASA Уильям Герстенмайер. – И.И.

Ваш
космический
брокер

27 июня в г. Санта-Моника в своем доме во сне на 104-м году жизни скончался выдающийся американский инженер и бизнесмен, «отец» американских МБР Саймон Рамо (Simon Ramo).

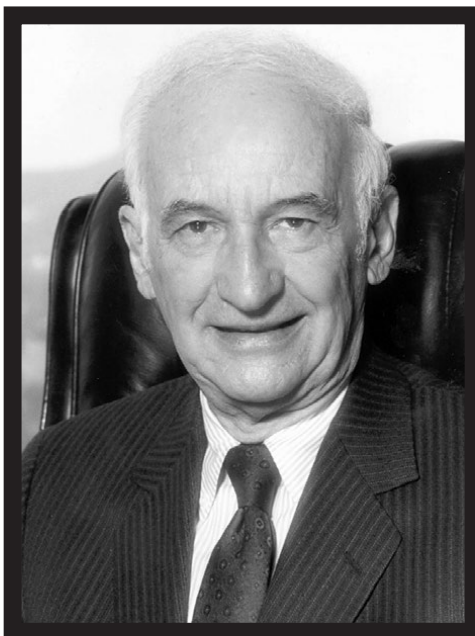
Саймон родился 7 мая 1913 г. в Солт-Лейк-Сити в семье евреев-иммигрантов: его отец Бенджамен Рамо* был родом из Брест-Литовска, а мать Клара Трестман прибыла в США из Могилёва. В Америке семья Рамо владела магазином одежды Golden Rule Store. Родители привили Саймону любовь к музыке и чтению и интерес к науке.

В 15 лет в выпускном классе школы Саймон Рамо вложил все свои сбережения – 325 долларов – в покупку хорошей скрипки. С нею он выиграл несколько школьных конкурсов и получил право на стипендию на любом факультете Университета Юты, куда и поступил в октябре 1929 г. По вечерам он работал в магазине отца, с трудом избежавшего разорения в обстановке Великой депрессии.

В 20 лет Саймон закончил вуз с наивысшими оценками среди однокурсников и со степенью бакалавра по электротехнике, но работы не нашел. Очень кстати подвернулась стипендия Калифорнийского технологического института, где тоже поддерживали музыкальные таланты, и Рамо уехал в Пасадену. Он мог бы стать профессиональным исполнителем, но Саймон знал, что «в мире есть место лишь для трех или четырех скрипачей, зарабатывающих концертами, даже не для тридцати, а вот инженеров обществу нужно много». Он погрузился в новые направления науки и техники и научился «не качать еще больше нефти из старой скважины, но искать новые месторождения». Всего лишь тремя годами позже, летом 1936 г., Саймон Рамо был уже обладателем докторской степени по физике и электротехнике за работу «Предложенный новый стандарт высоковольтных измерений».

Удивительно, но и своим первым местом работы Саймон был обязан виртуозному владению скрипкой. Представитель фирмы General Electric из города Скенектади в штате Нью-Йорк услышал его игру на деловом завтраке в Пасадене... и пригласил скрипача на инженерную должность в технической лаборатории! Как выяснилось, предметом гордости фирмы был городской симфонический оркестр, в котором играли многие ее сотрудники, и в первый же вечер на новом месте Рамо отправился на репетицию.

За первый год в Скенектади Саймон Рамо проявил себя не только как концертмейстер, но и как способный специалист, и получил право самостоятельного выбора тем в исследовательской лаборатории фирмы. Он взялся за импульсную высокочастотную технику и электронную оптику и к 30 годам стал известен как один из самых выдающихся молодых инженеров США в этой области с 25 патентами. Его самой известной разработкой стал электронный микроскоп с пространственным разрешением 20 мкм, созданный совместно с Чарлзом Бахманом в 1940–1941 гг. (правда, «по мотивам» уже существующего изделия германской компании AEG). В 1944 и 1945 гг. Рамо опубликовал два учебника – «Поля и волны в



Саймон Рамо

07.05.1913–27.06.2016

современной радиотехнике» и «Введение в микроволновую технику».

