

2017
02 (409)

НОВОСТИ КОСМОНАВТИКИ



Журнал для профессионалов
и не только

ISSN 1561-1078
9 771561 107002 >

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. Кирдод –
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 «СИНТЕЗ»

Редакционная коллегия:

Главный редактор: Игорь Маринин

Обозреватель: Игорь Лисов

Редакторы: Игорь Афанасьев,
Андрей Красильников,
Сергей Шамсутдинов

Редактор ленты новостей:

Александр Железняков

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 31.01.2017

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., Хохлов А. Полет экипажа МКС-50 Декабрь 2016 года
8	Красильников А. «Прогресс МС-04» упал в Туве
12	Рыжков Е. Шестой «Белый Аист»

ЗАПУСКИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

17	Афанасьев И. Турецкий разведчик на орбите
21	Кучейко А. Индийский спутник съемки природных ресурсов
24	Афанасьев И. Восьмой WGS на орбите
26	Лисов И. «Фэньюнь-4А» – новый китайский метеоспутник
29	Лисов И. Гляжусь в циклон, как в зеркало...
32	Афанасьев И. Последняя американская миссия 2016 года. На орбите EchoStar XIX
35	Афанасьев И., Рыжков Е. Усиленный Epsilon запустил спутник для исследования радиационных поясов Земли
40	Журавин Ю. Бразильский «тукан» и японский «журавль». В полете – Star One D1 и JCSat 15
42	Лисов И. «Таньсат» и другие
45	Лисов И. «Гаоцин-1»: трудное начало коммерческой системы ДЗЗ

ПРЕДПРИЯТИЯ. ОРГАНИЗАЦИИ

50	Лисов И. Космический бюджет России сокращается
54	Афанасьев И. Совет ЕКА в Люцерне

ЮБИЛЕИ

56	Шилович А., Кретов В., Шемякин В., Скрыль О. Рубежи генерала Западинского 70 лет бывшему начальнику ГИЦИУ КС
----	--

ИСКУССТВЕННЫЕ СПУТНИКИ ЗЕМЛИ

58	Красильников А. Обсерватория «Спектр-РГ» полетит в марте 2018 года
60	Афанасьев И. Статус проекта «Миллиметр»
62	Розенблюм Л. Новый AMOS построят в США

СТРАНИЦА ПАМЯТИ

63	Памяти Анатолия Григорьевича Чеснокова
63	Памяти Пирса Джона Селлеса
64	Памяти Джона Хершела Гленна

На обложке: Самолет-носитель L-1011 Stargazer с РН Pegasus XL летит
в район пуска. 15 декабря 2016 г.

Фото NASA

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

Полет экипажа МКС-50

Декабрь
2016 года

ПИЛОТИРУЕМЫЕ ПОЛЕТЫ

Экипаж МКС-50:

Командир – Шейн Кимброу
Бортинженер-1 – Сергей Рыжиков
Бортинженер-2 – Андрей Борисенко
Бортинженер-3 – Олег Новицкий
Бортинженер-5 – Тома Песке
Бортинженер-6 – Пегги Уитсон

В составе станции на 01.12.2016:

ФГБ «Заря»
УМ Unity
СМ «Звезда»
ЛМ Destiny
ШО Quest
СО «Пирс»
УМ Harmony
ОМ Columbus
ЭМ Kibo

МИМ-2 «Поиск»
УМ Tranquility
ОМ Cupola
МИМ-1 «Рассвет»
МЦМ Leonardo
НМ ВЕАМ
«Союз МС-02»
«Союз МС-03»
«Прогресс МС-03»

В иллюминаторе – Земля

В декабре Сергей Рыжиков, Андрей Борисенко и Олег Новицкий снимали земную поверхность для выявления развития природных катаклизмов (эксперимент «Ураган») и оценки экологической обстановки («Экон-М»).

В интересах эксперимента «Визир» они занимались отработкой системы координатной привязки фотоизображений с использованием ультразвуковых датчиков. В рамках эксперимента «Альбедо» исследовались характеристики излучения Земли для последующего их применения в модели системы электропитания российского сегмента МКС.

7 декабря была заменена дифракционная решетка на камере, применяемой для эксперимента Meteor (получение информации о физических и химических свойствах метеорных пылевых частиц). Эта аппаратура смонтирована на рабочей стойке WORF над надирным иллюминатором Лабораторного модуля Destiny. Используя разные дифракционные решетки, ученые могут наблюдать метеорные потоки в различных оптических диапазонах.

Исследуем пульсовые волны артерий

В этом месяце космонавты в интересах эксперимента «Спланх» (получение данных, отражающих специфику изменений различных отделов желудочно-кишечного тракта, возникающих в условиях космического полета) записывали электрогастроэнтерографию с помощью прибора «Спланхограф» и ноутбука RSE-Med.

В рамках эксперимента «Альгометрия» (комплексное исследование изменений порога болевой чувствительности в длительном космическом полете) после завтрака, обеда и ужина регистрировался порог болевой чувствительности методом механического раздражения в режиме тензо- и термоальгометрии.

Занимаясь исследованием «Взаимодействие-2» (закономерности поведения экипажа в длительном космическом полете), россияне заполняли опросник и записывали результаты на карту памяти ноутбука RSE-Med.

Надежность профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете оценивалась в ходе эксперимента «Пилот-Т». В нем используются комплекс «Нейролаб-2010», регистрирующий физиологические показатели при решении имитационных задач по ручному управлению моделями сложных динамических объектов с учетом шести степеней свободы, и когнитивные тесты.

Управление моделями производится двумя рукоятками. После выполнения каждой задачи по стыковке есть возможность повысить или понизить, либо оставить сложность следующей задачи на прежнем уровне. Когнитивные тесты направлены на оценку памяти, мышления, переключения внимания, скорости и точности сенсомоторного реагирования.

Наземные и бортовые исследования, проведенные на четырех космонавтах, показали: испытуемые успешно и с высоким качеством решили все задачи по управлению, последовательно повышая их уровень с первого (статическая система) до пятого (с максимально возможным количеством степеней свободы). При выполнении ручного управления стыковкой или перестыковкой двух объектов все параметры при касании были в пределах допуска, однако обнаружилась их динамика, обусловленная изменениями в психоэмоциональной сфере испытуемого.

Когнитивные тесты перед стартом выявили у двух космонавтов признаки утомления, проявляющиеся некоторым снижением психоэмоционального состояния, скорости и точности сенсомоторного реагирования и вызванные высокими нагрузками. В полете у испытуемых по результатам тестов отме-

чались высокие уровни когнитивных функций (оперативной памяти, счетно-логического мышления, восприятия информации) и мотивации. Напряженная деятельность в полете хоть и вызвала ухудшение настроения, однако не сказывалась на качестве операторской деятельности. Послеполетное выполнение тестов выразилось в некотором снижении уровня счетно-логической деятельности и психической работоспособности, правда, это проявлялось только в наиболее сложных задачах.

В интересах исследования «Дан» (взаимосвязь между изменениями давления в сонной артерии и колебаниями чувствительности центрального дыхательного механизма) обследуемый облачался в пневмовакуумный костюм «Чибис-М», создающий отрицательное давление на нижнюю часть тела. При этом определялось время задержки дыхания на выдохе и вдохе, а комплексом «Гамма-1М» регистрировалась электрокардиограмма и измерялось артериальное давление.

Российско-американский эксперимент «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 полета и воздействия отрицательного давления на нижнюю часть тела) выполняли Сергей Рыжиков и Пегги Уитсон.

5 декабря Пегги в Служебном модуле «Звезда» с использованием американской аппаратуры Ultrasound-2 провела ультразвуковое сканирование строения глаза у Сергея. 7 декабря американка определила у россиянина давление церебральной и кохлеарной жидкостей и внутричерепное давление неинвазивным методом, осуществила оптикокогерентную томографию и тонометрию внутриглазного давления.

В рамках исследования «Матрешка-Р» (по радиационной обстановке на трассе



полета и на борту МКС) 8 декабря Рыжиков инициализировал детекторы «бэбл-дозиметр». Часть из них он разместил на экспонирование в модулях российского сегмента МКС, а другую передал Шейну Кимброу для расстановки в модулях американского сегмента. 14 декабря детекторы собрали и считали с них показания.

Радиационный контроль условий пребывания экипажа на станции осуществляется с помощью одиннадцати дозиметров «Пилле-МКС», дозиметров ДБ8 в модуле «Звезда», радиометра Р-16 и индивидуальных дозиметров ИД-ЗМКС.

Радиационные нагрузки на МКС зависят не только от активности Солнца и геогеофизических факторов, но и от высоты ее полета. Средняя высота полета МКС за все время ее эксплуатации менялась от 334 км до 432 км, и соответственно средняя мощность дозы варьировалась от 150 до 350 мкГр в сутки. В старых единицах это соответствует 15–35 мрад в сутки, а с учетом «коэффициента качества» излучения, равного 2,6, – мощности эквивалентной дозы от 0,04 до 0,09 бэр в сутки. Таким образом, за полгода набирается немало – от 7 до 16 бэр («биологический эквивалент рентгена»).

Выяснилось также, что измеряемая поглощенная доза в модулях станции может различаться более чем в два раза в зависимости от толщины их защиты. С учетом этого обстоятельства радиационные нагрузки на космонавтов могут составлять от 10% при однократном полугодовом полете до 75% при повторных полетах от предельно допустимой нормированной эквивалентной дозы за профессиональную деятельность, установленной на уровне 1 Зв (100 бэр).

Работая по программе «Биокард» (изучение механизма перестройки в электрофизиологии сердца при воздействии отрицательного давления на нижнюю часть тела в условиях длительной микрогравитации), космонавты регистрировали электрокардиограмму в двенадцати отведениях аппаратурой «Гамма-1М» и измеряли артериальное давление аппаратурой «Тензоплюс». При этом обследуемый находился в костюме «Чибис-М».

Целью эксперимента «Удод» было изучение возможности коррекции гемодинамических изменений в невесомости с по-

мощью отрицательного давления на вдохе. А исследование «Мотокард» было посвящено механизмам сенсомоторной координации в невесомости.

По схеме «Космокарда» (влияние факторов космического полета на электрофизиологические характеристики миокарда и на их связь с процессами вегетативной регуляции кровообращения) в течение суток записывалась электрокардиограмма с использованием холтеровского монитора «Анна-Флэш 3000».

Результаты тестов показали нарушение суточной динамики частоты пульса начиная с четвертого месяца полета, по сравнению с исходной наземной динамикой. Оценка динамики среднесуточных значений показателей выявила достоверное снижение величины суммарной мощности спектра variability сердечного ритма с одновременным слабым ростом активности симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы. Это свидетельствует об уменьшении активности регуляторных систем.

При изучении суточной динамики регуляторных функций системы кровообращения обнаружилось, что, в отличие от исходной наземной динамики, на втором и четвертом месяцах полета функциональные резервы в ночное время были ниже, чем в дневное. Это сопровождалось снижением степени напряжения регуляторных систем. Предположительно, в эти месяцы потребовалось более значительное расходование функциональных резервов организма, что явилось причиной снижения их величины в ночное время. Это соображение подкрепляется тем, что именно в эти периоды полета энергетические процессы в миокарде были нарушены, а также фиксировалась электрическая нестабильность миокарда.

«Кардиовектор» призван выявлять роль правых и левых отделов сердца и системы кровообращения в условиях длительного полета. А исследование «Бимс» сфокусировано на процессах информационного обеспечения медицинского сопровождения полета с использованием телемедицинского оборудования.

В интересах эксперимента «Контент» (дистанционный мониторинг психофизиологического состояния космонавтов, а так-

же внутри- и межгруппового взаимодействия на основе количественного анализа деятельности экипажа по связи с ЦУП-М) россияне заполняли опросник «Социальная карта» и записывали результаты на карту памяти лэптопа RSE-Med.

Полученные в ходе экспедиций МКС-43 – МКС-46 количественные и качественные данные подтвердили высокую значимость и актуальность изучения общения между членами экипажа и подмосковным ЦУПом. Его контент-анализ позволяет, не оказывая влияния на деятельность экипажа, с минимальной субъективностью оценить как психоэмоциональное состояние космонавтов, так и особенности внутри- и межгруппового взаимодействия, а также индивидуальных стилей и поведенческих стратегий.

Был выявлен ряд закономерностей в речевом поведении космонавтов, проявляющихся практически в каждой экспедиции. Принятие роли лидера (командира станции или ответственного за сегмент) существенно влияло на коммуникативное поведение космонавта, приводя к росту инициативы, активности использования копинг-стратегий (комплекс действий при стрессе), выражений поддержки (одобрения, поощрения, юмористических высказываний) и пожеланий, иногда переходящих в завышенные требования. Проявляя инициативу, члены экипажа иногда шли на конфронтацию с наземными специалистами, стремясь обеспечить полное понимание задач выполняемой деятельности и ее выполнение с учетом известных им условий. Вместе с тем космонавты активно поддерживали тех наземных специалистов, которые принимали сторону экипажа, выражая доверие к их компетенции и проявляемым ими инициативам.

На характеристики общения космонавтов опосредованно (через изменения в психоэмоциональной сфере) оказывали влияние значимые события, происходившие в ходе полета (смена экспедиций и изменение численности экипажа, внекорабельная деятельность, нештатные ситуации и так далее).

По мнению постановщиков эксперимента «Контент», оптимальный стиль общения операторов ЦУП-М и наземных специалистов с космонавтами включает: личную адресность сообщений; демонстрацию заинтересованности в качестве выполнения методик и операций и в возникающих проблемах; выражение готовности оказать возможную помощь и поддержку; выражение доверия членам экипажа (их компетенции); принятие ответственности, включая признание ошибок «Земли» в составлении радиogramм, инструкций и рекомендаций, предложенных экипажу к исполнению. Такой стиль общения, как считают ученые, позволяет избежать межгрупповой напряженности и потенциальных конфликтных ситуаций.

В декабре россияне проводили следующие медицинские обследования:

- ◆ исследование биоэлектрической активности сердца в покое (МО-1);
- ◆ оценка состояния сердечно-сосудистой системы по данным суточного холтеровского мониторинга электрокардиограммы (МО-2-1);
- ◆ оценка уровня физической тренированности на беговой дорожке (МО-3);

- ◆ исследование состояния сердечно-сосудистой системы при дозированной физической нагрузке на велоэргометре (МО-5);
- ◆ измерение объема голени (МО-7);
- ◆ измерение массы тела (МО-8);
- ◆ определение гематокритного числа в крови (МО-10);
- ◆ исследование вен нижних конечностей (МО-12).

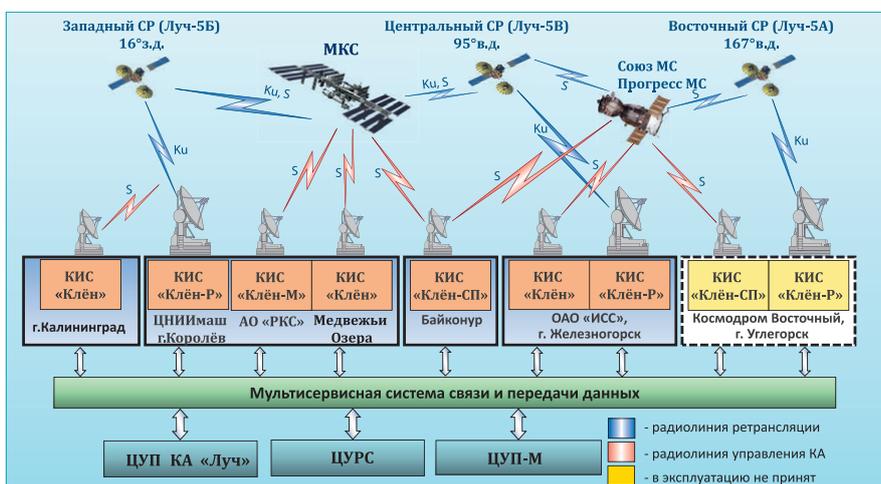
15 декабря с использованием программного обеспечения EarQ у Борисенко была снята аудиограмма. 21 декабря экипаж провел тренировку по оказанию первой медицинской помощи с применением американского оборудования.

2 декабря астронавты взяли образцы крови для целого ряда экспериментов, где требуется создание базы данных биообразцов человека: Biochemical Profile, Repository и Cardio Ox.

5 декабря экипаж сделал ультразвуковое исследование, электрокардиограмму и измерил артериальное давление крови в рамках эксперимента Cardio Ox (изучение 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 заполнили анкету канадского исследования At Home in Space Questionnaire, изучающего психосоциальную адаптацию многонациональных экипажей во время длительных полетов.

6 и 30 декабря они выполнили интерактивные задачи на планшетном компьютере iPad в интересах эксперимента Fine Motor Skills, изучающего воздействие невесомости на мелкую моторику человека.



▲ Контур управления российского сегмента МКС

7 декабря экипаж откалибровал персональные мониторы уровня углекислого газа, сравнив показания датчика и штатного газоанализатора MCA. 12 декабря мониторы были на неделю повешены на одежду астронавтов для непрерывного контроля CO₂ в течение всего дня. Однако 14 декабря при разгрузке японского корабля HTV-6 один из мониторов был поврежден...

7 декабря астронавты выполнили первый тест эксперимента Everywear Topometry, в ходе которого с помощью тонометра и приложения EveryWear на планшете iPad можно контролировать и записывать пульсовые волны сонных и лучевых артерий. На следующий день данная система использовалась для записи данных при тренировке на велоэргометре CEVIS.

8 декабря экипаж провел ультразвуковое обследование артерий и измерил ар-

териальное давление в рамках канадского эксперимента Vascular Echo, фиксирующего изменения сердечно-сосудистой системы в невесомости. На следующий день прошли короткие тренировки с записью данных портативным прибором Cardiolab Doppler.

12 декабря астронавты взяли образцы крови и мочи для экспериментов Repository (накопление банка биоданных за время длительных полетов) и Multi-Omics (оценка воздействия условий космического полета и пребиотиков в кишечнике на иммунную функцию человека).

13 декабря члены экипажа начали тестировать новые светодиодные лампы SSLA в своих личных каютах в Узловом модуле Harmony. По плану Lighting Effects предстоит оценить улучшение циркадных ритмов, сна и когнитивных функций астронавтов при замене на борту станции люминесцентных

Как сообщил 6 декабря на 16-й конференции по космической биологии и медицине научный сотрудник Института медико-биологических проблем (ИМБП) РАН Арсен Ниязов, макетный образец перспективной укладки НП-2 с наборами лекарств и инструментов для оказания экстренной и неотложной медицинской помощи на орбите может быть доставлен на МКС в конце 2017 – начале 2018 г.

«Надо посмотреть, как он поведет себя на орбите, но это не значит, что его в будущем пустят в ход. Планируется, что реальная укладка отправится на станцию до 2020 г.», – сказал исследователь.

В перспективной укладке есть приспособления для проведения мини-трахеостомии (операция по разрезанию щитовидного хряща и вставке воздуховода с целью обеспечения дыхания) и хирургические инструменты. «Туда также входит стандартный набор лекарств для обеспечения экстренной помощи, регламентированный приказом Минздрава. За основу взята укладка для скорой медицинской помощи, которую мы адаптируем под работу в космосе», – добавил ученый.

А. Р. Ниязов отметил, что применение растворов лекарственных средств в ампулах для внутримышечного и внутривенного введения в условиях микрогравитации крайне затруднительно. «В связи с невозможностью полностью отказаться от использования инъекционных препаратов, считаем, что наиболее эффективным остается использование в полете преднаполненных форм лекарственных средств, – признался он. – Мы решаем вопрос о замене ампул. Это тяжелый вопрос, потому что в России когда-то вообще закрыли производство

преднаполненных лекарственных средств, то есть шприцев-тюбиков».

По его словам, в макетном образце укладки НП-2 все еще есть ампулы, потому что их пока не на что заменить. «Поставщикам невыгодно этим заниматься из-за низкой потребности, поскольку нужен большой ассортимент лекарств, но в очень малом количестве. То есть специально запускать производственные линии зачастую нерентабельно. У американцев, например, есть инъекторы, но они только для подкожных и внутримышечных инъекций», – пояснил ученый.

Партнеры по проекту МКС приняли решение об интеграции всех имеющихся на станции медицинских средств в интересах сохранения здоровья и работоспособности экипажей. Однако, несмотря на это, в настоящее время, в связи с фактическим делением МКС на два сегмента, сохраняется автономность медицинского обеспечения экипажей различных сегментов станции. Поэтому работы по совершенствованию российской системы медицинского обеспечения продолжаются.

И, в первую очередь, это связано с изменением подходов к допуску членов экипажа к выполнению космических полетов. Все чаще в состав экипажа включаются космонавты, имеющие особенности в состоянии здоровья и нуждающиеся в связи с этим в проведении в полете поддерживающей терапии. Таким космонавтам на МКС доставляется индивидуальная медицинская укладка, в состав которой включаются препараты, рекомендованные Главной медицинской комиссией для поддерживающей терапии в полете. С учетом особенностей их здоровья и связанных с этим рисков в ряде случаев необходимо увеличивать коли-

чество обследований и расширять программу медицинского контроля.

На завершающей стадии находится разработка ряда аппаратов для клиничко-лабораторной диагностики в полете. Так, в 2016–2017 гг. на станцию планируется доставить аппараты «Рефлеком-БХК», «Коагучек-М», «Лактат-2» и «Гематокрит-2».

Ежегодно в составе бортовых медицинских упаковок заменяется до 5% устаревших препаратов. В 2016 г. на МКС была привезена укладка с наушниками с активным шумоподавлением. Разрабатывается укладка для лечения заболеваний ЛОР-органов.

5 декабря на конференции выступил российский космонавт Михаил Корниенко, который рассказал о проблемах с медикаментами на российском сегменте станции и послеполетной реабилитацией.

«Нам присылают шприцы и ампулы на орбиту. Кто-нибудь пробовал набирать в невесомости лекарство в шприц? Сразу скажу, получится газово-жидкостная смесь. Думаю, не надо объяснять, что получится, если загнать эту субстанцию в вену, – пожаловался он. – [После 11-месячного полета] я две недели практически не спал. У меня шла судорога по продольным мышцам спины, в основном ночью. И откуда это взялось – не понимали ни специалисты ИМБП, ни ЦПК. Ну, пришли, укол сделали обезболивающий – вот и вся помощь. Пока получается, что дело спасения утопающих должно быть делом самих утопающих. Есть ИМБП, отряд космонавтов, но я считаю, что здоровьем космонавтов должна заниматься фундаментальная наука и помочь. Пока этими исследованиями занимаюсь я сам».

ламп на светодиодные с регулируемой интенсивностью и цветом.

15 декабря астронавты на лэптопе осуществили тест Neuromapping, оценивающий изменения в функционировании головного мозга в космическом полете. Задания делались в двух положениях – в пристегнутом состоянии и в свободном плавании. В тот же день они обследовали друг друга глаза с помощью оптической когерентной томографии и офтальмоскопии.

16 декабря экипаж установил систему Medical Consumables Tracker, доставленную на корабле HTV-6 и позволяющую наземным специалистам контролировать лекарства и медицинские расходные материалы с использованием радиочастотных кодов идентификации RFID.

19–22 декабря проходил совместный российско-американский эксперимент «Сарколаб» (изучение взаимосвязи между мышечно-сухожильными и нервно-мышечными изменениями, определяющими или лимитирующими сократительные функции человека в продолжительном космическом полете) с помощью тренажера-динамометра MARES в европейском Лабораторном модуле Columbus и системы мышечной электростимуляции PEMS. Космонавты выполнили упражнения и провели ультразвуковое исследование икроножной мышцы, голеностопа и колена.

Четыре сбора урожая

2 декабря астронавты собрали первый из четырех запланированных урожаев красного салата латук в оранжерее Veggie. В рамках эксперимента Veg-03 собираются внешние листья салата, чтобы растения продолжали расти и давать новые урожаи. Первые листочки астронавты съели, а вот второй урожай 9 декабря отправился в морозильник MELFI для последующего возвращения на Землю. 23 декабря вновь все сорванные листочки съел экипаж, а 29 декабря салат был полностью удален из оранжереи и уложен в морозильник.

▼ Красный салат латук теперь можно съесть прямо на борту



2 декабря астронавты установили контроллер углекислого газа в инкубаторе биологического модуля SABL-2, доставленном на грузовом корабле Cygnus (миссия OA-5) в октябре.

В свои выходные дни 10–11 декабря экипаж провел работы по секвенированию ДНК в интересах эксперимента Biomolecule Sequencer. 12 декабря астронавты заменили мешочки с силикагелем в блоках терморегулирования в биологической стойке Biolab в модуле Columbus.

Прилет шестого «Белого аиста»

В первой половине месяца на американском сегменте станции готовились к приему японского грузового корабля HTV-6 (Kounotori 6, «Белый аист»).

2 декабря Шейн Кимброу и Тома Песке ознакомились с циклограммой сближения грузовика и средствами его мониторинга и управления с борта МКС. 5 декабря они тренировались ловить корабль с помощью тренажера ROBoT и реагировать на нештатные ситуации.

6 декабря Шейн и Тома продолжили тренировку по ловле с использованием канадского дистанционного манипулятора SSRMS и узла PDGF на Многоцелевом модуле Leonardo. При этом «Землей» был симитирован отказ манипулятора. 7 декабря вновь использовался тренажер ROBoT.

9 декабря на иллюминаторе нижнего узла модуля Harmony была установлена и проверена камера CBCS для контроля пристыковки HTV-6. 12 декабря астронавты собрали панель управления кораблем HCP и проложили кабели из японского Экспериментального модуля Kibo в Обзорный модуль Cupola, где находится роботизированное рабочее место RWS.

13 декабря в 10:37 UTC Кимброу и Песке с помощью манипулятора SSRMS поймали корабль HTV-6.

– Хьюстон, [говорит] станция, мы видим [индикацию] хорошего захвата HTV, – доложил Тома.

– Принято, мы видим то же самое, поздравляем, – ответила астронавт и капком Джессика Мейр.

– На нем 4,5 т грузов для нас, которые мы ждали с нетерпением. Мы обсуждали вчера вечером и думали, что это действительно здорово, когда наше международное сотрудничество так сильно, когда есть астронавты NASA и ЕКА, использующие канадскую роботизированную руку, захватывающую японский корабль и пристыковывающую его к американской части станции. Это просто здорово, и мы этому очень рады, – сказал Кимброу. – На основе большого количества привезенного оборудования нам предстоит много роботизированных операций и выходов в открытый космос в следующие несколько недель. И это будет действительно захватывающе. Корабль доставил

Сейчас для обеспечения жизнедеятельности экипажа в модуле «Звезда» работают системы регенерации воды из конденсата атмосферной влаги СРВ-К2М, приема и консервации урины СПК-УМ, электролизного получения кислорода «Электрон-ВМ», удаления углекислого газа «Воздух» и очистки от вредных микропримесей СОА-МП.

В период с 2 ноября 2000 г. по 31 марта 2016 г. данными системами, в частности, регенерировано 18000 л воды и принято 25960 л урины со смывной водой и консервантом. При этом экономия массы по доставке воды составила 15 т.

С запуском новых российских модулей на МКС появятся система регенерации воды из урины СРВ-УМ, система концентрирования и переработки углекислого газа СПДУ, санитарно-гигиеническое оборудование, система регенерации санитарно-гигиенической воды СРВ-СГ-М и витаминная оранжерея.

новые литий-ионные аккумуляторы, которые будут установлены снаружи станции для улучшения нашей системы электропитания на станции. Поздравляю наших коллег из JAXA и других членов нашего международного партнерства с этим действительно впечатляющим успехом. Корабль красивый, и он отработал безупречно.

По командам наземных специалистов грузовик был перемещен и в 13:57 присоединен к нижнему узлу модуля Harmony. После этого был произведен наддув и проверена герметичность вестибуля между модулем Harmony и кораблем HTV-6.

Люк в грузовик открыли в 19:41. Космонавты взяли пробы воздуха в корабле с использованием робозаборника АК-1М и уложили их на хранение с целью последующего возвращения на Землю.

14 декабря экипаж начал разгрузку Kounotori-6, которая была завершена спустя восемь дней. После этого астронавты приступили к загрузке корабля ненужным оборудованием и мусором. Кстати, 23 декабря космонавты перенесли на российский сегмент грузы, доставленные на HTV-6.

14 декабря экипаж провел тренировку по действиям в аварийных ситуациях с учетом прилетевшего «Белого аиста».

Вытаскивание платформы с батареями

В начале декабря с помощью течеискателя аммиака RELL, установленного на ловкой насадке Dextre дистанционного манипулятора SSRMS, продолжилось начатое в конце ноября сканирование наружного оборудования американского сегмента, которое потенциально может быть источником утечки аммиака. Напомним, что на американском сегменте аммиак используется во внешних системах терморегулирования модулей и секций поперечной фермы.

1 декабря прибором RELL инспектировались блоки клапанов балки радиаторов RBVM и дренажный аммиачный клапан на секции P1. На следующий день осматривался блок управления насосами PFCS на той же секции. После этого мобильный транспортер, где находился манипулятор SSRMS, был перемещен в рабочую точку WS6 для сканирования секции Z1.

4 декабря прибором RELL был повторно проинспектирован блок RBVM-1 на секции

P1, поскольку при предыдущем сканировании теческатель зафиксировал аммиак в том районе. Возможно, этим обусловлено появление белых частиц, которые впервые дали о себе знать в октябре (НК № 12, 2016, с.21).

5 декабря мобильный транспортер с манипулятором переехал в точку WS5, после чего прибор RELL поставили на выдвижной стол шлюзовой камеры модуля Kibo. Затем стол задвинули внутрь шлюза и его внешний люк закрыли.

Специалисты NASA отмечают, что операции по сканированию теческателем прошли очень успешно. Тем не менее были зафиксированы две нештатные ситуации с робототехнической системой. Во-первых, при повторном осмотре блока RBVM-1 один из суставов насадки Dextre не дошел на 10° до нужного положения. Во-вторых, анализ работы манипулятора SSRMS выявил его перемещение в запретной зоне возле антенны Ku-диапазона SGANT-1.

6 декабря астронавты наддули шлюзовую камеру модуля Kibo и проверили ее герметичность. На следующий день они открыли внутренний люк шлюза, выдвинули стол и убрали с него теческатель RELL с адаптером JOTI.

Тем временем 5 декабря манипулятор SSRMS поставил Dextre на модуль Destiny, а сам «шагнул» на модуль Harmony и был протестирован перед ловлей корабля HTV-6. В тот же день хьюстонский ЦУП обновил программное обеспечение манипулятора SSRMS до версии 8.3. Это, в частности, позволило устранить ошибку, при которой насадка Dextre с грузом имела статус «Свободна», вместо «Занята».

13 декабря после присоединения корабля HTV-6 к МКС наземные специалисты подвели манипулятор SSRMS к негерметичному отсеку грузовика и захватили находившуюся в нем платформу EF с шестью литий-ионными батареями.

14 декабря в 07:44 платформа была вынута из «брюха» «Белого аиста» и помещена на узел POA Мобильной базовой системы MBS. Правда, поначалу включить манипулятор SSRMS не получалось. Это удалось сделать только после того, как была прекращена подача питания на платформу EF... В последующие дни ЦУП-Х проводил различные тесты, пытаясь разобраться с данной проблемой.

19 декабря после того, как мобильный транспортер переместился в точку WS2, по командам «Земли» манипулятор SSRMS снял с локтевого сустава своего плеча В поворотную телекамеру со светильником CLPA, вышедшую из строя в ноябре, и установил ее на MBS. Во время выхода в открытый космос 13 января 2017 г. астронавты сменяют блок CLPA на новый, доставленный японским грузовиком, после чего его таким же образом возвратят обратно на SSRMS.

29 декабря насадка Dextre на манипуляторе SSRMS взяла с использованием сменного механизма OTCM-1 на первой руке инструмент RMCT-2 из держателя TNA и затем уложила его обратно. Посредством этого действия специалисты убедились, что программное обеспечение, загруженное накануне, работает корректно.

В новогоднюю ночь канадская робототехническая система по командам наземных



специалистов приступила к продолжительной и скрупулезной операции по замене 12 американских никель-металлогидридных батарей в каналах электропитания 1А и 3А на секции S4 на шесть японских литий-ионных батарей, находящихся на платформе EF.

Лазерную связь привели в чувство

В начале декабря в Малом исследовательском модуле «Поиск» Борисенко провел эксперимент «Кулоновский кристалл» (изучение динамики системы заряженных частиц в магнитном поле в условиях микрогравитации).

1 декабря Андрей смонтировал и подключил аппаратуру. В последующие дни он контролировал ее функционирование, снимал на видео динамику дисперсной среды в ампуле, управлял работой электромагнита, копировал и сбрасывал полученную информацию на Землю с использованием ноутбука RSK-1. 8 декабря аппаратура была демонтирована и уложена на хранение.

5 декабря Новицкий в интересах эксперимента «Контур-2» (отработка технологий телеуправления напланетными роботами с орбитального космического аппарата для решения задач исследования планет Солнечной системы) установил в модуле «Звезда» задающий манипулятор с адаптером и осуществил серию сеансов телеуправления

▼ На японском грузовике доставлены японские яблоки





▲ Тома Песке очень обрадовался подарку, который привез грузовик НТВ-6

ники с целью собрать образцы пыли из атмосферы МКС и доставить их специалистам на Землю для анализа.

1 декабря в модуле Kibo астронавты выполнили эксперимент SPHERES Tether Demo по изучению динамики буксирования в невесомости одного микроспутника другим.

1 декабря в перчаточном боксе MSG экипаж смонтировал аппаратуру PBRE для исследования одновременного течения газов и жидкостей через колонку, заполненную фиксированной пористой средой. Такие колонки используются на Земле в качестве средства для улучшения контакта между двумя несмешивающимися фазами (разные жидкости и газы). 13 декабря из-за проблем с электропитанием и связью астронавты сменили корпус ноутбука перчаточного бокса. 21 декабря они заменили экспериментальный модуль в боксе.

1 декабря экипаж попытался найти причину неполадки в стойке изучения горения CIR, откуда в конце прошлого месяца не удалось извлечь для замены многопользовательскую аппаратуру горения топлива MDCA. Поискам помешала неработающая лампочка фиброскопа. Замена батарейки не помогла, но решение проблемы было найдено: к фиброскопу изоленной прикрепили первую попавшуюся под руку лампочку. На следующий день с помощью фиброскопа были осмотрены направляющие аппаратуры MDCA – пока безрезультатно.

9 декабря астронавты проверили стойку CIR для подготовки нового эксперимента CFI – по изучению «холодного пламени». 20 декабря они сменили блок обработки и хранения изображений IPSU и систему отображения в стойке. Через окошко была осмотрена одна из двух направляющих аппаратуры MDCA, но никаких посторонних предметов в ней не обнаружилось.

27 декабря с использованием бороскопа и щупа экипаж снова попытался найти посторонние предметы в направляющих, мешающие вытаскиванию аппаратуры MDCA, но опять безрезультатно. 29 декабря в стойку CIR была установлена мультиспектральная фотоаппаратура.

2 декабря из печи с электромагнитной левитацией ELF, находящейся в многоцелевой стойке малых полезных грузов M SPR в модуле Kibo, был вынут картридж с образцами материалов. После очистки печи 6 декабря в нее поместили новый картридж. 12 декабря в печи переключили подачу газа с аргона на азот.

20 декабря при очередной замене картриджа с образцами улетел один из болтов.

Позже его нашли, но завершить работу по замене не удалось из-за нехватки времени. 21 декабря смену картриджа успешно завершили.

6 декабря ЦУП-Х загрузил «заплатку» в программное обеспечение оборудования OPALS, предназначенного для демонстрации лазерной связи и находящегося на платформе ELC-1 на секции P3 американской поперечной фермы. Этот «патч» должен был восстановить функционирование оборудования.

Дело в том, что в июле 2016 г. в OPALS отказала карта лазерной модуляции, которая формирует поток данных для их передачи на Землю посредством лазера. Было предложено передавать данные с измененной модуляцией. В сентябре лазер успешно включили, однако после передачи на него первой команды ПО ушло в защитный режим с перезагрузкой вследствие ошибки в коде, не учитывающей отсутствие карты лазерной модуляции. Декабрьское обновление ПО исправило эту ошибку.

7 декабря «Земля» попыталась провести сеанс оптической связи с наземной станцией в Ницце (Франция), но ПО оборудования вновь ушло в защитный режим. 15 декабря сеанс связи прошел без замечаний.

8 декабря астронавты продолжили эксперимент CFE-2 по изучению перемещения жидкостей в невесомости через емкости разных геометрий.

9 декабря экипаж убедился в правильности подсоединения магистралей подачи воздуха к камере горения, которая устанавливается в многоцелевой стойке малых полезных грузов M SPR в модуле Kibo. 12 декабря проверили герметичность этих магистралей. В камере должен проводиться эксперимент Group Combustion по изучению горения топлива в невесомости.

14 декабря в модуле Kibo была установлена новая научная аппаратура PS-TEPC, предназначенная для измерения радиации на станции. 15 декабря астронавты подготовили оборудование для эксперимента AquaMembrane Osmotic Driven по изучению свойств мембран Aquaporin при очистке воды в условиях микрогравитации.

18 декабря два модуля с образовательными экспериментами были установлены в стойке NanoRacks, однако от одного из блоков с датчиками CubeRider, созданного австралийскими школьниками, перестала поступать телеметрия...

20 декабря астронавты сменили блок обработки и хранения изображений IPSU в стойке изучения жидкостей FIR. Спустя двое суток в стойке начался эксперимент ACE-T-1 по изучению коллоидных систем в невесомости.

22 декабря экипаж отремонтировал 3D-принтер AMF, подрезав нить накаливания в печатающем устройстве во избежание застревания образцов.

Запуск «кубиков» на «веревочке»

7 декабря на выдвижном столе шлюзового отсека модуля Kibo была установлена многоцелевая экспериментальная платформа MPEP с адаптером SAM. 15 декабря на платформе смонтировали пусковой контейнер J-SSOD №5, внутри которого находился малый спутник STARS-C, состоящий из двух

«кубиков» – «мамы» и «дочки», соединенных тросом. Правда, астронавтам не удалось найти многослойную теплоизоляцию для защиты контейнера и платформы.

На следующий день ей нашли замену, после чего стол задвинули в шлюз и его внутренний люк закрыли. Затем камеру разгерметизировали. 19 декабря был открыт внешний люк шлюза и выдвинут стол. Наземные специалисты с помощью японского дистанционного манипулятора JEM RMS, оснащенного ловкой насадкой SFA, взяли платформу MPEP с контейнером J-SSOD №5 и переместили его в положение для запуска спутника. STARS-C вылетел из контейнера в 08:50:20 UTC.

Потом платформу вернули на стол, а сам стол – обратно в шлюзовую камеру. 27 декабря экипаж сменил опустевший контейнер J-SSOD №5 на четыре контейнера J-SSOD №6, которые содержали восемь малых спутников. 28 декабря шлюз был снова разгерметизирован. Запуск спутников планируется на 16 января 2017 г.



▲ Так расписывали печенки на Рождество

Чтение книг о приключениях Макса

8–9 декабря Олег в рамках эксперимента «Интер-МАИ-75» (передача видео медленной развертки по радиоловительской связи) включал радиостанцию Kenwood D710 в модуле «Звезда» и ноутбук RSK-2. Транслируемые изображения принимались радиоловителями из России и Европы.

7 декабря астронавты почтили на видеокамеру детские книги «Макс отправляется на Марс» и «Макс отправляется на Юпитер», написанные Джеффри Беннеттом. Данные видеозаписи в дальнейшем будут использованы в образовательных целях на Земле.

7 декабря Новицкий с помощью аппаратуры радиоловительской связи «Спутник» в модуле «Звезда» ответил на вопросы студентов Томского политехнического университета. 8 декабря Песке через телестудию поговорил с французскими студентами из колледжа «Жан Шарко» в Сен-Мало.

12 декабря Кимброу в ходе сеанса радиосвязи ответил на вопросы посетителей музея инноваций и науки в городе Скенектади (штат Нью-Йорк). В тот же день французским школьникам из Тулузы удалось пообщаться с Томом Песке.

13 декабря Рыжиков поговорил со студентами Вологодского колледжа связи и информационных технологий. 15 декабря Шейн Кимброу провел телемост с ребятами из школы «Никколо Пизано» в городе Марини-ди-Пиза (Италия).

21 декабря Песке по радиолюбительской связи ответил на вопросы французских школьников из Сен-Сильвестра, а 31 декабря – из коммуны Сент-Аман-лез-О.

22 декабря космонавтов поздравил с наступающим Новым годом Всероссийский Дед Мороз, прибывший в ЦУП-М из Великого Устюга, конечно же, прямо на санях с оленями в упряжке.

Подготовка к американским выходам

В декабре на американском сегменте приступили к подготовке двух выходов в открытый космос (EVA-38 и -39), намеченных на 6 и 13 января 2017 г. В них примут участие Шейн, Тома и Пегги. Основная задача выходов – подключение шести новых литий-ионных батарей в каналах электропитания 1А и 3А на секции S4 поперечной фермы.

3 декабря астронавты собирали инструменты для выходов и высвобождали Шлюзовой отсек Quest от ненужного оборудования. 5 декабря они почистили контуры водяного охлаждения скафандров EMU №3003 и №3008 и водяные магистрали модуля Quest. 12 декабря то же самое было проделано со скафандрами №3006 и №3010.

14 декабря EMU №3008 был подогнан под Кимброу, №3006 – под Песке и Уитсон. 23 декабря были очищены контуры водяного охлаждения на скафандре №3006, а вот на скафандре №3008 это не получилось сделать вследствие утечки воды из магистрали SCU, подключаемой к борту.

27 декабря при попытке заменить магистраль экипаж столкнулся с трудностями при подсоединении ее разъема. Оказалось, что разъем поврежден. Астронавты починили его – и на следующий день завершили очистку контуров водяного охлаждения скафандра №3008.

28 декабря экипаж ознакомился с циклограммой выходов и шлюзования. Тем временем наземные специалисты объединили каналы электропитания 3А и 3В для осуществления полной разрядки шести никель-металлгидридных батарей канала 3А.

29 декабря с использованием анимационной программы DOUG астронавты изучили трассы перехода во время выходов.

«Орланы-МК» на проверке

В этом месяце россияне занимались разгрузочно-погрузочными работами в корабле «Прогресс МС-03».

В ночь на 1 декабря вырубился реактор Сабатье из-за высокого перепада давления в сепараторе. Выяснилось, что это произошло вследствие кратковременного пропадания питания контроллера мотора. Разобравшись, специалисты снова запустили реактор.

5 декабря в модуле Unity экипаж проложил кабель электропитания для стойки с кухней. Она была доставлена на станцию еще в августе 2015 г. кораблем НТВ-5, и до сих пор астронавты занимаются ее подключением. 22 декабря экипаж проложил, но не

подключил к кухне магистрали среднетемпературного контура внутренней системы терморегулирования модуля Unity. На следующий день к кухне был проложен кабель передачи данных.

В декабре ЦУП-М при содействии космонавтов замерял температуру и тестировал преобразователи тока аккумуляторных батарей ПТАБ-1М в модуле «Звезда».

5 декабря россияне провели аудит замков панелей интерьера в модуле «Звезда». 6 декабря они осуществили регламентные работы с системой телефонно-телеграфной связи: проверили исправность пультов абонентов и УКВ-приемников и связь в канале УКВ-2 в дуплексном режиме из модуля «Звезда» на основных комплектах оборудования.

8–9 декабря астронавты пополнили водой аккумуляторы блоков насосов в низкотемпературном контуре внутренней системы терморегулирования модуля Destiny, в модуле Columbus и в среднетемпературном контуре внутренней системы терморегулирования модуля Kibo, а также магистрали в модулях Unity и Tranquility.

8 декабря произошла временная потеря связи с Землей в S- и Ku-диапазоне из-за проблем с отслеживанием наземной приемной антенной спутника системы ретрансляции TDRSS.

В тот же день экипаж из Стыковочного отсека «Пирс» сфотографировал фермы панелей солнечных батарей на секциях P4 и P6 и радиаторы на секции P1 американской поперечной фермы для создания модели базовой конфигурации, которая будет использоваться с целью анализа последствий возможных повреждений от космического мусора и микрометеоритов.

В ночь на 9 декабря в модуле Tranquility вышла из строя система удаления углекислого газа CDRA вследствие срабатывания защиты по превышению тока. Позже ее включили вновь.

14 декабря астронавты сменили дверь стойки ZSR в модуле Unity, которая выцвела и загрязнилась. Новая дверь легко чистится.

14 декабря из-за планового выключения системы получения кислорода «Электрон-ВМ» в модуле «Звезда» (вследствие малых запасов воды на российском сегменте МКС, вызванных потерей грузового корабля «Прогресс МС-04» 1 декабря) аналогичная американская система OGA была переведена в более продуктивный режим работы.

15 декабря россияне заменили панель управления бегущей дорожки БД-2 в модуле «Звезда». 16 декабря экипаж по-другому проложил запасной кабель электропитания для блока связи УКВ-диапазона CUCU, использующегося при сближении корабля Dragon с МКС. Это позволит обеспечить резервирование блока по питанию.

В тот же день космонавты помогли ЦУП-М разбираться с поврежденным кабелем, приведшим к отказу устройства программно-логического управления, и заменили блок колонок блока кондиционирования воды в системе регенерации воды из конденсата атмосферной влаги CPB-K2M в модуле «Звезда» и светильник СД1-7 в модуле «Рассвет».

18 декабря прошло плановое тестирование резервных каналов системы ориентации солнечных батарей модуля «Звезда». На следующий день экипаж выполнил тренировку по действиям в аварийных ситуациях, отработав сценарии разгерметизации и пожара.

20 декабря Сергей, Андрей и Шейн тренировались спускаться на пилотируемом корабле «Союз МС-02» в случае аварии на станции. 21 декабря были подтянуты быстросъемные винтовые зажимы на стыке между «Союзом МС-02» и модулем «Поиск». 27 декабря космонавты примерили индивидуальные кресла-ложементы «Казбек-УМ» в «Союзе МС-02», убедившись, что зазоры в пределах нормы.

23 декабря экипаж сменил запоминающее устройство 3У-2Б прибора ЭА025М в телеметрической системе БР9-ЦУ8 в функционально-грузовом блоке «Заря».

27–29 декабря в модуле «Пирс» россияне проверили работоспособность трех выходных скафандров «Орлан-МК» (№4, №5 и №6). Они провели сепарацию водяных систем скафандров и блоков сопряжения с «Орланами-МК», проверили давление в кислородных баллонах БК-3М, герметичность резервных гермооболочек скафандров и блоков сопряжения и функционирование систем «Орланов-МК».

29 декабря астронавты подробно заглянули на видео интерьеры модулей станции, чтобы специалисты по управлению полетом смогли провести анализ вопросов безопасности и удобства работы на МКС. 30 декабря экипаж сменил пульт управления ПУРВ-К и установил кабель-вставку в системе CPB-K2M.





«Прогресс МС-04» упал в Туве

А. Красильников.
«Новости космонавтики»

1 декабря в 17:51:52.474 ДМВ (14:51:52 UTC) с 5-й пусковой установки 1-й площадки космодрома Байконур стартовые расчеты предприятий ракетно-космической промышленности России провели пуск ракеты-носителя «Союз-У» (11А511У-ПВБ № Р15000-148) с транспортным грузовым кораблем «Прогресс МС-04» (11Ф615А61 № 434).

На 382-й секунде полета на этапе работы третьей ступени ракеты на высоте 181 км произошла аварийная ситуация, приведшая к разрушению ступени, а также нештатному отделению и повреждению «Прогресса». В результате объекты, не набрав орбитальной скорости, по баллистической траектории вошли в земную атмосферу и практически полностью сгорели. Их фрагменты упали в Республике Тува.

Это был 1465-й орбитальный пуск с Байконура, 781-й полет «Союза-У», 504-й старт с пусковой установки № 5, 182-й запуск по программе МКС (в графике ему присвоен номер 65Р) и 156-й полет корабля типа «Прогресс».

Для «Союза-У» осуществленный пуск стал предпоследним в его 43-летней летной истории. Из 25 нештатных пусков данного носителя 20 привели к не выведению полезного груза на орбиту, пять – к его выведению

на нерасчетную орбиту. Для кораблей семейства «Прогресс» этот полет стал третьим аварийным.

Стартовая масса «Прогресса МС-04» равнялась 7285 кг, из них 880 кг топлива в баках комбинированной двигательной установки.

Запуск корабля планировался на 20 октября, но был отложен на 1 декабря после переноса старта пилотируемого корабля «Союз МС-02» с 23 сентября на 19 октября (НК № 12, 2016, с. 14).

Пуск «Прогресса МС-04» был застрахован компанией «ВТБ Страхование» на сумму 2.135 млрд руб.

Нашли четыре фрагмента корабля

При аварии «Союза-У» на 382–384-й секунде полета прогнозируемый район падения фрагментов третьей ступени и корабля находился в Республике Тува в 60–80 км западнее города Кызыл в труднодоступной малонаселенной горно-лесистой местности.