В конце 1944 г. Армия США поручила General Electric изучение боевой ракеты A-4 в рамках проекта Hermes. Позднее его дополнили задачами организации опытных пусков трофейных изделий и создания американских ракет с учетом германского опыта. В рамках этой работы летом 1945 г. Саймона Рамо командировали в Калтех, поскольку входящая в его состав Лаборатория реактивного движения JPL уже работала над жидкостными и твердотопливными ракетами и также готовилась осваивать германское наследство, а затем в Ханфорд – знакомиться с ядерной проблематикой. Но к этому моменту Саймону Рамо уже были тесны рамки старой консервативной фирмы. Он хотел начать свое дело или хотя бы связать свою судьбу с бурно растущими калифорнийскими компаниями. Так что до Ханфорда он не доехал и в Скенектади не вернулся.

В апреле 1946 г. Рамо стал директором по исследованиям Отделения электроники авиастроительной корпорации Hughes Aircraft, где вновь встретился со своим однокашником по Калтеху Дином Эвереттом Вулдриджем (Dean Everett Wooldridge, 1913–2006). Им предстояла долгая совместная работа, причем в этом «бизнес-дуге» Вулдридж в основном концентрировался на инвестициях и бизнесе в целом, а Рамо – на технической стороне, на исследованиях и опытно-конструкторских работах.

В 1948 г. Саймон Рамо возглавил вновь созданную аэрокосмическую группу Hughes

Aircraft, совмещая должность оперативного директора группы и вице-президента головной фирмы. В этот период он занимался интеграцией бортового радиолокатора и системы управления огнем, а затем руководил разработкой первых американских боевых ракет класса «воздух-воздух» AIM-4 Falcon с радиолокационным и тепловым наведением, которыми впоследствии были вооружены перехватчики F-89, F-101B, F-102 и F-104.

За семь лет подразделение Рамо не проиграло ни одного конкурса, а его численность выросла со 100 до 3000 сотрудников. Однако со временем Рамо и Вулдридж утратили взаимопонимание с основателем и главой фирмы Говардом Хьюзом (Howard R. Hughes Jr.). Недовольные его отказом обсудить возникшие проблемы в отношениях с основным заказчиком и изменить стиль руководства, 11 сентября 1953 г. они покинули Hughes Aircraft и 16 сентября основали в лос-анжелесском районе Вестчестер, в помещении бывшей парикмахерской, собственную компанию Ramo-Wooldridge Corp. Часть (49%) акций новой фирмы приобрела кливлендская компания Thompson Products Co.

Это событие совпало по времени с резким разворотом в военно-технической политике США. При президенте Гарри Трумэне (1945–1953), заявив права на мировое лидерство ядерными бомбардировками Хиросимы и Нагасаки, Штаты позволяли себе «почивать на лаврах», и даже Корейская война не сильно ускорила разработку ракетно-ядерного оружия. Испытание США в ноябре 1952 г. на атолле Эниветок термоядерное устройство массой 27 тонн было заведомо нетранспортабельным. В декабре 1952 г. образованная Научным консультативным комитетом ВВС США комиссия Кларка Милликана (Clark B. Millikan) рекомендовала даже не спешить с разработкой межконтинентальных баллистических ракет (МБР) и вести ее поэтапно с перспективой принятия на вооружение лишь к 1965 г.

Неудивительно, что единственный в США проект межконтинентальной баллистической ракеты MX-1593 Atlas с атомной головной частью, предложенный Карелом Боссартом (Karel J. Bossart) из компании General Dynamics/Convair и реализуемый по заказу ВВС США с января 1951 г., развивался медленно, как и проект межконтинентальной крылатой ракеты Navaho, разрабатываемой под руководством Уильяма Боллея (William Bollay) на фирме North American Aviation. Еще в двух организациях – в JPL** и в Редстоунском арсенале у Вернера фон Брауна – по заказу Армии США разрабатывались лишь ракеты малой дальности, не превышавшие 300–350 км.

Новому президенту Дуайту Эйзенхауэру, в прошлом командующему американскими

* История фамилии Рамо восходит к концу XV века, когда ее получила одна из семей испанских евреев, вынужденно принявших католичество.

** О том, как был «узок круг этих революционеров», говорит такая интересная деталь. В один день, 12 июня 1936 г., в Калифорнийском технологическом институте получали дипломы докторов и магистров сразу трое основателей JPL (Фрэнк Малина, Уильям Пикеринг и Уильям Боллей), Саймон Рамо и Луис Риденур, радиолокаторщик, автор раздела о применении ИСЗ в отчете RAND 1946 г., будущий главный научный специалист ВВС США и советник президента Эйзенхауэра. Кстати, упомянутый выше Кларк Милликан, сын председателя Совета управляющих Калтеха Роберта Милликана, некоторое время исполнял обязанности директора JPL.

экспедиционными силами в Европе, предстояло принять принципиальные решения.

Некоторые новые идеи в области термоядерного оружия, предложенные Эдвардом Теллером (Edward Teller), обещали создание компактных и очень мощных боеприпасов. Д-р Теллер и профессор Джон фон Нейманн (John von Neumann), выдающийся специалист по математике, информатике и компьютерной технике, глава Института перспективных исследований в Принстоне, убедили в этом бригадного генерала Бернарда Шривера, помощника по планированию разработок в Управлении заместителя начальника штаба ВВС по разработкам.

В июне 1953 г. Теллер и фон Нейманн выпустили отчет, в котором предсказали создание к 1960 г. термоядерного боеприпаса массой не более 700 кг с тротиловым эквивалентом в одну мегатонну. Такая головная часть превращала МБР в грозное оружие: ракета резко теряла в стартовой массе, а большая мощность заряда компенсировала недостаточную точность. Эти теоретические выводы как нельзя лучше подкрепила практика: 12 августа 1953 г. в СССР была испытана первая в мире термоядерная бомба, причем разведка утверждала, что СССР уже далеко продвинулся в направлении создания ракет дальнего действия. Первая американская водородная бомба была взорвана лишь 1 марта 1954 г.

Компании Ramo-Wooldridge было семь дней от роду, когда она получила от ВВС первый контракт на анализ программы стратегических ракет. Еще чуть позже, в октябре 1953 г., специальный помощник в НИОКР министра обороны США Тревор Гарднер создал Комиссию по оценке стратегических ракет из числа разработчиков ядерного и ракетного оружия, одной из основных задач которой было дать прогноз возможности создания МБР приемлемой массы с термоядерным боеприпасом большой мощности в течение ближайших 6–7 лет. Комиссию возглавил Джон фон Нейманн, среди ее членов были Саймон Рамо и Дин Вулдридж. 10 февраля 1954 г. комиссия представила свой отчет: создание и принятие на вооружение к 1960 г. МБР с точностью 5 км, оснащенной мегатонной термоядерной головной частью, возможно; оно должно рассматриваться как важнейшая задача с наивысшим приоритетом; программа должна строиться по аналогии с Атомным проектом и возглавляться специально созданным агентством. При выполнении этих рекомендаций США смогут превзойти текущие и прогнозируемые достижения СССР в области ракетно-ядерного оружия к 1959–1960 гг.