«Некоторые земляки немного обеспокоены новостью о том, что на территорию Тувы упали обломки космического корабля «Прогресс», – написал глава Республики Шолбан Кара-оол на своей странице в социальной сети «ВКонтакте» через четыре часа

после пуска. – Некоторые жители Суг-Хольского и Дзун-Хемчикского районов около 22 часов (местного времени, около 18 часов московского времени. – А.К.) видели яркую вспышку, сопровождавшуюся грохотом. Сейчас Роскосмос подтвердил, что корабль потерпел крушение, но его обломки сгорели в атмосфере. Будем надеяться, что негативных последствий данное происшествие нам не принесет, но буду держать связь с Роскосмосом. Муниципальным образованиям необходимо проверить ситуацию на своих территориях и в первую очередь узнать, все ли спокойно на чабанских стоянках».

2 декабря мобильные группы МЧС обследовали территории вокруг сел Иштии-Хем Улуг-Хемского района, Чаа-Холь Чаа-Хольского района и Суг-Аксы Суг-Хольского района, но следов падения фрагментов не обнаружили. 3 декабря местный житель нашел металлический предмет круглой формы на склоне горы в местечке Тос-Тевек – в 15 км от села Эйлиг-Хем Улуг-Хемского района, находящегося в 120 км западнее Кызыла. Объект оказался водяным баком системы «Родник», который располагается в отсеке компонентов дозаправки «Прогресса».

В этот же день в том же районе рядом с юртой был найден электродвигатель системы терморегулирования «Прогресса». «Территория обнаружения первого и второго фрагмента мало населена людьми. На данной территории находится одна чабанская стоянка. Число людей, постоянно находящихся на стоянке, – один человек», – сообщил пресс-центр Правительства Тувы.

5 декабря во дворе дома в селе Эйлиг-Хем была обнаружена нижняя часть консервной банки из рациона питания космонавтов.

«Управление Роспотребнадзора по Туве провело все замеры на месте обнаружения двух обломков космического корабля «Прогресс МС-04» на территории Улуг-Хемского района – на склоне горы и рядом с юртой, – проинформировал в тот же день на своей странице глава Тувы. – В работе были использованы все необходимые приборы-анализаторы для измерения в воздухе наличия химических веществ, сделан отбор проб снежного покрова, воды из открытого источника. В обоих случаях повышенного ионизирующего излучения не обнаружено, химических веществ в воздухе не выявлено. Еще один небольшой обломок найден во дворе частного дома в селе Эйлиг-Хем. Там тоже проведут проверку».

8 декабря на склоне горы в местечке Куйлуг-Хем Улуг-Хемского района в 8.5 км от места обнаружения водяного бака местными чабанами был найден второй такой же бак.

«Фрагмент в виде шара весом около 10 кг. Взяты пробы снега, а также произведен замер на радиоактивное загрязнение дозиметром, который показал, что радиоизлучение находится в пределах нормы и не представляет опасности для окружающих», – сообщил представитель районной администрации.

Найденные водяные баки были транспортированы вертолетом Ми-8 в Сибирский НИИ авиации имени С.А. Чаплыгина. По словам начальника отдела районов падения ЦЭНКИ Андрея Полуаршинова, были сложности с перевозкой баков. «Они диаметром 90 см, их по

▼ Бак воды №1 системы «Родник» «Прогресса МС-04»



Фото В. Авдошкина



▲ Электродвигатель системы терморегулирования

Фото В. Авдошкина



▲ Консервная банка из рациона питания

Фото В. Авдошкина



▲ Второй бак системы «Родник»

После завершения поисковых работ в штатных районах падения (№306, 307 и 309 в Алтайском крае) центрального блока второй ступени и створок хвостового отсека третьей ступени ракеты-носителя «Союз-У» воздушная поисковая группа в составе сотрудников отдела районов падения ЦЭНКИ, Сибирского НИИ авиации имени С.А. Чаплыгина и Института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН на вертолете Ми-8 вылетела в Туву в район поисков фрагментов третьей ступени «Союза-У» и корабля «Прогресс МС-04».

Район поисков был определен по сведениям, полученным от подразделений главного управления МЧС России по Республике Тува и сил гражданской обороны, которые хорошо согласовывались с параметрами траектории аварийного падения, полученной из баллистических расчетов. По прибытии на место поисковая группа занялась координацией работ в тесном контакте с республиканскими органами власти. От Правительства Тувы поисковые работы курировал непосредственно заместитель председателя Анатолий Партизанович Дамба-Хуурак.

Благодаря налаженному взаимодействию с авиационной поисково-спасательной базой, была получена дополнительная информация в виде записи с камеры видеонаблюдения, уставленной на станции дальнего привода аэропорта города Кызыл, на которой отчетливо можно было различить сильную фрагментацию падающих объектов при вхождении в плотные слои атмосферы.

сильно пересеченной местности на саночках из ущелья доставляли два часа до вертолета. Несмотря на такие тяжелые зимние условия, все было сделано», – сообщил он.

Винным назвали двигатель третьей ступени

Для расследования причин аварийного пуска «Союза-У» была образована межведомственная комиссия под председательством генерального директора Госкорпорации «Роскосмос» Игоря Комарова.

Итог ее работы был подведен 11 января 2017 г. Наиболее вероятной причиной аварии, приведшей к нештатному механическому отделению «Прогресса МС-04», было названо вскрытие (разгерметизация) бака окислителя третьей ступени «Союза-У» в результате воздействия элементов, возникших при разрушении двигателя РД-0110 (11Д55) производства Воронежского механического завода (ВМЗ). По мнению комиссии, разрушение двигателя было вызвано возгоранием и дальнейшим разрушением насоса окислителя по причине возможного попадания посторонних частиц в полость насоса или возможного нарушения технологии сборки двигателя, в частности несоответствия зазоров между шнеком и втулкой или между плавающими кольцами и крыльчаткой, или дисбаланса и биения ротора. Дефект двигателя имел производственный характер и проявился в полете.

Первоначально комиссия должна была завершить свою работу 20 декабря, но этот срок многократно пересматривался, что свидетельствовало о сложностях в расследовании.

«Дело в том, что всегда любой аварийный процесс виден по телеметрии, телеметрия показывает развитие негативных процессов, и по ней можно точно определить, что на самом деле произошло, – рассказал заместитель председателя Правительства РФ Дмитрий Rogozin 19 января. – На сегодняшний момент мы столкнулись с ситуацией, во многом, я бы сказал, непривычной и даже экстраординарной, потому что телеметрия исчезла, и специалистам Роскосмоса пришлось фактически расшифровывать сотые доли секунды телеметрии, хотя обычно это десятки доли секунды».

По его словам, понимая, что авария связана с двигателем РД-0110, удалось добиться методом исключения.

Дмитрий Олегович также сообщил, что с результатами работы комиссии были ознакомлены партнеры России по программе

МКС. «Мы в той степени, насколько это необходимо, информировали специалистов NASA с тем, чтобы они могли признать выводы комиссии Роскосмоса как объективные и достаточные для того, чтобы продолжить эксплуатацию данной ракеты», – отметил он.

20 января гендиректор Роскосмоса Игорь Комаров провел на ВМЗ совещание с руководителями предприятий ракетно-космической промышленности, по результатам которого были приняты решения, направленные на усиление контроля производственных процессов и повышение качества выпускаемых двигателей на предприятии.

В частности, генеральный директор ВМЗ Иван Коптев подал заявление об отставке по собственному желанию в связи с неудовлетворительной работой и качеством выпускаемой продукции. Временно исполняющим обязанности гендиректора ВМЗ был назначен Алексей Уваров, который ранее занимал должность заместителя гендиректора предприятия по производству.

На этом официальная информация о ходе расследования и причинах аварии заканчивается. Однако выводы комиссии вызывают множество вопросов и, как в случае с аварийным запуском «Прогресса М-27М» в апреле 2015 г. (НК № 7, 2015, с.9), не позволяют достоверно представить картину нештатной ситуации. Между тем неофициальные сведения слишком противоречивы и, к сожалению, зачастую предвзяты по отношению к той или иной фирме, участвовавшей в запуске. Попытаемся их «отфильтровать».

При штатном полете после разделения второй и третьей ступени «Союза-У» на 287.30 сек полета на корабле открываются клапаны двигателей причаливания и ориентации (ДПО) с целью вакуумирования топливных магистралей обоих коллекторов. На 297.05 сек сбрасывается хвостовой отсек третьей ступени. При работе двигателя РД-0110 идет плавный рост продольного ускорения и перегрузки.

На участке работы третьей ступени телеметрическая информация с ракеты и корабля передается через антенну, находящуюся на межбаковом отсеке ступени, и принимается наземными станциями, расположенными по трассе выведения.

Достигнув зоны допустимого отделения грузовика, система управления (СУ) носителя выдает в СУ корабля команду ПО («Подтверждение орбиты»). На 525.88 сек по набору заданной скорости СУ ракеты формирует команду ГКЗ, по которой двигатель РД-0110 выключается. На 529.18 сек СУ



Фото А. Пантюхина

носителя выдает команду на три пирозамки, находящихся на стыке переходного отсека «Союза-У» и «Прогресса». Связь разрывается, формируется контакт отделения и три толкателя разводят ступень и грузовик. На 529.88 сек третья ступень выполняет уход.

Контакт отделения контролируется как датчиками КО на корабле, так и датчиками ОК на переходном отсеке. При срабатывании не менее трех из четырех датчиков КО с «Прогресса» подается дублирующая команда на те же пирозамки.

По контакту отделения на корабле закрываются клапаны двигателей ДПО и открываются клапаны для надува баков обеих секций комбинированной двигательной установки (КДУ). Через 0.35 сек после контакта отделения открываются клапаны для заполнения окислителем и горючим магистралей обоих коллекторов двигателей ДПО.

В этот же момент начинает реализовываться программа, по которой последовательно осуществляются следующие операции: раскрытие антенн 2АСФ1-М-ВКА №1 и №2 радиотехнической системы сближения «Курс-НА» на передней части грузового отсека; расчеховка крышки сближающе-корректирующего двигателя (СКД) и открытие телеметрической антенны АБМ-282 на днище приборно-агрегатного отсека (ПАО); раскрытие двух крыльев солнечных батарей на ПАО.

С открытием антенны АБМ-282 передача телеметрии с корабля переходит на нее.

Через 40 сек после контакта отделения закрытием клапанов завершается надув баков КДУ и заполнение компонентами топлива магистралей коллекторов двигателей ДПО. После этого проводится тест ДПО и с помощью них демпфируются возмущения, полученные кораблем при отделении, и затем строится ориентация в орбитальной системе координат.

Команда на аварийное выключение двигателя РД-0110 выдается СУ ракеты в двух случаях – при падении давления в камере сгорания двигателя или при потере стабилизации ступени по замыканию концевых контактов гироскопических приборов. Если это происходит до формирования команды ПО, то команда «Авария» в грузовик не выдается и СУ носителя не выдает команду на пирозамки для отделения «Прогресса». Более того, до получения команды ПО не выдается команда на пирозамки и со стороны СУ корабля.

Почему это важно? Дело в том, что по экспресс-анализу поступление информации с радиотелеметрической системы БР-92Р-7М третьей ступени «Союза-У» полностью прекратилось на 382.314–382.374 сек полета. До этого момента замечаний по функционированию систем и агрегатов ступени не было выявлено. Авария случилась примерно за 140 секунд до формирования команды ПО, и – с учетом вышеизложенного – отделение грузовика от ступени не должно было производиться. Если предположить, что пирозамки каким-то образом раскрылись, то при работающем РД-0110 отделении «Прогресса» было бы невозможно из-за того, что тяга двигателя прижимает грузовик к ступени с перегрузкой в несколько единиц. Тем не менее корабль и ступень разделились и «Прогресс» ожил...

2 декабря, на следующий день после аварии, неназванный высокопоставленный

источник в ракетно-космической промышленности признался журналистам: «Телеметрии пока очень мало. Сейчас ее пытаются собирать по крохам. Никаких предвестников изменений параметров работы двигателя, изменения давления не было. Поэтому возможные самые экстравагантные причины».

Что же удалось выяснить по телеметрии? На 288-й сек полета после разделения второй и третьей ступеней «Союза-У» на корабле началось вакуумирование магистралей коллекторов двигателей ДПО. Далее наблюдался штатный рост продольного ускорения и перегрузки. Примерно на 382.2 сек возник сбой в телеметрии со ступени и «Прогресса». Предположительно, в это время СУ носителя выдала команду аварийного выключения двигателя РД-0110.



Фото А. Пантюхина

Спустя 0.2 сек телеметрия с ракеты пропала полностью, а по сбойной телеметрии с грузовика читалось срабатывание датчиков КО. По другим данным, после этого со ступени была получена сбойная телеметрия длительностью 40 мсек, по которой получалось, что продольное ускорение отсутствует, а баки окислителя и горючего разгерметизированы. Кроме того, есть информация, что телеметрия с «Прогресса» показала нерасчетное состояние датчиков КО1 и КО4. Возможно, что взрыв на ступени попросту разорвал пирозамки между кораблем и переходным отсеком...

Как бы там ни было, на 384-й сек сбой в телеметрии грузовика закончился, что, очевидно, свидетельствовало о нормальном раскрытии собственной телеметрической антенны АБМ-282 и начале передачи информации через нее. Из телеметрии было видно, что по контакту отделения на «Прогрессе» прошли надув баков КДУ, заполнение компонентами топлива магистралей коллекторов двигателей ДПО и тест этих двигателей.

Однако в результате взрыва ступени и нештатного отделения корабль получил повреждения. Во-первых, в момент начала сбоя телеметрии разгерметизировался контур навесного радиатора системы терморегулирования, предназначенного для поддержания теплового режима приборного отсека и термостаивания агрегатного отсека. Во-вторых, сдвинулась вбок камера СКД.

Имеются данные о том, что из двух антенн системы «Курс» раскрылась одна, а другая получила повреждения. То же самое произошло с крыльями солнечных батарей. Есть информация о разгерметизации приборного отсека. Возможно, что эти поврежде-

дения в конечном итоге привели к быстрой полной потере телеметрии с «Прогресса»...

Интересно, что предварительные выводы межведомственной комиссии о вероятных причинах, приведших к вскрытию бака окислителя третьей ступени «Союза-У», предала огласке 27 декабря радиостанция «Говорит Москва». Первая причина заключалась в нерасчетных совокупных динамических нагрузках на узлы крепления бака окислителя в полете связи третьей ступени с кораблем в совокупности с возможным некачественным изготовлением сварного шва бака окислителя, вторая – в нерасчетном динамическом воздействии на бак окислителя со стороны двигателя РД-0110 вследствие его аномальной работы (повышенные вибрации подшипников, аномальная работа турбонасосного агрегата и так далее).

Таким образом, в итоге комиссия оставилась на втором варианте. Между тем процессы возгорания и разрушения двигателя не происходят быстро и должны были оставить хоть какой-то след в телеметрии. Был он или нет – неизвестно.

Третья ступень возвратят в Самару

17 января Роскосмос сообщил, что для исключения повторения подобной нештатной ситуации разработан план мероприятий. «В настоящее время выпускаются дополнения к нему. В соответствии с планом, все третьи ступени ракет-носителей, оснащенные двигателем 11Д55, будут отозваны на предприятие-изготовитель (РКЦ «Прогресс», Самара) для дополнительных проверок», – отметили в пресс-службе.

Двигатель РД-0110 устанавливается на третьих ступенях носителей «Союз-У», «Союз-ФГ», «Союз-2.1А» (14А14-1А и 372РН16) и «Союз-СТА». Третья ступень последнего «Союза-У» (№145), на котором предстоит лететь «Прогрессу МС-05», уже доставлена с космодрома Байконур в РКЦ «Прогресс» для ее проверки и замены двигателя на аналогичный из другой партии. Снятый двигатель будет отправлен на ВМЗ для переборки. Третья ступень «Союза-У» привезут обратно на космодром только в начале февраля, поэтому старт «Прогресса МС-05» отложен с 1 на 22 февраля.

Для запуска пилотируемого «Союза МС-04» намечалось использовать ракету «Союз-ФГ» №058, находящуюся на Байконуре. Ее третью ступень решено пока не возвращать, а для выведения корабля задействовать «Союз-ФГ» №065, производство которого сейчас завершается в Самаре. На ее третьей ступени изначально установлен двигатель из другой партии.

Отметим, что на третьей ступени аварийного «Союза-У» применялся двигатель 11Д55 №1203242615, сделанный в Воронеже в первом полугодии 2014 г. «Во всех новых ракетах на третьей ступени установлены двигатели самые свежие, которые изготовлены в последние два года с методами рентгеновской проверки», – сказал вице-премьер РФ Дмитрий Rogozin 19 января.

В рекомендации межведомственной комиссии также включены доработки, которые требуется провести на «Прогрессах» и переходных отсеках. В частности, на грузовике

будет меняться вакуумирование топливных магистралей коллекторов двигателей ДПО – процесс, который, напомним, происходит на этапе работы третьей ступени носителя. В недалеком будущем на «Прогрессах» предполагается использовать средства визуального контроля процессов разделения и средства дополнительных измерений вибраций, ускорений и ударных перегрузок. А на переходном отсеке планируется установить камеры и газоанализаторы гептила (!).

Потерины важные грузы

В день аварии Роскосмос заявил, что аварийный запуск «Прогресса МС-04» не скажется на нормальном функционировании систем МКС и жизнедеятельности ее экипажа. В таком же ключе на сей счет высказалось NASA. Среди жизненно необходимых грузов самой большой утратой была питьевая вода, которая для российского и американского сегментов станции дезинфицируется по-разному.

Как сообщил 2 декабря исполнительный директор по пилотируемым космическим программам Роскосмоса Сергей Крикалёв, после аварии партнеры по проекту МКС предложили российской стороне помощь в доставке необходимых грузов. «Мы уже связались с нашими партнерами. Они выразили свою полную готовность оказать всяческую помощь и на своих средствах [выведения] доставить необходимое оборудование, потому что это наша общая программа, – пояснил он. – У них тоже падали грузовые корабли, и тогда мы им помогали. У нас возникла проблема, они компенсируют ее. С удовлетворением могу сказать, что наши коллеги сразу предложили помощь, поставили плечо, вплоть до того, что они готовы сделать небольшие изменения в их программе».

Потеря «Прогресса» очень чувствительная и обидная, потому что он вез на станцию важные и долгожданные грузы, в частности: первый скафандр нового поколения «Орлан-МКС», новую оранжевую «Лада-2» и экспериментальную систему регенерации воды из урины СРВ-У-РС. Потери, естественно, восполнимы, но на это потребуются длительное время и немалые деньги...

Скафандр «Орлан-МКС» №3 был разработан и изготовлен в подмосковном НПП «Звезда». Он имел множество новшеств по сравнению со скафандром предыдущего поколения «Орлан-МК» (НК №10, 2015, с.10; №12, 2016, с.22). Среди них – автоматическая система терморегулирования («климат-контроль»), полиуретановая герметичная оболочка вместо резиновой и большой цветной дисплей вместо маленького.

Первоначальные планы доставок скафандров «Орлан-МКС» №4 на «Прогрессе МС-05» и №5 на «Прогрессе МС-06» пока не изменились. 16 января Сергей Крикалёв рассказал, что взамен утраченного скафандра №3 будет заказан новый. При отсутствии третьего скафандра российский сегмент станции остается без резерва по «Орланам-МКС», а с учетом того, что изготовление нового скафандра процесс далеко не быстрый, есть предложение отправить на МКС новые рукава и штаны для продления срока службы одного из трех находящихся на борту «Орланов-МК».

По словам Сергея Константиновича, следующий выход в открытый космос по

российской программе, который предстояло выполнить Фёдору Юрчихину и Сергею Рязанскому в июле–августе 2017 г., посвящен в том числе испытанию «Орланов-МКС» и может быть отложен.

Оранжевую нового поколения «Лада-2» для проведения на МКС эксперимента «Растения-2» сделали в Институте медико-биологических проблем РАН. «Больше всего нам, конечно, жалко нашу оранжевую «Лада-2», – призналась ученый секретарь ИМБП Маргарита Левинских. – Мы создавали, готовили ее к полету в течение пяти лет, очень надеялись вырастить на ней наш новый космический овощ – сладкий перец сорта «Тритон». Его семена также находились в специальной упаковке на «Прогрессе»».

Она отметила, что каждая оранжевая – российская «Лада-2» и американская Veggie – хорошие по-своему.

«Наши американские партнеры сразу поставили перед собой амбициозную задачу – наладить производство космического питания для астронавтов. У проекта Veggie есть немало плюсов по сравнению с «Ладой». К примеру, она вырабатывает гораздо более мощный поток света, но есть и минусы, – пояснила Маргарита Александровна. – С точки зрения технологий создания оранжевой, эта система (Veggie. – А.К.) является шагом назад. «Лада» является полностью автоматической системой, которая способна работать длительное время автономно, тогда как Veggie требует ручной поливки и постоянного ухода со стороны экипажа станции».

В оранжевой «Лада-2» по сравнению с «Ладой» вид модернизирован блок управления (он стал встроенным) и люминесцентные лампы заменены на регулируемые светодиодные.

Эксплуатация экспериментальной системы регенерации воды из урины СРВ-У-РС, созданной в НИИХиммаш, предполагалась в модуле «Рассвет» в ходе эксперимента «Сепарация». Это позволило бы перерабатывать мочу средствами российского сегмента до появления штатной СРВ-УМ, которую планируется установить на Многоцелевом лабораторном модуле «Наука». Его запуск постоянно откладывается.

В интересах эксперимента «Пробиовит» на грузовике летели одноименная аппаратура и компоненты для приготовления космического лечебно-профилактического кефира из лактобактерий *Lactobacillus acidophilus*, обладающего иммуномодулирующими свойствами. Целебный молочнокислый напиток должны были приготовить Сергей Рыжиков

Перечень грузов корабля «Прогресс МС-04»	
Наименование	Масса, кг
В грузовом отсеке:	
Средства обеспечения газового состава (поглотитель П-16, газоаналитическая аппаратура, оборудование для системы очистки атмосферы)	1260
Средства водообеспечения (мембранный фильтр-разделитель, блок колонок очистки, емкости для воды, принадлежности для системы «Родник»)	67
Средства санитарно-гигиенического обеспечения (вкладыши, салфетки и принадлежности для ассенизационно-санитарного устройства, контейнеры для твердых отходов, насос-сепаратор, контейнеры для бытовых отходов)	253
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)	83
Средства обеспечения питания (контейнеры с рационами питания, наборы свежих продуктов, салфетки для средств приема пищи, пакеты для пищевых отходов)	115
Средства индивидуальной защиты (скафандр «Орлан-МКС»)	315
Система обеспечения теплового режима (сменные блоки, сменные кассеты пылефильтров, вентиляторы)	98
Система управления бортовой аппаратурой (блоки силовой коммутации)	32
Система бортовых измерений (комплект кабелей)	3
Система электропитания (комплект кабелей)	1
Система телефонно-телеграфной связи (гарнитура)	6
Средства технического обслуживания и ремонта (упаковка с электродрелью, мешки для контейнеров, комплект инструментов и принадлежности)	1
Комплекс средств поддержки экипажа (бортовая документация, посылки для экипажа, фотоаппаратура, символика)	16
Комплекс целевых нагрузок (расходные материалы и комплектующие для научных экспериментов «Асептик», «Константа-2», «Кулоновский кристалл», «Пилот-Т», «Пробиовит» и «Растения-2»)	25
Оборудование для модуля «Рассвет» (система регенерации воды из урины СРВ-У-РС)	18
Американские грузы (предметы обеспечения астронавтов, средства контроля среды обитания, оборудование для системы переработки воды)	140
В отсеке компонентов дозаправки:	87
Топливо в баках системы дозаправки	1182
Кислород в баллонах средств подачи кислорода	710
Питьевая вода в баках системы «Родник»	52
Всего:	420
	2442

и Андрей Борисенко и без дегустации положить его в термостат ТБУ-В с целью последующего возвращения на Землю для исследования его пробиотических свойств.

На корабле доставлялись 7 кг яблок, 3,5 кг апельсинов, 4,5 кг грейпфрутов, два вида кетчупа, горчица, лечо, хрен и аджика. К новогоднему столу родные российских космонавтов послали несколько видов джема (клубничный, абрикосовый и вишневый), орехи, халву, мед, шоколадные батончики, шоколад в плитках, батончики мюсли, конфеты «Мишка косолапый» и сухофрукты (курага, финики и инжир).

Не добрались до станции и дополнительные комплекты одежды для россиян.

По материалам ГК «Роскосмос», РКК «Энергия», ЦУП ЦНИИмаш, ТАСС, РИА «Новости», Интерфакс и газеты «Московский комсомолец»



Фото: О. Урусова



Е. Рыжков специально для «Новостей космонавтики»

9 декабря в 22:26:47 токийского времени (13:26:47 UTC) со второй пусковой установки комплекса Йосинобу Космического центра Танэгасима (префектура Кагосима) стартовые расчеты фирмы MHI (Mitsubishi Heavy Industries Ltd.) при участии Японского агентства аэрокосмических исследований JAXA осуществили пуск тяжелой ракеты-носителя H-IIВ (номер F6) с автоматическим транспортным кораблем Kounotori 6 (HTV-6).

Погода в момент старта стояла ясная, ветер северо-западный (4,3 м/с), температура воздуха была 15,5°.

Старт и полет носителя проходили в штатном режиме, на 16-й минуте после запуска аппарат отделился от верхней ступени носителя и вышел на орбиту, близкую к расчетной, с параметрами:

- наклонение – 51,65°;
- высота в перигее – 192,9 км;
- высота в апогее – 297,8 км;
- период обращения – 89,35 мин.

В каталоге американского Стратегического командования Kounotori 6 (в переводе с японского – «Белый аист») получил номер 41881 и международное обозначение 2016-076A.

Корабль и запуск

Это первый полет HTV после того, как эксплуатацию МКС официального продлили до 2024 г. 27 июля JAXA назвало датой старта 1 октября 2016 г. – HTV-6 должен был прийти во время нахождения на борту МКС японского астронавта Такуя Ониси. Однако

Циклограмма запуска (по результатам быстрого послеполетного анализа)

Событие	Фактическое время от старта (мин/сек)
Включение СТУ, старт	00:00
Завершение работы СТУ	01:50
Отделение первой пары СТУ	02:06
Отделение второй пары СТУ	02:09
Сброс головного обтекателя	03:42
Окончание работы маршевого двигателя 1-й ступени	05:48
Разделение 1-й и 2-й ступени	05:56
Первое включение двигателя 2-й ступени	06:07
Первое выключение двигателя 2-й ступени	14:20
Отделение HTV-6	15:11
<i>Вторым включением двигателя вторая ступень была сведена с орбиты.</i>	

уже 10 августа было объявлено, что старт отложен из-за небольшой утечки в топливной системе двигательной установки корабля. Новую дату старта JAXA сообщило 7 октября.

Выведение на орбиту проходило в соответствии с циклограммой (см. таблицу).

Напомним: японский беспилотный автоматический грузовой корабль HTV (H-II Transfer Vehicle), называемый также Kounotori (こうのとり Kōnotori, белый (восточный) аист), предназначен для доставки на МКС различных грузов (топлива, запасов кислорода и азота, воды, продуктов питания, научной аппаратуры, дополнительного оборудования, расходоуемых материалов и т. д.).

Размеры кораблей серии HTV в диаметре составляют около 4,4 м, общая длина – 9,8 м. В общем, размеры экскурсионного автобуса. Масса без груза – 10 500 кг.

Корабль состоит из трех отсеков-модулей. В первом (в хвостовой части) находится двигательная установка для изменения орбиты, микродвигатели реактивной системы управления RCS (Reaction Control System) для ориентации аппарата в пространстве, а также четыре бака с окислителем и горючим, баллоны со сжатыми газами и др. Это так называемый «Двигательный модуль» РМ (Propulsion Module). На HTV в общей сложности установлено 32 двигателя.

В средней части расположен отсек авионики АМ (Avionics Module) с бортовой радиоэлектронной аппаратурой систем управления и наведения, электропитания, обработки данных, связи. Kounotori может управляться автономно, либо по командам с Земли. Отсек осуществляет подачу электроэнергии в каждую часть аппарата.

В передней части расположен отсек снабжения, разделенный на герметичную и негерметичную части.

Герметичная часть PLC (Pressurized Logistic Carrier) несет типовые стеллажи для размещения грузов, питьевой воды, одежды и прочих перевозимых запасов. Внутри отсека поддерживается давление 1 атм. Сюда экипаж МКС может заходить после стыковки и разбирать груз. Имеется большой люк и большие стеллажи (стойки) для экспонентов, которые, к слову, на МКС может доставлять только HTV. После разгрузки отсек забивается отработанным оборудованием и ненужным мусором.

В негерметичную часть ULC (Unpressurized Logistic Carrier) через вырезы по бокам складываются экспонируемые поддоны

(платформы) Exposed Pallet, а также экспериментальное оборудование для размещения снаружи модуля Kibo.

Экспонируемые поддоны Exposed Pallet представляют собой своеобразные грузовые тележки, используемые для перевозки внешнего экспериментального оборудования и аккумуляторов для станции. Поддоны делятся на два класса: «1-й класс» и «многоцелевые 3-го класса». «1-й класс» используется для перевозки внешнего экспериментального оборудования для Kibo; такие поддоны крепятся на внешней экспериментальной платформе. Возможно размещение двух-трех экспериментальных единиц оборудования. «Многоцелевой 3-й класс» может комбинировать для целей перевозки внешнее экспериментальное оборудование и, например, аккумуляторы для размещения и общего пользования снаружи МКС.

Есть также два типа поддонов: крепящиеся на внешней экспериментальной платформе и на мобильной базовой системе станции MBS (Mobile Base System).

Когда HTV завершает сближение с МКС, на японском экспериментальном модуле JEM (Japanese Experiment Module) по имени Kibo начинает работать система ближней связи и навигации PROX (Proximity Communication System). Она включает антенны связи и системы спутниковой навигации, а также командную панель для экипажа HCP (Hardware Command Panel). Вся эта аппаратура установлена внутри стеллажей системы межорбитальной связи ICS (Inter-orbit Communication System) в отсеке экспериментов модуля.

После сближения Kounotori с МКС через антенны связи PROX осуществляется радиосвязь, а приемные устройства GPS

дают кораблю информацию по положению и скорости станции. В свою очередь, данные от Kounotori также передаются на МКС, а с наземных центров команды управления транслируются на борт HTV.

Рефлектор системы PROX смонтирован в нижней части модуля Kibo. Когда Kounotori приближается со стороны Земли (снизу) к станции, его датчик стыковки RVS (Rendezvous Sensor), поставленный германской фирмой Jena Optronik, освещает модуль лазером и принимает отраженный сигнал.

13 декабря космический корабль сблизился с МКС и в 10:37 UTC был захвачен манипулятором станции Canadarm2 SSRMS (Space Station Remote Manipulator System). В 13:57 UTC он был пристыкован к модулю Harmony американского сегмента МКС. На следующий день с помощью SSRMS из негерметичного отсека снабжения Kounotori были сняты экспонируемые поддоны.

Отстыковка от станции запланирована на 20 января 2017 г.

Фрукты к рождественскому столу

В. Мохов. «Новости космонавтики»

Суммарная масса грузов, доставленных HTV-6 на МКС, составляла 4119 кг. Это примерно 2/3 от предельно возможной величины для кораблей этого типа – максимальная расчетная общая масса полезной нагрузки для «Аистов» составляет 6 т. При этом грузов на шестом корабле было почти на полторы тонны меньше, чем на пятом (табл. 1). Видимо, это объясняется тем, что снабжение экспериментального японского модуля JEM уже не требует большого грузопотока, а с доставкой грузов на американский сегмент МКС справляются корабли Cygnus и Dragon, рейсы которых закупает NASA.

Запуск японского грузового корабля состоялся всего через семь дней после неудачного старта российского «Прогресса МС-04». Вопрос о срочном изменении номенклатуры доставляемых на Kounotori 6 грузов или добавлении сверхплановых не ставился. Загрузка основной полезной нагрузки в японский корабль проводится примерно за три-четыре месяца до старта, а «оперативно загружаемые грузы» LLC (Late Load Cargo) – не позднее, чем за неделю до старта. После этого нет никакой возможности что-либо добавить без переноса пуска. Такой вариант появится лишь на следующей модификации корабля HTV-X: она будет иметь в своем составе возвращаемый аппарат с боковым люком для загрузки «поздних грузов». Впрочем, первый старт HTV-X предполагается не ранее 2021 г.

Стоит добавить, что «Оборудование для российского сегмента МКС» вообще впервые появилось в грузовом листе HTV. Раньше оно доставлялось только американскими кораблями: регулярно на Dragon'ах и один раз на Cygnus'e (полет OA-5 в октябре 2016 г.). Поэтому Kounotori 6 привез лишь 28.25 кг аппаратуры для российского



сегмента станции, предварительно оговоренные и заранее загруженные в корабль. Корректировка номенклатуры грузов может произойти на американском корабле Dragon (миссия SpX-10), старт которого намечен на 22 января, и на следующем российском «Прогрессе МС-05» (старт не ранее 2 февраля).

Герметичные грузы

Отсек PLC корабля HTV рассчитан на доставку на МКС восьми стандартных стоек. Однако шестой «Аист» не вез ни одной полноценной научной стойки и вообще ни одной стойки, рассчитанной на перенос на станцию, – здесь стояли только восемь неизвлекаемых грузовых стоек типа HRR (HTV Resupply Racks). Это по сути «стеллажи» с «полками» для размещения грузов, которые находились в 248 мягких грузовых сумках типа СТВ (Cargo Transfer Bags); из них 92 сумки были с «оперативно загружаемыми грузами» (табл. 2). Их проносили в корабль через специальный люк в головном обтекателе, куда вставлялась горизонтальная площадка с лифтом на конце, опускавшимся в открытый люк стыковочного механизма корабля.

В общей сложности в отсеке PLC корабля HTV-6 размещалось 2566 кг грузов (табл. 3) плюс еще 186 кг составляли упаковочные материалы (сумки, мешки и пр.). В целом

Табл. 1. Миссии и массы доставляемых грузов кораблей HTV

КА	Даты событий, UTC				Масса грузов, кг		
	Старт	Стыковка	Расстыковка	Сход с орбиты	герметичных	негерметичных	всего
HTV-1	10.09.2009	17.09.2009	30.10.2009	01.11.2009	3600	900	4500
HTV-2	22.01.2011	27.01.2011	28.03.2011	30.03.2011	4000	1300	5300
HTV-3	21.07.2012	27.07.2012	12.09.2012	14.09.2012	3500	1100	4600
HTV-4	03.08.2013	09.08.2013	04.09.2013	07.09.2013	3900	1500	5400
HTV-5	19.08.2015	24.08.2015	28.09.2015	29.09.2015	4500	1000	5500
HTV-6	09.12.2016	13.12.2016	20.01.2017 (план)	28.01.2017 (план)	2752	1367	4119

Табл. 2. Количество грузовых сумок СТВ на кораблях серии HTV

Корабль	Общее число СТВ	Из них сумок с оперативно загружаемыми грузами
HTV-1	208	4
HTV-2	230	30
HTV-3	230	80
HTV-4	230	80
HTV-5	242	92
HTV-6	248	92

Табл. 3. Номенклатура грузов корабля HTV-6

Тип грузов	Масса, кг
Грузы для экипажа	1264
Оборудование для служебных систем МКС	663
Оборудование и материалы для научных исследований	420
Компьютерное оборудование	156
Оборудование для работ в открытом космосе	35
Оборудование для российского сегмента МКС	28
Итого	2566
Упаковочный материал и вспомогательное транспортное оборудование	186
Всего герметичных грузов	2752





▲ Мешки с водой

примерно 7/8 от всей герметичной полезной нагрузки пришлось на оборудование и грузы NASA, 1/8 – на оборудование и грузы JAXA, 1% – на оборудование Роскосмоса.

Практически половина массы грузов для экипажа – 600 кг из 1264 кг – это 600 л воды, подготовленной по американским стандартам (то есть йодированной) и залитой в 30 стандартных 20-литровых мешков типа CWC-I (Contingency Water Container – Iodine), которые заняли целую стойку HRR. Кроме того, Kounotori 6 привез для членов экипажа одежду, предметы личной гигиены, посылки, а также сумки с продуктами питания, среди которых были и свежие фрукты, выращенные в Японии, – яблоки, лимоны, мандарины. Они, безусловно, станут хорошим дополнением к рождественскому столу экипажа.

Среди 663 кг оборудования для служебных систем HTV-6 доставил на станцию новый блок фильтров для установки удаления углекислого газа CDRA (Carbon Dioxide Removal Assembly). Такой блок, являющийся стандартным заменяемым элементом, имеет в своем составе осушитель и сорбент, поглощающий углекислый газ из воздуха. Сейчас на станции работают две установки CDRA в модулях Destiny и Tranquility, в каждой имеется четыре блока фильтров.

На место извлеченного из отсека PLC груза планируется разместить около 2040 кг использованного и неисправного оборудования, пустой тары, ненужных на борту вещей и прочих отходов – вместе с кораблем они сгорят в атмосфере Земли в конце января 2017 г.

Наука шестого «Аиста»

Kounotori 6 доставил на станцию ряд новых установок для исследований и экспериментов. В их числе – аппаратура TPF-EE (Two-Phase Flow Experiment Equipment) для изучения термодинамических процессов в кипящем двухфазном потоке в условиях микрогравитации. В частности, будет исследоваться поведение потока «жидкость–пар» в трубах экспериментальной системы терморегулирования: появление в них пузырьков и их влияние на процесс теплопередачи.

Установка TPF включает образец охлаждающего контура с насосом, нагревателем, радиатором и трубопроводом с внутренним диаметром 4 мм. Трубопровод заполнен перфторогексаном – $CF_3(CF_2)_4CF_3$, в настоящее время часто используемым в качестве охлаждающей жидкости для систем охлаждения

электронной аппаратуры. Участок трубопровода длиной 50 мм имеет систему нагрева, обеспечивающую разогрев теплоносителя до температуры +55.7°C. В трубопровод вставлен участок длиной 368 мм с прозрачными стенками для видеорегистрации процессов.

В ходе эксперимента будет контролироваться скорость потока теплоносителя, мощность нагрева и другие эффекты в различных условиях. По расчетам разработчиков, для двухфазной системы терморегулирования потребуются радиатор меньшей – примерно на 49% – площадью, чем радиатор обычной однофазной системы с аналогичными характеристиками тепловода. Полученные в эксперименте данные будут использованы при разработке более эффективных систем терморегулирования для КА.

Постановщиком эксперимента выступил Университет Кюсю (г. Фукуока, Япония) при поддержке ряда других технических вузов Японии. Изготовила TPF-EE компания INI Aerospace Company Ltd. (г. Томиока, Япония) при поддержке Центра использования космического пространства в Космическом центре Цукуба.

Установка, имеющая габариты 500×800×650 мм и массу 140 кг, будет размещена в секции WV (Work Volume) многоцелевой научной стойки MSPR (Multipurpose Small Payload Rack) в модуле Kibo.

Корабль также привез на станцию новый дозиметр PS-TEPC (Position Sensitive Tissue Equivalent Proportional Chamber – позиционно-чувствительная тканезквивалентная пропорциональная камера). Экипаж станции перенес его в модуль Kibo, установил и подключил к бортовым системам электропитания и передачи данных. PS-TEPC будет передавать в режиме реального времени данные о характеристиках космического излучения – галактических космических лучей, солнечных частиц и протонов, захваченных радиационными поясами Земли, а также вторичных частиц (например, нейтронов) на низкой околоземной орбите. Дозиметр будет измерять величину поглощенной эквивалентной дозы для оценки радиационного риска для членов экипажа станции.

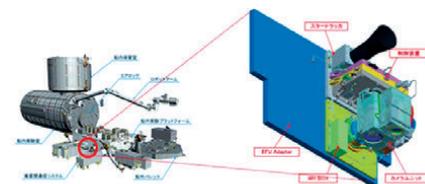
Прибор разработан и изготовлен Организацией по изучению высокоэнергетических ускорителей КЕК в Цукубе (Япония) при поддержке JAXA. Ожидается, что PS-TEPC обеспечит большую точность по сравнению с использовавшимися до сих пор на МКС дозиметрами, особенно во время солнечных вспышек.

Кораблем также доставлены образцы материалов для экспонирования в условиях открытого космоса в рамках материологического эксперимента ExHAM (Exposed Experiment Hadrail Attachment Mechanism). На сей раз образцы подготовили турецкие ученые.

8 сентября 2016 г. вице-президент JAXA Юити Ямаура (Yuichi Yamaura) и генеральный директор по авионавтике и космическим технологиям Министерства транспорта, мореходства и связи Турции доктор Джихан Канлигёз (Cihan Kanligöz) подписали соглашение о сотрудничестве в использовании модуля Kibo. Соглашение предусматривало запуск турецких КА серии UbakuSat (тип CubeSat), а также изучение влияния условий

космического пространства на различные материалы. Образцы для экспозиции подготовил Технический университет Стамбула – это конструкционные материалы, используемые для изготовления малых КА. Образцы будут размещены на выдвижном столе шлюзовой камеры японского модуля.

На HTV-6 была доставлена аппаратура HDTV-EF2 (High Definition TV Camera – Exposed Facility 2) для передачи видеозаписей Земли высокой четкости. В ее состав входят две видеокамеры, которые могут снимать видео в формате Full HD (1920×1080 пикселей) в реальном масштабе времени. Кроме того, вторая камера может записывать изображения в формате 4K на SD-карту для последующей передачи на Землю: видео с разрешением 3840×2160 пикселей и фото 4240×2832 пикселей. Камеры имеют двадцатикратный зум, обеспечивающий разрешающую способность на местности до 15 м (вторая камера).



▲ Японские камеры HDTV-EF2 и место их размещения на МКС

Имеется также возможность ночной съемки: максимальная чувствительность аппаратуры составляет ISO 102400, что достигается путем использования обычных сенсоров и электронных схем, светочувствительность которых повышается с помощью программного обеспечения. Камеры размещены на платформе с двухосным приводом и имеют возможность дистанционного наведения на запланированный объект съемки. Основной задачей для HDTV-EF2 станет наблюдение стихийных бедствий и их последствий. Они будут вынесены наружу через шлюзовую камеру модуля Kibo и установлены на его внешней платформе EF (Exposed Facility).

Микроспутники

В. Мохов, Е. Рыжков

По состоянию на конец октября 2016 г. с японского модуля Kibo стартовали в космос 147 спутников типа кубсат (CubeSat), изготовленных в Японии, США, Вьетнаме, Перу, Литве, Бразилии и других государствах.

В герметичном отсеке шестого «Аиста» на МКС был доставлен новый блок J-SSOD-2 (JEM Small Satellite Orbital Deployer) для отстрела кубсатов, рассчитанный на 12 КА размерности 1U (100×100×100 мм; 1 кг). Ранее использовались установки только на шесть КА. К 2019 г. планируется доставить на МКС систему отделения сразу на 48 кубсатов.

Kounotori 6 привез и очередную порцию кубсатов для последующего запуска с МКС:

- ◆ «одинарные» (размерности 1U) – ITF 2, Freedom, Waseda-SAT3;
- ◆ «двойные» (2U) – AOBA-Velox III, STARS C;
- ◆ «тройные» (3U) – EGG и TuPOD.

Спутник ITF-2 разработан студентами и преподавателями Университета Цукуба для связи между радиолобучателями. Миссия



кубсата – создание сети с использованием спутниковых данных; экспериментальная проверка работы антенн кубсатов и нового типа микрокомпьютера.

Freedom предоставлен компанией Nakashimada Engineering Works Ltd. для инженерных экспериментов. Его задача – эксперимент с раскладыванием в космосе тормозного паруса из тонкой пленки размером 1×1,5 м и отслеживанием процесса аэродинамического торможения с помощью установленного на спутнике GPS-трекера; будет изучена возможность использования данной технологии для борьбы с космическим мусором.

Waseda-SAT3 Университета Васэда предназначен для проверки механизма сведения кубсатов с орбиты с помощью сверхлегкого тормозного парашюта. Кроме того, он несет LCD-проектор для вывода на парус изображения. Предусмотрены эксперименты на орбите с активным тепловым контроллером и по выработке электроэнергии посредством тонкопленочных солнечных элементов.

AOBA-Velox III разработан Технологическим университетом Кюсю для демонстрации (экспериментальной проверки и оценки технических возможностей) импульсного плазменного ракетного микродвигателя PPT (Pulsed Plasma Thruster).

STARS С предоставлен Университетом Сидзуока. Его миссия – отработка технологии разведения КА, соединенных тросом. После запуска он разделится на два отдельных аппарата, соединенных 100-метровой кевларовой нитью диаметром 0,4 мм.

EGG разработан Токийским университетом. Спутник послужит для экспериментальной проверки развертывания на орбите надувных конструкций тороидальной формы (экрана диаметром 0,8 м из тончайшего (12,5 мкм) неплавкого полимерного материала Zylon); экспериментальной проверки использования глобальной навигационной системы GPS и системы спутниковой связи Iridium; эксперимента по разрушению на орбите, связанного с сопротивлением атмосферы надувных конструкций.

Итальянский спутник TuPOD через несколько дней после своего запуска со станции выпустит еще два размещенных в нем наноспутника формата TubeSat: бразильский Tancredo-1 и американский OSNSat. Бразильский спутник поставлен школой Танкредо бразильского города Убатуба при поддержке Национального института космических исследований INPE. Миссия – экспериментальная проверка и оценка технических возможностей импульсного плазменного двигателя PPT.

В стойке NanoRacks (NRCSD-10), поставленной одноименной компанией, для запуска аналогичных малых КА типа CubeSat располагались спутник TechEdSat 5 и четыре КА семейства Lemur-2 (№ 18–21).

TechEdSat 5 – проект Исследовательского центра Эймса по испытанию устройства eho-brake для пассивного торможения спутников.

Lemur-2 – очередное пополнение спутниковой группировки, принадлежащей американской компании Spire Global и используемой для мониторинга перемещения морского транспорта и сбора метеоданных.

Помимо перечисленного, на МКС вновь были доставлены экспериментальные объекты Blue Spheres, разработанные Лабораторией космических систем Массачусеттского технологического института (MIT Space Systems Laboratory), которые будут использоваться для отработки внутри станции технологии создания кластеров спутников и их точного позиционирования друг относительно друга.

Негерметичные грузы

Общая масса негерметичных грузов Кооптог 6 составила 1367 кг.

Для перевозки на кораблях HTV грузов в негерметичном отсеке ULC используется многоцелевая платформа («поддон») EP-MP (Exposed Pallet – Multi-Purpose), которая вдвигается и фиксируется в ULC. Извлечение EP-MP с научным оборудованием осуществляется с помощью манипулятора МКС Canadarm2 через люк в боковой стенке ULC. На платформе может перевозиться научная аппаратура для внешней платформы EF (Exposed Facility) модуля Kibo, неофициаль-

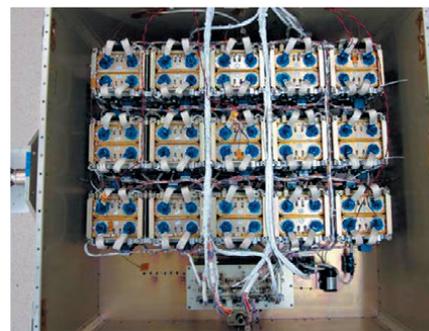
▼ Одна из шести новых батарей для МКС. Справа – «внутренности» литий-ионного аккумулятора

но именуемой «веранда» (Veranda), а также внешнее научное оборудование и блоки служебных систем для американского сегмента МКС. Главное условие – на них должен стоять пассивный интерфейс PIU (Payload Interface Unit) японского узла крепления EEU (Equipment Exchange Unit), на транспортной платформе EP-MP (на ней имеется четыре EFU) и на «веранде» EF (12 EFU).

На платформе EP-MP, размещенной в отсеке ULC корабля HTV-6, были закреплены шесть блоков литий-ионных аккумуляторов, предназначенных для системы электропитания американского сегмента станции. Аккумуляторы крепились на EP-MP с помощью переходных площадок. Каждая сборка представляет собой стандартный заменяемый блок.

Ответственной за разработку и изготовление сборок аккумуляторов была американская компания Aerojet Rocketdyne. Собственно элементы аккумуляторных батарей для сборок произвела японская фирма GS Yuasa Technology Ltd. Каждая сборка представляет собой блок типа ORU (Orbital Replacement Unit) – запчасть станции, заменяемую на орбите. Каждый из 38 элементов в составе одного блока имеет габариты 130×50×263 мм, емкость 148 А·ч, номинальное напряжение 3,8 В, массу 3530 г и рассчитан на 5000 циклов «заряд-разряд». Габариты всей новой батареи составляют 1040×940×480 мм, масса – 197 кг, гарантийный срок службы – 10 лет. Масса адаптера, обеспечивающего крепление на МКС, – 29 кг. Таким образом, масса всей сборки – 226 кг.

Одна новая литий-ионная батарея заменяет две старые никель-водородные. Масса аккумуляторной батареи старого типа составляет 165,5 кг, двух – 331 кг. Таким образом, выигрыш по массе при замене двух старых батарей на одну новую составит 105 кг! По эффективности же один литий-ионный элемент примерно в три раза лучше одного старого никель-водородного.