** Парадоксально, но эволюция Р-7 пошла в противоположном направлении. Первоначальное техническое задание, утвержденное 13 февраля 1953 г. И. В. Сталиным, в октябре 1953 г. было пересмотрено с целью доставки более тяжелой (5500 кг вместо 3000 кг) головной части на дальность 8000 км. Как следствие, ракета также потяжелела со 170 т до 270 т.*

*** Параллельно в Редстоунском арсенале началась разработка БРСД Jupiter в рамках совместной программы Армии и ВМС США. 1 декабря 1955 г. президент Эйзенхауэр присвоил всем четырем проектам равный и наивысший приоритет.*

Эти рекомендации были поддержаны высшими гражданскими и военными руководителями Министерства обороны и ВВС США. Как следствие, в мае 1954 г. начальник штаба ВВС генерал Томас Уайт присвоил проекту Atlas высший приоритет. В ВВС было создано Командование исследований и разработок, а в его составе в июле 1954 г. появилось Западное управление разработок (Инглвуд, Калифорния) во главе с Бернардом Шривером, которое и стало военным заказчиком МБР Atlas.

Оставался нерешенным вопрос руководства разработкой МБР. Нужен был посредник между заказчиком и непосредственным исполнителем проекта Atlas в лице General Dynamics/Convair, знающий всю программу в целом, решающий принципиальные проектные вопросы и осуществляющий техническое и административное руководство. В сентябре 1954 г. по настоянию Шривера эту роль поручили специально независимому подрядчику, а именно – корпорации Ramo-Wooldridge Corp. Лично Эйзенхауэр позвонил Рамо и Вулдриджу и попросил их стать техническими и научными руководителями «самой приоритетной в стране» программы создания американских МБР. Для этого в составе корпорации было создано подразделение, названное Исследовательским отделением по управляемым ракетам (Guided Missiles Research Division). Первоначально оно помещалось в Инглвуде в бывшем помещении католической церкви, а в 1958 г. переехало в Эль-Сегундо. Новую роль Ramo-Wooldridge Corp. зафиксировал контракт от 29 января 1955 г.

В соответствии с выводами комиссии фон Нейманна проект МБР Atlas был пересмотрен. В исходном виде она была сильно похожа на первоначальный вариант Р-7 и также включала четыре стартовых ускорителя и центральный блок, причем двигатель последнего запускался в полете. По проекту американская ракета со стартовой массой 200 т была способна доставить полезный груз весом 3175 кг на дальность 9300 км. Новый вариант «Атласа» был значительно легче – всего 118 тонн – при массе головной части до 1735 кг. Вместо четырех стартовых

двигателей осталось два, а центральный теперь включался на Земле одновременно с ними*.

Специфическая, если не сказать экзотическая, конструкция «Атласа», изготавливаемого из тонких стальных секций и способного держать форму только при постоянном наддуве баков до давления 2–4 атм, сильно тревожила заказчика. В июле 1954 г. Научный консультативный комитет ВВС рекомендовал начать разработку альтернативного проекта МБР более традиционной конструкции, обладающей значительным потенциалом модернизации. В апреле 1955 г. министр ВВС утвердил разработку «альтернативной» ракеты, которая получила наименование Titan. В сентябре контракт на нее выдали фирме Glenn L. Martin Aircraft Co.; набор субподрядчиков по отдельным системам также был альтернативным по отношению к компаниям, занятым созданием «Атласа».

Помимо этого, в ноябре 1955 г. ВВС США приняли решение о создании ракеты средней дальности Thor, способной поражать цели на расстоянии 2400 км. Интересно, что у истоков проекта стояли инженер ВМС Роберт Труэкс (Robert Truax) и «трофейный» немец д-р Адольф Тиль (Adolph K. Thiel), работающий на фирме Ramo-Wooldridge Corp. В декабре 1955 г. контракт на Thor получила Douglas Aircraft Corp., проигравшая ранее конкурс на Titan**.

Заказчиком проектов Titan и Thor также было Западное испытательное управление Шривера, а за их реализацию отвечала компания Саймона Рамо. Генерал Шривер описывал последнего как «архитектора» ракет Thor, Atlas и Titan. Сам Рамо предпочитал термин system engineering, множество переводов которого соответствует широте темы: системное проектирование, техника системного анализа, проектирование больших систем, системотехника, системная инженерия и т. д. Так или иначе, Саймон Рамо стал признанным «отцом» не только американских МБР, но и system engineering.