До сих пор в составе системы электропитания американского сегмента использовались 48 блоков никель-водородных аккумуляторов, размещенных в сборках электросилового оборудования IEA (Integrated Equipment Assemblies) на секциях S4, S6, P4 и P6 Основной фермы МКС – по 12 на каждой. Их срок эксплуатации приближается к концу. Шесть новых батарей, привезенных на HTV-6, придут на смену 12 старым на секции S4. Для демонтажа старых батарей и установки новых потребуется серия операций с помощью манипулятора Canadarm2 и два выхода в открытый космос (они намечены на январь 2017 г.). Новые батареи для секций S6, P4 и P6 привезут три следующих корабля Kounotori в 2017–2019 гг.

Шесть снятых старых батарей планируется установить на платформу EP-MP и загрузить в ULC (масса – 993 кг). Они сгорят в атмосфере Земли вместе с Kounotori 6. Еще шесть останутся пока на МКС в ожидании транспорта «на выход».

Провод против мусора и новые ФЭП

Помимо доставки научного оборудования, на борту самого Kounotori 6 будут проведены два эксперимента.

Первый называется KITE (Kounotori Integrated Tether Experiment) и имеет целью отработку электродинамической технологии борьбы с космическим мусором при низких финансовых затратах. Речь идет об изменении траектории движения с помощью проводника с электрическим током – с целью сведения искусственных космических объектов в атмосферу Земли.

Для выполнения эксперимента на внешней поверхности негерметичного грузового отсека ULC в его средней части установлен барабан с электродинамическим тросом EDT (Electrodynamical Tether) длиной около 720 м; трос изготовлен из сплетенных тонких нитей из алюминия и нержавеющей стали с покрытием из материала, обладающего хорошей электропроводностью. Отдельные нити имеют сетчатую структуру, чтобы избежать обрыва и мелкими частицами космического мусора и оптимизировать сбор электронов. По сообщениям японских СМИ, в разработке троса сотрудникам JAXA помогли производители рыболовецких сетей из префектуры Хиросима.

На конце троса закреплен металлический цилиндр массой 20 кг; он отделяется от блока с барабаном с помощью замков и пружинного толкателя, обеспечивающего скорость отхода около 1 м/с. Внутри цилиндра размещаются последние 10 метров EDT, что вместе с фрикционным тормозом на барабане позволит избежать обрыва троса в самом конце его развертывания.

Снаружи цилиндра установлены отражатели для контроля параметров разматывания EDT. С этой целью будут использоваться оптические датчики-лидары, стоящие на приборном отсеке HTV и штатно применяемые при сближении с МКС. Барабан также снабжен механизмом отделения троса (Releasing Mechanism). Для контроля процесса разматывания троса рядом с барабаном установлена оптическая система, включающая две камеры: одна – для наблюдения конечного груза на близком расстоянии сразу после отделения, другая – с широкоугольным объективом – для контроля поведения конечного груза, когда трос будет развернут на полную длину.

На нижней части отсека ULC смонтированы магнитный датчик (Magnetic Sensor) и блок систем электропитания, управления и сбора данных (Power & Data Handling Unit). На боковой конической части двигательного отсека корабля установлен датчик плазмы и тока (Plasma & Current Monitor) и эмиттер электронов FEC (Field Emission Cathode). Масса барабана, троса без конечного цилиндра, механизма развертывания и электронного оборудования около 40 кг.

Для проведения эксперимента после отделения HTV-6 от МКС в конце января 2017 г. его орбита будет снижена примерно на 20 км. Плановая длительность эксперимента KITE составляет 7 суток. В первый день от корабля отделится 20-килограммовый конечный груз и пройдет развертывание троса EDT на всю 720-метровую длину. Второй день эксперимента посвящен наблюдениям за динамикой троса и конечного груза, а также измерению электродвижущей силы без активной эмиссии электронов с КА. На третий день эксперимента планируется включить эмиттер FEC.

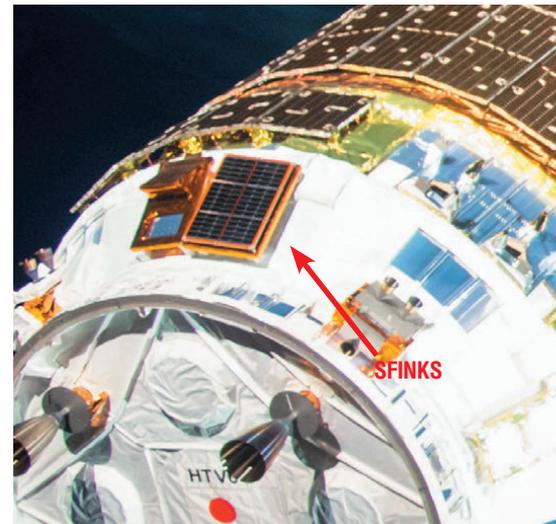
Первоначально для эмиссии будет достаточно напряжения 560 В, а к концу эксперимента из-за деградации углеродных нанотрубок катода потребуется 900 В. Когда электроны начнут выделяться из эмиттера, у корабля сформируется положительный потенциал. Электроны из околоземной плазмы начнут захватываться EDT – по тросу потечет ток. За счет пересечения тросом, по которому течет электрический ток, магнитного поля Земли возникнет электромагнитная сила Лоренца. Она создаст тягу, обеспечивающую снижение высоты орбиты КА.

Четвертый день эксперимента KITE будет посвящен измерению электрического потенциала и тока при постоянном излучении электронов с катода FEC, на пятый планируется измерения при различных режимах работы эмиттера. Максимально возможный уровень эмиссии электронов (до 10 мА) будет установлен на шестой день, чтобы провести измерения максимальной тяги, создаваемой силой Лоренца. Результирующая тяга должна достичь порядка 0.1 Н. Она будет оцениваться по изменению вибрации троса.

Седьмой день отведен на дополнительные испытания при различных режимах и сбор дополнительных данных. Затем EDT

будет отрезан от барабана с помощью механизма отделения. В итоге Kounotori 6 будет сведен с орбиты по стандартной схеме – путем включения двигательной установки.

Ожидается, что трос с цилиндром за счет аэродинамического торможения войдет в атмосферу Земли в течение 3–6 месяцев. Этот метод сведения с орбиты выгоден тем, что не требует расхода топлива, а только очень небольших затрат электроэнергии. Расчеты показали: если ставить подобные системы на пять наиболее крупных объектов, появляющихся ежегодно на низких околоземных орбитах, удастся избежать «каскадного» роста космического мусора за счет дробления.



В технологическом эксперименте SFINKS (Solar cell Film array sheet for Next generation on Kounotori Six) испытывались новые тонкопленочные фотоэлектрические преобразователи (ФЭП). Их планируется использовать в конструкции солнечных батарей следующего поколения. Эти ФЭП разработаны совместно специалистами JAXA и японской корпорации Sharp. По техническим характеристикам из них легче собирать панельные конструкции по сравнению с предыдущими моделями. Если смотреть с позиции технологических процессов, то ожидается, что на новых ФЭП можно будет сократить цикл производства с нескольких недель до нескольких дней. По расчетам, их эффективность на 32% выше, чем у используемых в настоящее время ФЭП, в том числе и в составе солнечных батарей кораблей типа HTV.

На внешней поверхности приборного отсека были установлены шесть сборок новых солнечных батарей, каждая состояла из 15 тонкопленочных ФЭП (5x3 ячеек). Масса одной сборки – 30 г. Предполагалось, что во время старта ракеты эти батареи пройдут проверку на вибрацию, а в космосе подвергнутся воздействию космических лучей и ультрафиолета.

В ходе всего полета Kounotori 6 предусматривались измерения напряжения и силы тока от сборок новых ФЭП с оценкой деградации этих преобразователей под действием факторов космического полета – ионизирующего излучения и ультрафиолетового света от Солнца.

По материалам JAXA, NASA, NanoRacks Co., GS Yuasa

▼ Эксперимент KITE



Турецкий разведчик на орбите

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

5 декабря в 10:51:44 по местному времени (13:51:44 UTC) со стартового комплекса ELV (Ensemble de Lancement Vega) Гвианского космического центра (ГКЦ) стартовые расчеты компании Arianespace осуществили пуск носителя легкого класса Vega (миссия VV08) с турецким разведывательным спутником «Гёктюрк-1» (Göktürk-1; также встречается обозначение Göktürk-1A).

Старт и выведение прошли штатно, и примерно через 57 мин КА был успешно выведен на солнечно-синхронную орбиту (ССО) с параметрами:

- наклонение – 98,12°;
- высота в перигее – 676,3 км;
- высота в апогее – 691,6 км;
- период обращения – 98,5 мин.

После выведения Göktürk-1 получил в каталоге Стратегического командования США номер **41875** и международное обозначение **2016-073A**.

Подготовка и пуск

Дата запуска спутника Göktürk-1 – 5 декабря – была объявлена еще в середине сентября, и ее удалось выдержать.

17 октября, через месяц после того, как предыдущая РН Vega ушла в космос с перуанским и американским спутниками наблюдения Земли (НК № 11, 2016), с установки 95-тонной твердотопливной первой ступени P80 на стартовой площадке началась сборка носителя для миссии VV08.

24 октября в Международном аэропорту имени Феликса Эбуэ (Félix Eboué) в Матури, во Французской Гвиане, совершил посадку транспортный самолет Ан-124 «компании Волга–Днепр» со спутником Göktürk-1 на борту. В тот же день на первую ступень «Веги» был установлен 26-тонный твердотопливный двигатель Zefiro 23 второй ступени, а 27 октября на ракету поставили третью ступень Zefiro 9. Наконец, 31 октября на старт привезли контейнер с модулем четвертой ступени AVUM. К 16 ноября сборка ракеты была закончена.

22 ноября специальный транспортер доставил на стартовый комплекс спутник, заправленный и «инкапсулированный» в головной обтекатель (ГО). Göktürk-1 подняли на верхний уровень башни обслуживания

Время от старта, мин:сек	Событие
0:00	Старт
1:54	Отделение первой ступени P80
1:55	Запуск двигателя второй ступени Zefiro-23
3:37	Отделение второй ступени
3:54	Запуск двигателя третьей ступени Zefiro-9
3:59	Отделение ГО
6:36	Отделение третьей ступени
8:21	Первое включение двигателя РД-868П модуля AVUM
14:40	Выключение двигателя модуля AVUM
54:01	Второе включение двигателя модуля AVUM
55:43	Выключение двигателя модуля AVUM
57:19	Отделение спутника Göktürk-1
1:46:10	Третье включение двигателя модуля AVUM
1:47:36	Выключение двигателя модуля AVUM
2:00:56	Завершение миссии

и 23 ноября установили на вершине РН. 25–29 ноября проводились заключительные операции по заправке ступени AVUM и подсистемы управления по крену и ориентации.

2 декабря прошел смотр стартовой готовности. Необходимости в переносе не возникло: старт состоялся 5 декабря в заданный момент. Полет носителя проходил в соответствии с циклограммой (см. таблицу).

Третья ступень, обеспечив набор скорости 7,59 км/с, упала в Северном Ледовитом океане. Установленный на блоке AVUM двигатель РД-868П тягой 250 кгс в первом импульсе обеспечил довыведение на переходную орбиту с апогеем около 680 км, а во втором – ее скругление. Спутник отделился и в расчетное время, в 15:04 UTC, вышел на связь.

Ступень AVUM была сведена с орбиты на втором витке над Индийским океаном, успев перед этим попасть в каталог Космического командования под номером 41876.

Девятый пуск «Веги» планируется на 7 марта 2017 г. в 01:49 UTC с европейский спутником Sentinel-2B.

Спутник

Göktürk-1 предназначен для получения изображения земной поверхности с очень высоким – до 0,7 м – разрешением как для гражданского, так и военного применения. Снимки со спутника будут использоваться в первую очередь для разведки, во вторую – для картографии, городского планирования, мониторинга окружающей среды (в том числе прибрежных зон), ликвидации последствий стихийных бедствий и управления ресурсами.

Это третий по счету турецкий спутник ДЗЗ. Он относится к аппаратам второго поколения. Первым его предшественником стал RASAT, запущенный 17 августа 2011 г. (НК № 10, 2011) и способный получать изображения с разрешением 7,5 м в панхроматическом диапазоне. Вторым был Göktürk-2, выведенный 18 декабря 2012 г. (НК № 2, 2013) для получения изображений с пространственным разрешением до 2,5 м.

И RASAT, и Göktürk-2 были разработаны в основном собственными силами*, в то время как Göktürk-1 создан ведущей европейской фирмой в рамках контракта с турецким правительством.

Спутник разработан и построен для турецкого Министерства национальной обороны итальянской компанией Telespazio** с

* К настоящему моменту в Турции разработан всепогодный радиолокационный КА Göktürk-3, который планируется запустить к 2019 г.

** Telespazio Spa – европейская компания, представляющая весь спектр космических услуг от проектирования и разработки космических систем до запуска КА, управления спутниками на орбите, наблюдений Земли, включая интеграцию миссий в области коммуникаций, спутниковой навигации и научных программ. Это совместное предприятие со штаб-квартирой в Риме, принадлежащее фирмам Leonardo-Finmeccanica (Италия, 67% акций) и Thales Group (Франция, 33%).





участием национальной организации Turkish Aerospace Industries (TUSAŞ) и турецкого производителя тактических военных радиоприемников и оборонной электроники Aselsan AŞ. Контракт на Göktürk-1, заключенный Управлением оборонной промышленности* в июле 2009 г., включал не только разработку и производство спутника и развертывание наземного сегмента с одной стационарной и одной мобильной станцией приема данных, но и строительство на территории Турции полноценного Центра сборки, интеграции и испытаний спутников АИТС** (Assembly Integration and Test Center). Контракт также предусматривал возможность изготовления и выведения на орбиту второго аналогичного спутника – в случае если заказчику «будут необходимы дополнительные возможности» или запуск первого аппарата окончится неудачей.

Реально Göktürk-1 стал плодом совместных работ итальянских, французских и турецких организаций. Telespazio отвечала за проект в целом, за строительство и оснащение наземного сегмента, запуск и ввод КА в строй. Изготовление спутника вел концерн Thales Alenia Space на заводе в Канне (Франция) совместно с турецкими

партнерами – Научно-техническим исследовательским советом Турции TÜBİTAK, его Национальным исследовательским институтом электроники и криптографии UEKAE, корпорациями TUSAŞ, Aselsan AŞ, Roketsan AŞ и TR Tescnoloji. Стоимость миссии оценивается в 261,5 млн €.

Göktürk-1 должен поставлять Вооруженным силам (ВС) Турции более 60 000 снимков поверхности Земли высокого разрешения в год. Турецкие СМИ сообщали, что новый КА будет использоваться в интересах ВС в борьбе с терроризмом на юго-востоке страны, в ходе военной операции на севере Сирии, а также станет применяться и в гражданских целях, в частности в контроле над незаконным строительством, в лесном хозяйстве, при прогнозировании урожая и определении ущерба, вызванного стихийными бедствиями.

Название Göktürk дано по имени древнего тюркского племени во главе с родом Ашина. Буквальный его перевод – «синие турки», другие известные варианты – небесные турки, тюркюты, туцзюэ.

Göktürk-1 построен на базе космической платформы Proteus и имеет стартовую массу

около 1060 кг (сухая – примерно 1000 кг)*** при габаритах 4.2×2.5×1.6 м. Многоцелевая маштабируемая платформа Proteus, разработанная французским Национальным центром космических исследований CNES и концерном Thales Alenia Space, выполнена по модульному принципу, что позволяет изготавливать и испытывать отдельно платформу и полезную нагрузку и состыковывать их лишь в конце фазы сборки спутника. Модуль полезной нагрузки пристыковывается и фиксируется четырьмя болтами.

Платформа Proteus применяется для низкоорбитальных КА с легкими полезными нагрузками массой от 300 до 1000 кг. Первый полет платформа Proteus совершила на спутнике Jason-1 для измерения уровня океанов, стартовавшем 7 декабря 2001 г., а затем была использована еще в шести миссиях. Göktürk-1 на сегодня является самым тяжелым КА на этой платформе.

Модуль служебных систем выполнен в форме куба с ребром 1 м. К алюминиевому каркасу крепятся сотовые панели, обеспечивающие возможность установки различных подсистем. Для теплоотвода используются пассивные радиаторы, а для защиты компонентов от низких температур – нагреватели.

Система электропитания представлена двумя откидными солнечными батареями (СБ), жестко фиксируемыми со стороны земной грани корпуса. Каждая состоит из трех секций арсенид-галлиевых фотопреобразователей. Блок управления питанием PCU обеспечивает заряд литий-ионной аккумуляторной батареи и формирует нерегулируемую шину питания напряжением от 23 до 37 В. Два идентичных интерфейса питания уходят в блок обработки данных DHU, который осуществляет среди прочего и распределение электроэнергии.

Система определения ориентации и управления пространственным положением ADCS отвечает за формирование трехосной ориентации спутника. При первоначальной стабилизации спутника она использует три точных двухосевых гиromетра и снижает угловые скорости КА до уровня, при котором пара звездных датчиков сможет получить и опознать снимки звездного неба. Частью системы определения положения в пространстве являются также восемь грубых датчиков Солнца и два трехосных магнитометра, которые «вступают в игру» при нахождении КА в «безопасном» (защитном) режиме работы и при использовании магнитных исполнительных устройств.

В качестве основных приводов системы ориентации служат маховики, приводимые в движение бесщеточными двигателями постоянного тока. Через регуляры промежуточные маховики должны сбрасывать накопленный момент, и в период разгрузки КА для стабилизации использу-

* Savunma Sanayii Müsteşarlığı, unu Undersecretariat for Defence Industries.

** Объект был официально открыт в мае 2015 г.; содержит «чистые помещения» площадью 2500 м², тепловакуумную камеру размером 3×3×6 м, способную вместить спутник связи массой до 5000 кг, а также компактный безэховый полигон для испытания антенн.

*** Опубликована также полная масса полезного груза PH Vega – 1140 кг.



ется вторичный механизм – три магнитные катушки с задублированными обмотками, создающие угловой момент при пропускании тока через катушки в присутствии магнитного поля Земли. Магнитные катушки используются также для управления ориентацией КА в безопасном режиме. Режим их работы выбирается на основании показаний трехосного магнитометра. В целом спутниковая платформа Proteus имеет точность наведения лучше 0.05° .

Блок обработки данных DHU включает бортовой компьютер с летным программным обеспечением, который управляет всеми функциями платформы и обрабатывает данные, приходящие от полезной нагрузки спутника. Он также отвечает за обнаружение отказов и восстановление, распределение электроэнергии и выполнение команд системами КА. Блок обработки данных использует процессор MA 31750 и интерфейс MIL-STD-1553 (соответствует ГОСТ Р 52070–2003) для передачи команд. Платформа спутника может поддерживать внутренние скорости передачи данных до 10 Мбит/с.

Однокомпонентная двигательная установка построена вокруг центрального бака гидразина – его объем может варьироваться в зависимости от требований миссии. Бак питает блок из четырех микродвигателей тягой по 1 Н (примерно 0.1 кгс), каждый со своим собственным набором клапанов. Тяга создается при пропускании жидкого гидразина через патрон – подогреваемый пакет с металлическим катализатором, в котором рабочее тело разлагается, газифицируется и истекает через сверхзвуковое сопло. Микродвигатели установлены на плоскости +X спутника и используются для коррекций орбиты.

Система связи спутника включает резервированный комплект приемопередатчиков S-диапазона, взаимодействующих с парой рупорных облучателей, с возможностью перекрестного подключения антенн и трансиверов. Данные для передачи формирует центральный процессор блока DHU. Эта система использует QPSK-модуляцию и достигает скорости передачи данных 838 кбит/с по нисходящей и 4 кбит/с по восходящей линии связи.

Спутник несет мощную оптико-электронную полезную нагрузку для получения снимков, их обработки, сжатия и передачи на Землю в X-диапазоне, аналогичную используемой на французских спутниках наблюдения Земли Pleiades-1, запущенных в 2011 и 2012 гг.

Камера высокого разрешения HRI (High Resolution Imager) получает панхроматические изображения с разрешением 0.7 м и мультиспектральные изображения с разрешением 2.8 м с высокой точностью географической привязки. Как и в большинстве современных оптико-электронных систем, изображение формируется на линейном приемнике за счет орбитального движения спутника.

Оптическая часть представляет собой телескоп с большим полем зрения, выполненный по схеме Корша (трехзеркальный анастигмат) с четвертым дополнительным плоским зеркалом, делающим его более ком-

пактным. Фокусное расстояние оптики составляет 12.9 м при апертуре 0.65 м. Конструкция фокальной плоскости включает главное, третичное и плоское зеркала (M1, M3 и MR), в то время как вторичное зеркало M2 удерживается на месте с помощью силового цилиндра. Зеркала телескопа и многие элементы конструкции изготовлены из карбида кремния, который выбран из-за способности держать форму и превосходной термической стабильности.

Труба оптической системы имеет внешнюю крышку для защиты от внешних объектов, а внутренний затвор защищает третичное зеркало и блок приемников от засветки Солнцем во время нерабочих фаз миссии. На механической конструкции HRI смонтированы оптические головки звездных датчиков и блоки гироскопов – они улучшают точность наведения камеры и геопривязки изображений.

Приемник в фокальной плоскости состоит из двух симметричных сборок для получения панхроматического (480–820 нм) и мультиспектрального изображения. Для выбора длин волн мультиспектральной сборки используются двухслойные спектральные фильтры, в которых поглощающий материал, осажденный на стеклянную подложку, ограничивает полосу пропускания сверху и снизу. Четыре комплекта фильтров задают полосы 450–530, 510–590, 620–700 мкм видимого диапазона и 775–915 мкм в ближней инфракрасной области.

Сборка панхроматического канала включает пять матриц с накоплением заряда длиной по 6000 элементов, а мультиспектральная – пять 1500-пиксельных матриц. Размеры элементов составляют 13 и 52 мкм, так что две сборки имеют одинаковую физическую длину. С учетом высоты рабочей орбиты (684 км) и фокусного расстояния камеры теоретическое пространственное

разрешение определяется в 0.69 и 2.76 м соответственно. Полосу захвата задает длина линейки – она близка к 20 км в надире.

Спутник способен получать изображения при отклонении от надира на угол 30° в каждую сторону, что позволяет, в частности, снимать любой объект на территории Турции не реже чем раз в двое суток и в любой части мира раз в трое суток. Точность геопривязки изображений, как ожидается, составит 1 м при использовании опорных точек и 10 м без них.

Инструмент HRI поставляется с интегрированным набором электроники для обработки видеоданных от детекторов, их сжатия, шифрования и сброса на Землю через высокоскоростной терминал X-диапазона. Блок сжатия данных работает со стандартным коэффициентом сжатия 4.8. Его выходная информация поступает в твердотельный накопитель и хранится там до сеанса с наземной приемной станцией. После шифрования в специальном блоке электроники данные сбрасываются по трем каналам с пропускной способностью 155 Мбит/с



▼ Камера HRI



(суммарно 465 Мбит/с). Терминал X-диапазона использует твердотельные усилители мощности и всенаправленную антенну с шириной диаграммы 64°, установленную в двухосном карданном подвесе для наведения на наземную станцию и увеличения пропускной способности.

Наземная инфраструктура управления и обработки данных включает основную станцию в Анкаре, и мобильный комплекс, поставленный по субподряду американской ViaSat Inc.

Заявленный расчетный срок активного существования КА – семь лет и три месяца.

Göktürk-1 выведен на такую же начальную орбиту, как и Göktürk-2 в декабре 2012 г. – солнечно-синхронную с прохождением нисходящего узла в 22:30 по местному времени. Логика ее выбора совершенно прозрачна: при утреннем проходе в направлении с юга на север КА имеет возможность отснять территории к югу от Турции и медленно доставить информацию заказчику. В отличие от своего предшественника, который неуправляемо снижался в течение четырех месяцев после запуска, Göktürk-1 в первые же недели полета провел серию маневров и с 19 января находится на рабочей орбите с условной средней высотой 684,0 км.

Поведение Göktürk-2 также представляет интерес. Вплоть до июня 2016 г. он

оставался в пределах от 680 до 674 км по высоте, но не поддерживал ее, а сочетал естественное снижение с редкими небольшими маневрами в направлении вниз. Однако в период со 2 по 15 июня он провел первое значительное снижение орбиты (с 674,6 до 664,4 км), а с 12 по 15 декабря – второе, до отметки 652,8 км. Разрешение от этого улучшилось не сильно, так что маневры, вероятно, проведены с целью оптимизации межвиткового расстояния и покрытия интересующих Турцию районов.

Оценка проекта

Запуск КА детальной разведки позволит турецким военным получить в свое распоряжение мощный инструмент для повышения оперативной и стратегической осведомленности. Важность его подчеркивалась тем обстоятельством, что за трансляцией старта в режиме видеоконференции наблюдал лично президент Реджеп Тайип Эрдоган. «Этот спутник очень важен для наших Вооруженных сил, – заявил он. – На сегодня это наиболее технологически развитый спутник. В добрый путь!»

Турецкий лидер также отметил, что вклад отечественных производителей в этот аппарат составил около 20%, и добавил: «Отныне необходимое условие состоит в том, чтобы разрабатывать и производить спутники полностью самостоятельно».

«Программа Göktürk-1 – очень важная веха для турецкой «дорожной карты» в области космонавтики и спутников, – полагает Исмаил Демир (İsmail Demir), глава Управления оборонной промышленности. – До сих пор в космосе отлично работают спутники RASAT и Göktürk 2, изготовленные у нас в стране. Опираясь на это наследие в сочетании с опытом, накопленным при выполнении программы Göktürk-1, Турция намерена производить новые спутники наблюдения Земли и связи самостоятельно на базе самого современного Центра по сборке и испытаниям космических аппаратов АИТС в Анкаре».

Идея обзавестись космическим разведчиком высокого разрешения появилась у Турции не менее 10 лет назад. Уже в декабре 2008 г. Министерство обороны выбрало в качестве подрядчика команду во главе с Telespazio. Контракт на 250 млн евро был подписан в Анкаре 13 июля 2009 г. Официальным началом работ стало 7 сентября 2010 г., и тогда старт планировался на 2013 г.

Это был первый контракт на поставку европейского КА субметрового разрешения заказчику, и его реализация не была гладкой. В частности, Израиль, проигравший конкурс на турецкий КА, опасался, что полученные с его помощью снимки высокого разрешения могут попасть в чужие руки. Под тем предлогом, что он является поставщиком некоторых компонентов камеры для Thales, Израиль потребовал, чтобы спутник имел встроенные ограничения для предотвращения съемки израильской территории. Узнав об этом, Турция потребовала, чтобы Göktürk-1А был способен работать без географических ограничений. Француз-



ский производитель согласился с израильской позицией, но после того, как турецкая сторона приостановила платежи, уступил. Этот конфликт обошелся проекту в год задержки.

Позднее турецкая сторона стала требовать, чтобы спутник был запущен носителем с устоявшейся репутацией от надежного провайдера, а французы настаивали на дешевом варианте с новой ракетой Vega. (Их можно понять – контракт был заключен на фиксированную сумму и не предусматривал компенсаций за затягивание сроков.) В итоге контракт между Telespazio и Arianespace на запуск спутника на борту PH Vega был заключен лишь 18 июня 2013 г., и теперь уже вывести аппарат на орбиту планировалось в 2015 г.

Последний серьезный кризис разразился в конце 2014 г. из-за споров о готовности центра АИТС в Анкаре, который построила и оснастила Thales Alenia Space. Уже изготовленный спутник хранился в Канне в течение нескольких месяцев, и лишь 7 мая 2015 г. турецкая сторона дала согласие принять Göktürk-1 в этом центре. Там аппарат прошел цикл вибрационных, акустических и термовакуумных испытаний.

«Конечно, мы не довольны задержками, – сетовал Джелал Сами Тюфекчи (Celal Sami Tüfekçi), глава космического ведомства в Управлении оборонной промышленности Турции. – Было много вопросов, касающихся экспортных лицензий. Некоторых проблем можно было избежать, поскольку всё было определено первоначальным договором».



Индийский спутник съемки природных ресурсов

А. Кучейко специально
для «Новостей космонавтики»

7 декабря в 10:25 IST (04:55 UTC) с первого стартового комплекса Космического центра имени Сатиша Дхавана на о-ве Шрихарикота (штат Андхра-Прадеш) стартовыми командами Индийской организации космических исследований ISRO осуществлен запуск ракеты-носителя PSLV-C36 в конфигурации XL с индийским многоцелевым спутником съемки Земли Resourcesat-2A.

Предстартовый отсчет продолжительностью 36 часов прошел штатно. Новая автоматизированная система заправки и дренажа баков четвертой ступени PH с дистанционным контролем позволила сократить его продолжительность на 12 часов.

Отделение под видеоконтролем

Первоначально запуск C36 планировался как групповой с выводом малых попутных ПН, однако из-за высокой рабочей орбиты основного КА программа полета была изменена, попутные аппараты перенесены на запуск в 2017 г. Вместо них на адаптере были

установлены дополнительные датчики системы навигации и управления PH MiniAINS (Miniature Advanced Inertial Navigation System), новый индийский процессор Vikram, литий-ионные батареи и др. Общая масса полезной нагрузки составила 1235 кг. Новая авионика собственного производства предназначена для замены зарубежных компонентов, ранее закупавшихся за рубежом (в Индии процессы внедрения аппаратуры собственной разработки получили наименование «индигенизация»).

На ракете были установлены пять камер для видеоконтроля основных событий. Факты отделения КА и раскрытия солнечных панелей впервые в индийской практике были подтверждены данными видеоконтроля.

Запуск C36 осуществлен по трассе в юго-восточном направлении с последующим маневром на юго-западное направление для исключения падения фрагментов PH на Шри-Ланку. Применялась схема прямого выведения, традиционная для индийских запусков на полярные орбиты. Отсечка двигателей четвертой ступени произошла на высоте 827 км на отметке T+17:05.

Аппарат Resourcesat-2A (получил в каталоге Стратегического командования США номер 41877 и международное обозначение 2016-074A) отделился от четвертой ступени через 17 мин 52 сек после старта на орбите со следующими параметрами:

- наклонение – 98,73°;
- высота в перигее – 821,4 км;
- высота в апогее – 829,1 км;
- период обращения – 101,41 мин.

Командно-измерительный комплекс ISTRAC организации ISRO принял управление спутником. Уже 15 декабря национальный центр ДЗЗ NRSC в Шаднагар (Хайдерабад) получил первые изображения наземных объектов, сделанные с помощью трех бортовых оптоэлектронных систем (ОЭС). Ввод спутника в оперативную эксплуатацию запланирован на март 2017 г.

Запуск C36 стал 38-м стартом четырехступенчатой ракеты PSLV. В 15-й раз использовалась самая мощная версия XL высотой 44,4 м со стартовой массой 321 т, оснащенная шестью твердотопливными стартовыми ускорителями.

По итогам 2016 г. организация ISRO установила очередной рекорд: впервые были успешно запущены семь PH, в том числе шесть PSLV и одна GSLV (для сравнения: в 2014 г. было четыре старта PH всех типов, в 2015 г. – пять). Усилия индийского космического ведомства в области пусковых услуг направлены на обеспечение запуска тяжелых КА на геостационарные орбиты (и отказ от использования зарубежных носителей в этих целях), а также на увеличение индийской доли на мировом рынке пусковых услуг. С учетом запуска C36 PH семейства PSLV вывели на орбиту в 37 успешных стартах 122 КА, в том числе 43 индийских и 79 зарубежных.



ЗАПУСК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Ракета PSLV-C36 стала первым носителем из 15 заказанных (пуски C36–C50) в рамках утвержденной правительством четырехлетней программы на 2017–2020 гг. общей стоимостью 30,9 млрд рупий (453 млн \$). В последующие четыре года Индия будет запускать на полярные орбиты в среднем по три-четыре PH PSLV со спутниками для съемки Земли и научных исследований по национальной программе и в рамках коммерческих контрактов.

Таким образом, средняя расчетная себестоимость PH составляет около 30 млн \$. Коммерческая стоимость PH в осуществленных пусках составила от 17 до 28 млн евро в зависимости от конфигурации.

Очередной многоцелевой аппарат серии Resourcesat

Новый КА стал третьим в серии однотипных Resourcesat-1 (IRS-P6; НК № 12, 2003) и Resourcesat-2 (НК № 6, 2011), стартовавших в 2003 и 2011 гг. Спутник продолжит программу космического мониторинга природных ресурсов Индии с помощью трех оптоэлектронных систем разного разрешения и с различной полосой захвата. Сканеры обеспечивают мультимасштабную съемку Земли для решения широкого круга прикладных задач в сельском и лесном секторах экономики, для контроля землепользования, водных ресурсов и береговых зон, территориального планирования, картографии, смягчения последствий природных бедствий и техногенных катастроф.

Ранее концепция индийского многокамерного спутника была успешно реализована на аппаратах IRS-1C/1D, изготовленных на основе опыта и технологий французской программы SPOT и запущенных в 1995 и 1997 годах. Аналогичный многосенсорный



Характеристики оптико-электронных систем КА Resourcesat-2A			
Параметры	Оптико-электронные системы		
	LISS-4	LISS-3	AWiFS
Пространственное разрешение, м	5.8	23.5	56 (в надира); 70 (на краю кадра)
Ширина полосы захвата, км	70 (PAN или MX)	141	740
Число и длина матриц ПЗС	1 x 12 288 (PAN) 3 x 12 288 (MX)	4 x 6000	4 x 6000 (2 модуля)
Спектральные каналы, мкм	B2 0.52–0.59 B3 0.62–0.68 B4 0.77–0.86	B2 0.52–0.59 B3 0.62–0.68 B4 0.77–0.86 B5 1.55–1.70	B2 0.52–0.59 B3 0.62–0.68 B4 0.77–0.86 B5 1.55–1.70
Радиометрическое разрешение, бит	10	10	12 (B2–B4) 14 B5
Соотношение сигнал/шум	128	128	512
Период повторной съемки, сут	5	24	5

подход применяется на спутниках китайско-бразильской программы CBERS с 1999 г.

Изготовление КА Resourcesat-2A началось в 2013–2014 финансовом году. Бюджетная цена программы составила 2 млрд рупий (около 30 млн \$), что примерно соответствует стоимости предшественника – Resourcesat-2 – 31 млн \$.

Все спутники серии Resourcesat разрабатываются в Центре прикладных космических технологий ISAC (Бангалор) на базе среднеразмерной платформы IRS-1 габаритами 2.0x2.1 м с трехосной ориентацией, которая состоит из модуля полезной нагрузки и основной платформы служебных подсистем. Модуль полезной нагрузки включает неподвижную панель и поворотную платформу, позволяющую отклонять линию визирования ОЭС в пределах $\pm 26^\circ$ от надира. Электропитание обеспечивают две панели солнечных батарей общей мощностью 1700 Вт, а также две сборки никель-кадмиевых аккумуляторных батарей емкостью 24 А·ч.

Расчетный срок активной эксплуатации равен 5 годам с возможностью продления до 7–10 лет (реальный срок эксплуатации аппаратов IRS-1C, -1D и -P6 составил 11–13 лет).

В состав ПН всех трех серийных КА входят три ОЭС: высокого пространственного разрешения LISS-4, среднего разрешения LISS-3 и широкоугольная камера AWiFS низкого разрешения.

Трехзеркальная ОЭС высокого разрешения LISS-4 (Linear Imaging Self-Scanning Sensor) обеспечивает съемку с пространственным разрешением 5.8 м в полосе шириной 70 км в панхроматическом режиме (PAN) или в трех спектральных каналах видимого и ближнего ИК диапазона (режим MX). Поворотный механизм LISS-4 позволяет отклонять оптическую ось камеры в пределах $\pm 26^\circ$ от надира перпендикулярно плоскости орбиты, благодаря чему полоса обзора увеличивается до 796 км, а период повторной съемки сокращается до 5 суток. В фокальной плоскости LISS-4 установлены четыре сборки линейных ПЗС-структур длиной 12 288 элементов.

Мультиспектральная ОЭС среднего разрешения LISS-3 обеспечивает съемку в четырех спектральных каналах видимого диапазона, а также в ближнем и коротковолновом участках инфракрасного (ИК) спектра с пространственным разрешением 23.5 м в полосе шириной 141 км. Оптическая ось не отклоняется; период повторной съемки в экваториальных зонах составляет 24 суток (34.1 виток).

Широкоугольный сканер AWiFS (Advanced Wide Field Scanner) состоит из двух модулей, оси которых отклонены на 12° от надира. Ширина полосы захвата каждого модуля – 370 км, результирующая ширина полосы прибора – 740 км. Сканер обеспечивает съемку в четырех спектральных каналах с пространственным разрешением 56–70 м с периодом повторения 5 суток.

Бортовые системы нового спутника усовершенствованы на основе опыта эксплуатации КА Resourcesat-2. Более эффективные солнечные панели позволяют увеличить вырабатываемую мощность с 1250 до 1700 Вт в конце срока эксплуатации. У сканера AWiFS радиометрическое разрешение в спектральном канале B5 в коротковолновой части ИК-диапазона увеличено с 12 до 14 бит. Дополнительно установлен твердотельный ретранслятор сигналов РЛС в С-диапазоне частот для калибровки полигонных радаров организации ISRO.

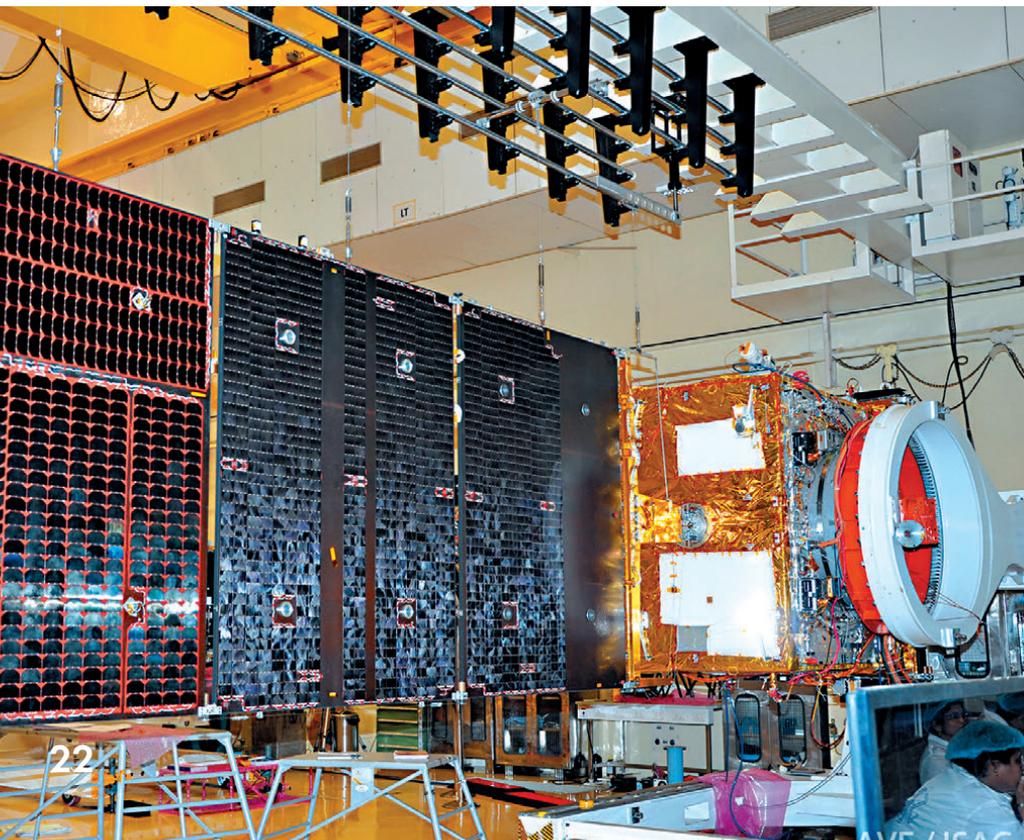


Бортовой радиокomплекс передачи изображений обеспечит приемственность в работе существующей наземной сети приемных станций, расположенных в Индии и в других странах мира. Изображения в цифровом виде передаются по радиоканалам на частотах 8125 МГц (данные LISS-4) и 8300 МГц (LISS-3 и AWiFS) со скоростью 105 Мбит/с в каждом канале. Для глобальной съемки объектов используются два твердотельных запоминающих устройства емкостью по 200 Гбит.

Вопросы продовольственного обеспечения и развития аграрного сектора экономики являются жизненно важными для Индии – второй по численности населения стране на планете. В этой связи КА серии Resourcesat нацелены, прежде всего, на решение прикладных задач сельского хозяйства Индии. Во всех трех ОЭС спутника применяются три спектральных канала B2–B4, соответствующие зеленому, красному и ближнему инфракрасному диапазонам электромагнитного спектра. Наличие каналов красного цвета и ближнего ИК позволяет рассчитывать значения вегетационных индексов, применяемых в агросекторе для оценки состояния растительности и прогнозирования урожайности полей.

Среди других задач – оценка площади посевов, идентификация посевных культур, информационное обеспечение высокоточного земледелия, контроль водных ресурсов и землепользования, планирование развития территорий и др. В ОЭС LISS-3 и AWiFS, кроме трех перечисленных спектральных каналов, введен четвертый канал B5 (коротковолновой ИК), который применяется для оценки увлажненности почвы, размеров площадей, пострадавших от природных пожаров, и в геологических исследованиях.

Прием и обработку информации КА Resourcesat осуществляет Национальный центр ДЗЗ (National Remote Sensing Centre – NRSC) в Хайдерабаде; информационные продукты доступны через национальный геопортал Бхуван (Bhuvan). В Центре собран обширный архив изображений IRS-P6 с 2003 г. и Resourcesat-2 с 2011 г., что позволяет прогно-



зирать урожайность на основе обработки временных рядов космических изображений.

Несмотря на то, что каждый спутник серии Resourcesat должен был сменить предшественника на орбите, все КА продолжают работать в пределах остаточного ресурса: IRS-P6 трудится уже третий пятилетний срок активного существования (САС), а Resourcesat-2 успешно отработал первые пять лет.

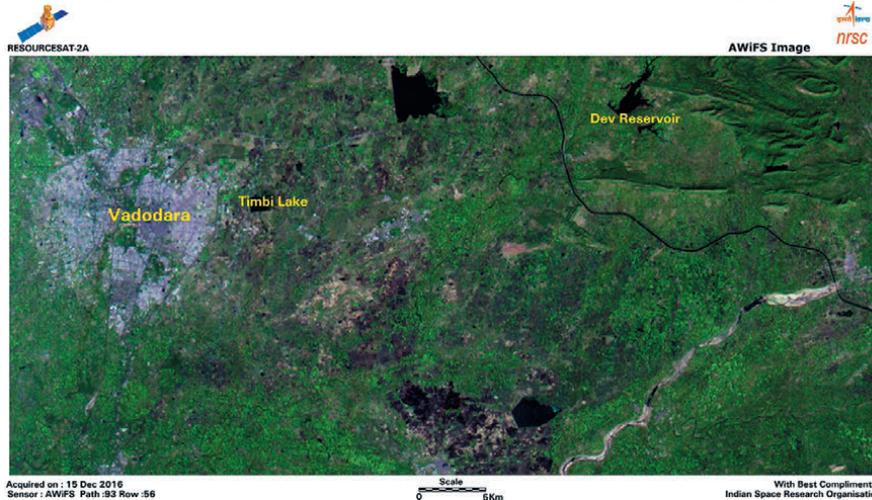
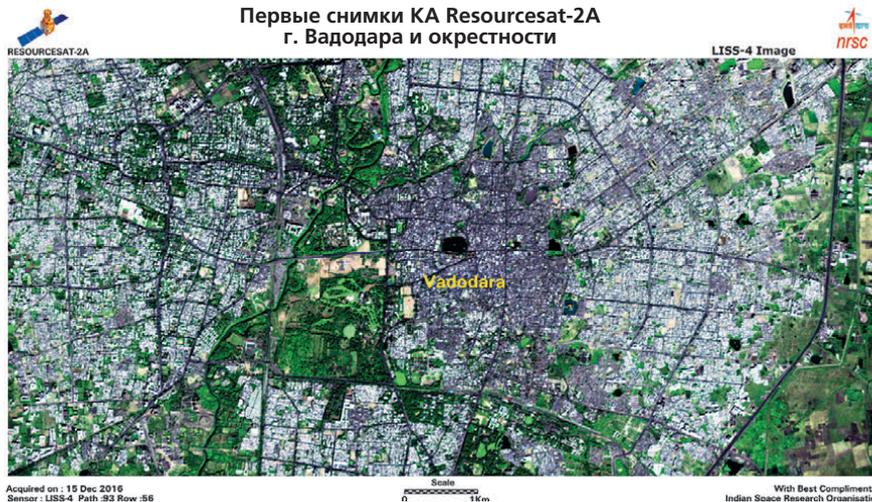
Новый спутник выведен в ту же плоскость, что и Resourcesat-2, с пересечением экватора в нисходящем узле в 11:31 местного времени. К 8 января после проведенных маневров он уравнил свою высоту с напарником и занял место в 180° от него по фазовому углу. Таким образом, после завершения орбитальных испытаний на утренней солнечно-синхронной орбите высотой 820 км будет работать двухспутниковая система.

В результате успешного запуска Индия расширила состав национальной группировки ДЗЗ до 13 спутников съемки Земли на низких круговых орбитах (без учета КА SARAL с альтиметром). Кроме того, три метеоспутника Insat-3D, -3DR и -3A обеспечивают непрерывную метеосъемку Индии с геостационарной орбиты.

Индийская космическая группировка выглядит сбалансированной и охватывает все основные направления ДЗЗ:

- ◆ три многоцелевых КА мониторинга природных ресурсов – IRS-P6, Resourcesat-2, Resourcesat-2A;
- ◆ спутник картографической съемки Cartosat IRS-P5;
- ◆ четыре КА высокдетальной съемки двойного назначения – Cartosat-2, -2A, -2B и -2C;
- ◆ два многоцелевых КА всепогодной радиолокационной съемки – Risat-1 и -2;
- ◆ два океанографических КА – Oceansat-2 и ScatSat;
- ◆ спутник изучения атмосферы и тропических циклонов Megha-Tropiques.

Первые снимки КА Resourcesat-2A г. Вададара и окрестности



Организация ISRO финансирует разработку двух следующих КА – Resourcesat-3S и -3SA для запуска в 2020 и 2021 гг. На них планируется установить стереосистему с пространственным разрешением 1.25–2.5 м, датчик ALISS-3 разрешением 10–20 м с расширенной до 925 км полосой съемки в пяти

каналах В1–В5 с атмосферным корректором, а также гиперспектральные камеры HyS-VNIR и HyS-SWIR с разрешением до 30 м.

В 2017 г. в Индии запланировано семь космических пусков с использованием четырех носителей PSLV, двух GSLV и новой ракеты LMV3.

предприятия ракетно-космической отрасли

оборонно-промышленный комплекс

работа со страховыми проектами любой сложности



Малакут Созвездие
СТРАХОВОЙ БРОКЕР

(495) 933 13 73

www.malakut-constellation.ru

СТРАХОВОЙ БРОКЕР КОСМИЧЕСКИХ МАСШТАБОВ

Восьмой WGS на орбите

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»



7 декабря в 118:53:00 EST (23:53:00 UTC) со стартового комплекса SLC-37В станции ВВС «Мыс Канаверал» пусковые расчеты компании United Launch Alliance (ULA) при поддержке 45-го космического крыла ВВС США осуществили успешный пуск PH Delta IV Medium+(5,4) с усовершенствованным военным телекоммуникационным спутником WGS-8.

Запуск прошел штатно – и спутник был выведен на геопереходную орбиту суперсинхронного типа с параметрами, близкими к расчетным (в скобках):

- наклонение – 27.01° (27°);
- высота в перигее – 435 км (435);
- высота в апогее – 44337 км (44378);
- период обращения – 809 мин.

В каталоге Стратегического командования США аппарату были присвоены наименование USA-272, номер 41879 и международное обозначение 2016-075A.

Подготовка и пуск

Спутник WGS-8 доставили на космодром вечером 12 октября 2016 г. на военно-транспортном самолете С-17 – он приземлился в региональном аэропорту в Тайтсвилле. В тот же день, но утром, в Порт-Канаверал пришло судно Delta Mariner с двумя ракетами, одна из которых как раз и предназначалась для WGS-8.

Как и в пяти предыдущих случаях, для запуска использовалась самая мощная «одноблочная» модификация носителя семейства – Delta IV M+(5,4) с четырьмя стартовыми твердотопливными ускорителями (СТУ), пятиметровой второй ступенью и усовершенствованным двигателем RS-68A на первой ступени. С таким двигателем ракета Delta IV M+(5,4) летела второй раз; первый полет с ним состоялся 24 июля 2015 г. при

выведении спутника WGS-7 (HK № 9, 2015, с.32-33). Все логично: оба спутника, как и два следующих, построены по усовершенствованному проекту WGS Block II Follow-On.

Пуск был назначен на 7 декабря, и эту дату удалось выдержать в точности. Окончательный набор готовностей начался за семь часов до открытия стартового окна продолжительностью 49 минут – с 18:53 до 19:02 EST. Обратный отсчет запущился в Т-4 час 15 мин. Ракету заправили 230 т криогенного топлива – жидкого кислорода с температурой -183°С и жидкого водорода с температурой -253°С. По окончании заправки в бортовые компьютеры было загружено полетное задание, а спутник WGS-8 перешел на бортовое электропитание.

Все посты сообщили о готовности, и с отметки Т-4 мин начался последний этап отсчета. За эти четыре минуты были надуты баки, и в это же время носитель перешел на автономное электропитание. Двигатель первой ступени включился в Т-5 сек, после чего зрители, как обычно, наблюдали «файрбол»: сферическое облако светящегося газа, окутавшее нижнюю часть первой ступени. С включением четырех СТУ Delta IV покинула стартовую площадку ровно в 23:53:00 UTC, развивая общую тягу 657 тс. Ракета летела вертикально всего семь секунд, затем начала отработку программ крена и тангажа, чтобы лечь на азимут 93.5°.

Скорость звука набрали чуть более чем за тридцать секунд полета, а в Т+46 сек миновали зону максимального скоростного напора. Четыре 15-метровых СТУ выработали топливо к Т+93 сек и с задержкой на 9 секунд отделились от центрального блока.

В Т+194 сек был сброшен головной обтекатель, и вскоре после этого первая ступень начала плавно дросселировать двигатель RS-68A для ограничения перегрузки. Коман-

да на отключение маршевого двигателя BECO (Booster Engine Cut-Off) прошла на 234-й секунде, и еще через шесть секунд отделился блок CBC (Common Booster Core) первой ступени. Вторая ступень развернула сопловой насадок двигателя RL10B-2 и в Т+255 сек запустила его.

Первый импульс продолжался 15 мин 37 сек и закончился к югу от Кабо-Верде выведением на орбиту наклонением 27.6° и высотой 185×6079 км. Пассивный участок полета длился около 9.5 минут. RL10B-2 возобновил работу в Т+29 мин 27 сек над берегом Африки; отработав 187 секунд, он вывел ступень со спутником на геопереходную орбиту. Еще через девять минут (на 42-й минуте после старта) WGS-8 ушел в автономное плавание. Бортовая навигационная система второй ступени показала, что КА прибыл на орбиту с параметрами, очень близкими к прогнозируемым.

Использование более мощного двигателя RS-68A на первой ступени и определенные меры по экономии топлива позволили сохранить достаточно компонентов, чтобы выполнить маневр схода второй ступени с орбиты – она не стала космическим мусором. Зато WGS-8 был намеренно выведен на более низкую орбиту по сравнению с предыдущими аппаратами этого типа: все они, включая и однотипный WGS-7, выходили на более выраженные суперсинхронные орбиты с высотой апогея 66 900 км и с более низким наклонением – 24°.

Этот запуск стал 376-й миссией носителя серии Delta за период с 1960 г., 34-м полетом ракеты Delta IV и 11-й миссией компании ULA в 2016 г.

6 января спутник был найден независимыми наблюдателями на синхронной, но еще не круговой орбите над точкой 122° в. д. После того, как ее эксцентриситет будет сведен к нулю, и после необходимых испытаний КА займет свое место в системе WGS, в которой уже работают семь спутников (см. таблицу).

КА	Тип	Дата старта	Носитель	Точка стояния
WGS-1	Block I	11.10.2007	Atlas V 421	179.8° в.д.
WGS-2	Block I	05.04.2009	Atlas V 421	60.2° з.д.
WGS-3	Block I	06.12.2009	Delta IVM+(5,4)	12.0° з.д.
WGS-4	Block II	20.01.2012	Delta IVM+(5,4)	88.5° в.д.
WGS-5	Block II	25.05.2013	Delta IVM+(5,4)	52.5° з.д.
WGS-6	Block II	08.08.2013	Delta IVM+(5,4)	135.2° з.д.
WGS-7	Block II Follow-On	24.07.2015	Delta IVM+(5,4) Upg.	175.0° в.д.
WGS-8	Block II Follow-On	07.12.2016	Delta IVM+(5,4) Upg.	...

Космический аппарат и система

Широкополосная глобальная система связи WGS (Wideband Global SATCOM System) изначально строилась как временная для преодоления разрыва между работавшей с 1970-х годов системой военной спутниковой связи DSCS (Defense Satellite Communications System) и перспективной широкополосной системой AWS (Advanced Wideband Satcom). Даже аббревиатура ее тогда расшифровывалась как «промежуточный широкополосный спутник» (Wideband Gapfiller Satellite; HK № 7, 2013, с.39-40). Однако в связи с пересмотром перспективной структуры систем космической связи США временное стало постоянным, а сокращению дали новую, современную расшифровку.

Спутники WGS предназначены для высокоскоростной защищенной передачи ин-

формации между центральным командованием и американскими военными судами, подводным флотом, наземными войсками и авиацией, а также для использования в системах связи Белого дома и Государственного департамента, с союзниками США и со специальными абонентами. Группировка поддерживает все типы связи, от несекретной до зашифрованной, включая критически важные видеотрансляции с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), радиотелефонную связь и передачу данных, например, боевых карт, для войск в полевых условиях. WGS также повышает уровень комфорта военнослужащих в районах развертывания, поскольку с ее помощью солдаты могут смотреть телепередачи и общаться с семьями по электронной почте.

WGS применяется параллельно с особо защищенной системой связи миллиметрового диапазона AEHF (Advanced Extremely High Frequency System), принадлежащей ВВС и используемой для передачи сигналов боевого управления, и системой связи для мобильных пользователей MUOS (Mobile User Objective System), принадлежащей ВМС США. WGS обеспечивает огромную эксплуатационную гибкость и необходимую емкость, большие зоны покрытия, подключения и управления в поддержку требовательных оперативных сценариев.

Работа над WGS началась в 2001 г. с целью создать современную и максимально гибкую систему связи на основе геостационарной группировки и самых современных коммерческих технологий – мощной гибкой архитектуры, цифровой обработки сигналов и фазированных антенных решеток. Ее первоначальные задачи состояли в замене спутников DSCS III новыми КА с вдвое большей пропускной способностью, работающими в диапазонах X и Ka, и в поддержке услуги глобального оповещения GBS.

Первые три спутника WGS с пропускной способностью от 2.1 до 3.6 Гбит/с стартовали в 2007–2009 гг. Они формировали в пределах зоны покрытия один фиксированный луч X-диапазона и 18 перенацеливаемых лучей, восемь в X-диапазоне и десять в Ka, способных обслуживать абонентов в любой области видимого полушария в интервале широт от 65° с. ш. до 65° ю. ш. В X-диапазоне использовались отдельные фазированные приемопередающие решетки, а в Ka-диапазоне – независимые параболические антенны, каждая в своем карданном подвесе, на трех из которых имелась возможность выбора поляризации. Глобальный луч X-диапазона использовался для вещательных услуг.

Частотный спектр мог делиться на 39 цифровых каналов шириной 125 МГц и далее – на почти 1900 независимо маршрутизируемых подканалов шириной по 2.6 МГц, с помощью которых абонент мог общаться с любым другим пользователем при любом возможном сочетании используемых ими диапазонов. Поддерживалось групповое формирование каналов и радиовещательных услуг и обеспечивалась чрезвычайно эффективная и гибкая возможность мониторинга спектра принимаемых сигналов для управления сетью.

В 2012–2013 гг. были запущены три спутника поколения Block II, имеющих

пропускную способность до 6 Гбит/с и оптимизированных для поддержки БПЛА, которые требуют связи с малой задержкой для передачи видео и обмена командами. В целевой аппаратуре КА этой серии была добавлена возможность обхода формирователя каналов и выделения двух передающих и двух приемных каналов большой ширины с пропускной способностью 274 вместо 137 Мбит/с.

WGS-7 формально считается первым КА серии Block II, но его отличие от предшественников сводится к формированию не 39, а 46 каналов. Фактически же первым спутником с новыми возможностями является как раз WGS-8 с новым широкополосным цифровым формирователем каналов, разработанным компанией Boeing на базе специализированных микросхем ACIS (Application Specific Integrated Circuit) следующего поколения и обеспечивающим конверсию входящих и исходящих каналов между различными частотными диапазонами. Благодаря этому суммарная используемая полоса частот в направлении «борт – Земля» увеличена на 45%, то есть до 8088 МГц, а пропускная способность одного КА достигает 11 Гбит/с.

Томас Бехт (Thomas Becht), заместитель директора управления гражданских и коммерческих служб Директората военной спутниковой связи Центра космических и ракетных систем ВВС США, подчеркнул, что особенности модернизированного спутника позволяют подключаться к нему из любой точки земного шара как в X, так и в Ka-диапазоне, параллельно и последовательно, с легкостью переключая абонента с одной полосы на другую. При этом принципы выделения частотного ресурса не изменяются. «Формирователь каналов на WGS-8, в сущности, выполняет те же самые функции, что и на семи предыдущих КА, – говорит директор программ военной спутниковой связи компании Boeing Рико Аттанасио (Rico Attanasio). – Это роутер на орбите. По сути он принимает радиочастотный вход с Земли, переводит его в цифровую форму и может далее маршрутизировать и перенаправлять».

Стартовая масса спутника WGS-8 близка к 6000 кг, сухая – около 3000 кг. Он создан на базе коммерческой платформы BSS-702HP. Мощность системы электропитания – 18 кВт в начале срока активного существования и не менее 11 кВт в конце. Размах «крыльев» солнечных батарей на орбите достигает 41 м.

Спутник оснащен двигательной установкой на базе двухкомпонентного (азотный тетроксид – монометилгидразин) ЖРД типа R-4D тягой около 50 кгс, а также системой ионных двигателей XIPS для формирования и коррекции рабочей орбиты и смены точки стояния. Расчетный срок службы КА – 14 лет.

Официально названная стоимость WGS-8 – 426 млн \$, включая стоимость модернизированного формирователя каналов, но называются и более существенные суммы, вплоть до 566 млн \$.

Напомним, что в январе 2001 г. Boeing получил контракт на общую сумму 1305.8 млн \$ на первые три спутника WGS и связанные с ними элементы наземной системы управле-

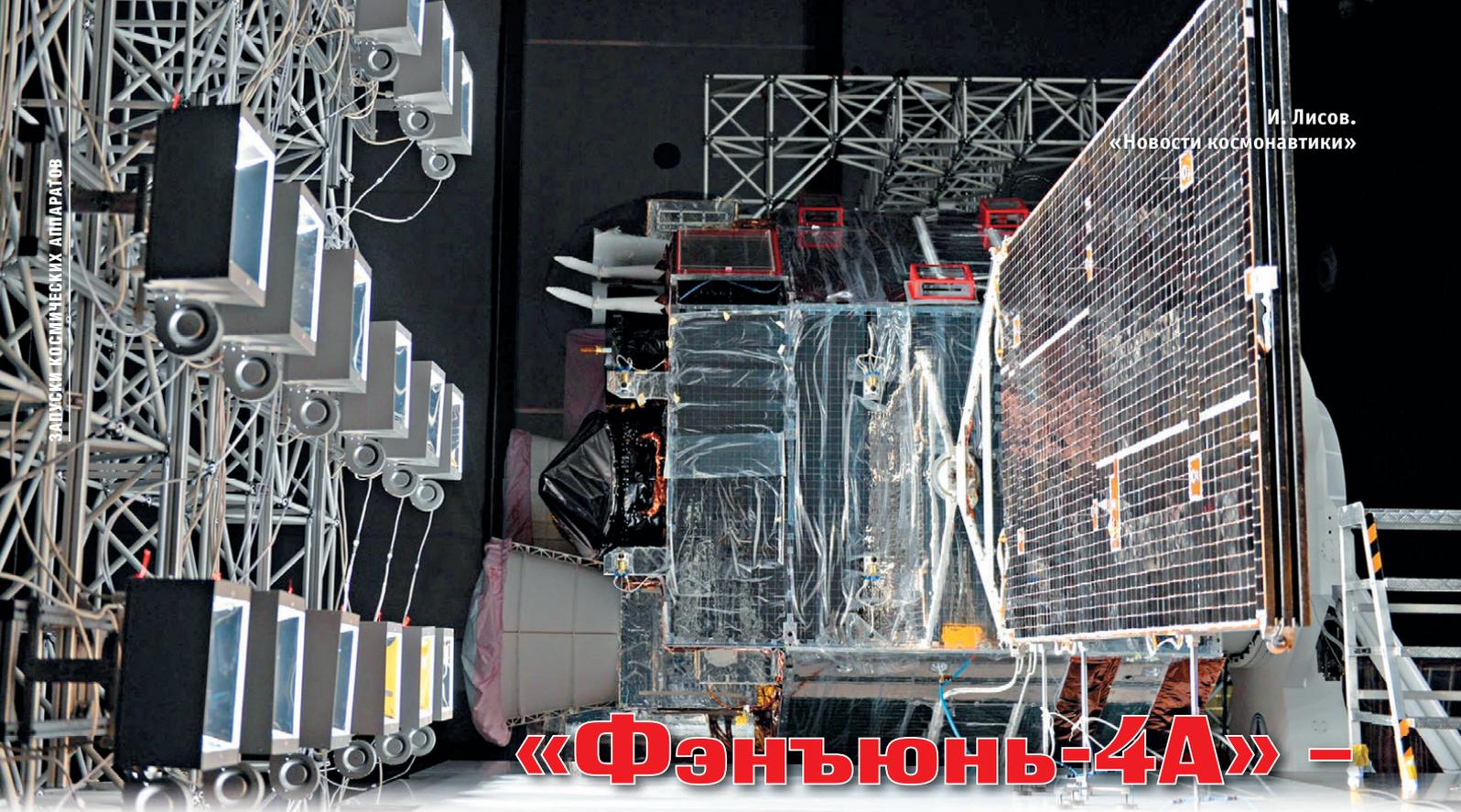
ния: обеспечение комплексной логистики, обучения персонала и технической поддержки. Первый КА был введен в строй в апреле 2008 г., второй – в августе 2009 г., третий – в июне 2010 г.

Финансирование трех спутников типа Block II началось в 2006 г.: в феврале Крыль военных спутниковых систем связи ВВС США (U.S. Air Force Milsatcom Systems Wing) выделило средства на закупку компонентов с длительным сроком изготовления для WGS-4, а в октябре подписало с Boeing контракт на 1067 млн \$ на три аппарата. Средства выделялись отдельными траншами и оказались недостаточными, но положение спасла Австралия, которая в октябре 2007 г. решила оплатить большую часть стоимости WGS-6, получив за это доступ ко всей системе WGS.

Первый контракт на поставку компонентов с длительным сроком изготовления для WGS-7 был подписан 19 августа 2010 г. на сумму 182.2 млн \$. За ним последовали дополнительное соглашение на создание WGS-7 от 1 сентября 2011 г. на 1099.8 млн \$ и три «транша» на изготовление спутников WGS-8, WGS-9 и WGS-10 (соответственно 16 декабря 2011 г., 13 января и 27 июля 2012 г. на 296.1, 376.5 и 317.7 млн \$). Похоже, что три последние суммы в действительности входят в предшествующую, что дает в среднем 320.5 млн за один КА. Правда, не очень понятно, как учесть, что аппарат WGS-9 опять делают «вкладчину» с участием Дании, Канады, Люксембурга, Нидерландов и Новой Зеландии...

Остается добавить, что в июне 2012 г. была заказана модернизация цифрового формирователя каналов на сумму 110.9 млн \$, так что оценка стоимости WGS-8 в 426 млн \$ кажется близкой к истине.





«Фэньюнь-4А» – НОВЫЙ КИТАЙСКИЙ МЕТЕОСПУТНИК

11 декабря в 00:11:04.063 по пекинскому времени (10 декабря в 16:11:04 UTC) со стартового комплекса LC-3 Центра космических запусков Сичан был произведен пуск РН «Чанжэн-3В» (CZ-3B/GIII №Y42) с первым китайским геостационарным метеоспутником второго поколения «Фэньюнь-4А» (风云四号A, FY-4A).

Через 26 минут аппарат был успешно доставлен на геопереходную орбиту с параметрами:

- наклонение – 28.43°;
- минимальная высота – 201 км;
- максимальная высота – 35 785 км;
- период обращения – 629.1 мин.

В каталоге Стратегического командования США «Фэньюнь-4А» получил номер 41882 и международное обозначение 2016-077A. В графике китайских пусков данный старт имел обозначение «операция 07-75». Он стал 77-м в истории ракет семейства CZ-3A и 242-м для носителей «Великий поход» в целом.

Официальный анонс пуска был сделан 18 сентября 2016 г. 19 октября прошла церемония сдачи КА и носителя заводом-изготовителем, а уже 23 октября спутник привезли на космодром Сичан российским самолетом Ан-124 компании «Волга–Днепр». 16 ноября директор Управления по делам метеорологии КНР Чжэн Гогуан (郑国光) объявил, что запуск назначен на 11 декабря.

Старт состоялся в указанный срок. Спутник был установлен на 3-й ступени РН на новом адаптере с устройством отделения типа 1666, успешное применение которого расширило перечень вариантов (1194, 1194А и 1750), предлагаемых для коммерческих запусков.

Контроль процесса выведения обеспечивали наземные станции на территории КНР, корабли «Юаньван-5» и -6 морского командно-измерительного комплекса и спутники-ретрансляторы типа «Тяньлянь-1».

Сделав пять коррекций с использованием бортовой двигательной установки, «Фэньюнь-4А» доввел себя на геостационарную орбиту и 17 декабря в 17:39 пекинского времени занял предназначенную ему точку стояния 99.5° в.д. Начальное наклонение орбиты КА составляет 0.32° и уменьшается вследствие естественной эволюции. Вероятно, после уменьшения его до нуля FY-4A перейдет в режим поддержания рабочей точки как по долготе, так и по широте.

Агентство Синьхуа сообщило со ссылкой на Государственное управление оборонной науки, техники и промышленности (ГУОНТП) КНР, что FY-4A будет осуществлять наблюдения с высоким временным, пространственным и спектральным разрешением за атмосферой, облаками и космической средой над Китаем и прилегающей территорией.

«Фэньюнь-4А» классифицируется как метеоспутник второго поколения в силу двух очевидных обстоятельств. Во-первых, он работает в режиме трехосной стабилизации, в то время как находящиеся в эксплуатации аппараты серии «Фэньюнь-2» стабилизируются вращением. Во-вторых, вместо одного прибора для съемки Земли – радиометра S-VISSR – спутник оснащается двумя основными инструментами – радиометром AGRI для составления карт облачности и зондировщиком GIIRS, ответственным за получение высотных профилей параметров земной атмосферы.

Проект «Фэньюнь-4» осуществлен под руководством и контролем ГУОНТП предприятиями Китайской корпорации космической

науки и техники (спутник – Шанхайская исследовательская академия космической техники SAST, носитель и адаптер – Китайская исследовательская академия ракет-носителей CALT). Повседневное управление КА осуществляет Сианьский центр слежения и управления. Основным пользователем спутника является Управление по делам метеорологии КНР в лице Национального центра спутниковой метеорологии.

Главным конструктором КА является Дун Яохай (董瑶海), административным руководителем – Чэнь Вэньцян (陈文强). Первый «Фэньюнь-4», известный как FY-4 №01 (наименование в производстве), или FY-4A (рабочее обозначение), официально описывается как «научно-исследовательский и экспериментальный». Второй и последующие аппараты серии с усовершенствованной аппаратурой считаются эксплуатационными.

Аппарат спроектирован и изготовлен 509-м и 812-м институтами SAST на базе новой геостационарной платформы SAST5000, которая уже представлялась на аэрокосмическом салоне в Чжухае. Платформа предназначена для создания тяжелых КА стартовой массой от 4000 до 6500 кг с двухкомпонентной двигательной установкой и с трехосной стабилизацией. Вразрез с современной «модой» на геостационарные КА с корпусом в виде параллелепипеда, SAST5000 выполнена в виде шестиугольной призмы с «четырьмя параллельными плоско расположенными баками» компонентов топлива. Она характеризуется высокой стабильностью и способностью нести тяжелую полезную нагрузку для наблюдения в оптическом и микроволновом диапазоне. Платформа может использоваться не только на геостационаре, но и на высокоэллиптических и средневысотных орбитах.



Основные характеристики радиометра AGRI				
Диапазон	Канал, мкм	Разрешение, км	Отношение сигнал/шум	Чувствительность, К
Видимый	0.45–0.49	1	200	
	0.55–0.75	0.5–1	200	
Ближний ИК	0.75–0.90	1	200	
	1.36–1.39	2	200	
	1.58–1.64	2	200	
Коротковолновой ИК	2.1–2.35	2–4	200	
	3.5–4.0	2		0.7
Средневолновой ИК	3.5–4.0	4		0.2
	5.8–6.7	4		0.3
	6.9–7.3	4		0.3
	8.0–9.0	4		0.2
	10.3–11.1	4		0.2
Тепловой ИК	11.5–12.5	4		0.2
	13.2–13.8	4		0.5

мониторинга пожаров, вычисления индекса листвы и т. п.

Прибор с механическим сканированием (шагами в направлении север-юг, непрерывно в направлении восток-запад) использует оптическую систему с фокусным расстоянием более 3 м и обеспечивает разрешение от 0.5 до 4 км в 14 каналах видимого, ближнего инфракрасного, коротковолнового, средневолнового и теплового ИК-диапазонов (см. таблицу). Полный диск Земли сканируется за 15 минут, в результате формируется «картинка» размером 20 000×20 000 элементов. Отдельные регионы могут быть отсняты раз в 3–5 минут, а съемка зоны опасного тайфуна размером около 1000 км может проводиться ежеминутно.

Зондировщик GIIRS (Geostationary Interferometric Infrared Sounder – геостационарный интерферометрический инфракрасный зондировщик) используется для определения температуры атмосферы и морской поверхности, высоты облачности, влажности, скорости ветра, концентраций малых примесей в атмосфере и других параметров. Аппаратура представляет собой интерферометр средневолнового (4.44–6.06 мкм) и теплового (8.85–14.3 мкм) ИК-диапазона с механическим сканированием по двум осям и большим приемником изображения. Первый летный экземпляр имеет 913 каналов, второй и последующие – 1188 каналов. Их количество определяется спектральным разрешением, которое составляет 1.6 (1.2) см⁻¹ в средневолновом и 0.8 (0.625) см⁻¹ в тепловом ИК. Кроме того, имеется канал видимого диапазона (0.55–0.75 мкм) для обнаружения облачности.

Зондировщик может работать в двух режимах – наблюдения всей территории Китая (область 5000×5000 км²) и мезоразмерных областей (1000×1000 км²). В первом случае цикл съемки длится 67 мин, во втором – 35 мин. Пространственное разрешение первого экземпляра GIIRS составляет 16 км, последующих – 8 км, а в видимом диапазоне – 2 км.

Два основных прибора КА созданы в Шанхайском институте технической физики SITP. Китайские источники утверждают, что зондировщик интерференционного типа в сочетании с многоканальным радиометром установлены на одном геостационарном метеоспутнике впервые в мире. Такое сочетание потребовало, в частности, специальных мер для обеспечения высокой стабильности ориентации КА и гашения вибраций от работы маховиков и механической части радиометра. Как заявил заместитель директора 509-го института Чжоу Сюйбин, достигнут более чем 90-процентный уровень подавления вибраций.

На оперативном полярном метеоспутнике «Фэньюнь-3С», запущенном 23 сентября 2013 г., уже вышли из строя температурный зондировщик MWTS-2 (2 февраля 2015 г.) и спектрометрический MERSI-1 (31 мая 2015 г.). Зондировщик MWTS-1 неисправен и на первом в серии КА «Фэньюнь-3А». Единственным полярным спутником с полным комплектом метеоприборов остается «Фэньюнь-3В», выведенный на орбиту 5 ноября 2010 г. В период с 5 по 7 мая 2015 г. условная средняя высота его орбиты была увеличена с 827 до 840 км, по-видимому, для улучшения покрытия измерениями земной поверхности.

Как и американский GOES-R (HK №1, 2017), новый китайский метеоспутник оснащен аппаратурой для съемки молний на всем видимом полушарии Земли. Прибор LMI (Lightning Mapping Imager) представляет собой ПЗС-камеру, работающую в линии молекулярного кислорода 777.4 нм с пространственным разрешением 7.8 км в подспутниковой точке и с временным разрешением около 2 мс. Прибор позволяет подсчитывать вспышки молний и измерять их интенсивность. Назначение LMI – получение вспомогательной информации об образовании в атмосфере оксидов азота различного состава, а также о конвективных процессах, осадках и об электрическом поле Земли.

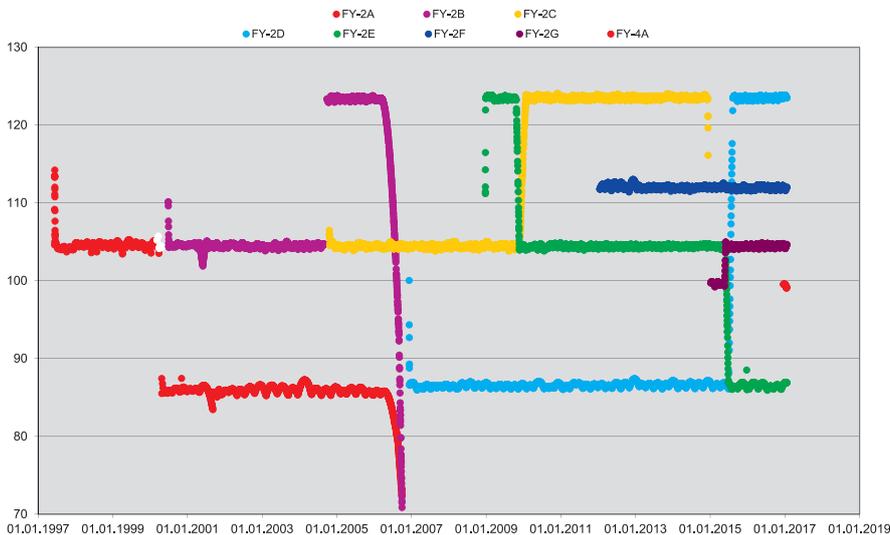
«Фэньюнь-4А» предназначен для оперативных метеонаблюдений, передачи информации о «космической погоде» и ретрансляции данных с наземных метеоплатформ. Стартовая масса КА составляет 5380 кг и близка к пределу грузоподъемности РН CZ-3В. Электропитание обеспечивает одна Т-образная трехсекционная солнечная батарея, вырабатывающая 3200 Вт. Точность ориентации составляет 3". Бортовая система управления построена с использованием шины 1553В и Spacewire. Заявленный срок активного существования спутника – семь лет, однако работа первого аппарата серии планируется на пять лет.

Полезная нагрузка включает пять наименований: два основных метеоприбора, ретранслятор метеоданных, аппаратуру для съемки молний и комплекс приборов для мониторинга космической погоды. По составу и возможностям аппаратуры «Фэньюнь-4» примерно соответствует японским КА «Химавари-8» и -9, запущенному в ноябре 2016 г. американскому GOES-R (HK №1, 2017) и будущему европейскому Meteosat Third Generation. По сравнению с «Фэньюнь-2» количество каналов радиометра увеличено с 5 до 14, пространственное разрешение – с 1.25 до 0.5 км, время формирования полного изображения диска Земли уменьшено до 15 мин, а изображения отдельных районов – до 1 мин.

Радиометр AGRI (Advanced Geostationary Radiation Imager*) – основной прибор КА, разработанный взамен радиометра S-VISSR и используемый для съемки облачного покрова и определения его площади, типа облаков, их высоты и оптической плотности, температуры вершин облаков, а также для вычисления скорости ветра, обнаружения и

* Поскольку китайский метеоспутник спроектирован с расчетом на использование во всемирной системе сбора метеоданных, его приборы имеют официальные англоязычные наименования.





▲ Перемещение геостационарных метеоспутников Китая по точкам стояния

Разработчик LMI – 508-й институт Пекинской исследовательской академии космической техники CAST.

Комплекс аппаратуры мониторинга космической среды проходит под общим наименованием SEMIP (Space Environment Monitoring Instrument Package). Сюда входят монитор космической среды SEM (Space Environment Monitor) и датчики магнитных полей, зарядов и радиации Fields. Разработчиком комплекса является Национальный центр космической науки Китайской АН.

Аппаратура SEM для регистрации энергичных частиц аналогична по назначению одноименному прибору на спутниках «Фэньюнь-2». В ее состав входят 9-канальный детектор энергичных электронов и 8-канальный детектор энергичных протонов. Первый измеряет поток электронов с энергиями 0.4–4 МэВ в конусе с углом раствора 25°, второй регистрирует протоны с энергиями 1–165 МэВ в поле 60°.

Аппаратура Fields включает феррозондовый магнитометр FGM с пределами измерения 0.01–600 нТ по каждому компоненту, радиационный дозиметр и датчики заряда поверхности. Измерения ведутся с интервалом 0.06 сек.

Аппаратура DCS (FY) предназначена для приема метеоинформации от наземных ав-

томатических метеоплатформ, в том числе дрейфующих в океане. Скорость передачи информации в направлении на борт составляет 100 бит/с.

Системы сбора, передачи и ретрансляции данных, включая антенную подсистему, разработаны Сианьским отделением CAST.

«Фэньюнь-4А» передает в режиме времени, близком к реальному, метеоинформацию в формате высокого разрешения HRIT (частота – 1681 МГц, ширина полосы – 12 МГц). Ограниченный набор информации идет в формате низкого разрешения LRIT (1697 МГц, 2 МГц); этот же канал используется для выдачи предупреждений об опасных метеорологических событиях WAIB. Полный объем метеоданных поступает на китайские приемные пункты в формате CDAS в X-диапазоне (7500 МГц, 100 МГц).

Спутник принимает информационные сообщения с китайских и зарубежных автоматических метеостанций DCP на частотах 401.1–401.4 и 402.0–402.1 МГц соответственно. Эти сообщения ретранслируются на приемные пункты на частоте 1688 МГц с шириной полосы 4 МГц.

Бортовые системы FY-4А на момент выхода в точку стояния работают штатно, все показатели лучше требуемых. 18 декабря была включена система ретрансляции дан-

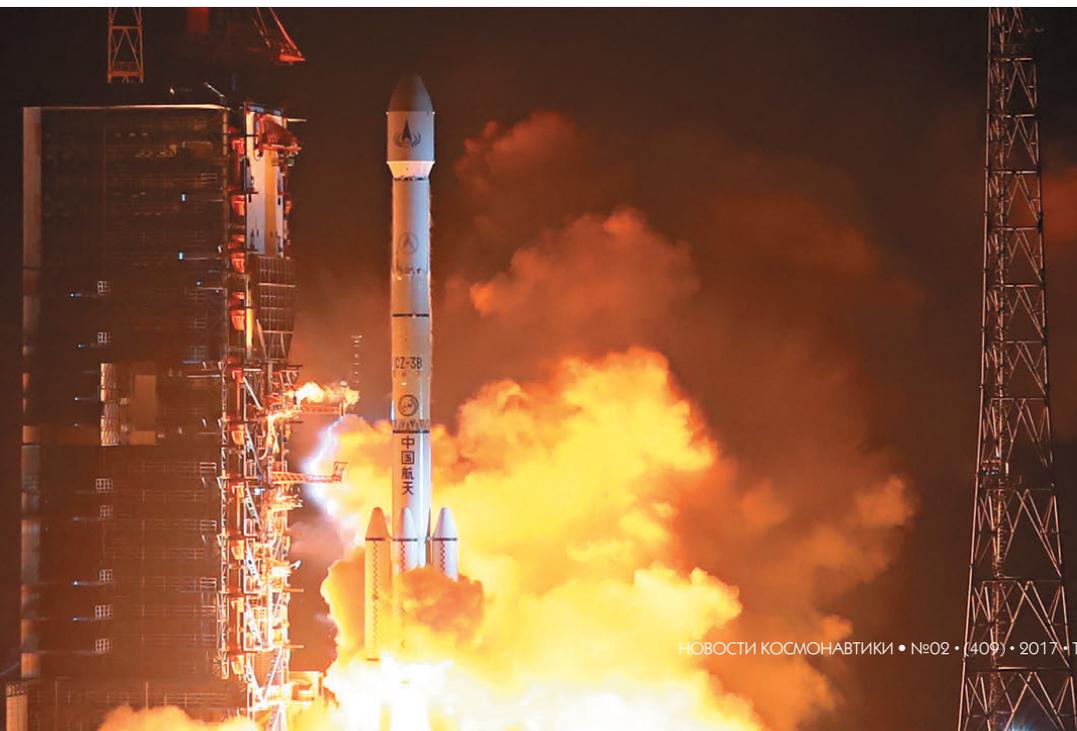
ных DCS, а 19 декабря – основные приборы комплекса целевой аппаратуры. Первая половина 2017 г. будет посвящена полномасштабным испытаниям новой платформы, ее систем и приборов. С 1 июля по 30 декабря будут проводиться испытания и калибровка целевой аппаратуры и наземной прикладной системы, принимающей и обрабатывающей данные с них, с генерацией продуктов уровней L1 и L2. После шести месяцев таких испытаний КА планируется ввести в опытную эксплуатацию.

Всего на основе информации от комплекса целевой аппаратуры КА «Фэньюнь-4» будет формироваться 34 различных продукта для целей метеорологии, изучения Земли из космоса и мониторинга космической среды.

Второй и третий КА серии «Фэньюнь-4» с усовершенствованными приборами и семилетним сроком службы планируется вывести на орбиту в 2018 и 2020 гг. Помимо усовершенствованных версий перечисленных выше приборов, он будет также нести солнечный телескоп рентгеновского и крайнего ультрафиолетового диапазона. В материалах, представленных Китаем во Всемирную метеорологическую организацию, запуски четырех последующих КА «Фэньюнь-4» стоят в 2023, 2027, 2030 и 2033 гг.

Напомним, что, помимо первого геостационарного метеоспутника второго поколения, КНР располагает четырьмя КА первого поколения в позициях 86.5°, 104.5°, 112° и 123.5° в. д. Три ранее запущенных спутника уже выведены из эксплуатации, а восьмой и последний планируется запустить на орбиту в 2017 г. Историю этой группировки, которая должна проработать по крайней мере до 2020 г., иллюстрирует приведенный график.

Как сообщило 13 декабря Синьхуа, в результате широкого использования данных космической метеосистемы надежность прогноза погоды в КНР повысилась с примерно 50% в 1970-е годы до 90% сегодня. В течение 12-й пятилетки (2011–2015) точность 24-часового прогноза осадков увеличилась на 2%, а температуры – на 13%. Ошибка прогноза траектории движения тайфуна стала на 66 км меньше. Как следствие, количество жертв от стихийных бедствий, связанных с погодой, сократилось более чем наполовину.





Гляжусь в циклон, как в зеркало...

15 декабря в 08:37:21.866 EST (13:37:22 UTC) с борта самолета-носителя L-1011 Stargazer на высоте 11.9 км над Атлантическим океаном примерно в 200 км восточнее города Дейтона-Бич был произведен сброс крылатой ракеты-носителя Pegasus XL. В результате последовательного срабатывания твердотопливных двигателей трех ступеней ракеты* на орбиту высотой более 500 км были успешно выведены восемь одинаковых спутников CYGNSS, созданных по заданию NASA и предназначенных для изучения тропических циклонов по отраженному радиосигналу.

Старт со второй попытки

Первой попытке пуска 12 декабря 2016 г. предшествовала подготовка спутников на противоположном побережье США – на авиабазе Ванденберг в Калифорнии. Расчетная дата старта была объявлена 26 октября. На смотре полетной готовности 21 ноября руководители научного проекта дали разрешение на стыковку восьми КА с ракетой-носителем. 30 ноября Pegasus XL, собранный в корпусе 1555 базы Ванденберг, подвесили «под брюхо» L-1011 с хвостовым номером N 140SC. 2 декабря самолет компании Orbital ATK вылетел с Ванденберга и в тот же день в 15:57 EST (20:57 UTC) приземлился на полосу Skid Strip Станции ВВС США «Мыс Канаверал».

Стартовое окно 12 декабря продолжалось с 08:19 до 09:19 EST, сброс был первоначально назначен на 08:24, но еще до вылета время сдвинули сначала на 08:30, а затем на 08:40. Туманным зимним утром в 07:37 с полосы Skid Strip поднялись в воздух L-1011 с ракетой и самолет сопровождения F/A-18 с номером NASA 846.

В 08:25 на подходе к расчетному району пуска экипаж L-1011 доложил о проблеме с гидросистемой, отвечающей за сброс «Пегаса»: не работал насос, создающий давление в системе, хотя при тесте на Земле с ним было все в порядке.

Отделение перенесли на 09:05:50 EST, самолет пошел на второй круг, одновременно смещаясь подальше от зоны кучевой облач-

ности. Увы, несмотря на все усилия, экипаж не смог запустить злосчастный насос, и в 09:02 сброс пришлось отменить. Спутники вернули на бортовое питание, а L-1011 развернулся в сторону Флориды. На обратном пути пилоты обнаружили в закрытом районе крупное судно, которого там, разумеется, не должно было быть. Посадка на Skid Strip также прошла без проблем: после выпуска шасси обнаружилась утечка в одной из трех гидросистем самолета-носителя, из-за чего под самолетом наблюдался дым, а после остановки экипаж запросил буксировку на стоянку.

Проблема с самолетом-носителем заставила отложить вторую попытку с 13 на 14 декабря – нужно было доставить из Мохава (Калифорния) необходимые для ремонта запчасти и дать отдых экипажу. Однако 13 декабря всплыла проблема с неким параметром в бортовых компьютерах КА, и в каждый из них 14 декабря пришлось заложить поправку. В результате старт отложили на 15 декабря с окном с 08:21 до 09:21 EST.

Самолеты F/A-18 и L-1011 поднялись в воздух в 07:35 и 07:38 с расчетным временем сброса в 08:26 EST. На этот раз его сдвинули на 08:35, чтобы избежать опасного сближения с космическим объектом, а затем еще на две минуты. Наконец в 08:37 ракета была отправлена в самостоятельный полет, а оба самолета легли на обратный курс и в 09:12 и 09:16 приземлились на Skid Strip.

Выведение восьми КА CYGNSS на орбиту прошло в соответствии с циклограммой. В таблице 1 приведен ее вариант, опубликованный 10 ноября. В реальности времена событий несколько отличались; так, например, отделение первой пары КА 15 декабря

Табл. 1. Расчетная циклограмма запуска восьми КА CYGNSS носителем Pegasus XL

Событие	От старта (мин:сек)	Высота, км	Скорость, км/с
Сброс	0:00	12.4	0.66
Включение РДТТ 1-й ступени	0:05	12.3	0.66
Максимальный скоростной напор	0:36	16.9	1.29
Конец работы РДТТ 1-й ступени	1:17	53.5	2.91
Отделение 1-й ступени	1:33	70.5	2.85
Включение РДТТ 2-й ступени	1:34	71.4	2.85
Сброс обтекателя	2:12	115.9	4.05
Конец работы РДТТ 2-й ступени	2:48	174.3	5.80
Отделение 2-й ступени	6:37	478.1	5.32
Включение РДТТ 3-й ступени	6:48	486.8	5.30
Конец работы РДТТ 3-й ступени	7:56	512.4	7.60
Отделение КА А и С верхнего яруса	12:56	510.5	7.60
Отделение КА Е и G нижнего яруса	13:26	510.3	7.60
Отделение КА F и H нижнего яруса	13:56	510.1	7.60
Отделение КА В и D верхнего яруса	14:26	509.9	7.60

планировалось через 13 мин 04 сек после старта.

15 декабря в период между 11:42 и 15:30 EST была установлена связь со всеми восемью спутниками через наземные станции на Гавайях и в Чили.

Номера и международные обозначения, присвоенные КА в каталоге Стратегического командования США, а также параметры их орбит по состоянию на 20 декабря представлены в таблице 2.

Табл. 2. Фактические параметры орбит запущенных КА

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
CYGNSS FM01	41887	2016-078D	34.96°	514.4	536.8	95.01
CYGNSS FM02	41886	2016-078C	34.97°	513.3	535.8	94.99
CYGNSS FM03	41891	2016-078H	34.96°	512.9	533.9	94.97
CYGNSS FM04	41885	2016-078B	34.95°	513.4	534.7	94.98
CYGNSS FM05	41884	2016-078A	34.96°	513.7	536.8	95.01
CYGNSS FM06	41889	2016-078F	34.96°	512.9	534.2	94.97
CYGNSS FM07	41890	2016-078G	34.96°	512.9	533.9	94.97
CYGNSS FM08	41888	2016-078E	34.95°	513.7	536.3	95.00



* Первая ступень имела номер XF037, вторая – XS050.



Орбитальные испытания КА рассчитаны на два месяца.

Поддержку старта Pegasus XL средствами Восточного полигона обеспечивали военнослужащие 45-го космического крыла ВВС США под командованием бригадного генерала Уэйна Монтейта (Wayne Monteith).

В команду Orbital ATK, осуществившую пуск, входили шеф-пилот Дон Уолтер, пилоты Эбб Харрис и Боб Гордон, бортинженеры Боб Тейлор и Марк Кенни и бывший шеф-пилот Билл Уивер. Самолет сопровождения пилотировал летчик-испытатель NASA Трой Ашер, старт снимал фотограф Лори Лоузи.

Это был 43-й пуск крылатой ракеты-носителя воздушного базирования семейства Pegasus, разработанной фирмой Orbital Sciences (ныне Orbital ATK). В 21 случае из 43-х местом вылета была авиабаза Ванденберг, шесть раз самолет-носитель поднимался с мыса Канаверал (в предыдущий раз это произошло в 2005 г.), еще шесть – с острова Уоллопс, пять раз – с авиабазы Эдвардс, четыре – с атолла Кваджалейн и лишь однажды – с зарубежной территории, с испанской авиабазы Гандо на Канарских островах. Авариями закончились три пуска, а еще в трех аппаратах не удалось вывести в исправном состоянии на расчетные орбиты; при этом последние 29 раз крылатый носитель отработал успешно. Всего же за период с 1990 г. на орбиту выведено 93 малых спутника.

Стоит отметить, что первые 40 пуска «Пегасов» состоялись на протяжении 18 лет, после чего частота полетов резко сократилась, и за следующие восемь лет (2009–2016) было выполнено лишь три старта. Причиной этого стало, с одной стороны, снижение количества запускаемых спутников «пегасовского» класса (массой до 450 кг), а с другой – рост стоимости услуги с 6 млн \$ в 1990 г. до 56 млн \$ в настоящее время. Несмотря на то, что Pegasus – единственный легкий носитель категории 3, которому NASA готово доверить самые ценные аппараты, сейчас в портфеле заказов Orbital ATK остался всего один старт – со спутником ICON летом 2017 г.

Pegasus XL имеет стартовую массу 24 000 кг. Максимальный диаметр изделия – 50 дюймов (1.27 м), длина – 17.5 м.

Нетривиальный способ изучения циклонов

Целью проекта CYGNSS является измерение скорости приповерхностных ветров, связанных с тропическими штормами и ураганами, на протяжении всего «жизненного цикла» этих опасных атмосферных явлений. Его название сложено из двух букв слова Cyclone и

сокращения GNSS (Global Navigation Satellite System), указывающего на «рабочий инструмент» проекта – глобальную навигационную спутниковую систему Navstar/GPS. Произносится оно, естественно, «сигнус», и ассоциируется с созвездием Лебеда (Cygnus), при том что это имя уже давно носит грузовой корабль фирмы Orbital.

CYGNSS является одним из проектов NASA по изучению Земли как планеты космическими средствами. В бюджетном разделе наук о Земле он проходит под рубрикой «миссия-первопроходец» (Pathfinder Mission) класса Earth Venture и является аналогом хорошо известных в межпланетной программе проектов класса Discovery. Главные их особенности – научная задача как основа проекта, конкурсный отбор и относительная дешевизна. В качестве ведущей организации NASA выступает Исследовательский центр имени Лэнгли.

Проект CYGNSS предложил Университет Мичигана, где его научным руководителем является профессор Кристофер Руф (Christopher S. Ruf). Он был выбран 18 июня 2012 г. из 19 предложений и утвержден к реализации как первый проект класса Earth Venture с разрешенным финансированием в размере 151.7 млн \$*. Изготовление спутников поручили Юго-Западному исследовательскому институту, где менеджером проекта стал Джон Шеррер (John Scherrer). Компания Sierra Nevada изготовила диспенсер для доставки в космос и отделения восьми КА.

Orbital Sciences выиграла контракт на запуск восьми спутников 1 апреля 2014 г. Старт планировался тогда на октябрь 2016 г. и состоялся с опозданием всего на два месяца, так что спутники будут введены в строй к началу сезона атлантических ураганов, который продолжается с июня по ноябрь включительно. Впрочем, работа им найдется и до июня 2017 г., так как над разными океанами и полушариями «пиковые» сезоны наступают в разные сроки.

Скорость ветра напрямую связана с интенсивностью и разрушительной силой урагана. Прогнозы их по-прежнему недостоверны, в то время как траекторию урагана сейчас предсказывают вдвое точнее, чем в 1990 г.

Традиционно для измерения скорости ветров используются специализированные радиолокаторы – скаттерометры. Первый американский скаттерометр работал на пилотируемой станции Skylab начиная с 1973 г., второй – на спутнике Seasat-A в 1978 г.

* Фактические расходы NASA составили 157 млн \$.

Классификация тропических вихрей

Депрессия – скорость ветра до 17.5 м/с (63 км/ч)

Тропический шторм – от 17.5 до 32.5 м/с (118 км/ч)

Ураган (тайфун) – свыше 32.5 м/с
Ураганы далее делятся на категории. Самая разрушительная из них, пятая, характеризуется скоростью ветра свыше 69.5 м/с (250 км/ч).

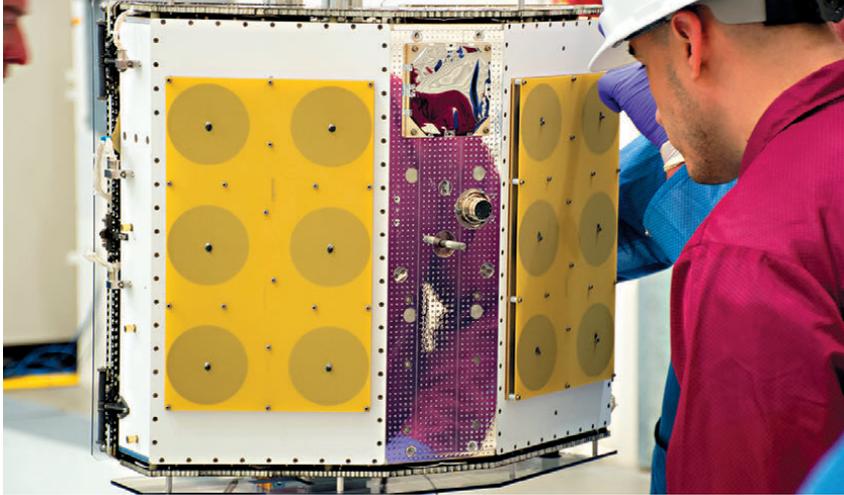
В 1990-е годы и позднее такие приборы эксплуатировались на японских КА ADEOS и ADEOS-2 и на американском QuikSCAT, а в последнее время – на борту МКС. Пространственное разрешение этих приборов достигло 25 км, а скорость ветра определялась с точностью 2 м/с, однако временное разрешение было недостаточным. Кроме того, не удалось организовать непрерывный ряд наблюдений на космических скаттерометрах. Все они проработали считанные месяцы, и лишь QuikSCAT эксплуатировался на протяжении 10 лет (1999–2009).

В проекте CYGNSS используется другой метод, суть которого состоит в одновременной регистрации на спутнике сигналов системы GPS, распространяющихся по прямой линии и отраженных центральной частью циклона. По существу речь идет о бистатической радиолокации: источником «бесплатного» зондирующего сигнала выступают навигационные спутники, а прием ведут аппараты CYGNSS. Из-за ветра и волнения отражение сигнала происходит не в одной точке, а «размывается» по некоторой зоне с центром в этой точке. Мгновенное «пятно» на поверхности имеет площадь 40 км², на каждом из КА ежесекундно делается четыре замера. Сравнив характеристики прямого и отраженного сигнала, можно определить степень неровности поверхности океана и далее вычислить скорость ветра.

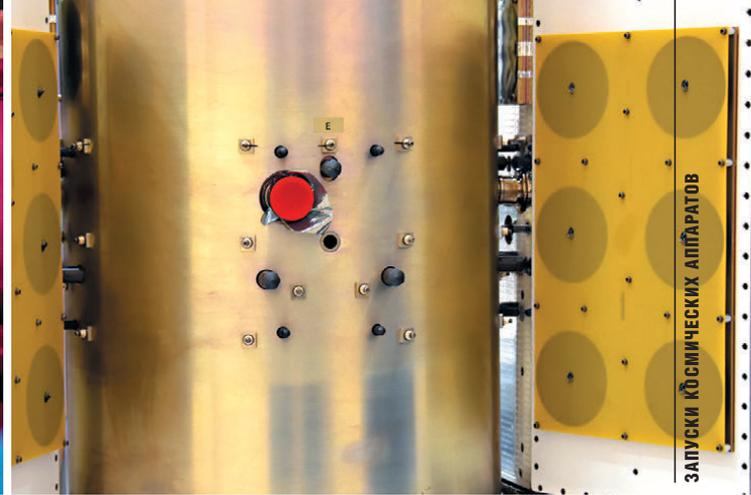
Использование отраженного от поверхности сигнала GPS было предложено ЕКА в 1992 г. в целях альтиметрии, однако эта идея не находила реализации вплоть до запуска

▼ Метод изучения циклонов системой CYGNSS





▲ Надирная сторона спутника CYGNSS



▲ Система отделения спутника от диспенсера

испанского наноспутника 3Cat-2 в августе 2016 г. (НК №10, 2016). Фактическая регистрация таких сигналов стала неожиданным результатом обработки данных космического радиолокатора SIR-C на шаттле в 2002 г. Целенаправленные эксперименты были проведены позднее на спутниках оптико-электронного наблюдения семейства UK-DMC британской компании SSTL и показали возможность определения скорости ветра с точностью около 1.7 м/с. Неудивительно, что именно ее американское подразделение поставило приборы для спутников CYGNSS. Их основное преимущество перед предшественниками заключается в численности «лебединой стаи».