Его рекомендации по конкретным вопросам принимались подрядчиками без возражений. К примеру, чтобы максимально приблизить принятие новой техники на

▼ Ракета Atlas A на стартовом комплексе



вооружение, Рамо полностью пересмотрел принципы и график летных испытаний МБР Atlas. Он отказался от создания отдельных экспериментальных ракет и решил использовать последовательные версии самого «Атласа» – от максимально упрощенной Atlas A (корпус, два бустера, автопилот) до Atlas E (полноценное боевое изделие с автономной системой наведения и бортовым компьютером). Помимо этого, потребовалось заказать совместно с управлением Шривера и разработать большое количество наземных производственных и испытательных объектов, а также пусковых установок.

Необходимо было так спланировать и распараллелить работы по трем проектам одновременно, чтобы все необходимые разработки завершились к моменту начала производства и развертывания каждой из систем оружия и чтобы никаким компонент не задерживал процесс в целом. Изобретенные Саймоном Рамо блок-схемы функциональных потоков, быстро распространившиеся затем по всему миру, позволили решить эту задачу.

25 января 1957 г. на мысе Канаверал состоялся первый пуск БРСД Thor. Ракета № 101 поднялась над стартовым комплексом LC-17В на несколько дюймов, но затем тяга ее двигателей внезапно уменьшилась, изделие упало обратно на старт и взорвалось. По воспоминаниям очевидцев, Саймон Рамо улыбнулся и сказал заказчику: «Что ж, Бенни, теперь мы знаем, что эта штука может летать, осталось только немного увеличить дальность». Однако лишь пятая запущенная ракета пролетела расчетную дистанцию.

Первая ракета Atlas A ушла со старта 11 июня 1957 г., через четыре недели после старта первой P-7 с полигона Тюратам. В ноябре 1958-го Atlas В впервые совершил полет на полную дальность. 32-й пуск в программе испытаний был проведен 9 сентября 1959 г. на авиабазе Ванденберг силами 576-й эскадрильи стратегических ракет, после чего ракету Atlas D приняли на вооружение. Свою советскую соперницу она опередила на четыре месяца*.

В феврале 1957 г. компания Ramo-Wooldridge начала исследования в области МБР и космических носителей второго поколения. К этому моменту ее роль и место в программе перестали быть тайной. Журнал Time посвятил один из своих номеров в апреле 1957 г. генералу Шриверу, а другой – инженерам Рамо и Вулдриджу. Менее известно, что в середине 1959 г. Саймону Рамо предлагали должность заместителя министра обороны США. Он отказался, не желая повредить интересам Ramo-Wooldridge.

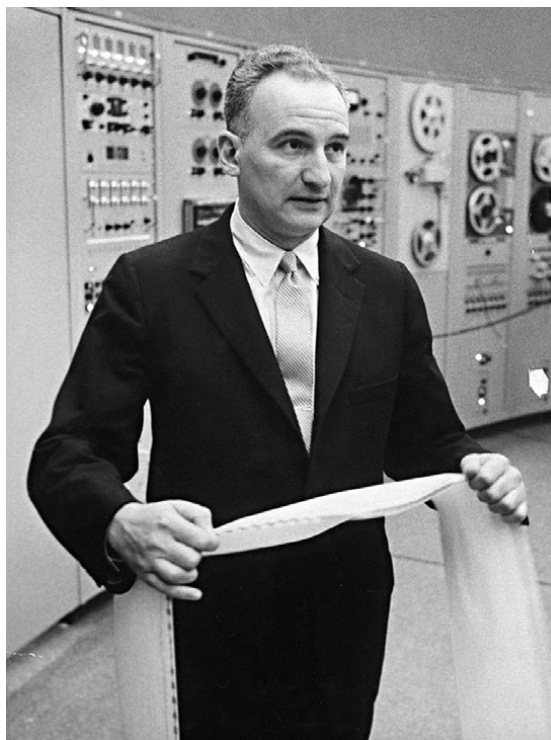
* МБР Atlas D и Titan II и БРСД Thor впоследствии стали родоначальниками обширных семейств ракет-носителей, эксплуатировавшихся более полувека.