«Это единственный в своем роде проект, — объясняет заместитель администратора NASA и глава Директората научных миссий Томас Зурбухен (Thomas Zurbuchen), который пришел 3 октября 2016 г. на смену исполняющему обязанности Джеффри Йодеру. — Будучи созвездием из восьми КА, CYGNSS будет делать то, что не может сделать один аппарат, — вести измерения скорости приповерхностных ветров внутри ураганов и тропических циклонов с высоким временным разрешением».

Современные метеоспутники не могут вести измерения внутри «стены ливня» вблизи «глаза», или «окна», урагана. Имен-

но в этой области, примыкающей к «глазу», происходит интенсивное испарение воды с температурой +25°C и выше, а при конденсации водяного пара его скрытая теплота переходит в атмосферу и становится источником энергии мощного атмосферного вихря.

Низкочастотные сигналы GPS способны проникать через плотную облачность и дождь, так что спутники CYGNSS позволяют определить скорость ветра в зоне интенсивных осадков и сравнить ее с тем, что предсказывают модели. Таким образом, измерения в рамках проекта CYGNSS дадут ученым-теоретикам и метеорологам-практикам необходимые данные для улучшения методов прогноза движений ураганов и оценки их опасности.

С учетом того, что зона зарождения опасных штормов и ураганов ограничена тропическими широтами (между 5° и 30° по обе стороны от экватора), для спутников CYGNSS выбрана орбита наклонением 35° с охватом территории до 38° широты. За счет небольших различий в начальном периоде обращения и регулирования величины лобового сопротивления путем выбора ориентации спутники постепенно разойдутся вдоль орбиты и займут позиции через 45°, обеспечивая равномерное покрытие наблюдениями тропической зоны. Время между последовательными проходами КА системы над одним районом составит 12 минут, среднее время между повторными проходами — примерно семь часов, а медианное — около трех часов.

Данные CYGNSS по силе ветров будут использоваться совместно с картой осадков, составляемой NASA в рамках проекта GPM (Global Precipitation Mission). Первыми их пользователями должны стать представители Национального управления по океанам и атмосфере NOAA, которое занимается прогнозами погоды, и Федерального агентства по управлению в чрезвычайных ситуациях FEMA, которое призвано реагировать на стихийные бедствия и устранять их последствия.

Портрет «Лебедя»

Аппарат CYGNSS в стартовом состоянии представляет собой параллелепипед размером 51×59×24 см со скошенными под 28° нижними гранями и имеет массу 28.9 кг, включая 4 кг полезной нагрузки. После отделения от диспенсера спутник раскрывает солнечные батареи размером 159 см, с которых снимается до 59 Вт электроэнергии. Две меньшие

по размеру батареи смонтированы на передней и задней гранях корпуса. Имеется литий-ионная аккумуляторная батарея емкостью 4.5 А·ч. Ориентация КА определяется с использованием солнечного и звездного датчиков и магнитометра и поддерживается на трех маховиках с магнитной разгрузкой. Допускается большая погрешность построения ориентации (до 2.8°) при высокой точности ее определения (6"). Система управления Centaur работает на одноплатном компьютере LEON3 на процессоре SPARC V8. Радиокomплекс включает командно-телеметрический канал S-диапазона с пропускной способностью 64 кбит/с в направлении на КА и до 4 Мбит/с на Землю. Расчетный срок службы КА CYGNSS — два года.

Каждый спутник несет единственный научный прибор — картирующий инструмент доплеровской задержки DDMI (Delayed Doppler Mapping Instrument), изготовленный компанией Surrey Satellite Technology U.S. (г. Энглвуд, Колорадо, США). DDMI имеет в своем составе один приемник для картирования задержки DMR (Delay Mapping Receiver), одну зенитную и две надирные антенны L-диапазона и четыре малошумящих усилителя. В свою очередь, в DMR имеется один обычный GPS-приемник для координатно-временного обеспечения, работающий через зенитную антенну, и четыре специализированных устройства для приема и обработки отраженных сигналов, подключенные к надирным антеннам. Прямой и рассеянный сигналы измеряются с частотой 1 Гц, причем каждый спутник способен одновременно зафиксировать четыре отражения. По этим данным одновременно строятся четыре карты доплеровской задержки с пространственным разрешением 25×25 км.

Аппарат имеет запоминающее устройство, на которое могут быть записаны данные более чем за 10 суток работы. В норме для сброса информации достаточно одного 10-минутного сеанса в сутки.

Наземный сегмент проекта включает приемные станции сети PrioraNet на Гавайях (Саус-Пойнт), в Сантьяго (Чили) и Донгаре (Австралия), центр управления полетом при Директорате планетологии Юго-Западного исследовательского института в Боулдере (штат Колорадо) и центр научных операций в Университете Мичигана в Энн-Арборе. В последнем будут формироваться «выходные» продукты, в частности карты скорости ветра с шагом 0.2° по широте и долготе и карты среднеквадратичного наклона морской поверхности.





Последняя американская МИССИЯ 2016 года На орбите EchoStar XIX

Первая ступень ракеты оснащена одним кислородно-керосиновым двигателем РД-180 производства российского НПО «Энергомаш» (Химки Московской области) вакуумной тягой 4152 кН (423.4 тс). В нижней части ступени установлены три СТУ тягой по 1688 кН (172 тс) каждый. Они включаются в момент Т=0 и обеспечивают отрыв носителя от стартового стола.

В роли второй ступени выступает разгонный блок Centaur с одним кислородно-водородным двигателем RL10C-1 производства американской компании Aerojet Rocketdyne (Сакраменто, штат Калифорния) вакуумной тягой 101.8 кН (10.38 тс).

Носители семейства Atlas V могут летать с ГО диаметром 4.2 м или 5.4 м, причем первый устанавливается на Centaur, а второй закрывает вторую ступень вместе со спутником. В миссии AV-071 использовался четырехметровый обтекатель повышенного удлинения XEPF (Extra-Extended Payload Fairing), самый длинный из трех доступных четырехметровых ГО.

17 декабря, после сборки в Здании вертикальной интеграции VIF (Vertical Integration Facility), изделие AV-071 было доставлено на стартовую площадку. Пуск состоялся во время двухчасового пускового окна, которое открылось в 18:27 и закрылось в 20:27 UTC. Записи в твиттере компании ULA свидетельствуют, что запуск спутника связи состоялся почти с часовой задержкой. В качестве причины названа техническая неполадка.

Трансляция миссии велась на интернет-сайте ULA. Все шло штатно до отметки Т-74 сек, когда отсчет был остановлен из-за ненормы по одному из каналов инерциальной измерительной системы. После того, как специалисты разобрались в ситуации, отсчет был возобновлен с отметки Т-4 мин и доведен до старта.

Двигатель первой ступени РД-180 № 69Т включился на отметке Т-2.7 сек, а зажигание ускорителей и старт носителя осуществились в Т+1.1 сек.

Начиная с Т+5.5 сек, Atlas выполнил ряд маневров по тангажу и рысканью, выходя на расчетную траекторию выведения. Идя по азимуту пуска в направлении «восток-юго-восток», в Т+45.4 сек ракета преодолела звуковой барьер, а в Т+57.7 сек – зону максимального скоростного напора (Мах-Q).

Три СТУ работали в течение 90 сек и оставались прикрепленными к ракете до Т+125.1 сек. После этого сначала отделились два ускорителя, затем третий. Таким образом обеспечивалось падение отработанных СТУ в безопасной зоне океана вдалеке от берега.

Этап функционирования первой ступени продолжался до момента выключения маршевого двигателя BECO (Booster Engine

Cutoff): РД-180 завершил работу в Т+266.7 сек. Отработанный блок первой ступени отделился шесть секунд спустя, а двигатель RL10C-1 второй ступени включился в Т+282.7 сек. Через восемь секунд после этого был сброшен ГО.

Первый импульс ступени Centaur продолжался 535.9 сек. После завершения работы и команды первого выключения маршевого двигателя MECO-1 (Main Engine Cutoff 1), начался пассивный участок полета продолжительностью 570.6 сек. Он закончился по команде второго включения маршевого двигателя MES-2 (Main Engine Start 2), когда наступил второй импульс ступени Centaur продолжительностью 348.4 сек.

По окончании второго импульса Centaur переориентировался для отделения полезного груза. В момент Т+32 мин 03.7 сек EchoStar XIX отделился от ступени и вышел на геопереходную орбиту суперсинхронного типа с аргументом перигея 180°, то есть в нисходящем узле.

Данный пуск стал последним в 2016 г. как для компании ULA, так и для Соединенных Штатов в целом. Это была двенадцатая миссия года для альянса и восьмое использование ракеты Atlas V (ракеты Delta IV применялись в четырех пусках). Следующая миссия PH Atlas со спутником SBIRS-Geo 3 системы обнаружения ракетного нападения планируется на 20 января 2017 г.

Напомним: носитель Atlas V разработан компанией Lockheed Martin в рамках программы BBC по созданию эволюционной PH одноразового использования EELV (Evolved Expendable Launch Vehicle) на конкурсных началах с ракетой Delta IV компании Boeing. Для повышения устойчивости американского парка средств выведения заказчик признал целесообразным использование обоих носителей. В декабре 2006 г. их производство и эксплуатация (наряду со старой ракетой Delta II компании Boeing) были переданы Объединенному пусковому альянсу ULA – совместной дочерней компании Lockheed Martin и Boeing. С тех пор ULA является прямым исполнителем государственных заказов США на пусковые услуги, однако Boeing и Lockheed Martin сохранили за собой право продавать свои средства выведения коммерческим заказчикам.

Из общего объема запусков, проведенных ULA, лишь небольшое число относится к коммерческим. Это пуски ракет Atlas V со спутниками связи ICO-G1 (ныне EchoStar G1), Intelsat 14 и Morelos 3 и спутниками наблюдения Земли WorldView-3 и -4, а также миссии Delta II со спутниками наблюдения Земли WorldView-1 и -2, GeoEye-1 и COSMO-Skymed. Пуски Atlas V со военными спутниками PAN и CLIO, а также Delta IV с метеоспутниками GOES 14 и 15, принадле-

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

18 декабря в 14:13 EST (19:13 UTC) со стартового комплекса SLC-41 станции ВВС «Мыс Канаверал» стартовый расчет Объединенного пускового альянса ULA (United Launch Alliance) осуществил успешный пуск PH Atlas V (номер AV-071) в конфигурации 431 с телекоммуникационным спутником EchoStar XIX в интересах коммерческого оператора – компании Hughes Network Systems.

Через 32 мин после старта миссия успешно завершилась – спутник был выведен на суперсинхронную геопереходную орбиту суперсинхронного типа с параметрами:

- наклонение – 25.60°;
- высота в перигее – 193 км;
- высота в апогее – 65 082 км;
- период обращения – 1271 мин.

После выведения в каталоге Стратегического командования США EchoStar XIX получил номер **41893** и международное обозначение **2016-079A**.

Ракета, подготовка и пуск

Для выведения на орбиту спутника была использована PH Atlas V в довольно редкой* конфигурации 431. Это самый мощный вариант носителя «четвертой» серии с четырехметровым головным обтекателем (ГО), тремя стартовыми твердотопливными ракетными ускорителями (СТУ) AJ-60A фирмы Aerojet Rocketdyne, смонтированными на первой ступени, и с однодвигательным вариантом верхней ступени Centaur.

* До этого состоялось всего два пуска Atlas V 431.

жащими NOAA, технически выполнялись по коммерческим контрактам, несмотря на то, что полезные нагрузки принадлежали правительству. Кроме того, двумя ракетами Atlas V были запущены грузовые корабли Cygnus компании Orbital ATK в рамках программы NASA по коммерческому снабжению МКС CRS (Commercial Resupply Services).

Из 68 полетов Atlas V лишь один не считается полностью успешным: в июне 2007 г. (НК № 8, 2007) в миссии NROL-30 из-за неисправности верхней ступени пара спутников Национального разведывательного управления NRO (National Reconnaissance Office) вышла на более низкую, чем планировалось, орбиту, но смогла исправить положение, используя бортовые двигательные установки.

В последнее время было заметно стремление ULA сделать Atlas V более привлекательным для коммерческих клиентов, чтобы заполнить имеющиеся «слоты» в его пусковом манифесте. С этой целью в сентябре 2016 г. альянс объявил о программе RapidLaunch, направленной на то, чтобы сделать возможным запуск всего через три месяца после подписания контракта.

В конце ноября 2016 г. – для обеспечения большей прозрачности формирования цены на пуск – ULA открыла общедоступный веб-сайт RocketBuilder («Ракетостроитель»), позволяющий потенциальным клиентам прямо на экране своего компьютера «адаптировать» ракету к требованиям миссии и увидеть ее расчетную цену – наряду с потенциальной экономией для клиента с учетом репутации «Атласа» как надежного средства выведения, выдерживающего требования к графику пусков.

EchoStar XIX стал 15-м спутником, выведенным в 2016 г. на PH Atlas V, а еще 12 «кубсатов» были доставлены на борту корабля Cygnus в миссии OA-6 на МКС при мартовском запуске (НК № 5, 2016).

Запуск 18 декабря стал 22-й американской космической миссией года. Кроме 12 стартов ULA, восемь запусков осуществила SpaceX с помощью ракеты Falcon 9.

Компания Orbital ATK выполнила по одному пуску PH Antares 230 и Pegasus-XL. Все американские миссии 2016 г. были успешными. Впервые с 2003 г. Соединенные Штаты опередили Россию по числу пусков космических носителей за год.

Космический аппарат

EchoStar XIX, известный также как Jupiter 2, – коммерческий телекоммуникационный спутник с высокой пропускной способностью. Он будет использоваться компанией Hughes Network Systems* (HNS) для обеспечения широкополосного доступа в Интернет клиентам сети HughesNet Gen5 по всей Северной Америке.

Hughes Network Systems разместила заказ на изготовление КА EchoStar XIX в марте 2013 г., чтобы обеспечить дополнительную мощность и расширить абонентскую базу. HNS уже эксплуатирует спутники Spaceway-3 и EchoStar XVII, в то время как материнская компания EchoStar имеет собственный большой парк вещательных аппаратов. Поставщиком КА была выбрана компания Space Systems/Loral, разработавшая EchoStar XIX на базе спутниковой платформы SSL-1300S**. Первоначальный срок запуска был в середине 2016 г.

Высоконадежные платформы типа SSL-1300 обеспечивают гибкость для поддержки широкого спектра приложений с использованием последних технологических достижений. Разнообразные базовые конфигурации способны вмещать различные связанные полезные нагрузки с суммарной

* HNS – американская компания со штаб-квартирой в Джермантауне, штат Мэриленд, поставщик инновационных разработок в сфере широкополосных спутниковых систем корпоративного и частного использования спутникового Интернета. С 2011 г. – подразделение EchoStar Corporation.

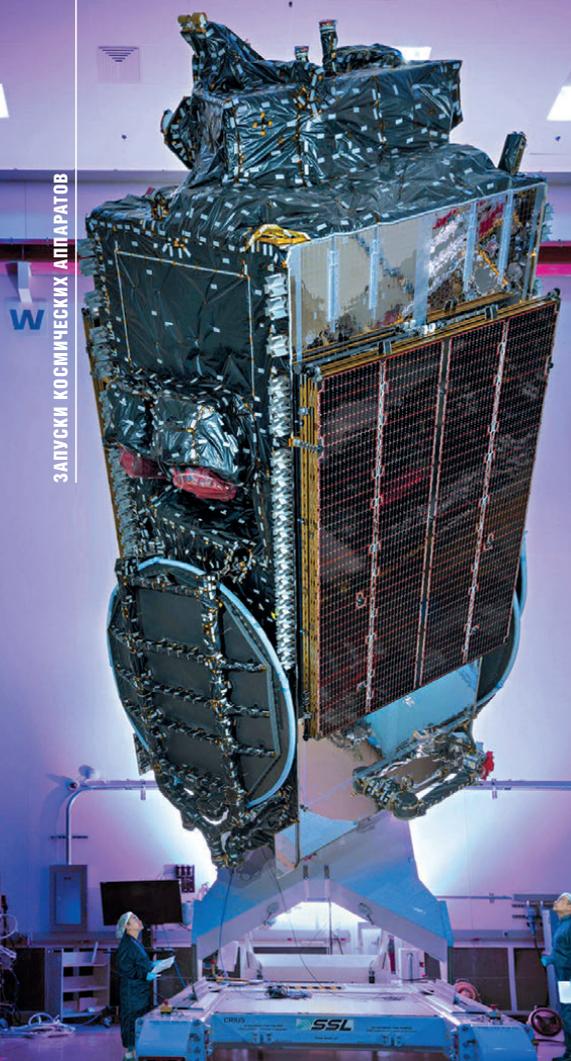
** Спроектирована под именем FS-1300, до недавнего времени обозначалась LS-1300.

Предыдущие спутники HNS – Spaceway-3 и EchoStar XVII (последний известен также как Jupiter 1) – были запущены ракетами Ariane 5 в августе 2007 г. и в июле 2012 г. соответственно. EchoStar XIX также хотели запустить на европейском носителе, однако в 2015 г. EchoStar объявила о контракте с Lockheed Martin на запуск этого спутника с помощью Atlas V. Причиной стало отсутствие свободных слотов в манифесте Arianespace, а также необходимость обеспечить выведение сразу же, как только спутник будет готов к запуску. Попросту говоря, для аппарата вовремя не нашли «пару» в дашлоте Ariane 5.

EchoStar XIX стал пятым спутником EchoStar, запущенным «Атласом», после EchoStar III, V и VI, которые стартовали на носителях Atlas IIAS в 1997, 1999 и 2000 гг., и EchoStar VII, который был выведен на орбиту на Atlas IIIB в 2002 г. EchoStar XII, который был приобретен у компании Cablevision уже на орбите в 2005 г., изначально был запущен как Rainbow 1 в третьем полете PH Atlas V в июле 2003 г. После слияния с компанией DBSD (Северная Америка) в 2012 г. EchoStar приобрела спутник EchoStar G1, запущенный на ракете Atlas V в апреле 2008 г. и известный ранее как ICO-G1.

Миссия 18 декабря – первая из трех для EchoStar, которые планировались на конец 2016 г. EchoStar XXI должен был стартовать на ракете «Протон-М» с космодрома Байконур 28 декабря, однако этот старт был перенесен на январь 2017 г. EchoStar XXIII, как ожидается, будет полезной нагрузкой ракеты Falcon 9, которая должна впервые стартовать с комплекса LC-39A Космического центра Кеннеди в начале февраля.





потребляемой мощностью от 5 до 20 кВт. Спутники на основе SSL-1300 могут иметь стартовую массу от 2200 до 6700 кг и нести от 12 до 150 транспондеров.

EchoStar XIX считается самым производительным КА широкополосной связи на основе платформы SSL-1300S. Его пропускная способность на 50% выше, чем у EchoStar XVII, полетевшего в июле 2012 г. Представители HNS отмечают, что запуск спутника значительно улучшит обслуживание пользователей высокоскоростного спутникового Интернета в Северной Америке. По утверждению компании-провайдера, EchoStar XIX будет поставлять расширенный спектр услуг миллионам клиентов с большей, чем ранее, скоростью, давая расширенные возможности для обслуживания индивидуальных потребителей и малого бизнеса, которые пока не охвачены наземными сетями.

EchoStar XIX имеет стартовую массу 6637* кг и размеры (в транспортном положении) 5.10×2.20×2.35 м. Два «крыла» солнечных батарей по пять секций в каждом обеспечивает уровень электрической мощности 16.4 кВт (по другим данным 17.1 кВт). Трехосная стабилизация КА осуществляется с помощью современных датчиков навигации и маховиков, разгружаемых двигателями.

Спутник оснащен химической двигательной установкой для маневров по подъему орбиты и удержания в точке стояния с использованием маршевого ЖРД и управ-



ляющих микродвигателей. Кроме того, на аппарате стоит электроракетная двигательная установка (ЭРДУ), которая служит для стабилизации точки стояния и продлевает срок службы спутника. ЭРДУ экономичнее по расходу рабочего тела, чем химическая двигательная установка, за что приходится платить продолжительностью включений: четыре стационарных плазменных двигателя SPT-100 дают номинальную тягу 83 мН каждый.

В качестве полезной нагрузки на борту спутника установлены многолучевые транспондеры Ka-диапазона с т.н. «прозрачными ретрансляторами»* и четыре антенны, способные формировать до 138 перенацеливаемых лучей для пользователей в континентальной части США и на Аляске, в Мексике и прилегающих районах Канады и Центральной Америки, а также 22 служебных луча. Пропускная способность КА превышает 150 Гбит/с.

К 3 января 2017 г. аппарат прибыл в точку стояния 97.1° з.д., где с 2012 г. работает EchoStar XVII (Jupiter 1) с пропускной способностью 100 Гбит/с.

Как уже говорилось, EchoStar XIX первоначально планировалось запустить на RN Ariane 5 в рамках пакетного соглашения между EchoStar и Arianespace. Но французский консорциум не имел доступных слотов во второй половине 2016 г., и в августе 2015 г. EchoStar выбрала другого пускового провайдера – Lockheed Martin Commercial Launch Services – для предоставления услуг по запуску спутника EchoStar XIX с использованием RN Atlas V, с заверениями, что альянс ULA сможет вывести КА на орбиту в конце 2016 г.

Хотя Atlas V и стоит дороже, чем одно место в «двублоте» Ariane 5, заказчик ожидал получить преимущества от наличия спутника на орбите за несколько месяцев до того, как появится свободный слот на Ariane 5. Считалось, что прибыль от более раннего начала эксплуатации КА перевесит дополнительные расходы на запуск. Кроме того, Atlas V мог доставить спутник на суперсинхронную переходную орбиту, сэкономя значительный запас бортового топлива, что также обещало дополнительный доход за счет продления срока эксплуатации аппарата.

EchoStar XIX имеет типичный расчетный срок службы 15 лет (это число уже стало своеобразным промышленным стандартом), однако топливо бортовой двигательной установки, сэкономленное за счет оптимального выхода на орбиту с помощью RN Atlas V, плюс использование ЭРДУ для удержания спутника в точке стояния способны продлить срок эксплуатации еще на несколько лет. Все это предвещает дополнительный «бонус», оправдывающий использование более дорогой ракеты.

Запуск EchoStar XIX в конце 2016 г. позволяет ввести спутник в эксплуатацию до того, как на рынке появится его конкурент – Viasat-2. Это дает EchoStar надежду перехватить новых клиентов путем расширения доступных услуг – до того, как в Интернет придет другой претендент. ViaSat заказал тяжелую ракету Falcon Heavy, чтобы запустить Viasat-2 к концу 2016 г., но момент торжественного ввода в строй этого носителя ушел далеко «вправо», что потребовало от компании Viasat изменить планы и перейти на Ariane 5. В свою очередь, выведение КА этой ракетой возможно не раньше начала 2017 г.

* По другим данным – 6760 кг. Сюда входит масса топлива бортовой двигательной установки – приблизительно 3150 кг.

** Vent-pipe transponder – наиболее простой тип ретранслятора (проф. – «прямая дыра»), осуществляющий преобразование группового спектра частот на промежуточной частоте без демодуляции и обработки сигналов на борту КА.



Усиленный Epsilon

запустил спутник для исследования радиационных поясов Земли



20 декабря в 20:00:00 JST (11:00:00 UTC) со стартового комплекса Космического центра Утиноура в префектуре Кагосима на юге Японии специалисты Агентства аэрокосмических исследований JAXA осуществили пуск легкой твердотопливной ракеты-носителя Epsilon-2 со спутником ERG по исследованию энергичных заряженных частиц в околоземном пространстве. В момент пуска погода стояла ясная, ветер юго-юго-восточный 0.7 м/с, температура воздуха 17°.

Старт и выведение прошли штатно (табл. 1).

Табл. 1. Циклограмма выведения

Событие	Фактич. время (мин:сек)
Включение двигателя первой ступени, старт	00:00
Окончание работы маршевого двигателя первой ступени	01:52
Сбор головного обтекателя	02:31
Разделение первой и второй ступеней	02:40
Начало работы двигателя второй ступени	02:45
Окончание работы маршевого двигателя второй ступени	04:54
Разделение второй и третьей ступеней	06:37
Начало работы двигателя третьей ступени	06:41
Окончание работы двигателя третьей ступени	08:11
Отделение ERG	13:27

Японское аэрокосмическое агентство JAXA вело прямую интернет-трансляцию пуска. На 14-й минуте полета спутник отделился от последней ступени РН и оказался на орбите со следующими параметрами (в скобках плановые значения):

- наклонение – 31.43° (31.4°);
- высота в перигее – 208 км (219 км);
- высота в апогее – 32 152 км (33 200 км);
- период обращения – 562 мин (582 мин).

Через 37 минут после старта наземная станция в Сантьяго (Чили) приняла сигнал от спутника и зафиксировала раскрытие панелей солнечных батарей (СБ) и завершение ориентации КА на Солнце.

После выхода на орбиту аппарат получил имя собственное «Арасэ» (Arase). В каталоге Стратегического командования США ему присвоили номер **41986** и международное обозначение **2016-080A**.

Обновленная ракета

Усовершенствованный Epsilon (известен также как Epsilon-2) – японский легкий одноразовый носитель, предназначенный для запуска в космос небольших полезных грузов по доступной цене. В проекте полностью твердотопливной РН использован ряд компонентов, доставшихся в наследство от различных ранее летавших ракет. Главная цель разработчиков состояла в том, чтобы снизить стоимость запуска для малых научных КА как в трех-, так и в четырехступенчатом варианте (опциональная верхняя ступень на жидком топливе служит для точного выведения аппаратов на различные, в том числе солнечно-синхронные, орбиты).

Epsilon создавался как система запуска, обладающая наивысшей возможной степенью автоматизации предстартовых проверочных операций. Это делалось с целью сократить численность персонала для подготовки ракеты, предоставив возможность удаленного управления пуском в качестве меры по снижению затрат.

Проект был начат JAXA в 2007 г. как продолжение работ по ракете М-V, эксплуатация которой закончилась в 2006 г., и был инициирован с целью снижения затрат, поскольку пуски М-V были признаны слишком дорогими (каждый обходился в 90 млн \$).

Первоначальная цель проекта Epsilon состояла в снижении стоимости пуска до 20 млн \$, однако более реалистичным оказалось двукратное уменьшение пусковых расходов по сравнению с М-V (по крайней мере на первом этапе «карьеры» носителя). Общая стоимость разработки составила порядка 200 млн \$ (табл. 2).

Напомним, что подготовкой к старту М-V занимались около 80 сотрудников-инжене-



Табл. 2. Сравнительные параметры японских твердотопливных носителей

Параметр	L-4S	M-4S	M-3C	M-3H	M-3S	M-3S-2	M-V-5	Epsilon-1 (Экспериментальный)
Высота, м	16.5	23.6	20.2	23.8	23.8	27.8	30.8	24.4
Стартовая масса, т	9.4	43.6	41.6	48.7	48.7	61	140.4	91
Полезный груз при запуске на низкую околоземную орбиту, кг	26	180	195	300	300	770	1850	1200



ров, а при запуске первой РН Epsilon было задействовано всего восемь человек, то есть людские затраты удалось снизить на порядок благодаря т. н. «автоматической проверке». Что касается вычислительных машин, то прежде они были стационарные и громоздкие, а сейчас стали очень компактными: в командных пунктах теперь используются компьютеры с современными мониторами или ноутбуки, образуя «передвижной стартовый командный пункт».

Главной проектной мерой по сокращению расходов стала замена дорогой первой ступени, применявшейся на M-V, твердотопливным двигателем SRB-A3, который используется в качестве стартового ускорителя на тяжелых носителях H-IIA и H-IIB. Вторая и третья ступени ракеты Epsilon – модифицированные варианты третьей и четвертой ступеней, разработанных для M-V.

Epsilon может летать как в трехступенчатой, так и в четырехступенчатой конфигурации – с доводочной ступенью PBS (Post Boost Stage, другое название – компактная жидкостная ступень доведения CLPS, Compact Liquid Propulsion Stage), позволяющей увеличить грузоподъемность и уменьшить ошибки при выведении КА на солнечно-синхронные орбиты.

В ходе первого пуска 14 сентября 2013 г. Epsilon (в четырехступенчатой конфигурации) вывел на орбиту солнечно-обсерваторию SPRINT-A, переименованную после запуска в «Хисаки» (НК № 11, 2013, с. 40-44).

По конфигурации Epsilon-2 (табл. 3) отличается от уже слетавшего варианта рядом изменений, призванных оптимизировать характеристики ракеты и увеличить выводимую полезную нагрузку примерно на 30%. Усовершенствованная ракета имеет более мощную вторую ступень с увеличенным топливным зарядом и жесткие (неразвертываемые) сопловые насадки на второй и третьей ступенях.

Кроме того, носитель оснащается удлиненным головным обтекателем, а опциональная четвертая ступень имеет увеличенный запас жидкого топлива.

Epsilon-2 имеет высоту 26 м, диаметр – 2.6 м и стартовую массу около 95 т. Носитель эксплуатируется с космодрома Утиноура, ранее известного как Космический центр Кагосима. Трехступенчатый вариант ракеты может доставить полезную нагрузку массой до 1500 кг на низкую околоземную орбиту высотой от 200 до 500 км. С помощью четвертой ступени возможен запуск аппаратов массой до 590 кг на солнечно-синхронные орбиты.

Epsilon-2 на 1.6 м выше и примерно на 4 т тяжелее ракеты, которая совершила первый полет в 2013 г. (табл. 4). Разница в массе и размерах – главным образом из-за использования новой второй ступени и более длинных межступенчатых переходников (отсеков) на второй и третьей ступенях в связи с переходом от развертываемых сопловых насадок к жестким, оптимизированным для работы двигателей в вакууме.

Первая ступень РН Epsilon представляет собой модифицированный твердотопливный ускоритель SRB-A3, используемый на тяжелых носителях H-IIA и H-IIB для получения дополнительной тяги на начальном этапе полета. Планируется, что с той же функцией он будет применен в будущей ракете H-III, разрабатываемой JAXA.

Корпус двигателя – монолитный, мотанный из углерод-углеродного волокна. В варианте Epsilon-2 он примерно на 200 кг легче, чем на первой ступени Epsilon-1, за счет дополнительных мер по снижению масс.

Управление РН на участке работы первой ступени достигается с помощью электромеханического привода управления вектором тяги, состоящего из двух сервомоторов, которые качают сопло двигателя в карданном подвесе. Сервомоторы запитываются от специального теплового аккумулятора, который активируется за секунду до старта. Управление по крену обеспечивают боковые сопла (Solid Motor Side Jet); газ в них поступает из твердотопливных газогенераторов. Такая же система стояла на исходной ракете.

Двигатель 1-й ступени разгонит носитель до скорости более 2.5 км/с. Последующий пассивный участок по-

Табл. 3. Характеристики ступеней РН Epsilon-2

Характеристика	Варианты			
	I ступень	II ступень	III ступень	IV ступень
Наименование	SRB-A3	M-35	KM-V2c	PBS
Диаметр, м	2.5	2.5	1.45	1.2
Длина, м	11.68	5.16	2.25	1.2
Стартовая масса, т	75.3	17.2	2.9 (с EMS)	0.3
Масса топлива, т	66.0	15.0	2.5	0.145
Тип топлива	BP-207J	PB	HTPB	Гидразин
Тяга, тс*	219.2/239.6	-/45.4	-/10.15	-/0.041
Удельный импульс, сек	283.6	295	299	215
Время работы, сек	109	129	89	До 1300

* В числителе – на уровне моря, в знаменателе – в пустоте.

лета переменной длительности позволяет постепенно сбросить остаточную тягу двигателя и обеспечить безударное разделение ступеней, а ракете – подняться на большую высоту перед включением верхних ступеней.

Вторая ступень РН Epsilon-2, обозначенная M-35, представляет собой модифицированный вариант второй ступени M-34с, используемой на исходном варианте Epsilon-1, которая, в свою очередь, являлась адаптированной ступенью M-34 ракеты M-V. Это самое большое отличие усовершенствованного варианта Epsilon от исходного. Двигатель содержит корпус и сопло, оптимизированное для работы в вакууме, а также боковые микродвигатели для управления креном.

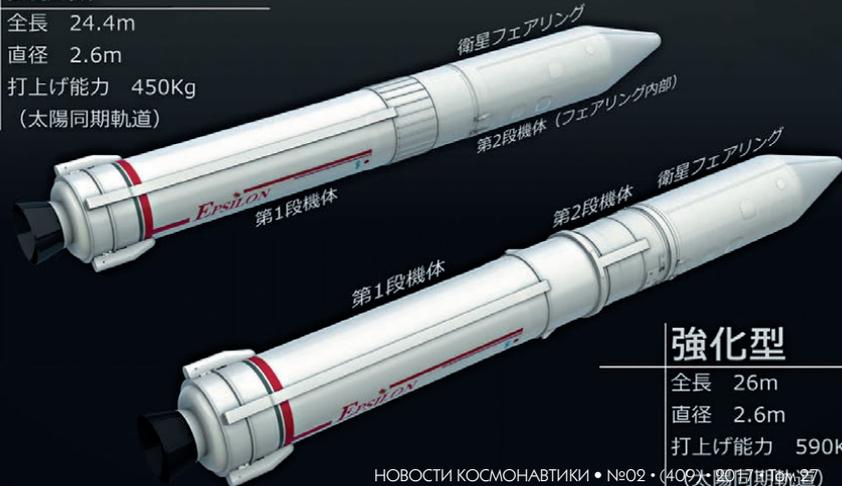
По сравнению с M-34с ступень M-35 имеет слегка удлиненный корпус из композитного материала, а также увеличенный с 2.2 до 2.5 м диаметр, что позволяет вместить больше топлива, обеспечив большее время работы и более высокую тягу. Состав твердого топлива, которым снаряжается вторая

Табл. 4. Сравнение вариантов РН Epsilon

Параметры	Варианты			
	Экспериментальный		Усовершенствованный	
	Базовый	Опциональный	Базовый	Опциональный
Полная длина, м	Около 24.4		Около 26	
Диаметр, м	2.6			
Стартовая масса, т	Около 91	Около 92	Около 95.4	Около 95.7
Длина зоны размещения спутника, м	4.7		5.4	
Конфигурация	Твердотопливная трехступенчатая ракета	Твердотопливная трехступенчатая ракета с дополнительной (четвертой) ступенью на жидком топливе	Твердотопливная трехступенчатая ракета	Твердотопливная трехступенчатая ракета с дополнительной (четвертой) ступенью на жидком топливе
Масса РН, кг	На низкую околоземную орбиту	1200 (250x500 км)	700 (на круговую орбиту 500 км)	1500 (250x500 км)
	На солнечно-синхронную орбиту	-	450 (круговая орбита 500 км)	-
	На вытянутую эллиптическую орбиту	-	-	Более 365 (200x30 000 км)

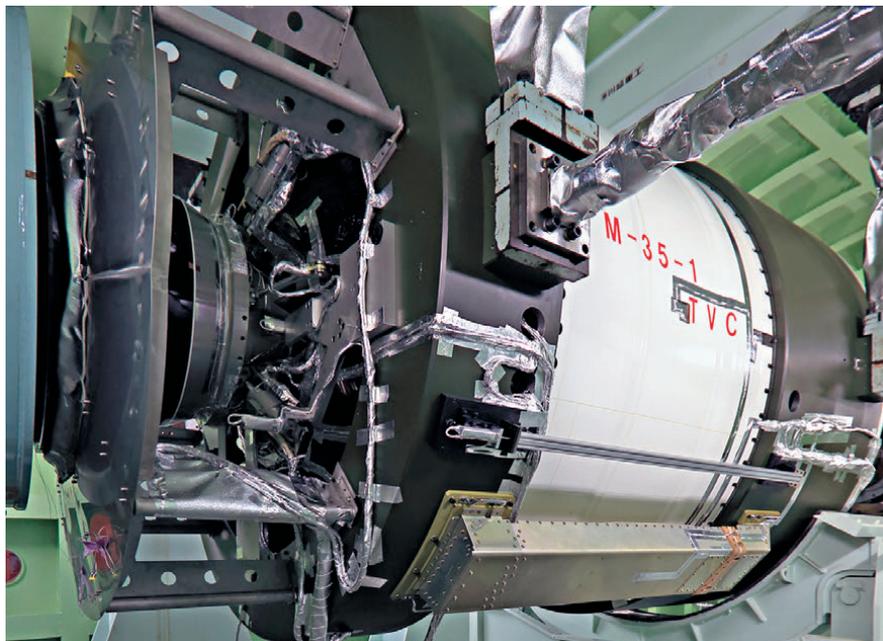
試験機

全長 24.4m
直径 2.6m
打上げ能力 450Kg
(太陽同期軌道)



強化型

全長 26m
直径 2.6m
打上げ能力 590Kg



▲ Двигатель М-35 на огневых испытаниях в Носиро

ступень, также изменен: вместо прежней композиции, известной как BP-205J, использована более дешевая смесь на основе полибутадиена, обеспечивающая несколько лучшие характеристики.

Японские специалисты в течение десяти лет после прекращения эксплуатации ракеты М-V проводили исследования в области совершенствования технологии твердотопливных двигательных установок. В частности, для повышения эффективности двигателей разрабатывались термостойкие материалы и предлагались новые компоновочные решения.

Ранее для предотвращения перегрева конструкции двигателя на внутреннюю часть корпуса (или на твердотопливный заряд) наносилось многослойное теплозащитное покрытие. Теперь же оставили один слой, благодаря чему достигнуто снижение массы и уменьшились затраты на производство. Для тех же целей был значительно усовершенствован и автоматизирован процесс намотки корпуса из углеродного волокна.

Из существенных изменений конструкции второй ступени можно назвать применение нового сопла, сверхзвуковой насадок которого сейчас не раскрывается и имеет изначально большие габариты. Сопло прячется в переходной отсек, соединяющий первую и вторую ступень; длину отсека увеличили с 1.6 до 2.32 м. После разделения ступеней, которое происходит с помощью пиротехнических замков и пружинных толкателей, переходник остается прикреплен к первой ступени.

Сопло оснащено электромеханической системой управления вектором тяги для ориентации носителя по осям тангажа и рысканья. За управление по крену отвечают боковые сопла, питаемые от твердотопливных газогенераторов. Гидразиновая реактивная система управления служит для стабилизации ракеты на пассивном участке траектории.

Наземные огневые испытания двигателя второй ступени с имитацией условий высотной работы успешно завершили 21 дека-

бря 2015 г. в Центре испытаний ракетных двигателей в городе Носиро префектуры Акита на севере Японии.

На демонстрационной версии Epsilon верхняя часть второй ступени защищалась головным обтекателем, который непосредственно сопрягался с межступенчатым переходником. На ракете Epsilon-2 вторая ступень имеет увеличенную с 4.3 до 5.16 м длину и сопрягается с обтекателем по своей верхней части. Благодаря этому удалось увеличить объем твердотопливного заряда второй ступени в 1.4 раза и повысить массу выводимого полезного груза.

Третья ступень усовершенствованного носителя – ракетный двигатель на твердом топливе типа НТРВ, стабилизированный вращением и обозначаемый как КМ-V2с. Это слегка измененный вариант ступени КМ-V2b, устанавливаемой на базовом носителе Epsilon, которая сама, в свою очередь, основана на ступени КМ-V2 ракеты М-V.

Основные отличия между КМ-V2b и КМ-V2с связаны с отказом от развевываемого соплового насадка, оптимизированного для работы в вакууме, для уменьшения общей сложности и повышения надежности системы с одновременным снижением массы конструкции и повышением энергетических характеристик ракеты.

Третья ступень стабилизируется вращением с помощью двигателей закрукки, установленных на верхней части второй ступени. Таким образом, после отделения третья ступень не несет «мертвый» груз отработавших двигателей закрукки. Остановка вращения в конце работы третьей ступени осуществляется с помощью бокового реактивного сопла.

КМ-V2с на полметра длиннее предшественника и состоит из композитного корпуса и сопловой секции. Верхняя часть корпуса диаметром 1.45 м помещена в т.н. «конструкцию для крепления оборудования» EMS (Equipment

Mounting Structure). Она имеет цилиндрическую верхнюю часть, состоящую из металлической решетки, и конусообразную нижнюю часть для сопряжения с третьей ступенью большего диаметра.

По периметру верхнего цилиндра установлены различные блоки бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО), в том числе навигационные датчики, бортовые компьютеры и приемопередатчики телеметрии и команд. На верхней стороне находится стандартизированный 97-сантиметровый адаптер полезной нагрузки, подходящий для большинства спутников данных массогабаритных характеристик.

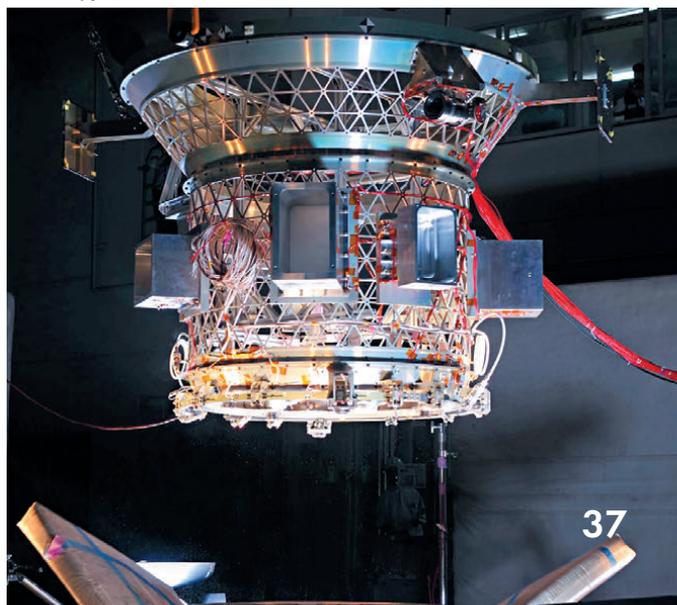
Конструкция EMS усовершенствованной ракеты Epsilon примерно на 0.3 м короче первоначального варианта, что позволило снизить массу и освободить больше места под головным обтекателем для полезной нагрузки. Из других улучшений можно назвать уменьшение габаритов и массы блока последовательного распределения питания PSDB (Power Sequence Distribution Block). До этого на японских ракетах широко использовались механические реле, которые сейчас заменены полупроводниковыми блоками, что позволило облегчить PSDB почти в два раза (с 20 до 10.6 кг).

Носитель Epsilon-2 имеет ощутимо больше места для размещения полезных нагрузок различных размеров. При этом обтекатель первого варианта ракеты практически не изменялся: расширение свободного пространства достигнуто благодаря тому, что раньше он защищал не только полезный груз и третью ступень, но еще и вторую ступень. Перенос обтекателя вперед позволил упростить конструкцию носителя, оптимизировать длину обтекателя и смягчить воздействие на спутник при его сбросе. Головной обтекатель имеет диаметр 2.5 м, длину 9.19 м и массу около 800 кг.

Оба варианта ракеты Epsilon – и экспериментальный, и штатный – могут оснащаться опциональной доводочной ступенью PBS, которая дает возможность прецизионного запуска спутников на солнечно-синхронную орбиту, в то время как полеты по всем другим орбитам и траекториям для увеличения массы полезной нагрузки выполняются «чисто трехступенчатым вариантом», без доводочного блока.

В отличие от других ступеней РН Epsilon, опциональная использует жидкое топливо (гидразин), которое подается в небольшие

▼ Конструкция EMS



ЖРД тягой 0.4 кН (40.8 кгс) вытеснительной системой.

PBS представляет собой интегрированную систему, которая установлена на EMS и добавляет к ее массе около 300 кг. Четвертая ступень образуется путем установки бака гидразина в центре данной конструкции и добавления нескольких однокомпонентных микродвигателей для получения тяги и управления ориентацией.

Первоначальный вариант ступени имел три 42-сантиметровых бака общей емкостью 120 кг (гидразин); PBS усовершенствованного варианта (в первом полете Epsilon-2 не устанавливалась) оснащена одним резервуаром 65 см в диаметре, вмещающим около 145 кг монотоплива, что позволяет двигателям доводочного блока работать на три минуты дольше, чем у его предшественника и придает ступени дополнительную гибкость.

Как правило, PBS выполняет орбитальные маневры после того, как третья ступень ракеты доставляет связку на промежуточную орбиту. По сравнению с трехступенчатым вариантом, вариант с PBS уменьшает ошибку в перигее на 5 км, в апогее на 80 км и в наклонении на 1.8°. Доводочный блок имеет возможность многократного включения и в ходе миссии должен запускаться по крайней мере два раза для точного выведения полезной нагрузки.

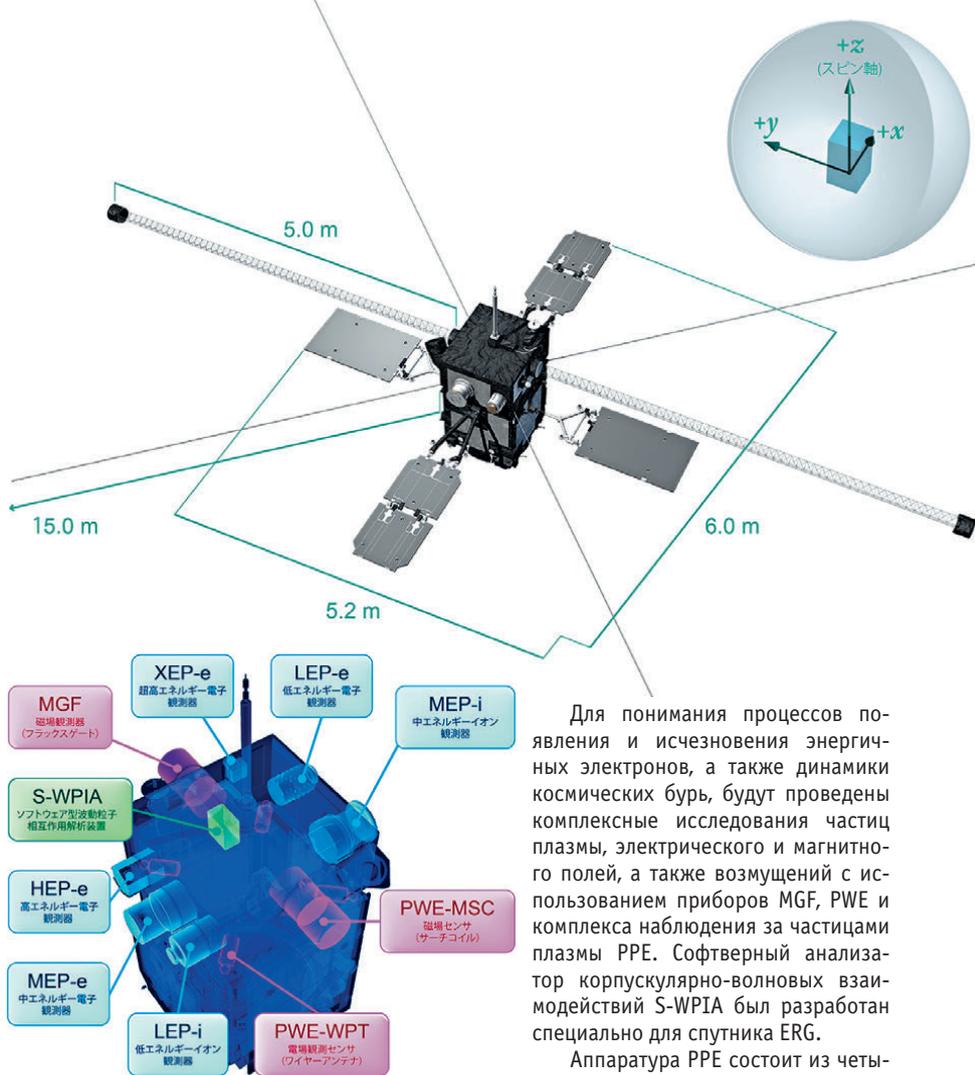
Спутник

Аппарат для исследования накопления энергии и радиации в геокосмосе ERG (Exploration of Energisation and Radiation in Geospace), известный также как SPRINT-B, принадлежит Японскому аэрокосмическому агентству JAXA и предназначен для изучения магнитосферы Земли – радиационных поясов, открытых еще в 1958 г. американским астрофизиком Джеймсом Ван Алленом (James Van Allen). Внутренний и внешний* пояса радиации, окружающие нашу планету на высотах 4000 и 17 000 км, представляют собой скопление заряженных частиц высоких энергий – электронов и протонов, удерживаемых магнитным полем планеты. Эти частицы крайне опасны для исследователей космоса: они могут выводить из строя электронное оборудование КА, например, вызывать сбои в работе бортовых компьютеров, а космонавты и астронавты подвергаются радиоактивному облучению.