▲ В апреле 1957 года Рамо и Вулдридж попали на обложку журнала Time



Тем временем действующие лица нашей истории сменили имена: Западное испытательное управление с 1 июня 1957 г. стало Отделением баллистических ракет ВВС США, а подразделение Ramo-Wooldridge в Эль-Сегундо получило 4 ноября 1957 г. название Space Technology Laboratories. С апреля 1958 г. ему было поручено системное проектирование и техническое руководство проектом твердотопливной МБР Minuteman.



Первый космический проект ВВС США – лунный зонд Pioneer, который должен был достичь окрестностей Луны, выйти на орбиту вокруг нее и произвести съемку поверхности – также реализовывался силами STL. Ни одна из трех попыток запуска в августе–ноябре 1958 г. не была полностью успешной, но Pioneer 1, стартовавший 11 октября, впервые в истории достиг высоты 113 800 км и передал ценную информацию о радиационных поясах Земли, ее магнитном поле и микрометеоритной обстановке.

В августе 1959 г. и в марте 1960 г. список космических достижений STL дополнили высокоапогейный спутник Explorer 6 с аппаратурой для регистрации космического излучения и первая в мире долгоживущая межпланетная станция Pioneer 5, поддерживавшая связь с Землей в течение 107 суток на расстоянии до 36 млн км.

В октябре 1958 г. Ramo-Wooldridge объединилась со своим давним партнером Thompson Products в компанию Thompson Ramo Wooldridge Inc. (с июля 1965 г. сокращение TRW Inc. стало ее официальным названием). Дин Вулдридж служил президентом объединенной фирмы до ухода на профессорскую должность в Калтехе в январе 1962 г., а Саймон Рамо оставался исполнительным вице-президентом и заместителем председателя Совета директоров вплоть до 1978 г.

Хотя TRW и STL тщательно избегали конфликта интересов и не получали контракты на производство крупных ракетных систем, другие компании считали, что позиция организатора ракетных программ и консультанта ВВС США сама по себе дает слишком свободный доступ к важным технологиям потенциальных соперников. В сентябре 1959 г. Конгресс выпустил отчет с рекомендацией преобразовать STL в неприбыльную (некоммерческую) организацию.

Как следствие, Рамо перевел примерно половину сотрудников STL во вновь созданную Aerospace Corp. Эта частная некоммерческая фирма во главе с Айвенгом Геттингом (Ivan A. Getting) со штаб-квартирой в Эль-Сегундо начала свою деятельность в июне 1960 г. с конверсии ракет Atlas и Titan для пилотируемых космических программ Mercury и Gemini, продолжая одновременно экспертно-техническую поддержку ВВС и других ведомств в составе правительства США в области космических и новых ракетных систем. Она осуществляет эти функции по сей день, будучи до определенной степени американским аналогом НИИ-4 и ЦНИИмаш.

Функции управления текущей программой МБР и технической поддержки ВВС США, однако, остались за STL, которую возглавили пришедший из JPL Луис Данн (Louis G. Dunn) и знаменитый американский летчик генерал-лейтенант Джеймс Дулиттл (James H. Doolittle). STL переехала сначала в Сан-Бернардино, а затем в Космический парк в Редондо-Бич и в 1965 г. получила название TRW Systems Inc.

Хотя Саймон Рамо и отошел после 1958 г. от повседневного руководства ракетной тематикой и космическими разработками, стоит все же привести краткий список космических аппаратов, созданных при нем силами STL и TRW:

- ◆ межпланетные зонды Pioneer 6...9 с аппаратурой для изучения солнечного ветра, космических полей и частиц;
- ◆ аппараты Pioneer 10 и 11, совершившие первые в истории полеты к Юпитеру и Сатурну;
- ◆ серия орбитальных геофизических обсерваторий OGO;
- ◆ обсерватории HEAO с аппаратурой для регистрации рентгеновского и гамма-излучения;
- ◆ спутники VELA и Advanced VELA для обнаружения ядерных взрывов в космосе;

◆ несколько поколений спутников DSP для обнаружения и раннего предупреждения о запусках баллистических ракет;

◆ телекоммуникационные спутники Intelsat III;

◆ военные телекоммуникационные спутники DSCS II и FLTSATCOM;

◆ спутники-ретрансляторы TDRS.