Эта область околоземного пространства таит в себе немало загадок. В частности, до сих пор непонятны причины рождения постоянно появляющихся и исчезающих электронов с энергией выше мегаэлектронвольт, образующих пояс. Изучение этого явления поможет понять устройство и «особенности поведения» радиационных поясов, которые имеются не только у Земли, но и у Юпитера и Сатурна. Известно, что явление разгона электронов до релятивистских энергий (и околосветовых скоростей) наблюдается в различных частях Вселенной.

Назначение японского аппарата – узнать, как зарождаются вышеуказанные электроны во время космических бурь, по-

* Как доказано в последние годы на основе данных американских спутников RBSP, время от времени также появляется и исчезает третий пояс.



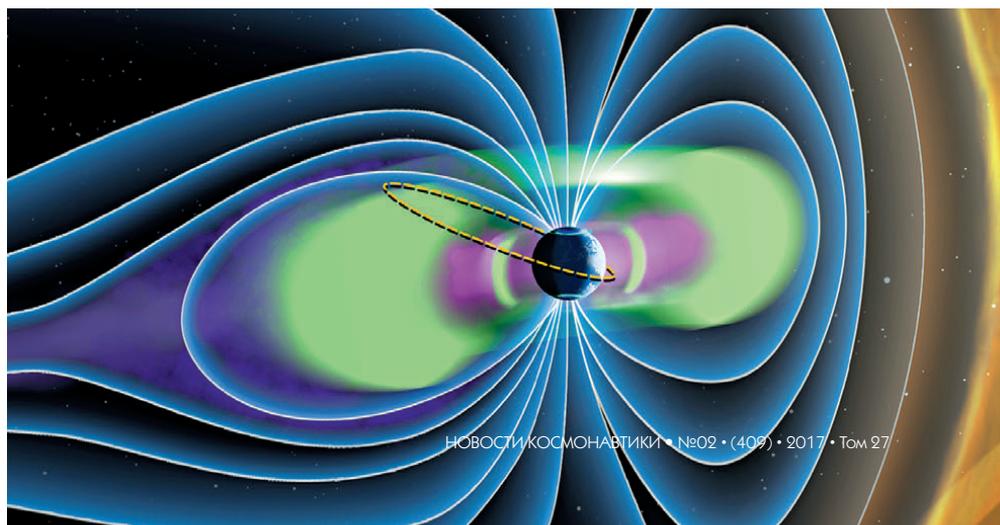
▲ Научная аппаратура спутника ERG

наблюдать за ускорением данных частиц и развитием бурь. ERG впервые в мире займется комплексными исследованиями и наблюдениями за процессом зарождения и исчезновения энергичных электронов и ионов в центре поясов Ван Аллена (в пределах плоскости экватора).

С этой целью на спутник установлено научное оборудование, включающее четыре комплекса инструментов:

- ◆ комплекс для спектрометрии электронов и ионов PPE (Plasma particle experiment);
- ◆ комплекс наблюдения за плазменными волнами и электрическим полем PWE (Plasma wave experiment);
- ◆ магнитометр MGF (Magnetic field experiment);
- ◆ программный комплекс для анализа корпускулярно-волновых взаимодействий S-WPIA (Software-type wave particle interaction analyzer).

▼ Орбита спутника ERG и радиационные пояса Земли



Для понимания процессов появления и исчезновения энергичных электронов, а также динамики космических бурь, будут проведены комплексные исследования частиц плазмы, электрического и магнитного полей, а также возмущений с использованием приборов MGF, PWE и комплекса наблюдения за частицами плазмы PPE. Софтверный анализатор корпускулярно-волновых взаимодействий S-WPIA был разработан специально для спутника ERG.

Аппаратура PPE состоит из четырех электронно-измерительных приборов:

- ◆ анализатор электронов низких энергий LEP-e (Low-energy particle experiments – electron analyzer);
- ◆ анализатор ионов низких энергий LEP-i (Low-energy particle experiments – ion mass analyzer);
- ◆ анализатор электронов промежуточной энергии MEP-e (Medium-energy particle experiments – electron analyzer);
- ◆ анализатор ионов промежуточной энергии MEP-i (Medium-energy particle experiments – ion mass analyzer);
- ◆ анализатор электронов высоких энергий HEP (High-energy electron experiments);
- ◆ анализатор электронов сверхвысоких энергий XEP (Extremely high-energy electron experiments);

Инструменты спроектированы таким образом, чтобы получать последовательные энергетические спектры в широком энергетическом диапазоне.

До недавних пор из-за жестких радиационных условий в поясах Ван Аллена не могли проводить измерения частиц низких энергий – менее 10 кэВ. На спутнике ERG установлены защитные экраны, которые и помогут решить проблему таких исследований в условиях радиации.

Приборы LEP-e и MEP-e проанализируют массу и энергию электронов. По новым технологиям можно делать замеры ионов до 180 кэВ на единицу заряда по объемным угловым направлениям. Спутник ERG вращается, поэтому постоянно открываются новые линии обзора.

Комплекс наблюдения за плазменными волнами и электрическим полем PWE включает:

- ◆ датчик электрического поля PWE-WPT на четырех 15-метровых тросовых антеннах;
- ◆ датчик магнитного поля PWE-MSD на трехосной индукционной катушке;
- ◆ приемник волн низкой частоты EWO;
- ◆ анализатор волн высокой частоты AFA.

PWE будет выявлять возмущения плазмы, наблюдая за электрическим полем в диапазоне частот от 0 до 10 МГц, а также за переменным магнитным полем в диапазоне от 1 Гц до 100 кГц.

MGF – это индукционный магнитометр. В околоземном пространстве существует так называемый «кольцевой ток», который то усиливается, то ослабевает, что приводит к изменению фона магнитного поля. Прибор MGF в основном схож с прибором MGF-I проекта VeriColombo – совместной автоматической миссии EKA и JAXA (с российским участием) по исследованию Меркурия, в настоящее время планируемой к запуску в 2018 г. Однако инструмент был несколько доработан. В частности, для снижения уровня шума данных датчики MGF были установлены на конце выдвижной штанги длиной 5,3 м.

Программный комплекс для анализа корпускулярно-волновых взаимодействий S-WPIA будет выполнять прямые вычисления относительной фазы после получения данных по частицам, электронам и плазменным волнам от MEP-e, HEP, XEP и PWE. Такая функция реализована впервые в мире. Данный комплекс будет способен количественно распознавать, какие электроны способствовали появлению плазменных волн, а какие получают энергию от волн плазмы. Если удастся провести такие исследования, по взаимодействию волновых частиц в космическом пространстве можно будет сказать, каким образом происходит преобразование энергии.

Результаты послужат разработке радиационно-стойкой аппаратуры в расчете на суровые условия радиационных поясов Юпитера. Информация, полученная в ходе работы спутника, будет объединена с данными наземных дистанционных наблюдений. Кроме того, ученые намерены провести моделирование и заняться исследованием поясов Ван Аллена комплексно.

Спутник ERG построен на платформе SPRINT*, его масса составляет 365 кг, а размеры в транспортном положении 1,5×1,5×2,7 м. На орбите аппарат стабилизирован вращением с частотой 7,5 об/мин. Электропитание системы получают от четырех панелей солнеч-

ных батарей, раскрывающихся на орбите; с ними размеры спутника увеличатся до 6 м по продольной оси и 5,2 м по поперечной. Общая вырабатываемая мощность – 700 Вт.

Изготовление и оснащение аппарата велось в лаборатории JAXA в городе Сагамихара (префектура Канагава, регион Канто, остров Хонсю). Оттуда 3 октября 2016 г. он был отправлен в Космический центр Утиноура. Расчетная дата старта была объявлена 15 ноября, и пуск состоялся в назначенный день и час.

В первых числах января 2017 г. КА поднял перигей орбиты с 230 до 450 км, обезопасив себя от входа в плотные слои атмосферы. 23 января JAXA объявило об успешном завершении начальной критической фазы полета. После активации научных инструментов и дополнительных проверок (всего около двух месяцев) аппарат приступит к решению научных задач, то есть будет выяснять, как развиваются космические бури, а также попытается прояснить загадки радиационного пояса в околоземном космическом пространстве. Ожидается, что КА ERG проработает не менее года.

Спутник имеет некоторые особенности.

Особенность 1. Он должен работать в крайне суровых условиях с соблюдением требований электромагнитной совместимости EMC (Electro-Magnetic Compatibility), поэтому, осуществляя контроль за электромагнитным шумом, порождаемым самим спутником, становится возможным обеспечить нормальную работу аппаратуры и провести высокоточные наблюдения за магнитным полем и электромагнитными возмущениями плазмы.

Для этого специалисты:

- ❖ установили радиационные экраны;
- ❖ использовали сверхрадиационно-стойкие детали и конструкционные материалы;
- ❖ обеспечили электропроводимость поверхности КА;
- ❖ добавили фильтры источников питания и усовершенствовали кабельную сеть;
- ❖ провели последовательный контроль EMC – начиная от проектирования и до экспериментов, а также от уровня приборов и деталей до системного уровня.

Особенность 2. Обеспечен соответствующий уровень надежности аппарата в условиях ограниченных ресурсов при изготовлении «малого научного спутника». С этой целью:

- ◆ установлено четыре комплекса научных приборов с условием экономии питания и снижения массы КА;
- ◆ спутник разработан в краткие сроки и с низкими затратами.

По сложившейся традиции после успешного запуска JAXA присвоило спутнику имя собственное «Арасэ». Этимология названия прослеживается в следующем.

Во-первых, аппарат будет «грести» в самом наполненном в пределах околоземного



космического пространства энергичными заряженными частицами радиационного пояса Ван Аллена в космическом «бурном потоке». По-японски *арасэ* – подобие волнующейся реки, где вода ожесточенно бурлит и создает сильное течение.

Во-вторых, такое же имя имеет река, протекающая через поселок Кимоцуки одноименного уезда префектуры Кагосима, где и располагается Космический центр Утиноура. Существует предание, имеющее отношение к голосу певчей птицы, обитающей в пределах данной речки. Поскольку спутник будет изучать радиоволны, распространяющиеся в космическом пространстве, то он будет как будто бы «слушать щебетание птичек».

Перспективы близкие и далекие

Агентство аэрокосмических исследований JAXA отмечает, что на момент подготовки ракеты к запуску спутника ERG у других стран мира, в частности у России и США, имелись собственные планы по изучению радиационного пояса Земли. Японские ученые выразили готовность заниматься данной проблематикой вместе с коллегами из других стран, указав на то, что, если бы на орбите работало несколько аналогичных КА разных космических агентств, в результате получилось бы очень эффективное и плодотворное сотрудничество.

Что же касается носителя, то японские инженеры продолжают его модернизацию с целью соответствовать спросу на запуск малых спутников – менее 100 кг. Таким образом, разрабатываются пусковые системы, способные одновременно выводить основную спутник, несколько попутных малых КА и кубсаты.

На 2020 г. запланирован пробный пуск новой ракеты H-III. Поскольку она разрабатывается в тот же временной отрезок, что и модернизируются носители Epsilon, вполне возможно, что на обеих РН будут устанавливаться одни и те же приборы и системы.

* Первый демонстрационный спутник на этой платформе «Хисаки» (SPRINT-A) был запущен в 2013 г.

Бразильский «тукан» и японский «журавль»

Ю. Журавин.
«Новости космонавтики» **В полете – Star One D1 и JCSat 15**

21 декабря в 17:30:07 по времени Французской Гвианы (20:30:07 UTC) со стартового комплекса ELA3 Гвианского космического центра стартовая команда компании Arianespace выполнила пуск PH Ariane 5ECA (миссия VA234). Криогенная вторая ступень ESC-A вывела на геопереходную орбиту два телекоммуникационных КА – Star One D1, принадлежащий бразильскому оператору Embratel Star One S.A., и JCSat 15 для японской корпорации SKY Perfect JSAT Corp.

По данным компании Arianespace, отделение КА произошло на орбите с параметрами (в скобках даны расчетные значения):

- наклонение – 6.00° (6.00°);
- высота в перигее – 249.2 км (249.1 км);
- высота в апогее – 35920 км (35905 км).

Параметры орбит спутников и других объектов от этого пуска, их номера и международные обозначения в каталоге Стратегического командования США приведены в таблице.

Номер	Обозначение	Название	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	Р, мин
41903	2016-082A	JCSat 15	6.03°	248	35786	629.4
41904	2016-082B	Star One D1	6.02°	261	35749	628.9
41905	2016-082C	Ariane 5 R/B	6.45°	245	35729	628.2
41906	2016-082D	Sylda 5A	6.02°	243	35745	628.5

Ракета Ariane 5ECA (бортовой номер L587) изготовлена компанией Airbus Defence and Space (ADS). Верхним при запуске был КА Star One D1, нижним внутри переходника нагрузки в миссии VA234 (включая адаптеры и переходник) составила 10722 кг при суммарной массе двух КА около 9833 кг.

Для каждой своей миссии Arianespace традиционно разрабатывает постер. На постере миссии VA234, помимо стартующей ракеты, земного шара и флагов Бразилии и Японии, были изображены птицы, являющиеся символами этих стран: большой тукан (лат. *Ramphastos toco*) и японский журавль (лат. *Grus japonensis*).

Пуск состоялся в момент открытия 75-минутного стартового окна (с 20:30 до 21:45 UTC). Выведение проводилось по стандартной баллистической схеме с одним включением двигателя второй ступени ESC-A. Спутник Star One D1 отделился от головного блока через 29 мин 03 сек после контакта подьема, переходник Sylda 5A – че-

рез 31 мин 51 сек, спутник JCSat 15 – через 43 мин 19 сек.

После сообщения об успехе миссии VA234 было объявлено, что следующий пуск Ariane 5ECA состоится 14 февраля 2017 г. В миссии VA235 будут выведены на геопереходную орбиту два КА:

- ◆ Intelsat 32e / SkyBrasil 1, изготовленный по заказу компаний Intelsat S.A. и DirecTV Latin America;

- ◆ Telkom 3S для индонезийского оператора PT Telekomunikasi Indonesia Tbk.

Опоздавший к Олимпиаде

Уже во второй раз в 2016 г. компания Arianespace обеспечила выведение на PH Ariane 5 двух КА, изготовленных американской компанией Space Systems / Loral (SS/L) на калифорнийском заводе в Пало-Альто. Первый раз два «лорала» стартовали на одной «Ариадне» 18 июня в миссии VA230 – это были EchoStar 18 и KA BRISat.

Аппарат Star One D1 стал первым спутником четвертого поколения бразильского оператора Embratel Star One S.A. Первые два поколения ее КА носили имя BrasilSat. Star One SA была образована в 2000 г. бразильской компанией Embratel (Empresa Brasileira de Telecomunicacoes) и американской GE International Holdings. С 2003 г. Embratel стала дочерней компанией мексиканского телекоммуникационного гиганта TELMEX Internacional (Telefonos de Mexico). В настоящее время фирма Star One SA является ведущим южноамериканским оператором фиксированной спутниковой связи. Она предлагает все традиционные телекоммуникационные спутниковые услуги (интернет-телевидение, мультимедиа, передача данных и т.д.) своим подписчикам на территории Южной и Центральной Америки, Мексики, на юге США и на островах Карибского бассейна.

Контракт на изготовление КА Star One D1 был подписан между SS/L и Embratel Star One 18 июля 2013 г., однако лишь 15 августа они официально объявили о нем, поскольку требовалось получить подтверждение всех акционеров бразильского оператора. Изначально старт планировали на начало 2016 г., причем Star One D1 должен был обеспечить дополнительные каналы связи для трансляции Олимпийских игр в Рио-де-Жанейро в августе 2016 г. Однако изготовление КА задержалось, и трансляции с Олимпиады велись через другие КА компании Embratel.

Star One D1 собран на основе платформы SSL-1300S, имеющей увеличенную мощность системы электропитания по сравнению со стандартной 1300-й платформой. Стартовая масса КА составила 6433 кг, габариты при запуске 5.10×2.35×2.20 м. Система элек-

Embratel
star one





ный вариант стандартной SSL-1300). Стартовая масса КА JCSat 15 составляла около 3400 кг, габариты в стартовой конфигурации – 5.2×3.3×3.0 м.

Система электропитания включает две трехсекционные панели солнечных батарей размахом 24.75 м и два литий-ионных аккумулятора. Система в конце 15-летнего расчетного срока службы КА обеспечивает мощность не менее 10 кВт. Двигательная установка КА состоит из апогейного двухкомпонентного двигателя типа R-4D, жидкостных двигателей тягой 22 Н и плазменных двигателей SPT-100.

Полезная нагрузка JCSat 15 включает 44 транспондера Ku-диапазона (14/11 ГГц) высокой мощности (127 Вт). Спутник оборудован двумя антенными рефлекторами диаметром 2.5 м каждый.

К 2 января аппарат расположился в точке 135.9° в. д. Позднее он будет переведен в орбитальную позицию 110° в. д., где заменит КА N-Sat-110 (запущен 6 октября 2000 г.). Аппарат обеспечит предоставление услуг трансляции телевидения высокой четкости сети «SKY PerfectTV!» и передачи данных на всей территории Японии, а также коммуникационные морские и авиационные приложения для регионов Океании и Индийского океана.



тропитания включает две пятисекционные, фирменные для SS/L «крестовые» панели солнечных батарей. Их размах после раскрытия на орбите составил 32.44 м, длина каждой – 14.41 м. Снимаемая мощность в конце расчетного 15-летнего срока эксплуатации составит 17.1 кВт. Для перевода на геостационарную орбиту на КА стоит апогейный двигатель типа R-4D, а для коррекции положения на рабочей орбите – четыре плазменных двигателя SPT-100. Трехосная система ориентации в качестве исполнительных органов использует маховики.

Полезная нагрузка Star One D1 – трехдиапазонная. В С-диапазоне имеется 28 транспондеров с полосой пропускания 36 МГц. С их помощью будут предоставляться услуги голосовой связи, теле- и радиовещания, передачи данных, в том числе доступ в Интернет. В Ku-диапазоне полезная нагрузка включает 24 транспондера с полосой пропускания 36 МГц. Они будут использоваться для непосредственного телевидения, для доступа в Интернет, передачи данных и телефонии в удаленных местах.

Впервые на КА компании Embratel Star One появилась полезная нагрузка Ka-диапазона. Она сформирует 18 лучей повышенной пропускной способности, эквивалентных примерно 300-м стандартным транспондерам с полосой 36 МГц. С ее помощью будут предоставляться услуги широкополосной связи и высокоскоростной передачи данных как для корпоративных сетей, так и для приложений операторов сотовой связи.

Уже 31 декабря Star One D1 был стабилизирован в орбитальной позиции 84° з. д. Он будет работать там совместно с BrasilSat B4, орбита которого уже имеет наклонение 1.28°. Из этой точки Star One D1 обеспечит охват всей территории Бразилии, где его ус-

▲ Спутник Star One D1 на сборке в компании SS/L лугами воспользуются около 25 млн пользователей. Кроме того, D1 будет применяться для предоставления услуг в других странах Южной и Центральной Америки, а также в Мексике и странах Карибского бассейна.

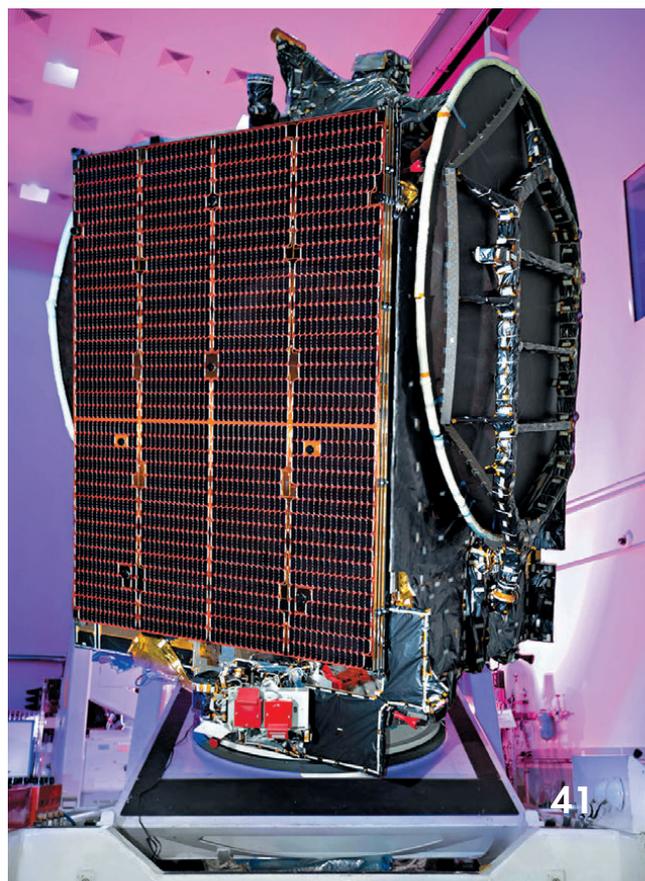
По информации, появившейся в бразильских СМИ в сентябре 2016 г., в настоящее время компания Embratel Star One рассматривает возможность запуска в 2019 г.

КА Star One D2. Проект пока не утвержден: еще идет анализ его бюджета и ведутся переговоры с аргентинским оператором Convergencia Latina о совместном финансировании. Планируется, что КА будет нести полезную нагрузку С- и Ku-диапазонов для предоставления услуг на территории Южной и Центральной Америки и Мексики, а также Ka-диапазона с охватом территории Бразилии.

Только Ku

Владелец JCSat 15 – компания SKY Perfect JSAT – является лидером в области спутникового непосредственного телевидения и широкополосного доступа в Интернет не только в Японии, но и в Азии в целом, обладая спутниковым флотом из 16 КА. Ее пользователи – 3.4 млн человек в Японии, Азии, Океании, на Гавайских островах и в Северной Америке. SKY Perfect JSAT владеет также 50% акций совместного с Intelsat предприятия Horizons Satellite LLC. Компания продвигает на рынок свои услуги спутникового телевидения под брендами «SKY PerfectTV!», «SKY PerfectTV! e2» и «SKY PerfectTV! HIKARI». Кроме того, компания распространила свой сервис и на область кабельного телевидения, создав дистрибьюторскую фирму J-HITS. Основными акционерами SKY Perfect JSAT являются корпорации Itochu, Sony и Fuji Television.

Контракт на производство JCSat 15 и аналогичного ему JCSat 16 (запущен 14 августа 2016 г. с помощью PH Falcon 9) был подписан между SKY Perfect JSAT и SS/L в апреле 2014 г. Аппарат был собран на основе базовой платформы SSL-1300 (в ряде источников встречается обозначение SSL-1300LL, описывающее облегчен-



«Таньсат» и другие



22 декабря в 03:22:04.443 по пекинскому времени (21 декабря в 19:22:04 UTC) со стартового комплекса № 94 Центра космических запусков Цзюцюань был произведен пуск РН «Чанчжэн-2D» (CZ-2D №Y33) с научным КА Tansat и тремя попутными малыми спутниками наблюдения Земли. Внутреннее обозначение пуска было «операция 01-79».

Через 13 минут аппараты были выведены на расчетные орбиты. Их параметры, а также номера и международные обозначения, присвоенные КА в каталоге Стратегического командования США, приведены в таблице 1.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры начальной орбиты			
			i	Нр, км	На, км	P, мин
Tansat	41898	2016-081A	98.15°	696.3	729.0	98.94
Yijian*	41899	2016-081B	98.15°	696.3	729.8	98.95
SPARK 01	41900	2016-081C	98.15°	696.0	733.8	99.01
SPARK 02	41901	2016-081D	98.15°	696.0	735.5	99.03
2-я ступень	41902	2016-081E	97.87°	286.9	744.6	94.73

* Название неизвестного происхождения.

«Углеродный» спутник

Как и положено уважающему себя китайскому спутнику, основной аппарат имеет несколько названий. Для внешнего мира оно звучит как Tansat («Таньсат»), где слог «тань» – это буквенная запись иероглифа **碳**, означающего углерод. В китайских публикациях используется аналогичное по смыслу короткое название **碳卫星** («тань вэйсин», то есть «углеродный спутник») и длинное описательное наименование **全球二氧化碳监测科学实验卫星** («цюаньцзю эрсяньхуатань цзяньцэ кэсюэ шиянь вэйсин», то есть научно-экспериментальный спутник для глобального мониторинга двуокиси углерода).

Научная задача Tansat состоит в измерении и мониторинге уровня углекислого газа в атмосфере Земли. Это «горячая» и весьма политизированная тема, так как на основании данных о росте количества CO₂ делаются скоропалительные заявления о том, что источником его является деятельность чело-

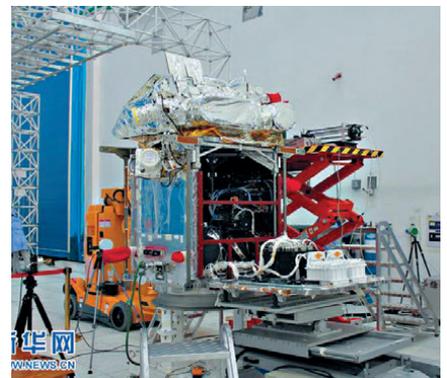
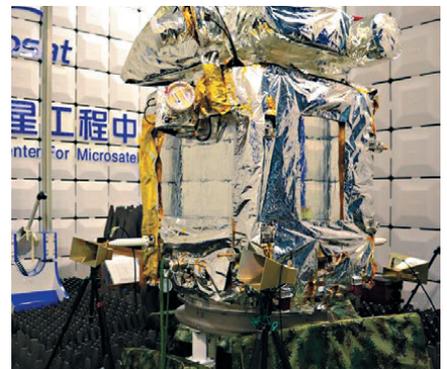
века и что рост концентрации CO₂ обуславливает тенденцию к повышению средней температуры атмосферы, называемую в обиходе «глобальным потеплением»*. На основании таких крайне упрощенных и плохо обоснованных представлений формируются предложения о снижении в глобальном масштабе выбросов CO₂ путем сокращения промышленного производства, работы транспорта и т.п. и заключаются соответствующие международные соглашения.

До сих пор «локомотивом» в деле космических измерений концентрации CO₂ были США, где разработали и запустили специализированную обсерваторию ОСО (февраль 2009 г., НК №4, 2009), продублировали погибший аппарат спутником ОСО-2 (июль 2014 г., НК №9, 2014), а в настоящее время готовятся установить на МКС аппаратуру ОСО-3 аналогичного назначения. Доставка ее, по последним данным, планируется в октябре 2018 г. на грузовом корабле Dragon в полете SpX-17. Кроме того, Япония отметилась специализированным спутником «Ибуки» (GOSAT; НК №3, 2009) для измерения количества парниковых газов, а Европа ведет аналогичные измерения с использованием аппаратуры Sciamachy на КА Envisat. Понятно, что Китай как вторая (а в натуральных показателях – первая) экономика мира и крупнейший производитель парниковых газов** хочет иметь собственные данные о содержании углекислоты.

Заявленная основная цель китайского проекта – добиться лучшего понимания глобального распределения CO₂ и его вклада в изменение климата, дополнительная – отслеживание годовых вариаций количества углекислоты в атмосфере. Спутник, оснащенный двумя научными инструментами, осуществляет измерения, на основании ко-

торых вычисляется региональная усредненная по высоте концентрация CO₂. Контроль достоверности результатов осуществляется за счет сопутствующих измерений наземными средствами. Разработчики рассчитывают на получение информации о содержании CO₂ с точностью лучше 1% (что соответствует четырем частям на миллиард) в глобальном, национальном и провинциальном масштабе.

Проект Tansat реализуется с января 2011 г. в рамках научной космической программы Китайской АН на средства Министер-



* За последние 150 лет концентрация CO₂ в атмосфере выросла с 280 до 400 частей на миллиард, а средняя температура – на 0.7°C.

** Около 11 млрд тонн CO₂ в год – против 5 млрд тонн в США. Предполагается, что выбросы углекислого газа в КНР будут расти вплоть до 2030 г. Поставлена задача сократить удельный выброс на единицу ВВП на 60% по сравнению с 2005 г.

Табл. 2. Характеристики CDS

Параметр	O ₂ (А)	CO ₂ (слабая)	CO ₂ (сильная)
Полоса, нм	758–778	1594–1624	2042–2082
Спектральное разрешение, нм	0.038–0.047	0.120–0.142	0.160–0.182
Отношение сигнал/шум	360	250	180
Пространственное разрешение, км	2x2		
Рабочая область	От -30° до -10° поперек трассы		
Ширина полосы, км	20		

ства науки и технологий КНР при участии британских научных групп из Университета Лестера и Университета Эдинбурга. Аппарат будет работать на один из стратегических приоритетных проектов Академии наук – «Изменения климата: бюджет углерода и связанные вопросы». Руководитель проекта – вице-президент Китайской АН Сян Либинь (相里斌), научный руководитель – академик Лю Дажэнь (吕达仁).

Проект обошелся примерно в 800 млн юаней (115 млн \$). Формальной датой начала работ был февраль 2012 г. с плановым сроком запуска в конце 2014 г. Итогом первого этапа стала защита предварительного проекта в марте 2013 г., после которой в июле 2013 г. стартовала фаза С – изготовление и наземные испытания КА. К моменту критической защиты в декабре 2014 г. срок запуска сдвинулся на 2015 год, летом 2015 г. уже назывался июнь 2016 г., а к марту 2016 г. старт перешел на август. Наконец, 10 сентября была названа реальная дата – 19 декабря. Аппарат отправили на космодром 8 ноября, а старт в итоге состоялся 22 декабря.

Миниспутник Tansat разработан Инновационным исследовательским институтом микроспутников (бывший Шанхайский технический центр микроспутников), а два основных прибора – Чанчуньским институтом оптики, точной механики и физики СИОМР. За наземный сегмент и обработку информации отвечает Национальный центр спутниковой метеорологии.

Главным конструктором КА Tansat в Институте микроспутников является Инь Цзэншань (尹增山). Спутник выполнен в виде параллелепипеда размерами приблизительно 1.50x1.80x1.85 м с двумя солнечными батареями. Полезная нагрузка размещена на стороне +X корпуса, а оптика направлена вдоль оси +Z. Ориентация и стабилизация КА трехосная. Стартовая масса аппарата – 620 кг, включая 10 кг топлива для коррекций высоты и положения плоскости орбиты.

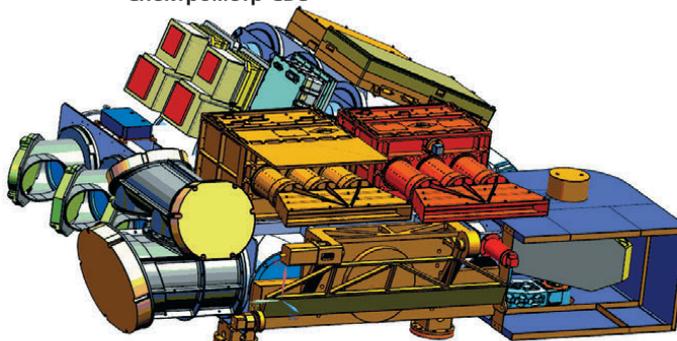
Электросистема КА включает две солнечные батареи площадью 10 м² с выходной мощностью 1790 Вт и литиевую аккумуляторную батарею емкостью 80 А.ч. Напряжение бортовой электросети 28 В.

Система обработки данных основана на бортовом компьютере TSC695F, который управляет работой всех остальных систем и осуществляет функции задания и определения ориентации, управления питанием и тепловым режимом, формирования телеметрической информации, управления и обра-

Табл. 3. Характеристики CAPI

Канал	Полоса, нм	Сигнал/шум	Поляризация	Поле зрения, км	Число элементов
1	365–408	260	–	400x0.5	1600
2	660–685	160	0°/60°/120°		1600
3	862–877	400	–		1600
4	1360–1390	180	–		800
5	1628–1654	110	0°/60°/120°		800

Спектрометр CDS



Спектрометр CAPI



ботки данных полезной нагрузки. Основной компьютер взаимодействует с компьютером полезной нагрузки и другими системами через шину CAN.

В системе ориентации КА используются три солнечных датчика, два трехкомпонентных магнитометра, два звездных датчика, два блока гироскопов и GPS-приемник. Исполнительными органами являются четыре маховика, четыре магнитных стержня и четыре ЖРД на гидразине тягой по 1 Н. Наведение осуществляется с точностью лучше 0.1° и стабильностью лучше 0.001°/с, точность определения текущей ориентации составляет 0.03° и соответствует одному пикселю изображения.

Предусмотрено в общей сложности 11 режимов ориентации – девять рабочих и два служебных. Благодаря этому аппарат может вести измерения в надире, в солнечном «зайчике» (наблюдения в конусе отраженного солнечного света) и над конкретными районами. Предусмотрена также возможность наведения аппаратуры на Солнце и Луну с соответствующим поворотом зеркала.

Радиокомплекс имеет в своем составе командно-телеметрическую линию S-диапазона (2 кбит/с в направлении на борт, 8.192 кбит/с в направлении на Землю) и канал X-диапазона для передачи данных полезной нагрузки со скоростью 64 Мбит/с. Информация сбрасывается через две антенны, одна из которых наклонена на 25° и используется при наблюдениях в отраженном свете. Имеется бортовое устройство хранения данных емкостью 128 Гбит.

На борту КА установлено два научных прибора, имеющие общий механический и

электрический интерфейс и единый блок управления и обработки данных. Разработкой детектора углекислого газа руководил директор 1-го космического отделения СИОМР Чжэн Юйцюань (郑玉叔), а спектрометра облачности и аэрозолей – заместитель директора 3-го космического отделения Янь Чансян (颜昌翔).

Спектрометр двуокиси углерода CDS (Carbon Dioxide Spectrometer, CarbonSpec) предназначен для измерения спектра поглощения CO₂ в ближнем ИК-диапазоне в линиях 1.61 и 2.06 мкм, а также молекулярного кислорода в линии 0.76 мкм. Прибор представляет собой дифракционный гиперспектрометр с высоким разрешением – 12 000 для CO₂ и 21 000 для O₂. Прибор использует дифракционные решетки размером 200x200 мм, имея разрешение 2x2 км в полосе шириной 20 км в надире.

Поляриметрический видовой спектрометр облачности и аэрозолей CAPI (Cloud and Aerosol Polarimetry Imager) – это вспомогательный инструмент с широким полем зрения и умеренным разрешением, назначение которого – компенсировать ошибки в определении количества CO₂ путем измерений с высоким разрешением облачности и аэрозолей. CAPI ведет наблюдения в ультрафиолетовом (0.38 мкм), видимом (0.67 мкм), ближнем и средневолновом инфракрасном диапазоне (0.87, 1.375 и 1.64 мкм). В полосах 0.67 и 1.64 мкм проводятся поляризационные измерения при трех значениях углов (0°, 60° и 120°), что позволяет получить более точную информацию. Ширина полосы съемки составляет 400 км, пространственное разрешение – 0.5 км.



Информация с КА принимается наземными станциями Национального центра спутниковой метеорологии Китая (Пекин, Урумчи, Гуанчжоу, Цзямусы), а также европейской станцией Кируна, с задержкой не более 8 часов от момента наблюдения.

Два прибора Tansat по проекту обеспечивают определение содержания CO₂ в вертикальном столбе воздуха с точностью от одной до четырех частей на миллиард в региональном масштабе (500×500 км) и во временном масштабе порядка месяца, а также вычисленные мощности источников и стоков этого компонента атмосферы. Результаты измерений на КА подлежат калибровке по точным данным вспомогательных наземных станций (в том числе восемь на территории КНР) о текущем объеме содержания CO₂ в атмосфере.

Расчетный срок работы спутника – три года.

На этапе проработки проекта предполагалось включить Tansat в международную группу КА для исследования Земли, работающих на солнечно-синхронных орбитах условной высотой 702.6 км с прохождением нисходящего узла между 01:31 и 01:46 местного времени, – так называемый A-Train, куда входят OCO-2 (США), GCOM-W1 (Япония), Aqua (США), CloudSat (США), Calipso (Франция) и Aura (США). С этой целью, невзирая на официально действующий в США запрет на сотрудничество с Китаем в космосе, неоднократно проводились переговоры между Китайской АН и NASA.

В сентябре 2015 г. Китай отказался от идеи включения «Таньсата» в объединенную группировку из-за сложной процедуры согласования работы всех ее спутников и соответствующих требований к участникам, сохранив в то же время техническую возможность совместной работы (в первую очередь с OCO-2). Tansat выведен на орбиту с прохождением узла в 01:39 с условной средней высотой 705.1 км. Для него заявлен период повторения наземной трассы 16 суток – такой же, как и для остальных спутников данной группы, у которых замыкание трассы происходит после 233 витков. Уход плоскости орбиты за три года эксплуатации не должен превысить 15 минут.

В случае снижения в подходящий момент времени до отметки 702.6 км Tansat

может занять свое место в составе «поезда» A-Train явочным порядком.

Попутчики «Таньсата»

За компанию с основным КА Инновационный исследовательский институт микроспутников отправил на орбиту три микроспутника собственной разработки: один для съемки с высоким разрешением и два с гиперспектральной аппаратурой. Полезная нагрузка КА обоих типов создана Институтом оптоэлектроники Китайской АН.

В китайских источниках они фигурируют под описательными названиями 超分辨率多光谱成像微纳卫星 (чао фэньбянь лу до гуанлу чэнсян вэйна вэйсин, мультиспектральный микронаноспутник с суперразрешением) и 高光谱成像微纳卫星 (гао гуанлу чэнсян вэйна син, микронаноспутник с гиперспектрометром) соответственно или производными от них. Первому в каталоге СК США присвоено наименование «Ицзянь-1» (Yijian 1), происхождение которого неизвестно, а запись иероглифами не найдена. Вторая пара имеет официальное англоязычное наименование SPARK.

Мультиспектральный микронаноспутник со стартовой массой 66 кг выполнен в виде куба с большой фиксированной панелью солнечной батареи и оптической системой большого диаметра. На оптику и приемную часть камеры приходится 30% массы спут-

▼ Один из первых снимков с «Ицзянь-1» – Лхаса

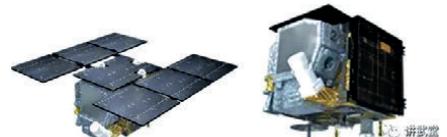


▲ Микроспутник «Ицзянь-1» и его камера

ника – 20 кг. В панхроматическом и мультиспектральном режиме (всего шесть спектральных каналов) камера снимает полосу шириной 20 км с разрешением 2.8 м, которое в ходе вычислительной постобработки доводится до 1.4 м (отсюда и термин «сверхразрешение»). Соответствующие алгоритмы разработаны в специализированной лаборатории вычислительной оптики Китайской АН. Аппарат также может производить видеосъемку с размером кадра 20×5.6 км.

Целевая информация передается с КА по радиоканалу X-диапазона со скоростью до 350 Мбит/с. Цифровой передатчик, созданный в Лаборатории интегрированной электроники Института микроспутников, отличается исключительно малыми габаритами (110×110×40 мм) и массой (менее 580 г); он потребляет 36 Вт и выдает сигнал мощностью 8.5 Вт.

Потенциальные сферы использования данных этого КА: оценка состояния сельскохозяйственных угодий и прогноз урожая, лесное хозяйство, экологический мониторинг, оценка последствий стихийных действий, планирование землепользования, оптимизация транспорта в городах и т. п.



▲ Космический аппарат типа SPARK

Спутники SPARK №01 и №02 выполнены в форме параллелепипеда с двумя трехсекционными панелями солнечных батарей (еще одна, седьмая, смонтирована на зенитной панели корпуса). Стартовая масса КА – 43 кг, габариты – 455×615×425 мм, энергопотребление – 130 Вт. Среди технических решений, реализованных в данном проекте, китайские СМИ выделяют «гладкие» солнечные батареи на кевларовой основе с лазерной резкой, шесть микрополосковых антенн.

Аппарат оснащен гиперспектрометром, осуществляющим съемку в 148 полосах в диапазоне видимого и ближнего ИК-диапазона (420–1000 нм) со спектральным разрешением лучше 5 нм. Пространственное разрешение прибора составляет 47 м при ширине полосы 102 км, а при совместной работе двух КА – до 200 км*. Производительность одного КА – 250 000 км² за один виток. Гиперспектрометр имеет массу 10 кг, что впятеро меньше известных разработчикам китайских и зарубежных аналогов, а стоимость его разработки была на порядок ниже. Информация со Spark-1 будет использоваться для составления цифровых спектральных карт Китая и всего мира (光谱中国 и 光谱地球 соответственно).

* Впрочем, никаких маневров за месяц после запуска 22 декабря не зафиксировано, так что речи о построении группировки из двух КА Spark-1 пока не идет.

«Гаоцзин-1»: трудное начало коммерческой системы ДЗЗ

28 декабря в 11:23:56.121 по пекинскому времени (03:23:56 UTC) со стартового комплекса №9 Центра космических запусков Тайюань был произведен пуск РН «Чанчжэн-2D» (CZ-2D №Y39) с двумя китайскими коммерческими спутниками высокодетального наблюдения «Гаоцзин-1» и школьным наноспутником «Баи шаоюань хан».

Последний старт года, он же «операция 05-54», стал 32-м в истории носителей CZ-2D, но это была лишь первая такая ракета, запущенная с космодрома Тайюань. Увы, первый блин оказался комом: вместо околокруговой орбиты высотой приблизительно 530 км была достигнута нерасчетная эллиптическая орбита с перигеем около 215 км, что заставляет классифицировать происшедшее как орбитальный аварийный пуск. Спутники «Гаоцзин-1» смогли скомпенсировать ошибку за счет собственного ресурса, а школьный КА остался на орбите выведения.

Агентство Синьхуа объявило 244-й пуск РН семейства «Великий поход» успешным, но не объявило параметров орбиты, что, впрочем, оно и так делает весьма нечасто. Номера и международные обозначения объектов этого пуска в каталоге Стратегического командования (СК) США, а также определенные по данным СК США начальные параметры их орбит приведены в таблице 1.

Наименование	Номер	Межд. обозн.	Параметры орбиты			
			i	Нр, км	На, км	Р, мин
Гаоцзин-1 №01	41907	2016-083A	97.59°	215.1	529.1	91.98
Гаоцзин-1 №02	41908	2016-083B	97.59°	215.4	529.6	91.98
Баи шаоюань син?	41909	2016-083C	97.59°	217.6	527.7	91.99
Переходник?	41910	2016-083D	97.59°	215.4	524.6	91.93

«Гаоцзин-1»

Имя «Гаоцзин» (高景, буквально – «высокий взгляд», официальное англоязычное наименование – SuperView) присвоено китайской коммерческой системе дистанционного зондирования, создаваемой под эгидой Китайской корпорации космической науки и техники CASC. Инвестором является

компания China Siwei Surveying and Mapping Technology Co. Ltd., владельцем и оператором системы и эксклюзивным дистрибьютором данных – ее подразделение Beijing Space View Technology Co. Ltd. (торговая марка Space View), производителем спутников – фирма China Spacesat Co. Ltd. (фактически – компания «Хантянь Дунфанхун»; см. «Организация системы “Гаоцзин”» на с.47).

Планы создания системы «Гаоцзин» впервые были озвучены 30 октября 2015 г. по случаю запуска первого КА конкурирующей системы «Цзилинь» (HK №12, 2015) и с тех пор не претерпели изменений. На первом этапе должны быть выведены на орбиту четыре аппарата высокодетального оптико-электронного наблюдения с разрешением 0.5 м, четырех КА оптической съемки с еще более высоким разрешением, четырех радиолокационных спутников X-диапазона, а также «большого количества» аппаратов иных типов: видеонаблюдения, гиперспектральных и т. д. Все это великолепие описывается формулой 16+4+4+X.

Руководителем и главным конструктором КА «Гаоцзин-1» (SuperView-1) является Чжао Чжимин (赵志明), который ранее отвечал за создание первого китайского КА с высокими скоростями разворота «Шянь-5» (HK №1, 2014) на платформе CAST3000. Имя заместителя главного конструктора – Се Бин (谢斌).

Разработка КА «Гаоцзин-1» на новой спутниковой платформе CAST3000B началась в июне 2015 г. и продолжалась 17 месяцев, что является рекордом для китайских спутников ДЗЗ. Два первых спутника были отправлены с предприятия-изготовителя 24 ноября и доставлены на полигон 25 ноября. Еще до этого пуск был назначен на 26 декабря, однако за двое суток отложен из-за неблагоприятных погодных условий (сильный ветер) и состоялся 28 декабря.

Спутники имеют стартовую массу 560 кг или 570 кг. Служебный модуль выполнен в



форме параллелепипеда и имеет две солнечные батареи, дающие свыше 1500 Вт мощности. По оси модуля располагается «труба» оптико-электронной системы, на гранях корпуса смонтированы звездные датчики и антенны передачи целевой информации. Имеется бортовая двигательная установка, запас топлива которой примерно на 7.9 кг больше расчетной потребности*. Основные характеристики КА приведены в таблице 2.

Платформа CAST3000B отличается от ранее созданной CAST3000 высокой степенью интеграции, что позволило снизить ее массу почти на 50%. Впервые в китайской практике она использует двухрежимные силовые гироскопы (гиродины) с переменной скоростью** массой 8 кг, которые могут использоваться как для быстрых разворотов, так и в режиме маховиков для стабилизации КА. Такое решение обеспечивает гибкое и быстрое наведение оптической системы на объект и высокую стабильность в процессе съемки.

Два аппарата были застрахованы на 180 млн юаней (26 млн \$) каждый. В материалах для страховщиков запуска указывалось, что при разработке спутника с 61 типом бортовых приборов и 40 единицами про-

* На платформе CAST3000 заправка бортовой ДУ может составлять от 32.5 до 130 кг.

** VSCMG (Variable Speed Control Moment Gyro).

граммного обеспечения полностью использовались проект КА «Гаофэнь-9» (НК №11, 2015) и другие отработанные проекты. Отмечалось, что платформа насчитывает уже более 100 лет летной наработки и не давала крупных отказов. (Полный перечень КА на базе разных вариантов CAST3000 не опубликован, так что проверить это заявление не представляется возможным.)

Известно, что «Гаоцин-1» обеспечивает съемку с высоты 500 км с наилучшим среди гражданских спутников КНР пространственным разрешением – 0.5 м в панхроматическом режиме и 2.0 м в четырех цветных каналах. Основными режимами съемки являются:

- ◆ полосовой (ширина 12 км в надире, длина до 4200 км);
- ◆ площадной (до пяти параллельных полос длиной 70 км и суммарной шириной 60 км);
- ◆ многообъектный (до восьми участков в пределах области размером 500 км);
- ◆ стереосъемка с одного витка (размер области 12×120 км).

В одном из рекламных материалов компании Spacе View указано, что КА имеет также канал средневолнового инфракрасного диапазона (3.3–5.2 мкм), однако последние предстартовыми сообщениями его наличие не подтверждается.

Камеру для КА «Гаоцин-1» разработали специалисты 508-го института CASC. Описание оптической системы и приемника изображения в имеющихся источниках отсутствует. Имеется, однако, статья 2012 г., в которой представители компании «Дунфанхун» обсуждают технологию съемки с орбиты высотой 700 км с использованием оптической системы с фокусным расстоянием 10 м на спутнике с высокими скоростями разворота. Такая камера при съемке с высоты 500 км на матрицу с типичным размером пикселя 10 мкм как раз и дает разрешение 0.50 м.

Высокоскоростная система цифровой передачи целевой информации, имеющая массу менее 18 кг, разработана Сианьским отделением Китайской исследовательской академии космической техники CAST.



Спутники «Гаоцин-1» предназначены для получения данных дистанционного зондирования и предоставления результатов их обработки пользователям в глобальном масштабе. Помимо первичных данных минимальной степени обработки, потребителям будут предложены специальные продукты, нацеленные на решение задач контроля использования земельных ресурсов, геодезии и картографии, экологического мониторинга, в области финансов, страхования, интернет-индустрии и т. п.

Со временем система «Гаоцин» обеспечит коммерческое применение в Китае спутниковых данных с высоким разрешением. «В прошлом китайские спутники дистанционного зондирования снабжали информацией правительственные ведомства в порядке оказания публичных услуг, – говорит президент China Siwei Surveying and Mapping Technology Сюй Вэнь (徐文). – «Гаоцин-1» обеспечит пользователей бизнес-сообщества всех типов более профессиональными данными в больших объемах».

▼ Один из первых снимков со спутника «Гаоцин-1»: дворец Пotala в Лхасе, Тибет



Пока же 75% снимков с разрешением лучше 2.5 м закупаются китайскими предприятиями и организациями у иностранных поставщиков. Общий годовой объем заказов в стране близок к 500 млн юаней (72 млн \$), а темпы роста составляют 8%.

По утверждениям китайских специалистов, КНР стала третьей страной, располагающей коммерческим КА с полуметровым разрешением, после США и Республики Кореи. «Успешным запуском «Гаоцин» Китай достиг мирового уровня коммерческого ДЗЗ», – говорит вице-президент «Хантянь Дунфанхун» Чжан Сяоминь (张晓敏), который курировал эту разработку.