Сюда же следует добавить и такую уникальную разработку, как дросселируемый двигатель посадочной ступени лунного модуля в программе Apollo. Модификация этого двигателя была позднее установлена на второй ступени PH Delta, а некоторые технические решения, примененные тогда TRW, используются и сегодня в двигателе Merlin ракеты Falcon 9.

С 1959 г. Саймон Рамо сосредоточился на стратегии развития TRW. Под его руководством компания начала проникновение на зарубежные рынки, продавая главным образом компьютерные технологии в обмен на доли в предприятиях Канады, Германии, Японии, Тайваня, Южной Кореи, Южной Африки, Мексики, Бразилии, Аргентины.

В январе 1964 г. Саймон Рамо возглавил созданную «на паях» с компанией Martin Marietta Corp. фирму Bunker-Ramo Corp., занимающуюся компьютерами и средствами связи. Между прочим, именно она создала в 1971 г. биржевую систему NASDAQ и стала автором одноименного индекса.

Другим значительным направлением Bunker-Ramo Corp. стало создание бортовых управляющих компьютеров для подводных лодок. Первый из них, TRW-130 (у заказчика – AN/UYK-1), был разработан в 1961 г. еще родительской фирмой и использовался среди прочего для определения местоположения лодки по доплеровскому сдвигу радиосигналов первой американской космической навигационной системы Transit. Модернизированная версия TRW-133 (BR-133, AN/UYK-3), созданная в 1964 г., стояла на вооружении вплоть до 1985 г.

В 1978 г., в 65 лет, Рамо оставил должность в Совете директоров TRW и остался



лишь консультантом. Его компания просуществовала до 2002 г., когда по совету самого Рамо была куплена Northrop Grumman.

В разные годы Саймон Рамо был председателем Президентского консультативного комитета по науке и технике, членом Национальной комиссии по науке, Совета по НИОКР в области энергетики при Белом доме, состоял в консультативных комитетах при министре торговли и при госсекретаре, а также в целом ряде специальных комитетов при Министерстве обороны и NASA. Президент Рейган направил его советником по науке при президенте Тайваня, и Рамо сыграл большую роль в научно-техническом развитии этой мятежной провинции Китая. За свою деятельность он получил две государственные награды – Национальную научную медаль при Картере и Президентскую медаль свободы (1983) из рук Рональда Рейгана.

Его заслуги были отмечены Американским философским обществом, Институтом инженеров электротехники и электроники IEEE, Американским физическим обществом и Американской академией искусства и науки. ВВС США включили его в число пионеров космонавтики и ракетостроения, а NASA наградило медалью «За выдающиеся общественные заслуги». В 1982 г. Совет директоров IEEE учредил медаль Саймона Рамо для награждения за исключительные достижения в проектировании больших систем. Он

был в числе основателей Национальной инженерной академии и членом Национальной академии наук США, возглавлял многие общественные организации и фонды, включая широко известный Фонд Кека.

В 2010 г., когда руководство США в очередной раз выбирало национальную космическую стратегию, Рамо опубликовал в Los Angeles Times статью, в которой предлагал отказаться от полета американских астронавтов на Марс и ограничиться исследованием космоса беспилотными КА. «Если цель состоит в том, чтобы поднять нашу оценку в глазах мира, – писал он, – то, наверное, есть лучшие способы потратить деньги...»