Вторую пару спутников этого типа планируется запустить во второй половине 2017 г. Все четыре КА начальной группировки будут работать в одной орбитальной плоскости с разнесением на 90° вдоль нее. Это позволит довести суточную производительность до 3 млн км², обеспечит съемку десяти главных городов Китая (Пекин, Шанхай, Гуанчжоу, Шэньчжэнь, Тяньцзинь, Чунцин, Шэньян, Чэнду, Сиань и Ухань) раз в трое суток и возможность наблюдения любого района Земли ежесуточно.

После того, как система будет развернута в полном объеме, за сутки будут поступать данные с площади 12 млн км², а крупнейшие города Китая будут сниматься ежедневно. Утверждается также, что за счет структуры группировки и постобработки снимков разрешение удастся довести до 0.4 или даже 0.3 м.

Первый радиолокационный спутник системы планируется вывести на орбиту через один-два года.

Табл. 2. Основные характеристики КА «Гаоцин-1»

Параметр	Значение
Масса КА	560 кг
Мощность электросистемы	1500 Вт
Среднее электропотребление	907 Вт
Полоса съемки	12 км
Отклонение от надира	±30° в норме, ±45° при необходимости
Разрешение:	
◆ Панхроматический	0.5 м
◆ Мультиспектральный	2.0 м
Каналы:	
◆ Панхроматический	450–890 нм
◆ Мультиспектральные	450–520, 520–590, 630–690, 770–890 нм
Радиометрическое разрешение	11 бит
Точность геометрической привязки	20 м
Режимы съемки	Полосовой, площадной, многоочечный, стереосъемка с одного прохода
Пропускная способность радиолинии	2×450 Мбит/с
Объем бортового ЗУ	2–4 Тбайт
Суточная производительность	0.7 млн км²
Периодичность съемки объекта	8 сут (1 КА), 4 сут (2 КА)
Срок активного существования	5–8 лет
Орбита	Солнечно-синхронная, 97°, 530 км, 10:30

Организация системы «Гаоцзин»

Система «Гаоцзин» создается на средства пекинской компании China Siwei Surveying and Mapping Technology*, которая была основана в 1992 г. Государственным бюро геодезии и картографии Китая и осуществляет аэрофото-съемку и спутниковую съемку, разрабатывает цифровые карты местности и навигационные карты, а также предоставляет услуги мониторинга транспортных средств и морских судов.

После проведенной в конце 2003 г. реорганизации компания стала подразделением China Satellite Communications Co. Ltd., которая в свою очередь, с апреля 2009 г. вошла в состав Китайской корпорации космической науки и техники CASC. В конце 2011 г. «Сывэй» подчинили CASC напрямую на правах специализированного подразделения с тремя дочерними компаниями – «Сывэй ханкун яогань» (Siwei Aerospace Remote Sensing), «Сывэй тусинь» (NavInfo) и «Чжунхуан вэйсин».

В апреле 2011 г. в составе компании были организованы два крупных подразделения, занимающиеся обработкой и дистрибуцией данных космических систем ДЗЗ.

Под торговой маркой Space View работает подразделение Beijing Space View Technology. Сфера деятельности Space View – спутниковые данные, их обработка и распространение, картография, тематические геокосмические информационные услуги. Space View предоставляет решения и услуги в области геоинформационных систем более чем 1400 коммерческим и правительственным потребителям. В частности, Space View распространяет данные со спутников «Гаофэн-1» и «Гаофэн-2», «Хуаньцзин-1А» и -1В, «Цзыюань-3», «Тяньхуэй-1» и некоторых других, а теперь и «Гаоцзин-1». Президентом компании является Сюй Липин (徐丽萍), она же Лили Сюй (Lily Xu), – выпускница Чанчуньского института оптики, точной механики и физики, ранее возглавлявшая пекинское представительство Spot Image.

В некоторых англоязычных документах «Сывэй» утверждается, что, хотя Space View осуществляет распространение данных системы «Гаоцзин», владельцем и оператором спутников является отдельная компания Siwei Star Co. Ltd. Однако на схеме структуры «Сывэй» на ее сайте такое подразделение отсутствует,

* Иероглифы 四维 («сывэй») означают «четырёхмерный», что подразумевает фиксацию в трех пространственных измерениях и во времени, однако в официальном названии не переводятся.

Спутник Школы имени 1 августа

«Баи шаонянь хан» (八一•少年行, буквально «Строй юности имени 1 августа») – первый в истории Китая школьный спутник. Его номинальными разработчиками считаются более 40 учащихся Школы имени 1 августа в Пекине, которые «участвовали в создании КА и внесли существенный вклад в разработку полезной нагрузки». Аппарат имеет также более длинное описательное наименование 八一学校科普小卫星 (баи сюэсяо кэпу сяо вэйсин, малый научный спутник Школы имени 1 августа) и радиолобительское обозначение ВУ70-1.

1 августа – это китайский аналог нашего 23 февраля – день рождения Народно-освободительной армии Китая. Понятно, что простую школу так не назовут, но Школа имени 1 августа непростая в квадрате: в ней с 1959 по



1969 год учился Председатель КНР, Генеральный секретарь ЦК КПК Си Цзиньпин. 9 сентября 2016 г. по случаю Дня учителя товарищ Си побывал в родной школе и, в частности, ознакомился в научной лаборатории Центра технологий с проектом школьного научного спутника, начало которому было положено 24 апреля 2016 г., в первый в китайской истории День космонавтики.

«Добро» председателя и генсека стало сигналом к резкому ускорению работ над школьным кубсатом и к подключению ведущих профессиональных организаций. Обще шефство над проектом и разработку учебного плана взяла на себя CASC в лице Центра международных обменов в области космической науки и техники. Главным конструктором проекта стал Чжан Ган (张刚). Нанкинский университет науки и техники («Наньлигун») осуществил изготовление, интеграцию, сборку и испы-

тания спутника, взяв за основу свой кубсат NJUST-2 (HK № 1, 2016). Группа Харбинского политехнического института, сделавшая успешно работающий спутник Lilacsat-2 (HK № 11, 2015), поставила электрические аналоги и летные экземпляры программного транспондера УКВ-диапазона и CMOS-камеры низкого разрешения. (Как следствие, по формату телеметрии «Баи» соответствует Lilacsat-2, а для приема изображений с камеры используется ПО, разработанное для проекта Lilacsat-1.)

Космические занятия для школьников стартовали еще в августе в Китайской исследовательской академии космической техники CAST. В середине ноября более 40 пекинских школьников прошли практическую подготовку в Центре микроспутников Наньлигуна. Под руководством экспертов они изучали структуру и программное обеспечение бортового процессора, конструкцию и систему терморегулирования КА, программы

и даже название его на китайском языке обнародовать не удалось.

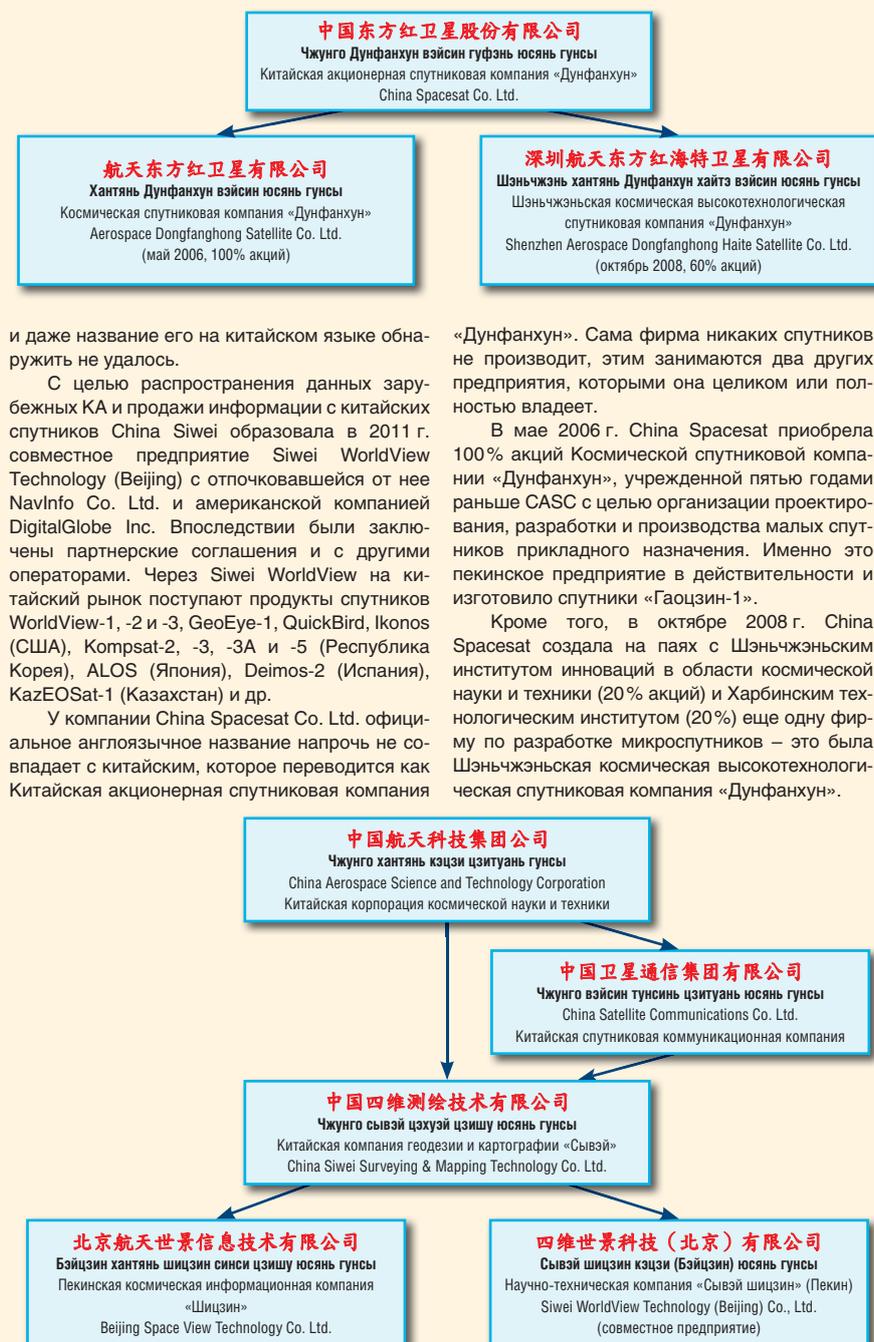
С целью распространения данных зарубежных КА и продажи информации с китайских спутников China Siwei образовала в 2011 г. совместное предприятие Siwei WorldView Technology (Beijing) с отпочковавшейся от нее NavInfo Co. Ltd. и американской компанией DigitalGlobe Inc. Впоследствии были заключены партнерские соглашения и с другими операторами. Через Siwei WorldView на китайский рынок поступают продукты спутников WorldView-1, -2 и -3, GeoEye-1, QuickBird, Ikonos (США), Kompsat-2, -3, -3A и -5 (Республика Корея), ALOS (Япония), Deimos-2 (Испания), KazEOSat-1 (Казахстан) и др.

У компании China Spacesat Co. Ltd. официальное англоязычное название напрямую не совпадает с китайским, которое переводится как Китайская акционерная спутниковая компания

«Дунфанхун». Сама фирма никаких спутников не производит, этим занимаются два других предприятия, которыми она целиком или полностью владеет.

В мае 2006 г. China Spacesat приобрела 100% акций Космической спутниковой компании «Дунфанхун», учрежденной пятью годами раньше CASC с целью организации проектирования, разработки и производства малых спутников прикладного назначения. Именно это пекинское предприятие в действительности и изготовило спутники «Гаоцзин-1».

Кроме того, в октябре 2008 г. China Spacesat создала на паях с Шэньчжэньским институтом инноваций в области космической науки и техники (20% акций) и Харбинским технологическим институтом (20%) еще одну фирму по разработке микроспутников – это была Шэньчжэньская космическая высокотехнологическая спутниковая компания «Дунфанхун».





▲ Место установки пускового контейнера со спутником «Баи шаоньян хан»

системы ориентации и принципы проектирования орбит. Они также завершили работу над четырьмя полезными нагрузками КА.

Так родился «Баи шаоньян хан» – двойной кубсат с размерами корпуса 12×11×27 см. Как и NJUST-2, спутник имеет две откидные солнечные батареи на двух длинных ребрах корпуса. Стабилизация КА трехосная. Бортовой радиокомплекс обеспечивает прием команд на частоте 145.920 МГц, сброс телеметрии и данных на 436.200 МГц со скоростью 9600 бит/с и ретрансляцию радиосигналов. (От передатчика, работающего в диапазоне 70 см, идет обозначение ВУ70-1.) Камера способна делать снимки размером 800×600 элементов. Расчетное время работы КА – 180 суток.

Аппарат способен фотографировать Землю, вести радиобмен, передавать радиолюбителям по запросу фотографии, документы и аудиофайлы. Программой предусматривался также эксперимент по быстрому сведению спутника с орбиты. Из-за недостатка времени на разработку его исключили, хотя в результате нештатного запуска он и так стал бы неактуальным.

▼ Кубсат готовят к установке в контейнер



29 ноября спутник был отправлен в Тайюань. Пятеро учащихся Школы имени 1 августа сопроводили его и 30 ноября в монтажно-испытательном корпусе космодрома передали специалистам Шанхайской исследовательской академии космической техники SAST, после чего под руководством экспертов вели окончательную сборку и испытания спутника. Коллектив разработчиков отправил рапорт Си Цзиньпину, и уже 24 декабря Председатель Си ответил школьникам, поздравив их с успешным выполнением проекта и с наступающим Новым годом.

Следует отметить, что размещение кубсата на носителе представляло существенную проблему. К концу сентября 2016 г., когда было принято решение о его попутном запуске, сборка и испытания ракеты и сборочно-защитного блока были уже закончены. Мы использовали здесь этот официальный термин потому, что размещение двух одинаковых спутников на CZ-2D само по себе было нетривиальной задачей. Они могли стоять только друг над другом, что требовало весьма сложной конструкции «головы». Первый КА на обычном коническом адаптере устанавливался внутрь переходника – несбрасываемой части обтекателя, слегка сужающейся от нижнего среза к верхнему, причем труба оптической системы выступала над верхним срезом. Второй КА устанавливался на свой адаптер, тот – на короткую цилиндрическую секцию, а уже она – на переходник. Сверху второй аппарат закрывали две сбрасываемые створки обтекателя.

Место для размещения попутного груза нашли внутри переходника у его верхнего среза. Транспортно-пусковой контейнер сделали в 805-м институте за месяц и еще через 20 суток закончили испытания, доказавшие его работоспособность и надежность. Чтобы не вносить изменения в программу выведения основных КА и реализующее ее «железо», для управления контейнером установили специальный контроллер. После выхода на орбиту, получив сигнал от системы управления носителя, этот контроллер выдает команду, по которой открывается на угол 120° крышка контейнера, освобождая механизм фиксации, и пружина выталкивает КА из контейнера. Отделение происходит примерно через две секунды после сигнала со скоростью 1–2 м/с.

«Спасение утопающих – дело рук самих утопающих»

Что же все-таки произошло 28 декабря после старта с космодрома Тайюань?

На кадрах телевизионного репортажа о запуске можно видеть, что первая ступень CZ-2D отделилась на семь секунд позже расчетной циклограммы – в момент T+163.708 сек вместо 156.722 сек по плану. Такой же была и задержка с отделением обтекателя (что неудивительно, потому что это событие привязано к моменту разделения и происходит ровно через 57 сек после него).

Фрагменты первой ступени упали на территории городского округа Саньмэнься провинции Хэнань, точнее – вблизи деревни Лянчэхэ поселка Чжунян на границе с соседней провинцией Шэньси, в районе с примерными координатами 34.35° с. ш., 110.48° в. д., то есть в 512 км от места старта. Официаль-



▲ Школьницы изучают матчасть спутника. Вверху – пусковой контейнер

но закрытые районы для пуска не объявлялись, но на сайте chinaspaceflight.com сообщалась расчетная точка падения ступени – 33.43° с. ш., 110.13° в. д., отстоящая от стартового комплекса на 618 км. То же самое произошло и с обтекателем: вместо расчетной точки в 1030 км от старта его створка длиной 4–5 м и шириной около 3 м была найдена вблизи деревни Инпань на территории, находящейся в подчинении города провинциального ранга Чунцин, причем место падения отстояло от космодрома всего на 863 км.

Странно не то, что ступень не долетела до расчетной точки 106 км, а обтекатель – уже 167 км. Более существенно, что ступень, проработав на 7 сек дольше расчетного, тем не менее упала с большим недолетом. Такое возможно, например, если маршевый двигатель почему-то не развивал полной тяги и, даже проработав до исчерпания одного из компонентов, не смог придать ступени требуемую скорость.

Далее, маршевый двигатель второй ступени выключился в момент T+332.533 сек с задержкой уже на 10 секунд по сравнению с расчетной циклограммой. Похоже, система управления носителя выжимала из ракеты все возможное, пытаясь достичь заданных значений высоты и скорости. После этого рулевые двигатели второй ступени должны были работать еще 430 секунд с таким расчетом, чтобы к моменту подъема до высоты 530 км скорость достигла орбитальной. Однако, по неофициальной информации, они выключились на 6 секунд раньше – возможно, вследствие исчерпания топлива. Так или иначе, скорость в этот момент была примерно на 90 м/с ниже необходимой, и, как следствие, вместо расчетной круговой орбиты была получена эллиптическая. Ее апогей, в котором и прошло выключение ДУ, оказался

вблизи нисходящего узла орбиты, а перигей – чуть севернее восходящего узла.

Если бы отключение рулевых двигателей прошло еще на несколько секунд раньше, перигей зарылся бы в атмосферу или даже оказался ниже уровня земной поверхности. По такому сценарию 9 декабря 2013 г. потерпела аварию РН CZ-4В с китайско-бразильским спутником CBERS-3. Тогда двигательная установка третьей ступени недоработала 11 сек из примерно 360 секунд – и аппарат погиб.

Похожим мог быть сценарий аварии и при запуске 1 сентября 2016 г. КА «Гаофэн-10» на ракете CZ-4С. По неофициальным данным, причиной невыхода на орбиту стал отказ третьей ступени, проявившийся в отсутствии второго включения в апогее.

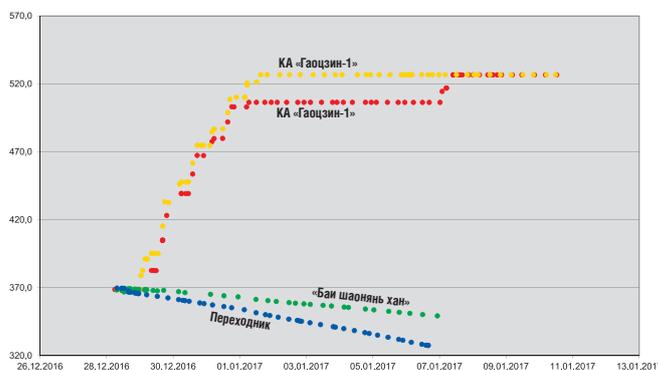
И уж если говорить о странных орбитах, не лишним будет вспомнить и о запуске возвращаемого КА «Шицзянь-10» 6 апреля 2016 г. Тогда начальная орбита спутника высотой 238×269 км также имела перигей не в точке выведения, а в противоположной, то есть скорость на момент отделения КА была несколько меньше орбитальной. Поскольку вторая ступень CZ-2D в том пуске успешно выполнила увод с орбиты, а следующий пуск носителя состоялся всего через 40 суток, наблюдатели сочли странную орбиту «Шицзяня» вариантом нормы и закрыли глаза на то, что первоначально для него планировалась орбита высотой 220×482 км. А может быть, зря?

В четырех перечисленных пусках участвовали три разных носителя разработки SAST, произведенные на 149-м заводе в Шанхае. Случайно ли это? Нет ли у них общей причины, например, связанной с некорректной работой системы управления или ее приборов? Вопросы риторические: как известно, в Китае вообще не объявили о сентябрьской аварии, ни словом не обмолвились о странностях апрельского пуска и вплоть до 15 января молчали о существовании

▼ Фрагмент первой ступени РН



▲ Створка обтекателя РН CZ-2D



▲ Подъем орбит двух КА «Гаоцзин-1» был завершён к 7 января 2017 г.

ном отклонении параметров орбиты от расчётных по результатам декабрьского.

По итогам старта 28 декабря Стратегическое командование США отождествило два наблюдаемых объекта А и В с двумя спутниками SuperView-1, объект С назвало малым КА ВУ70-1, а объект D – ступенью РН CZ-2D.

Изготовитель и оператор двух основных спутников в соответствии с заранее подготовленными аварийными сценариями приняли срочные и энергичные усилия по их спасению. Объект В провел первую коррекцию орбиты уже утром 29 декабря по пекинскому времени, подняв перигей на 24 км. Объект А последовал его примеру в середине дня, увеличив минимальную высоту над Землей на 30 км. Проводя далее по несколько небольших маневров в сутки, к 1 января объект А поднялся до высоты 490×530 км*, а объект В – до 483×530 км.

К вечеру 1 января объект В достиг рабочей орбиты 517.9×535.5 км, а вот объект А сделал паузу на промежуточной орбите и лишь 7 января поднялся до 517.0×536.2 км. Имея период обращения на 0.42 мин меньше, чем у партнера, он шесть суток уходил вперед вдоль орбиты. Как следствие, к моменту выравнивания высот 7 января объект А (спутник №01) оказался почти на полвитка впереди своего напарника В (КА №02). Оба они находились теперь в одной орбитальной плоскости солнечно-синхронной орбиты с прохождением нисходящего узла в 10:31 местного времени, будучи разведены на 180° по аргументу широты.

2 января спутник №02 провел первую съемку над чилийским городом Сантьяго. 11 января компания-оператор сообщила, что оба КА «теперь работают на нормальной орбите» и уже передали 1241 снимок. Разработчики камер из 508-го института во главе с его директором Чжан Хунтаем (张洪太) ведут их тестирование, юстировку и настройку. Первая выдача стандартных продуктов намечена на середину или конец февраля 2017 г.

Таким образом, невзирая на аварийный пуск, была построена начальная штатная конфигурация системы «Гаоцзин» с двумя КА. Исходя из разумных предположений об удельном импульсе бортовых ЖРД, расход топлива на подъем орбиты каждым из спутников можно оценить в 23–25 кг. Это больше, чем располагаемый резерв (7.9 кг), но значительно меньше полной заправки. Можно полагать, что остаток топлива не позволит обеспечить весь восьмилетний расчетный срок активного существования, но будет достаточен, чтобы сделать возможным раз-

вороты и поддержание высоты орбиты в течение нескольких лет.

Что же касается «Баи», то, несмотря на выведение на нерасчетную орбиту, сигналы его радиомаяка были приняты 38-й станцией в г. Каши уже в начале второго витка. В последующие дни к работе с КА приступили станции Сиань и Тайюань; его радиомаяк слышали радиоловители во многих странах мира, а 3 и 4 января были опубликованы два снимка, сделанных камерой КА. 5 января Школа имени 1 августа объявила, что спутник ВУ70-1 открыт для работы в радиотелефонном режиме и для управления бортовой камерой.

По времени радиоконтактов и доплеровскому сдвигу частоты «Баи» был надежно отождествлен с объектом С из американского каталога. Радиолокационное сечение объекта, по состоянию на 18 января оцениваемое в 0.05 м², такой идентификации вполне соответствует.

Итак, загадок больше нет? Как бы не так!

Объекты А, В и С – это, безусловно, три спутника, из которых два маневрируют, а третий слышат радиоловители. Объект D, согласно данным СК США, представляет собой вторую ступень CZ-2D с радиолокационным сечением около 6.5 м². Однако описанная выше конструкция сборочно-защитного блока не позволяет вывести на орбиту ни нижний из «Гаоцзинов», ни «Баи», если не отделена стоящая на переходнике цилиндрическая секция с опорным конусом для верхнего КА. Она должна быть пятым объектом на орбите – а его нет!

Это противоречие можно снять только одним способом: быстро снижающийся объект D (а он «сыпется» намного быстрее кубсата) в действительности и является цилиндрическим адаптером верхнего КА, а ступень была сведена с орбиты в соответствии с первоначальной программой пуска. И действительно, аккурат после полувитка орбиты и через 61 минуту после старта – 27 декабря в 22:25 по местному времени, то есть 28 декабря в 04:25 UTC – над Гватемалой, Гондурасом, Сальвадором и мексиканским штатом Чьяпас наблюдалась классическая картина входа в атмосферу космического объекта.

Но если это так, то трещит по швам сценарий аварии с преждевременным отключением двигателей за истощением топлива – оказывается, его хватило еще и на тормозной импульс, причем система управления носителя сошла правильным его выдать! Получается, проблема нештатного пуска именно в том, что она считала ситуацию вполне правильной и штатной...

Связана ли первая в истории CZ-2D неудача с проблемами адаптации носителя к новому для него стартовому комплексу и новым технологическим процессам в Тайюане? Или все же имеет место какой-то общий дефект ракет шанхайского производства? Будем надеяться, что ответы на эти вопросы рано или поздно будут получены.

* Здесь и далее приводятся условные значения, рассчитанные по простейшей формуле из орбитальных элементов СК США.



Космический бюджет России сокращается

И. Лисов.

«Новости космонавтики»

19 декабря 2016 г. Президент Российской Федерации В. В. Путин подписал закон № 415-ФЗ «О федеральном бюджете на 2017 год и на плановый период 2018 и 2019 годов», принятый Государственной Думой 9 декабря и одобренный Советом Федерации 14 декабря.

Бюджетом на 2017 год предусмотрены расходы на сумму 16 240,8 млрд руб при прогнозируемых доходах в 13 487,6 млрд руб и дефиците 2735,2 млрд руб. Заложенный в бюджет валютный курс составляет 67,5 руб/\$.

Гражданская составляющая космонавтики финансируется через Государственную программу «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы» (ГП КДР, номер программы 21), имеющую в своем составе пять компонентов – две подпрограммы и три федеральные целевые программы (ФЦП):

- ◆ Подпрограмма «Приоритетные инновационные проекты ракетно-космической промышленности» (ПИП РКП, код 21 1);

- ◆ Подпрограмма «Обеспечение реализации государственной программы» (ОРГП; код 21 2);

- ◆ ФЦП «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012–2020 годы» (ГЛОНАСС–2020, код 21 4);

- ◆ Федеральная целевая программа «Развитие космодромов на период 2017–2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации» (РК–2025, код 21 6);

- ◆ Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы (ФКП–2025, код 21 7).

Место ликвидируемого Федерального космического агентства (ведомственный код 259) с 2017 г. занимает Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос» (код 730). За Корпорацией записаны средства, расходующиеся в рамках двух действующих открытых федеральных целевых программ (ФЦП) – ФКП–2025 и ГЛОНАСС–2020. Средства, предназначенные для финансирования ФЦП «Развитие космодромов на период 2016–2025 годов в обеспечение космической деятельности Российской Федерации» пока зарезервированы за Министерством финансов и после ее утверждения будут переданы распорядителям – Минстроу РФ и ГК «Роскосмос».

Состояние космических ФЦП

Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы была утверждена постановлением Правительства РФ от 23 марта 2016 г. № 230 после почти трех лет разработки и неоднократного пересмотра ее параметров в сторону снижения расходов и исключения перспективных программ (НК № 3, 2016).

Утвержденный вариант предусматривал бюджетное финансирование в размере 1406,1 млрд руб и внебюджетное в размере 300,5 млрд руб за десятилетие с разбивкой по годам и направлениям, представленной в табл. 1. Еще 115 млрд руб глава государства

согласился заложить в планы финансирования на 2022–2025 гг. условно с принятием окончательного решения в 2021 г. – в зависимости от состояния бюджета и результатов работы отрасли.

С трудом согласованная и утвержденная программа стала подвергаться ревизии еще до подписания мартовского постановления. Уже 13 января 2016 г. на совещании Владимира Путина с членами правительства Минфин выступил с предложением сократить объем ФКП еще на 10%, или примерно 150 млрд руб.

Тогда это предложение не прошло, однако 21 июля при подготовке бюджета на 2017 г. Министерство финансов направило субъектам бюджетного планирования письмо за подписью первого заместителя министра Татьяны Нестеренко с предельными объемами бюджетных ассигнований на реализацию государственных программ. В нем на ФКП выделялось в 2017 г. лишь 98,33 млрд руб (94,05% от утвержденного и записанного в паспорте программы), на 2018 г. – 95,2 млрд (91,08%) и на 2019 г. – 93,2 млрд (79,21%).

9 сентября Министерство финансов выказало идею заморозить расходы бюджета на уровне 15 787 млрд руб, для чего предложило сократить на ближайшие три года на 6% все расходные статьи, кроме социальных. 13 сентября стало известно, что эта мера может коснуться не только оборонных расходов, но и космических программ России.

Причина столь жестких мер – в том, что в условиях стагнации экономики и низких мировых цен на энергоресурсы не удастся восстановить приемлемый уровень бюджетных доходов и добиться сбалансированности бюджета. Доля нефтегазовых доходов снижается, но все еще составляет примерно 37% от общих доходов бюджета, а изменение цены нефти на 1 \$ эквивалентно падению или росту годовых доходов на 100 млрд руб. Базовый вариант прогноза социально-экономического развития, принятый за основу бюджетного планирования,

Табл. 1. Годовое финансирование ФКП–2025, утвержденной в марте 2016 года (млн руб)

Направление	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Весь период
Бюджетное финансирование											
Всего	104549.0	104549.0	104549.0	117600.1	136400.0	155000.0	161900.0	167900.0	173900.0	179653.1	1406000.2
Капитальные вложения	1227.3	3839.5	7871.1	9423.8	9635.8	11812.2	9606.2	6466.3	4641.5	3065.0	67588.7
НИОКР	81900.0	80280.4	71446.0	83736.7	99073.1	113734.2	118070.6	110770.9	119106.8	139044.8	1017163.5
Прочие нужды (серийные закупки)	21421.7	20429.1	25231.9	24439.6	27691.1	29453.6	34223.2	50662.8	50151.7	37543.3	321248.0
Внебюджетное финансирование											
Всего	17420.2	32676.4	45614.9	46361.3	44441.1	42496.1	35168.6	14706.4	10227.3	11428.0	300540.3
Капитальные вложения	630.2	1133.8	1078.0	1337.3	1108.1	738.1	468.6	381.4	176.3		7051.8
НИОКР	16790.0	31542.6	44536.9	45024.0	43333.0	41758.0	34700.0	14325.0	10051.0	11428.0	293488.5



Фото С. Сергеева

Табл. 2. Эволюция планов бюджетного финансирования ФКП–2025 до бюджетного горизонта (млн руб)

Статус	2016	2017	2018	2019
Проект программы (апрель 2015)	104549.0	128271.1	142816.7	...
Утвержденная программа (март 2016)	104549.0	104549.0	104549.0	117600.1
Письмо Минфина (июль 2016)	–	98328.3	95223.2	93153.1
Внесенный бюджет (октябрь 2016)	–	92460.0	89225.2	86343.8
Утвержденный бюджет (декабрь 2016)	–	92460.0	89225.2	86343.8

Табл. 3. Эволюция планов бюджетного финансирования ГЛОНАСС–2020 до бюджетного горизонта (млн руб)

Статус	2016	2017	2018	2019
Бюджетные назначения (на апрель 2016)	53554.4	38283.6	41836.0	...
Утвержденная программа (лето 2016)	53273.9	41320.7	44224.1	36555.6
Письмо Минфина (июль 2016)	–	26734.9	29438.3	24833.1
Внесенный бюджет (октябрь 2016)	–	38327.7	40426.1	32483.0
Утвержденный бюджет (декабрь 2016)	–	38327.7	40426.1	32483.0

предполагает фиксацию цены нефти на три ближайших года на весьма низком уровне 40 \$ за баррель. Лишь при более благоприятных вариантах прогноза можно рассчитывать на возвращение в 2019 г. к сбалансированному бюджету.

Дефицит предполагается покрывать за счет выпуска государственных ценных бумаг и использования суверенных резервов – Резервного фонда и Фонда национального благосостояния, которые не безграничны. По данным Минфина, к началу сентября 2016 г. в Резервном фонде оставалось 2090 млрд руб против 3640 млрд в начале года, причем около 1200 млрд пошло на финансирование дефицита бюджета. Ожидается, что к концу 2016 г. в Резервном фонде останется 980 млрд руб*.

9 сентября заместитель министра финансов Алексей Лавров заявил, что если средства Резервного фонда продолжат расходоваться на покрытие дефицита федерального бюджета нынешними темпами, то уже в 2017 г. он будет исчерпан, и в 2018–2019 гг. бюджет придется балансировать за счет Фонда национального благосостояния, который насчитывал 4720 млрд руб в сентябре и 4628 млрд в декабре 2016 г.

В случае если цена нефти в 2017 г. будет выше прогнозной, Минфин предполагает направить половину дополнительного дохода на поддержку промышленности, а остальное – на восполнение Резервного фонда. Об этом заявил 7 декабря министр финансов Антон Силуанов.

Сказанное позволяет понять, почему 28 октября Правительство внесло в Государственную Думу согласованный проект бюджета с уровнями финансирования ФКП на 6.0–7.3% ниже, чем даже были указаны в письме Т.Г.Нестеренко: в 2017 г. – 92.5 млрд (88.44% от паспорта программы), в 2018 г. – 89.2 млрд (85.34%) и в 2019 г. – 86.3 млрд (73.42%). Именно такие суммы и остались в бюджете после его обсуждения и утверждения обеими палатами Федерального собрания.

* Фактически падение приостановилось, и на 1 декабря остаток Резервного фонда составил 2033 млрд руб.

Табл. 4. Проект бюджета ФЦП РК–2025 (млн руб)

Направление	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	Весь период
Всего	13000.0	43714.7	68541.4	91389.1	110372.6	89116.0	50953.2	36458.8	30857.2	20552.8	554955.7
Капитальные вложения	7429.5	27532.4	47676.9	66784.2	79971.4	65087.0	40043.5	28095.1	23605.9	13974.1	400200.0
НИОКР	5310.1	15381.5	19918.8	23041.2	28432.0	22439.5	9131.8	6199.2	5133.3	4571.0	139558.5
Прочие нужды (серийные закупки)	260.4	800.8	945.7	1563.7	1969.2	1589.4	1777.9	2164.4	2118.0	2007.6	15197.3

Еще более радикальные сокращения предлагались Минфином на 2017–2019 гг. в части ФЦП ГЛОНАСС – примерно до 65% от ее паспортных уровней. Это предложение, однако, не прошло, и суммы во внесенном проекте и в утвержденном бюджете оказались лишь на 10–11% ниже утвержденных для программы в целом.

Наибольшая неясность остается с программой развития космодромов, которая до сих пор не утверждена. Первоначальный ее объем составлял 797 млрд руб, в настоящее время сумма сократилась примерно до 555 млрд руб, однако Минфин по-прежнему

Табл. 5. Эволюция планов бюджетного финансирования РК–2025 до бюджетного горизонта (млн руб)

Статус	2016	2017	2018	2019
Программа (на апрель и август 2016)	43250.1	56503.6	85116.1	109711.5
Бюджетные назначения (на апрель и август 2016)	26177.3	51012.7	34114.4	...
Программа (на январь 2017)	13000.0	43714.7	68541.4	91389.1
Письмо Минфина (июль 2016)	–	21791.4	21103.2	20644.4
Внесенный бюджет (октябрь 2016)	–	21063.5	20647.0	20187.7
Утвержденный бюджет (декабрь 2016)	–	21063.5	20647.0	20187.7

▼ Варианты финансирования ФКП-2025. Красная – лимит Минфина, зеленая – утвержденный вариант ФКП, синяя – предполагаемая добавка. Фактически выделяемые в бюджете средства ниже, чем в утвержденной ФКП



Табл. 6. Финансирование Государственной программы «Космическая деятельность России», тыс руб

Год	ПП РКП	ОРГП	ФКП	ГЛОНАСС	Космодромы	Всего
2002 утв.	–	–	8188000.0	1645000.0	–	9833000.0
2002 исп.	–	–	8169813.3	1597695.7	–	9767509.0
2003 утв.	–	–	8437500.0	1563000.0	–	10000500.0
2003 исп.	–	–	9937500.0	1544627.4	–	11482127.4
2004 утв.	–	–	13687570.0	2227500.0	–	15915070.0
2004 исп.	–	–	13687566.1	2225338.3	–	15912904.4
2005 утв.	–	–	18268630.0	2552500.0	–	20821130.0
2005 исп.	–	–	19756328.8	3466360.8	–	23222689.6
2006 утв.	–	–	23000000.0	4725380.0	1500000.0	29225380.0
2006 исп.	–	–	22963011.0	4723885.6	1500000.0	29186896.6
2007 утв.	–	–	24400000.0	9880000.0	–	36116800.0
2007 исп.	–	–	24399944.2	9811017.0	1836794.3	36047755.5
2008 утв.	–	–	28613789.0	10275200.0	4414300.0	43303289.0
2008 исп.	–	–	30673851.5	14657379.0	4313058.0	49644288.5
2009 утв.	–	–	58230000.0	31526650.0	7015200.0	96771850.0
2009 исп.	–	–	58217804.6	31198545.1	1873765.0	91290114.7
2010 утв.	–	–	67036000.0	27939220.0	6385611.9	101360831.9
2010 исп.	–	–	67030607.0	27637685.8	6370896.9	101039189.7
2011 утв.	–	–	75813400.0	19293570.0	9885611.8	104992581.8
2011 исп.	–	–	75290101.7	18492503.8	9715820.7	103498426.2
2012 утв.	–	–	104520100.0	20546050.0	14385611.8	139451761.8
2012 исп.	–	–	104477416.3	20748062.2	12545540.5	137771019.0
2013 утв.	...	...	128330245.2	21555570.0	20803511.2	170689326.4
2013 исп.	...	...	125805873.7	20962208.6	19381449.9	166149532.2
2014 утв.	2745000.0	10462150.2	115272594.3	21890439.5	27738675.0	178108859.0
2014 исп.	2745000.0	18905394.4	97513013.0	20749794.1	11556171.5	151469373.0
2015 утв.	3360000.0	11607134.0	106493265.0	47599008.1	33421809.2	202481216.3
2015 исп.	3024000.0	18214312.6	95877747.9	40248378.2	12417243.8	169781682.5
2016 утв.	2315871.8	12931686.0	104548987.9	53273963.0	11183607.0	210431450.8
2016 исп.	2315871.8	12510213.1	104548987.9	47773375.6	5601669.6	190100368.8
2017 утв.	2225000.0	19162661.3	92460000.0	38327747.5	21063481.7	173238890.5
2018 утв.	545000.0	19199262.0	89225200.0	40426072.7	20647019.5	170042554.2
2019 утв.	0.0	20982839.0	86343800.0	32483000.0	20187721.7	159997360.0

Ведомственная структура расходов на космическую деятельность, тыс руб					Ведомственная структура расходов на космическую деятельность, тыс руб				
	Раздел, подраздел	ЦСР	ВР	Сумма		Раздел, подраздел	ЦСР	ВР	Сумма
Всего по ведомственной структуре расходов					Национальная оборона				
Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (020)					02				
				1945332.3	500000.0				
ГП КДР	04.11	21		1918332.3	Другие вопросы в области национальной обороны				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21.4		1918332.3	ГП КДР				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21.4 00 90000	200	1918332.3	Обеспечение реализации государственной программы				
ГП КДР	04.12	21		27000.0	Основное мероприятие «Осуществление производственно-технологической деятельности в космической отрасли»				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21.4		27000.0	02.09				
Взнос в уставный капитал акционерного общества «Научно-исследовательский институт «Полус» имени М. Ф. Стелмаха», г. Москва	04.12	21.4 00 64380	400	27000.0	02.09				
Министерство финансов Российской Федерации (092)					04				
				29097510.2	121592852.3				
ГП КДР	04.03	21		27558481.7	Исследование и использование космического пространства				
Обеспечение реализации государственной программы	04.03	21.2		6495000.0	ГП КДР				
Основное мероприятие «Обеспечение реализации первоочередных мероприятий, связанных с созданием космодрома Восточный»	04.03	21.2 07		149277.5	04.03				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21.2 07 90000	800	149277.5	04.03				
Основное мероприятие «Осуществление производственно-технологической деятельности в космической отрасли»	04.03	21.2 08		6345722.5	04.03				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21.2 08 90000		6345722.5	04.03				
ФЦП РК-2025	04.03	21.6		21063481.7	04.03				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.03	21.6 00 90000	800	21063481.7	04.03				
ГП КДР	04.12	21		314873.6	04.03				
Обеспечение реализации государственной программы	04.12	21.2		314873.6	04.03				
Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»	04.12	21.2 01		314873.6	04.03				
Субсидии ГК «Роскосмос» на выполнение возложенных на нее государственных полномочий	04.12	21.2 01 65410	800	314873.6	04.03				
ГП КДР	14.02	21		1224154.9	04.11				
Обеспечение реализации государственной программы	14.02	21.2		1224154.9	04.11				
Основное мероприятие «Поддержание потенциала космодрома Байконур»	14.02	21.2 03		1224154.9	04.11				
Дотации на содержание объектов инфраструктуры города Байконура, связанных с арендой космодрома Байконур	14.02	21.2 03 50110	500	1224154.9	04.11				
Министерство транспорта Российской Федерации (103)					02				
				913106.1	500000.0				
ГП КДР	04.08	21		465000.0	Другие вопросы в области национальной экономики				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.08	21.4		465000.0	ГП КДР				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.08	21.4 00 90000	200	465000.0	04.12				
ГП КДР	04.11	21		448106.1	04.12				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21.4		448106.1	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21.4 00 90000	200	448106.1	04.12				
Федеральная служба по надзору в сфере транспорта (106)					04				
				172247.1	255000.0				
ГП КДР	04.08	21		172247.1	Обеспечение реализации государственной программы				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.08	21.4		172247.1	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.08	21.4 00 90000	200	172247.1	04.12				
Федеральное агентство воздушного транспорта (107)					04				
				197112.0	255000.0				
ГП КДР	04.08	21		197112.0	Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.08	21.4		197112.0	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.08	21.4 00 90000	200	197112.0	04.12				
Федеральное агентство морского и речного транспорта (110)					04				
				201240.0	255000.0				
ГП КДР	04.08	21		201240.0	Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.08	21.4		201240.0	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.08	21.4 00 90000	200	201240.0	04.12				
Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (12)					04				
				1911995.2	255000.0				
ГП КДР	04.11	21		1681155.2	Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21.4		1681155.2	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21.4 00 90000	200	1681155.2	04.12				
ГП КДР	04.12	21		230840.0	04.12				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21.4		230840.0	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21.4 00 90000	200	230840.0	04.12				
Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (177)					04				
				83833.1	83833.1				
ГП КДР	04.11	21		83833.1	Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.11	21.4		83833.1	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21.4 00 90000	200	83833.1	04.12				
Министерство обороны Российской Федерации (187)					02				
				6534888.5	500000.0				
ГП КДР	02.08	21		5843288.5	Федеральная целевая программа «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года»				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	02.08	21.4		5843288.5	02.08				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	02.08	21.4 00 90000	200	5843288.5	02.08				
ГП КДР	02.09	21		691600.0	02.09				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	02.09	21.4		691600.0	02.09				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	02.09	21.4 00 90000	200	691600.0	02.09				
Министерство внутренних дел Российской Федерации (188)					04				
				423633.0	2863100.0				
ГП КДР	03.13	21		423633.0	Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	03.13	21.4		423633.0	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	03.13	21.4 00 90000	200	423633.0	04.12				
Федеральная служба государственной регистрации, кадастра и картографии (321)					02				
				1352640.7	15580.0				
ГП КДР	04.12	21		1352640.7	Прикладные научные исследования в области национальной обороны				
ФЦП ГЛОНАСС-2020	04.12	21.4		1352640.7	02.08				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.12	21.4 00 90000	200	1352640.7	02.08				
Государственная корпорация по атомной энергии «Росатом» (225)					02				
				550000.0	15580.0				
ГП КДР	04.11	21		550000.0	Федеральная целевая программа «Промышленная утилизация вооружения и военной техники на 2011–2015 годы и на период до 2020 года»				
Подпрограмма «Приоритетные инновационные проекты ракетно-космической промышленности»	04.11	21.1		550000.0	02.08				
Основное мероприятие «Создание транспортно-энергетического модуля на основе ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса»	04.11	21.1 03		550000.0	02.08				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	04.11	21.1 03 90000	200	550000.0	02.08				
Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос» (730)					02				
				130516889.6	11329.5				
В том числе – ГП КДР	01			129855352.3	Другие вопросы в области национальной экономики				
Общегосударственные вопросы	01			7762500.0	04.12				
Международные отношения и международное сотрудничество	01.08			7762500.0	04.12				
ГП КДР	01.08	21		7762500.0	04.12				
Обеспечение реализации государственной программы	01.08	21.2		7762500.0	04.12				
Основное мероприятие «Выполнение международных обязательств»	01.08	21.2 04		7762500.0	04.12				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ	01.08	21.2 04 90000	800	7762500.0	04.12				
Национальная оборона					02				
Другие вопросы в области национальной обороны					02.09				
ГП КДР					99				
Обеспечение реализации государственной программы					99				
Основное мероприятие «Выполнение функций аппарата ответственного исполнителя»					99				
Финансовое обеспечение выполнения функций федеральных гос. органов, оказания услуг и выполнения работ					99				
Национальная экономика					04				
Другие вопросы в области национальной экономики					04.12				
Реализация функций иных федеральных органов государственной власти					99				
Субсидии на возмещение расходов по содержанию специальных объектов					0				

Разделы и подразделы

- 01 – Общегосударственные вопросы
- 01.08 – Международные отношения и международное сотрудничество
- 02 – Национальная оборона
- 02.08 – Прикладные научные исследования в области национальной обороны
- 02.09 – Другие вопросы в области национальной обороны
- 03 – Национальная безопасность и правоохранительная деятельность
- 03.13 – Прикладные научные исследования в области национальной безопасности и правоохранительной деятельности
- 04 – Национальная экономика
- 04.03 – Исследование и использование космического пространства
- 04.08 – Транспорт
- 04.11 – Прикладные научные исследования в области национальной экономики
- 04.12 – Другие вопросы в области национальной экономики
- 14 – Межбюджетные трансферты

- 14.02 – Дотации бюджетам закрытых административно-территориальных образований
- 14.03 – Иные межбюджетные трансферты

Виды расходов

- 100 – Расходы на выплаты персоналу в целях обеспечения выполнения функций государственными (муниципальными) органами, казенными учреждениями, органами управления государственными внебюджетными фондами
- 200 – Закупка товаров, работ и услуг для государственных (муниципальных) нужд
- 300 – Социальное обеспечение и иные выплаты населению
- 400 – Капитальные вложения в объекты недвижимого имущества государственной (муниципальной) собственности
- 500 – Межбюджетные трансферты
- 600 – Предоставление субсидий бюджетным, автономным учреждениям и иным некоммерческим организациям
- 800 – Иные бюджетные ассигнования

400 млрд руб – приходится именно на Восточный. Остальные средства пойдут на поддержание инфраструктуры – реконструкцию и модернизацию объектов космодрома Байконур, а также на военный космодром Плесецк».

На этапе подготовки бюджета-2017 Минфин сумел настоять на ограничении расходов по программе РК–2025 в ближайшие три года «плоским» потолком на уровне 20–21 млрд руб. Между тем для выполнения программы в необходимом объеме в заданные сроки необходимы в несколько раз большие суммы годового финансирования.

Следует заметить, что от перечня и номенклатуры объектов, возводимых в рамках программы развития космодромов, прямо зависят необходимые уровни финансирования ФКП. Если, скажем, финансовая ситуация все же заставит отложить на несколько лет строительство универсального стартового комплекса под ракеты тяжелого класса на Восточном, то не будет необходимости и в срочной разработке космического ракетного комплекса «Амур». Как известно, эта дальневосточная версия «Ангары» создается в интересах перспективных программ освоения и исследования околоземного пространства и дальнего космоса, в том числе для обеспечения пилотируемых полетов к Луне и других пусковых задач в рамках Лунной программы.

Пока планы и сроки остаются в силе: по состоянию на декабрь 2016 г., первый пуск «Ангары» с универсального старта на Восточном должен состояться в 2021 г., а первый пуск этого носителя с пилотируемым кораблем – в 2023 г.

Космическая деятельность в 2017 году

В 2017 г. на ГП КДР в целом выделяется 173.24 млрд руб. Это существенно меньше, чем было выделено на 2016 г. или 2015 г., однако больше, чем в любом из предшествующих лет, за которые уже есть утвержденный отчет об исполнении бюджета.

Данные о бюджетном финансировании Государственной программы «Космическая деятельность России» и ее составляющих по годам приведены в таблице 6. Информация о финансировании подпрограммы «Приоритетные инновационные проекты» за 2013 г. и более раннее время не включена. По остальным составляющим приведены как первоначальные суммы, определенные очередным законом о федеральном бюджете, так и фактически израсходованные средства согласно законам об исполнении бюджета за соответствующий год.

Для 2016 г. приводятся первоначально утвержденное финансирование и суммы, уточненные федеральным законом № 359-ФЗ от 14 декабря 2016 г. Числа, стоящие «верхним этажом», относятся к ФЦП, действовавшим до 2015 г.