Саймон Рамо – автор 62 книг различной направленности – от учебников по радиоэлектронике и управляемым ракетам, последний из которых вышел в 2013 г., до трудов по космической политике («Мирное использование космоса», 1959 и 1977), от анализа уровня и перспектив американских технологий до стратегического прогноза, от ведения переговоров до строительства бизнес-империй и управления ими. Особняком среди трудов Рамо стоят две книги по теннису, в который он любил играть в своем доме в Беверли-Хиллз.

В январе 2008 г. Рамо стал профессором электротехники в Технической школе Витерби Университета Южной Калифорнии. В мае 2014-го, в столетнем возрасте, он получил свой последний патент в области компьютерного обучения.

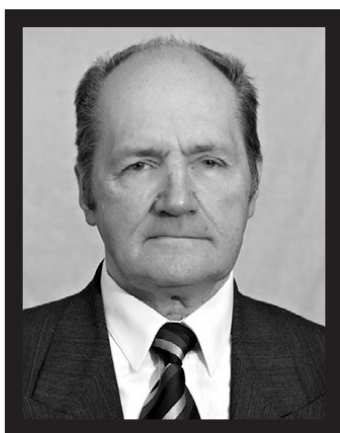
Последний год жизни Рамо посвятил благотворительности. «Я решил, что в 103 года пора составить планы в области филантропии, – сказал он в одном из интервью. – Я хочу потратить все деньги, чтобы не платить налоги на наследство».

Саймон Рамо женился на студентке Университета Южной Калифорнии Вирджинии Мей Смит в июле 1937 г., и они не расставались до ее кончины в 2009-м. У них родились сыновья Джеймс и Алан, было четверо внуков и трое правнуков.

15 июля 2016 г. ушел из жизни один из старейших сотрудников АО «Военно-промышленная корпорация (ВПК) "Научно-производственное объединение (НПО) машиностроения"», советник проектного отделения Борис Николаевич Натаров.

Б. Н. Натаров родился в г. Дзержинске Горьковской области 15 апреля 1937 г. В апреле 1963 г. он поступил в ОКБ-52 В. Н. Челомея в качестве инженера. Впоследствии Борис Николаевич работал в должностях руководителя специальной конструкторской группы при генеральном конструкторе, начальника проектной лаборатории, ведущего конструктора проектного отделения.

Благодаря острому аналитическому уму и критическому настрою, подкрепленному глубокими знаниями, и широкой эрудицией в своей сфере деятельности, Б. Н. Натаров снискал авторитет в среде проектантов и конструкторов



**Борис Николаевич
Натаров**

15.04.1937 – 15.07.2016

предприятия. Вся трудовая деятельность Бориса Николаевича была посвящена отысканию оптимальных путей создания систем, обладающих уникальными характеристиками. Многие изделия, принесшие славу и обеспечившие современные позиции предприятию, разрабатывались при его непосредственном участии и под его руководством. Особенно в этом ряду следует отметить проекты легкого космического самолета (ЛКС), перспективных боевых крылатых и гиперзвуковых ракет, результаты которых воплотились в комплексах «Гранит», «Оникс» и «Циркон».

Во всех исторических эпохах, пройденных нашей страной, добиваясь успеха и переживая неудачи, Борис Николаевич оставался светлым и добрым человеком, всегда готовым поддержать коллег мудрым советом и добрым словом. Особое внимание он уделял работе с молодежью. Многие представители руководства предприятия начинали свой творческий путь под руководством Б. Н. Натарева. С благодарностью вспоминают о нем молодые специалисты НПОмаш, а также студенты Аэрокосмического факультета МГТУ имени Н. Э. Баумана, где Борис Николаевич преподавал долгие годы.

Б. Н. Натаров является автором нескольких десятков изобретений. Его многолетний труд неоднократно отмечен правительственными наградами – орденами «Знак Почета» и Трудового Красного Знамени, а также золотым знаком «50 лет в НПО машиностроения». Творческие идеи Бориса Николаевича еще долго будут служить на благо отрасли, а его отношение к делу остается примером для новых поколений инженеров. – И. Б.