Бюджетный закон предлагает три варианта представления сведений о финансировании космической деятельности: исходя из ведомственной структуры, по разделам и подразделам бюджетной классификации и по целевым статьям расходов. Учитывая незавершенность реорганизации космической отрасли и отсутствие утвержденной программы по развитию космодромов, наиболее показательной в 2017 г. является ведомственная структура бюджета с расшифровкой целевых статей расходов.

В рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие транспортной системы» и ее подпрограммы «Развитие гражданского использования системы ГЛОНАСС на транспорте» через Минтранс выделяется субсидия АО «ГЛОНАСС» в размере 589.7 млн руб в целях финансового обеспечения (возмещения) затрат в связи с функционированием Государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС».

Приложением 41 к бюджетному закону установлены суммы трансфертов бюджетам субъектов РФ для дотаций бюджетам закрытых административно-территориальных объединений (ЗАТО). Для «космических» закрытых городов Мирный (космодром Плесецк), Знаменск (полигон Капустин Яр), Углегорск (космодром Свободный), Звездный городок (Центр подготовки космонавтов) и Краснознаменск (Главный испытательный космический центр имени Г. С. Титова) в об-

Табл. 8. Финансирование «космических» городов, тыс руб

Наименование ЗАТО	Дотации бюджетам ЗАТО
г. Циолковский (Амурская обл.)	71994.0
г. Мирный (Архангельская обл.)	148758.0
г. Знаменск (Астраханская обл.)	106933.0
Звездный городок (Московская обл.)	79784.0
г. Краснознаменск (Московская обл.)	45495.0
Итого	452964.0

щей сложности бюджетом предусмотрено 453.0 млн руб. Закрытый «ядерно-космический» город Железногорск получит дотацию в бюджет в сумме 997.6 млн руб.

Дотации на содержание объектов инфраструктуры города Байконур, связанных с арендой космодрома Байконур, включены в табл. 6 и составят 1224.2 млн руб.

Дотация на частичную компенсацию дополнительных расходов на повышение оплаты труда работников бюджетной сферы г. Байконур составит 22.9 млн руб. Единая субвенция бюджету г. Байконур установлена в размере 5.9 млн руб, субвенция на оплату жилищно-коммунальных услуг отдельным категориям граждан – 6.0 млн руб, субвенции на выплату государственных пособий лицам, не подлежащим обязательному социальному страхованию, на случай временной нетрудоспособности и в связи с материнством, и лицам, уволенным в связи с ликвидацией организаций, – 8.9 млн руб, субвенций на социальные выплаты безработным гражданам – 10.4 млн руб.

Приложением 41 установлены также межбюджетные трансферты на развитие и поддержку социальной, инженерной и инновационной инфраструктуры наукоградов. В частности, для города Королёв предусмотрено 66.5 млн, а для города Реутов – 29.0 млн руб.





Совет ЕКА в Люцерне

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

1–2 декабря в Люцерне (Швейцария) состоялся Совет Европейского космического агентства (ЕКА), а также Словении и Канады, на уровне министров стран-участниц*. На нем была определена политика объединенной космической отрасли Европы на ближайшие три года.

По итогам Совета приняты как декларативные заявления, так и важнейшие стратегические решения. К первым стоит отнести довольно пафосное подтверждение участниками Совета «уверенности, что ЕКА способно осмыслить, сформулировать и воплотить в жизнь необходимые не только для самого агентства, но и для всего европейского космического сектора перемены, а также сохранить за собой роль мирового игрока и посредника в международной космической деятельности».

Совет также поддержал концепцию «Общоевропейского космоса» (United Space in Europe), сформулированную новым главой ЕКА Йоханном-Дитрихом Вёрнером (Johann-Dietrich Wörner) и относящуюся к «космической эпохе 4.0» (Space 4.0). По представлению руководства ЕКА, последний оборот означает этап космической деятельности, на котором «космос перестает быть привилегией исключительно крупных космических держав и становится площадкой для участия самых разных мировых игроков, включая правительства иностранных государств, представителей коммерческого сектора, промышленности и университетской среды».

Стратегические решения, как и следовало ожидать, касались программы работ на ближайшие три года и бюджета ЕКА. Структура и размер последнего приведены в таблице.

На брифинге по итогам Совета генеральный директор ЕКА признал возможность переноса ряда научных космических проектов

Бюджет ЕКА		
Программа	Объем финансирования, млн €	Период
Дистанционное зондирование Земли	1370	До 2025 г.
Телекоммуникации	1280	До 2024 г.
Навигация	69	До 2021 г.
Исследование космического пространства	1452	До 2021 г.
Prodex (развитие научных программ)	172	До 2021 г.
Средства выведения	1611	До 2023 г.
Космическая безопасность	95	До 2022 г.
Технологии	445	До 2022 г.
Наука, исследования, разработки (обязательная деятельность ЕКА)	3813	До 2021 г.
Всего	10300	

на более поздний срок, поскольку принятый министрами бюджет 10.3 млрд € был уменьшен относительно запрашиваемой суммы в 11 млрд €.

Самый «дорогой» раздел финансирует административные расходы самого ЕКА и научные обязательные программы. Бюджет «науки», зафиксированный в 2013–2016 гг. на уровне 508 млн €, сохранится на этом уровне и в 2017 г. Начиная с 2018 г. он будет расти на 1% в год в номинальном выражении, а с учетом инфляции – сокращаться. Господин Вёрнер пытался убедить собравшихся обеспечить прирост выше уровня инфляции, но безуспешно.

Низкий уровень финансирования научных проектов вынудит отложить одну-две планируемых, но пока не утвержденных миссий. В частности, проект космической обсерватории по поиску гравитационных волн LISA будет осуществлен, вероятно, уже после 2034 г.

Не решена полностью и проблема дефицита бюджета программы EхоMars, реализуемой ЕКА в партнерстве с Россией. На ее второй этап, предусматривающий доставку

на Марс научного ровера Pasteur, – требуется 440 млн € сверх утвержденной первоначально суммы. Как утверждает европейская пресса, рост стоимости этапа EхоMars-2020 отчасти вызван тем, что ЕКА взяло на себя часть работ по проекту, которую должны были делать российские партнеры**, в результате чего некоторые сборочные функции и испытания были перенесены во Францию и Италию.

С учетом аварии посадочного зонда Schiaparelli (HK №12, 2016) Йоханн-Дитрих Вёрнер не рискнул запрашивать у министров всю недостающую сумму, а попросил выделить «всего-навсего» 340 млн €. Остальные 100 млн €, по его словам, ЕКА может позаимствовать из средств, покрывающих обязательную деятельность агентства (mandatory activities). Наблюдатели уверены, однако, что частью недостающей суммы придется поделиться другим научным проектам.

По результатам обсуждения запрашиваемую сумму было решено выделить. «Да, у нас были некоторые сомнения. Однако мы решили продолжить начатое. Мы работали так, будто нет никаких финансовых проблем», – прокомментировал решение Винченцо Джорджо (Vincenzo Giorgio), вице-президент Thales Alenia Space по исследованиям и науке.

Решение о поддержке EхоMars-2020 было принято после длительного обсуждения, на положительном исходе которого сказались готовность правительств Италии, Франции и Великобритании выделить необходимые средства. В частности, итальянское правительство пообещало вложить в проект дополнительные 35 млн €.

Финансирование практической деятельности агентства осуществляется за счет добровольных пожертвований стран-участниц. Вместе с тем на научные программы и внутреннюю деятельность ЕКА деньги выделяются в виде автоматических взносов, размер которых зависит от ВВП каждого государства. У этого подхода есть и плюсы, и минусы. К первым стоит отнести предсказуемость хода выполнения научных космических программ. Ко вторым – практическую невозможность целевого увеличения бюджета, которое требует согласия каждого из участников ЕКА.

«Не думаю, что дело в конфликте между различными государствами – это просто вопрос разных точек зрения. Потому что у Италии есть свои приоритеты, и мое вмешательство базировалось как раз на этом списке предпочтений. EхоMars тем и хорош», – поделилась соображениями министр образования, университетов и исследований Италии Стефани Джаннини (Stefania Giannini).

Решение продолжить миссию утвердилось также благодаря новым высококачественным изображениям Марса, сделанным орбитальным аппаратом TGO этапа EхоMars-2016. «Проблемы будут существовать всегда, но может все идти исключительно гладко. Мы учимся на ошибках и движемся

* Собирается раз в два-три года. Следующий саммит стран – членов ЕКА на министерском уровне решено провести в конце 2019 г. в Испании под председательством министра экономики страны Луиса де Гиндоса (Luis de Guindos).

** Решение было принято, чтобы дать возможность НПО имени С. А. Лавочкина сосредоточиться на главной задаче: создание системы посадки планетохода на поверхность Марса.

дальше. Но, я думаю, тот факт, что мы извлекли выгоду из первой миссии ExoMars, сыграл свою роль. Самое главное – это тот потенциал, который мы имеем, те замечательные научные открытия, которые нам еще только предстоит сделать», – заявил Дэвид Паркер (David Parker), директор пилотируемых полетов и роботизированной разведки ЕКА.

Совет не поддержал совместный с NASA проект борьбы с астероидной угрозой AIM (Asteroid Impact Mission). Тем не менее герр Вёрнер отметил, что несколько стран – членов ЕКА выступили за продолжение исследований в данном направлении, чтобы подготовить основу для реализации подобной работы в будущем.

«Всем странам пришлось вложить большие средства для обеспечения финансирования МКС и ExoMars, а также других программ. Вот почему та миссия не привлекла внимания», – заявил по этому поводу Паскаль Эренфройнд (Pascale Ehrenfreund), председатель исполнительного совета Германского центра авиации и космонавтики DLR.

После тщательного анализа текущего состояния Комитет по научным программам SPC (Science Programme Committee) подтвердил продление на два года – до конца 2018 г. – девяти научных проектов ЕКА*. В это число вошли миссии Cluster, Integral, Mars Express, PROBA-2, SOHO и XMM-Newton; кроме того, продолжится участие ЕКА в совместных проектах Космического телескопа имени Хаббла и спектрографа IRIS (NASA) и научного спутника Hinode (JAXA).

Еще один важный вопрос, рассмотренный на Совете, касался программы МКС. Предполагалось решить, поддерживать ли Россию, США, Японию и Канаду в их планах продления работы МКС до 2024 г.? По словам Дэвида Паркера, страны ЕКА согласились выделить 807 млн € на эксплуатацию МКС до истечения этого срока, а также еще 153 млн € на эксперименты в европейском исследовательском модуле Columbus в составе станции.

Решение, принятое в Люцерне, предусматривает изготовление второго сервисного модуля американского многоцелевого корабля Orion в качестве компенсации вместо доли ЕКА на покрытие годовых расходов на эксплуатацию МКС. Вклад европейцев в поддержку работы станции до 2024 г. будет также частично покрыт «бартером» с NASA. Но финансовым расчетам тоже нашлось место.

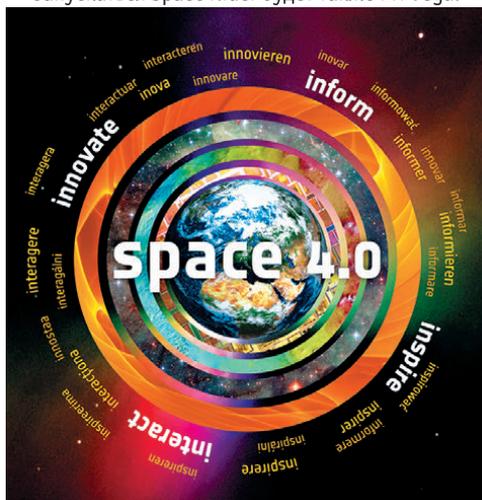
«Германия сделала денежное вложение, благодаря которому МКС просуществует до 2024 г., – уверен господин Эренфройнд. – За этот период можно не беспокоиться. А что будет потом, мы обсудим со всеми нашими европейскими партнерами в следующем году».

«Будущее проекта будет решаться благодаря обсуждениям с партнерами по МКС, – оптимистично заметил президент французского Национального центра космических

исследований CNES Жан-Ив Ле Галль (Jean-Yves Le Galle). – Мы полагаем, речь пойдет о дальнейших исследованиях, о Луне, о Марсе. Я всегда считал, что эти два направления не исключают друг друга».

Немало решений и обсуждений на Совете было посвящено средствам выведения. Даниэль Нойеншвандер (Neuenschwander), директор Управления ЕКА по ракетам-носителям, отметил тот факт, что поддержка Италии в отношении проекта Space Rider приблизила его к важному событию – критическому обзору проектных работ. Это позволяет надеяться на первый пуск корабля в 2021 г.

Орбитальный многоразовый космический корабль Space Rider напоминает беспилотный суборбитальный экспериментальный промежуточный аппарат IXV (Intermediate Experimental Vehicle), совершивший полет 11 февраля 2015 г. (НК №4, 2015, с.26-32). Запускаться Space Rider будет также PH Vega.



ЕКА также согласилось выделить до 100 млн € на создание кислородно-метанового жидкостного ракетного двигателя Prometheus, с прицелом на его применение в перспективных многоразовых системах. Prometheus должен быть существенно дешевле кислородно-водородного двигателя Vulcain для PH Ariane 5.

Заместитель директора CNES Джоэль Барр (Joelle Barre) заявил, что Франция взяла на себя большую часть финансовой нагрузки по программе Prometheus, чтобы не терять время на его разработку. В ЕКА пока нет уверенности, что повторное использование ракетной матчасти приведет к росту экономической эффективности, особенно при отсутствии большого ежегодного количества запусков. Но Барр уверен, что Франции необходимо начать испытывать многоразовые технологии.

Обеспечена финансами и программа создания нового европейского носителя Ariane 6, первый полет которого намечен на 2021 г. Работа над проектом, в котором сейчас занято свыше 700 инженеров в различных странах, идет полным ходом.

22 декабря компания Dassault Systemes объявила о подтверждении долгосрочного сотрудничества с Airbus Safran Launchers, основным промышленным подрядчиком в проекте Ariane 6.

Программное обеспечение Winning Program от Dassault Systemes позволило инженерам выполнить целую серию сравни-

тельных анализов, изучить большое число альтернатив и ускорить процесс принятия решений для выбора наиболее оптимальных конфигураций для Ariane 6. Выбранная архитектура, представляющая собой цифровой актив Airbus Safran Launchers, будет оптимизироваться и непрерывно проверяться на протяжении всех этапов разработки.

Подобные цифровые активы создаются и проверяются с помощью коллективно разрабатываемых цифровых макетов, что позволяет избежать ошибок, минимизировать количество необходимых изменений и способствует значительному сокращению периода проектирования и подготовки производства. Приложения Dassault Systemes используются для организации процессов совместной разработки и интерактивного проектирования, для проверок в режиме реального времени как внутри компании, так и на международных проектах, а также для организации контроля выполнения авиационных программ с возможностью точной выверки сложных производственных операций в виртуальной среде.

«Мы гордимся тем, что смогли вывести наши партнерские отношения по внедрению инноваций и повышению показателей с Airbus Safran Launchers на новый уровень, – сказал Бернар Шарль (Bernard Charles), заместитель председателя совета директоров, президент и генеральный директор Dassault Systemes. – Поскольку мы работаем фактически в эпоху конъюнктуры космоса, наше сотрудничество нацелено на проектирование и разработку новой опытно-ориентированной модели PH и призвано гарантировать уже на самых ранних этапах конструирования Ariane 6, что проект уложится в выделенный бюджет, будет соответствовать поставленным спецификациям и реализуется в установленные сроки. Уникальные отраслевые решения Dassault Systemes для аэрокосмической отрасли позволяют Airbus Safran Launchers изучать возможности, взаимодействовать с клиентами по всем необходимым дисциплинам, работать с заинтересованными сторонами в масштабах всей экосистемы, добиваясь наиболее оптимальной конфигурации концепта. Вместе мы сможем реализовать весь потенциал современных технологий проектирования и использовать цифровое наследие для трансформации всей отрасли».

Бюджет CNES на 2017 год будет увеличен на 10% – до 2,3 млрд €. Подобное увеличение является беспрецедентным за последнее десятилетие. «Бюджет CNES... в 2017 г. будет увеличен на 10%, что свидетельствует о высоком уровне доверия, которое агентству оказывает французское правительство, а также о его желании видеть Францию во главе европейской космической отрасли», – говорится в сообщении CNES.

Из этой суммы порядка 830 млн € поступит на счета ЕКА, 728 млн € пойдет на развитие международного сотрудничества. Приоритетная цель для CNES – программа разработки Ariane 6.

Таким образом, согласно подсчетам CNES, по объему финансирования космической отрасли в расчете на одного жителя Франция (35 € в расчете на жителя страны) теперь уступает только США (50 €), обогнав Германию (20 €) и Великобританию (8 €).

* Каждые два года все миссии, чей утвержденный срок завершения наступает в ближайшие четыре года, подлежат рассмотрению SPC. Решение о продлении миссий принимается на основании анализа соответствия заданным критериям функциональной готовности и научной значимости, а также с учетом лимита финансирования.



**А. Шилович, В. Кретов, В. Шемякин,
О. Скрыль специально
для «Новостей космонавтики»**

Анатолий Борисович родился 1 января 1947 г. в г. Донецке, где служил его отец Борис Аркадьевич и работала мама Вера Феофановна. С детских лет мальчику довелось познать кочевую жизнь семьи военного: частые смены места жительства в связи с переводом отца по службе, жилье без удобств, череда школ, новые друзья и классные руководители. Как вспоминал Анатолий Борисович, рассказывая о своем детстве, его первой нянькой был ординарец отца.

В семье цтились и оберегались принципы уважительного отношения друг к другу, честность, порядочность, верность долгу. Воспитанный в духе лучших традиций, дисциплинированный и ответственный юноша с юных лет вместе с родителями терпеливо преодолевал трудности быта, хорошо учился, а когда пришла пора задуматься о выборе профессии, без колебаний принял решение продолжить дело своего отца – кадрового военного – служить в Вооруженных силах.

Первой ступенькой познания воинской науки стало Харьковское высшее командно-инженерное училище. Курсант Западинский выделялся напористостью, не боялся брать на себя ответственность, когда этого требовала обстановка, принимал неординарные решения и, конечно, хорошо учился.

В 1969 г. дипломированного лейтенанта назначили на должность начальника станции космической связи командно-измерительного пункта КИП-3, располагавшегося в знойной и снежном Казахстане, вблизи железнодорожной станции Сарышаган. Молодой офицер тогда не мог предвидеть, что его дальнейшая служба на многие годы будет связана с Командно-измерительным комплексом (КИК), его славной космической историей. Не прошло и года, как ему предложили должность преподавателя – командира взвода школы младших специалистов. Из Казахстана он едет в Симферополь, к новому месту назначения. В течение трех лет старший лейтенант, а затем капитан А. Б. Западинский, проявляя усердие и высочайший профессионализм, добился отличных

Рубежи генерала Западинского

70 лет бывшему начальнику ГИЦИУ КС

результатов в обучении и воспитании курсантов.

Его выпускники успешно служили в частях КИК, получая положительные отзывы. Прошло три года, и на профессионально подготовленного, трудолюбивого офицера обратило внимание командование КИКа.

В 1973 г. А. Б. Западинскому предложили должность помощника начальника оперативного отдела Центра КИКа. Он продолжил службу в подмосковном городке Голицыно-2 (позднее – Краснознаменск), не предполагая, что этот город на долгое время станет его судьбой. Спустя три года перспективный офицер назначается заместителем начальника штаба и начальником отдела КИП-12 (Колпашево, Томская область).

В 37 лет подполковник А. Б. Западинский окончил Военную инженерную академию имени Ф. Э. Дзержинского и был назначен начальником штаба в забайкальский город Улан-Удэ на КИП-13. Здесь он в течение трех лет служил вместе с командиром части полковником А. И. Кулбужевым, о котором отзывается с большим уважением и теплотой, сохраняя долгие годы добрую память. Личный состав пункта в это время, наравне с другими, успешно решал задачи телеуправления КК «Союз Т-13» с космонавтами Владимиром Джанибековым и Георгием Гречко, а также КК «Союз Т-15» с экипажем Леонида Кизима и Владимира Соловьёва.



▲ Генерал-полковник А. А. Максимов, начальник ГУКОС (справа), и полковник А. Б. Западинский (в центре). Крым, п. Родниковое

В декабре 1986 г. было принято решение о формировании КИП-24 (село Родниковое Крымской обл.), запасного аэродрома посадки МКК «Буран». А. Б. Западинского назначили его начальником. Это было по-настоящему большое испытание на зрелость и прочность характера молодого командира.

Ему пришлось делать все, как говорится, с нуля. В короткий срок в крымской степи был создан посадочный комплекс, построено жилье, созданы хорошие условия для проживания, учебы, отдыха личного состава и семей военнослужащих. Военный городок его воинской части имел образцовый вид с газонами, цветами, зелеными насаждениями и спортивными площадками. В части

поддерживался порядок и воинская дисциплина. Было трудно, но А. Б. Западинский не отступил, проявил свой характер военачальника, твердость, успешно выдержал экзамен на командирскую зрелость.

Вскоре последовало новое назначение, и снова в Подмоскowie – начальником КИП-14 вместо прежнего командира. Продолжительное время часть занимала лидирующие позиции, но в какое-то время ее показатели перестали удовлетворять командование Главного центра. Перед прибывшим командиром стояла задача: оздоровить обстановку, вернуть части лидирующее положение. За короткий срок Анатолию Борисовичу удалось изменить ситуацию к лучшему, четко определить задачи, правильно расставить силы, сплотить офицерский коллектив. Он понимал, ценит и поддерживал инициативных офицеров, предоставлял им возможность для учебы и служебного роста. В свою очередь, офицеры с уважением и доверием относились к командиру. Благодаря умелому стилю работы в ходе последующей проверки щёлковский КИП показал отличные результаты.

Менялась география мест службы Западинского: Казахстан, Подмоскowie, Крым, Сибирь, усложнялись служебные обязанности по должности, но его стиль руководства оставался волевым, напористым, жестким. В то же время он был неравнодушен к нуждам подчиненных, заботился о них, отмечая достойных.

В 1989 г. 42-летний полковник А. Б. Западинский был назначен на должность командира соединения Военно-космических сил в город Енисейск Красноярского края. Воинские части соединения охватывали территорию Советского Союза от Воркуты на севере до Майданак на крайнем юге, в Узбекистане. В этой должности в полной мере раскрылся организаторский талант военачальника сложного многотысячного воинского коллектива. Принятые меры позволили значительно повысить живучесть орбитальных объектов и обеспечили возможность в экстремальной обстановке управлять ими из Центра в г. Енисейске.

С 1990 по 1992 г. Анатолий Борисович учился в Военной академии Генерального штаба Вооруженных ССР (РФ), а после ее окончания был назначен начальником Главного центра испытаний и управления КА (ГИЦИУ КС). Он вернулся в Подмоскowie, в полюбившийся и ставший родным Краснознаменск, и возглавлял Центр 10 лет – до 2002 г.

Время было сложное, если не сказать критическое. Распался Советский Союз, утрачивали прежнюю боеготовность Вооруженные силы, в тяжелейшем состоянии находилась отечественная космонавтика. КИК утратил часть измерительных пунктов, дис-



▲ Генерал-лейтенант А. Б. Западинский в ГИЦИУ КС вместе с Г. С. Титовым

лоцированных на территории отделившихся республик. В этих условиях необходимо было максимально сохранить надежное управление многогранной отечественной орбитальной группировкой. С этой сложнейшей задачей эффективно справился сплоченный коллектив Главного испытательного центра под руководством генерала А. Б. Западинского.

Анатолий Борисович сумел направить в нужное русло научный потенциал ГИЦИУ КС, знания, опыт, инициативу, взял на себя ответственность за решение крайне важных задач государственной важности. В условиях жесткого недофинансирования, формирования новых форм хозяйствования был осуществлен перевод Центра с вычислительной техники прошлых поколений на ПЭВМ современного уровня, положено начало применению подвижных пунктов и средств управления космическими аппаратами.

В 1994 г. в Главном центре был создан диссертационный совет по защите кандидатских диссертаций. Успешно решались задачи телеуправления орбитальной станцией «Мир», а впоследствии – спуска ее с орбиты и затопления в Тихом океане в 2001 г.



В эти годы ГИЦИУ КС неоднократно отмечался в приказах министра обороны как одно из лучших объединений Вооруженных сил России. Анатолий Борисович стал инициатором присвоения Главному испытательному центру почетного наименования «имени Г. С. Титова», а также инициатором и организатором создания мемориалов выдающимся руководителям КИКа в Краснознаменске.

Генерал-лейтенант Западинский, как и его предшественники генералы И. И. Спица, И. Д. Стаценко, Н. Ф. Шлыков, В. Н. Иванов, уделял большое внимание развитию социально-культурного и хозяйственного комплекса города. Эти заслуги отмечены присвоением ему звания «Почетный гражданин города Краснознаменска».

А. Б. Западинский – кандидат военных и доктор технических наук, профессор, заслуженный военный специалист РФ, заслуженный испытатель космической техники. Награжден орденами «За заслуги перед Отечеством» IV степени, Красной Звезды, многими медалями, в том числе «За трудовое отличие», а также наградами федераций космонавтики СССР и России. Имя и дости-

жения А. Б. Западинского занесены в энциклопедию «Лучшие люди России».

Русский генерал и военный педагог М. И. Драгомиров говорил: «Многие тысячи солдат и офицеров прошли через меня за долгие годы моей службы. И ни один из них не стал после этого общения хуже, но только лучше». Эти прекрасные слова по праву можно отнести и к Анатолию Борисовичу Западинскому.

Ветераны, друзья и личный состав орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени Главного испытательного космического Центра имени Г. С. Титова поздравляют Анатолия Борисовича с юбилеем и желают ему крепкого здоровья, бодрости и дальнейшей плодотворной работы на благо Отечества.

Редакция «Новостей космонавтики» присоединяется к поздравлениям коллег.

Сообщения

✓ 26 декабря китайский картографический спутник гражданского назначения «Цзююань-3» №02 передан на управление его основному пользователю – Государственному управлению геодезии и картографии КНР. Таким образом, Китай ввел запущенный 30 мая аппарат в постоянную эксплуатацию.

Планируется, что к 2020 г. Китай запустит «Цзююань-3» №03 и спутник дистанционного зондирования Земли «Гаофань-7», а к 2025 г. – «Цзююань-3» №04 и второй «Гаофань-7», сообщило 28 декабря Синьхуа. – А.Ж.

✓ Ракетно-космическая корпорация «Энергия» и Группа компаний S7 подписали ряд документов, в результате чего S7 стала собственником комплекса «Морской старт», взяв на себя часть эксплуатационных расходов. Об этом пишет 28 декабря газета «Известия» со ссылкой на генерального директора РКК «Энергия» Владимира Солнцева.

«S7 уже вступила в права владения «Морским стартом». Для этого необходимо было подписать ряд документов, и последний из них, завершающий сделку, мы закрыли в декабре. S7 уже взяла на себя часть затрат по содержанию плавучего космодрома и инфраструктуры», – заявил Солцев, отметив, что окончательный расчет между РКК «Энергия» и S7 намечен на июнь 2017 г. До этой даты командное судно и пусковая платформа будут перерегистрированы из Калифорнии в Либерию. – А.Ж.

✓ 22 ноября 2016 г. на 89-м году жизни скончался второй председатель Индийской организации космических исследований ISRO профессор Мамбилликалалхил Говинд Кумар Менон (Mambillikalathil Govind Kumar Menon). Он родился 28 августа 1928 г. в Мангалуре, учился в колледже Джасвант, Королевском институте науки в Бомбее и Университете Бристоля, где в 25 лет защитил докторскую степень по физике в области космических лучей и физики частиц. Вернувшись в Индию, он работал в Институте фундаментальных исследований Тата, а в 1966–1975 гг. возглавлял его. Параллельно с января по сентябрь 1972 г. он был председателем ISRO. Впоследствии М. Г. К. Менон был депутатом парламента, советником премьер-министра, министром науки, технологий и образования, возглавлял все три академии наук Индии, а в 1990–2016 гг. – президентом Индийского статистического института в Калькутте и советником ISRO. – И.Л.

А. Красильников.
«Новости космонавтики»



Обсерватория «Спектр-РГ» полетит в марте 2018 года

27 декабря в НПО имени С. А. Лавочкина прошла презентация летного образца рентгеновского телескопа ART-XC, созданного Российским федеральным ядерным центром (РФЯЦ) и Институтом космических исследований РАН для астрофизической обсерватории «Спектр-РГ». Компанию российскому телескопу на обсерватории составит немецкий рентгеновский телескоп eROSITA, разработанный Институтом вневременной физики имени Макса Планка.

Как рассказал заместитель директора ИКИ Михаил Павлинский, работы над телескопом ART-XC были развернуты в 2007 г., а защита его эскизного проекта проведена в 2008 г.

«На первом этапе для телескопа рассматривалась околоземная орбита, близкая к экватору, и срок активного существования пять лет, – поведал Михаил Николаевич. – Это давало определенные возможности для научной аппаратуры, потому что орбита находилась под радиационными поясами. Кроме того, имеются известные теплопритоки от Земли, которые надо учитывать, поскольку все детекторы полупроводниковые – и у немцев, и у нас. Они требуют охлаждения, что достигается с помощью радиатора».

Позже было принято решение пересадить обсерваторию «Спектр-РГ» с ракеты-носителя «Союз-2.1Б» с разгонным блоком «Фрегат» на носитель «Зенит-2СБ80» с блоком «Фрегат-СБ» и запустить ее в точку

либрации L2 системы Солнце–Земля, куда отечественные аппараты никогда не летали. «Эта точка находится в 1,5 млн км от Земли и уникальна тем, что в ней уравновешены силы, – отметил Павлинский. – В результате аппарат там не подвергается никаким серьезным возмущениям, в отличие от околоземной орбиты. Солнце все время находится с одной стороны, всегда очень стабильные условия и никаких радиационных поясов».

Между тем смена рабочей орбиты привела к замене всех электронных компонентов телескопов из-за изменения радиационной нагрузки и срока активного существования «Спектра-РГ». «Немецкие коллеги сказали, что замена на другие радиационно-стойкие элементы обошлась им примерно в 5 млн евро, – сообщил замдиректора ИКИ. – Нам тоже пришлось пересматривать всю схемотехнику. Также у нас начались нюансы, связанные с не очень веселыми событиями с «Фобосом-Грунтом», которые поменяли подходы в отрасли по формированию электронной компонентной базы для космической аппаратуры. Это потребовало от нас очень серьезной программы разработки. Мы закупили все компоненты одновременно для квалификационной модели и штатного изделия, проверяли их на ускорителе, специально облучали, выявляли наиболее стойкие элементы, которые позволят нам работать в точке L2 в течение семи лет. Хочу подчеркнуть, что до этого мы в нашем институте не рассматривали срок активного существо-

вания для полезной нагрузки семь лет. Это первый такой случай. Это совершенно другая ситуация, если сравнивать с разработкой аппаратуры на три или пять лет. Это более дорогое изделие, примерно на порядок, и более сложное».

По словам Михаила Николаевича, всего было сделано четыре телескопа ART-XC: массово-габаритный, технологический, летный и квалификационный. Первые три из них в настоящее время находятся в НПО имени Лавочкина: массово-габаритный – на хранении, технологический – в чистовой камере на летном образце обсерватории, летный проходит входной контроль. Массово-габаритный эквивалент был изготовлен первым в 2010 г. и использовался при механических и тепловвакуумных испытаниях. Квалификационная модель сейчас пребывает на доводочных испытаниях в РФЯЦ в городе Саров.

М. Н. Павлинский отметил, что в оптической системе телескопа ART-XC используются зеркала косоугольного падения. Для квалификационной модели зеркала были сделаны в РФЯЦ, для летного изделия – в Центре космических полетов имени Маршалла (NASA). Американские зеркала обладают лучшими характеристиками – и по эффективной площади, и по угловому разрешению. Для телескопа в ИКИ были разработаны и в РФЯЦ изготовлены блоки электроники и полупроводниковые детекторы на основе теллурида кадмия.

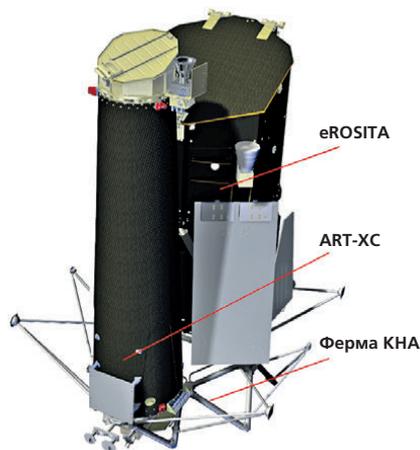
«Мы закончили приемо-сдаточные испытания и буквально две недели назад поставили летный образец телескопа в НПО имени Лавочкина. Сейчас проводится входной контроль телескопа и контрольно-испытательной аппаратуры, – сообщил ученый. – Очень сложная программа близка к завершению. За восемь лет удалось освоить совершенно уникальные технологии. Огромное спасибо РФЯЦ, который взялся за эту уникальную работу. Если бы он знал вначале, во что это выльется, то никогда бы не согласился. Центр освоил производство рентгеновской оптики, и по этому показателю мы вошли в ряд ведущих стран, поскольку только в Европе, Японии и США имеются такие технологии. И в Китае они сейчас быстро развиваются».

Михаил Николаевич рассказал, что задержка с доставкой в НПО имени Лавочкина российского и немецкого телескопов привела к отсрочке запуска «Спектра-РГ» с сентя-

▼ Летный экземпляр рентгеновского телескопа ART-XC

Фото А. Красильникова





▲ Блок телескопов обсерватории «Спектр-РГ»

бря 2017 г. на март 2018 г. В свою очередь, данный перенос вызвал еще одну пересадку обсерватории – на ракету «Протон-М» с блоком ДМ-03. Высвобождающиеся «Зенит» с «Фрегатом-СБ» предполагается теперь использовать для выведения на геостационарную орбиту ангольского телекоммуникационного спутника Angosat, создаваемого в РКК «Энергия».

«Для нас это достаточно болезненная тема, так как мы были ориентированы на запуск ракетой-носителем «Зенит». И нам говорили, что это будет последний пуск с Байконура такой замечательной ракеты, – объяснил Павлинский. – Но в последнее время появились другие новости. Официального решения пока нет, но, видимо, мы будем переходить на ракету «Протон». Это связано с тем, что есть определенные сложности с продлением гарантийного срока ракеты «Зенит», которая уже давно находится на Байконуре. И ее, наверное, надо использовать для ближайших готовых космических аппаратов. А «Протон» и ДМ-03, по крайней мере, нам обещают, говорят, что они сделаны и, по всей видимости, могут быть взяты из существующего наземного запаса».

Как рассказал заместитель начальника комплекса НПО имени Лавочкина Илья Ломачин, смена средства выведения не вызовет переделки платформы «Навигатор» для «Спектра-РГ».

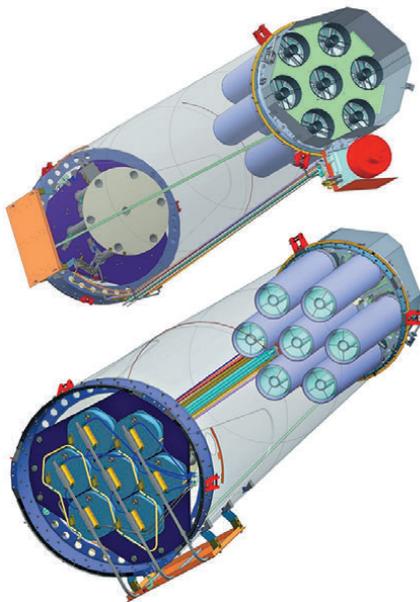
«Нагрузки, которые мы подавали в качестве исходных данных для случая ракеты-носителя «Зенит», на самом деле являются усредненными для средств выведения, и с точки зрения механики и вибраций никаких доработок платформы не потребуется. Адаптация коснется лишь интерфейсов между разгонным блоком и космическим аппаратом. К чему мы сейчас и готовимся», – отметил он.

НК поинтересовались у Ильи Владимировича, как обстоят дела с испытаниями платформы для «Спектра-РГ».

«Платформа прошла полный комплекс наземной экспериментальной отработки. Она имеет летную квалификацию, – ответил он. – В данный момент платформа проходит испытания в составе разобранного комплекса. Ожидаем допоставки штатного образца одной отсутствующей сейчас системы. Потом предстоят комплексные испытания (термовакuumные, электрические, виброиспытания) и запуск. Начало испытаний – весна 2017 г., они продлятся порядка 9–11 месяцев».

По словам Павлинского, телескоп eROSITA будет привезен в Россию 18 января. «Немецкие коллеги 22 декабря закончили все испытания и упаковали телескоп, но с доставкой побоялись попасть на свои праздники и потом на наши, – разъяснил замдиректора ИКИ. – Они уже забронировали место в транспортном самолете, который летает три раза в неделю. Это будет огромный контейнер с прибором весом почти под тонну, и он будет поставляться сюда, в Шереметьево, из Мюнхена».

Ученый отметил, что благодаря высокой чувствительности российского и немецкого телескопов планируется получить данные, которые будут многократно превосходить наблюдения, имеющиеся на сегодняшний день в архивах.



▲ Рентгеновский телескоп ART-XC

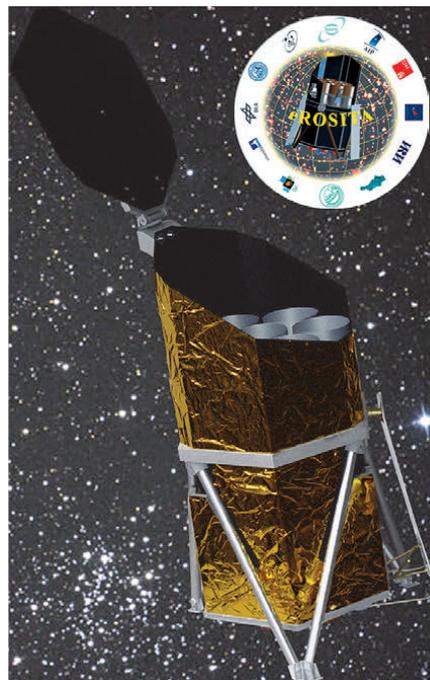
«Телескоп eROSITA сможет сделать примерно в 20–30 раз более чувствительный обзор всего неба, а телескоп ART-XC даст информацию в более жестком диапазоне длин волн, что является крайне необходимым при изучении астрофизических объектов, – сказал Михаил Николаевич. – В обзоре мы планируем изучать крупномасштабную структуру Вселенной, скопления галактик и эволюционно связанных объектов. Мы будем наблюдать огромное число сверхмассивных черных дыр различной массы вплоть до миллиарда масс Солнца и сверхзвезды, которых в нашей Галактике несколько сот тысяч».

Он поведал, что у обоих телескопов будут примерно одни и те же объекты наблюдения, но в разных длинах волн. «По динамическому диапазону эти два телескопа отличаются на порядок. То есть вы можете получить информацию в жестком диапазоне энергий при помощи российского инструмента и в более мягком диапазоне – при помощи eROSITA. Тогда получается более полная картина об изучаемом объекте, – объяснил Павлинский. – Допустим, мы знаем, что горячее скопление галактик, где газ находится при температуре десятки миллионов градусов Кельвина, излучает энергию вплоть до 10–30 кэВ. И вот, представляете, если мы увидим полковоры, а не всю корову целиком. Поэтому нам необходима полная ин-

формация об исследуемом объекте. И какой телескоп здесь более важен – мы посмотрим после запуска, когда пойдет информация».

Замдиректора ИКИ подробно рассказал о преимуществах российского телескопа над немецким. «Часто объекты находятся за плотным облаком газа, который не прозрачен даже для мягкого рентгеновского излучения. Все мы знаем, когда делаем рентген в медицине, что он просвечивает. И мы знаем, насколько он прозрачен, но это жесткий диапазон. А в мягком все равно существует поглощение, – отметил он. – И вот с помощью жесткого телескопа мы сможем увидеть то, что не увидим мягким телескопом. Основная задача для жесткого телескопа – узнать, из чего состоит космический диффузный фон, и попробовать разделить его на отдельные источники. Есть уверенность, что это ядра активных галактик, и мы просто наблюдаем совокупность множества таких объектов в поле зрения, которые интегрально дают диффузный фон. Мы сможем увидеть спектры от сверхмассивных черных дыр. Кроме того, мы сделаем обзор центра нашей Галактики – то, что нас очень волнует, так как там находится сверхмассивная черная дыра, всего в восьми килопарсеках от нас. Это ближайшая к нам дыра, и нам необходимо изучить окрестности вокруг этого объекта и его светимость. Чувствительности телескопов также будет достаточно, чтобы заглянуть на противоположный край нашей Галактики, просмотреть ее насквозь».

М. Н. Павлинский напомнил, что на астрофизической обсерватории «Гранат», выведенной в 1989 г., стоял рентгеновский телескоп ART, в котором использовалась не оптика, а метод построения изображений с помощью кодированной апертуры. «Так вот применение оптики косого падения в ART-XC позволяет в сто раз повысить чувствительность по сравнению с этим методом. И если мы правильно все сделали, если он будет работать, если там будет приемлемый фон, то мы сможем достичь рекордной чувствительности с помощью такого телескопа. Мы очень на это надеемся, – добавил он.



Статус проекта «Миллиметр»

И. Афанасьев.
«Новости космонавтики»

29 декабря заведующий лабораторией отдела космической радиоастрономии Астрокосмического центра Физического института Академии наук (ФИАН) имени П. Н. Лебедева, руководитель научной программы проекта «Радиоастрон» («Спектр-Р»), член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук Ю. Ю. Ковалёв сообщил, что следующая российская космическая обсерватория «Спектр-М» («Миллиметр») займется поиском «тени» черной дыры в центре нашей Галактики и других звездных систем.

«В центре нашей Галактики масса такой черной дыры оценивается примерно в 4 млн масс Солнца, в других активных галактиках – более миллиарда масс Солнца. Хотя... увидеть их невозможно, но можно разглядеть излучение вокруг них и за ними, – рассказал Юрий Юрьевич. – Поэтому у ученых есть предположение, что черная дыра должна давать «тень», и мы должны увидеть в центрах галактик своеобразные «дырки», «бублики». Форма этого «бублика» и его размер помогут нам определить параметры сверхмассивной черной дыры и получить наиболее прямое подтверждение самого ее существования».

По словам Ю. Ю. Ковалёва, попытки увидеть «тень» черной дыры с помощью уже работающего на орбите космического телескопа «Спектр-Р» в рамках проекта «Радиоастрон» пока не удалась. У космической обсерватории «Спектр-М» (НК № 6, 2006, с. 55; № 3, 2011, с. 46) будет больше шансов: она создается для исследования объектов Вселенной в миллиметровом и субмиллиметровом диапазонах, где эффекты поглощения и рассеяния излучения значительно слабее. «Борьба с поглощением и рассеянием излучения в центрах галактик, возможность заглянуть в самый центр и увидеть сверхмассивную черную дыру – одна из захватывающих задач «Миллиметра». В этом смысле «Спектр-М» – крайне интересный проект», – отметил ученый.

Обсерваторию «Спектр-М» планируется запустить после 2025 г. Аппарат с 10-метровым космическим телескопом предназначен для исследования различных объектов Вселенной в далеком инфракрасном и миллиметровом диапазонах на длинах волн от 20 мкм до 17 мм. Предусмотрены два режима работы обсерватории: режим одиночного телескопа и режим интерферометра «Космос–Земля». В первом случае наблюдения проводятся с чувствительностью и угловым разрешением, достижимыми одним телескопом с приемниками излучения космических объектов на борту орбитальной обсерватории. Во втором решаются научные задачи, требующие сверхвысокого разрешения – до десятков миллиардных долей угловой секунды.

Высокая чувствительность достигается за счет глубокого охлаждения зеркальной системы телескопа и приемной аппаратуры, а высокое угловое разрешение в режиме интерферометра обеспечивается благодаря расположению обсерватории в районе точки Лагранжа L2, находящейся на 1.5 млн км от Земли в антисолнечном направлении.

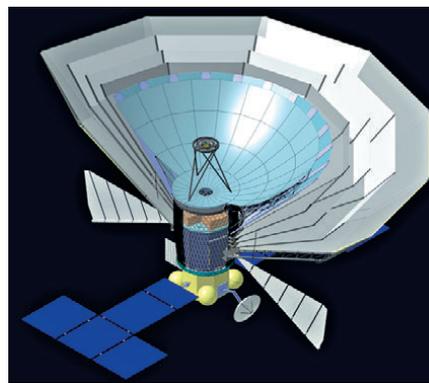
Следует заметить, что разработка «Спектра-М» входила в Федеральную космическую программу России на 2006–2015 годы и сохранилась в Федеральной космической программе России на 2016–2025 годы (ФКП–2025). Директор Института космических исследований (ИКИ) РАН Л. М. Зелёный ранее заявил, что запуск «Миллиметра» планируется после 2025 г., однако значительная часть работ будет выполнена в рамках ФКП–2025, в которой на нее выделено 11.04 млрд руб. Запуск обсерватории, разработка которой ведется с начала 2000-х годов, планировался когда-то на 2017-й, а затем на 2022 год.*

Головная организация по созданию космического комплекса – НПО имени С. А. Лавочкина, головная организация по созданию комплекса научной аппаратуры – Астрокосмический центр ФИАН. Основной соисполнитель – АО ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва – отвечает за создание конструкции телескопа, сборку и испытания бортового комплекса научной аппаратуры.

Всего в проекте принимают участие 32 предприятия и организации из России, Нидерландов и Италии, в том числе НПП «Завод полимерно-композитных конструкций», Лыткаринский завод оптического стекла, НПП «Композит» (г. Королёв), НПО «Государственный институт прикладной оптики» (г. Казань), АО «Российские космические системы» (РКС), МГТУ имени Н. Э. Баумана, Нидерландский институт космических исследований SRON (Stichting Ruimteonderzoek Nederland), Университет La Sapienza, г. Рим, и Итальянское космическое агентство ASI (Agenzia Spaziale Italiana).

Обсерватория должна выполнять научные исследования примерно по тридцати направлениям. Среди них – молекулярный состав и физические условия в атмосферах планет и их спутников в Солнечной системе; астероиды и кометы; пылевая компонента межпланетной среды, пояса Ван Аллена и облако Оорта; спектрополяриметрия, картографирование, изучение вращения и переменности звезд разных типов (от гигантов – звезд Вольфа-Райе, цефеид до нормальных звезд, карликов, нейтронных и кварковых звезд), а также галактических черных дыр; структура и динамика вещества около сверхмассивной черной дыры в центре Галактики; динамика Галактики по лучевым скоростям и собственным движениям звезд разных классов.

РАН и Госкорпорация «Роскосмос» выступают заказчиками проекта, предложенного Астрокосмическим центром ФИАН под руководством академика Н. С. Кардашёва как



продолжение и развитие проекта «Радиоастрон» – крупнейшего в мире космического радиотелескопа, который сейчас успешно работает на орбите совместно с 40 российскими и зарубежными наземными радиотелескопами.

Обсерватория «Миллиметр» также базируется на платформе «Навигатор» разработки НПО имени С. А. Лавочкина. Ее стартовая масса составляет 6600 кг, из которых 4500 кг приходится на полезную нагрузку.

Базовый модуль (платформа) предназначен для обеспечения функционирования на всех этапах активного существования КА и имеет в своем составе бортовой комплекс управления (БКУ), бортовой радиокomплекс (БРК), систему электроснабжения (ЭС), систему ориентации солнечных батарей (СОСБ), телеметрическую систему (ТМС), антенно-фидерную систему (АФС) и двигательную установку (ДУ).

БКУ осуществляет управление работой обсерватории, включая управление функционированием бортовой аппаратуры по заданным циклограммам, а также управление движением центра масс и угловым движением КА.

БРК поддерживает связь с наземными российскими и зарубежными станциями, а также двустороннюю радиосвязь между КА и Землей.

ЭС обеспечивает непрерывное питание бортовой аппаратуры электроэнергией требуемых номиналов (27 и 100 В) и необходимого качества, а СОСБ выполняет программные развороты панели солнечной батареи активной стороной на Солнце.

ТМС служит для сбора информации с сигнальных, аналоговых и температурных датчиков, цифровых датчиков температуры и давления, запоминания телеметрической информации (ТМИ) в виде ТМ-кадров в запоминающих устройствах и воспроизведения ТМИ из запоминающих устройств, общий объем которых составляет 16.5 Мбайт.

АФС обеспечивает прием радиоволн, передаваемых в направлении «Земля–КА», и излучение радиоволн в направлении «КА–Земля»; она состоит из малонаправленных приемных и передающих антенн, полосовых фильтров приемного и передающего каналов, волноводных переключателей, коаксиально-волноводных переходов и волноводных вращательных сочленений.

Двухкомпонентная жидкостная ракетная ДУ работает на окислителе азотный тетроксид (АТ) и горючем несимметричный диме-

* На официальном сайте НПО имени С. А. Лавочкина датой старта все еще указан 2023 год.

тилгидразин (НДМГ) и предназначена для формирования реактивных управляющих моментов вокруг трех осей с целью успокоения КА после отделения от разгонного блока, создания импульсов тяги при коррекциях орбиты и стабилизации аппарата в ходе коррекции.

Основная полезная нагрузка аппарата – космический телескоп КТ-М с основным зеркалом диаметром 10 м. КТ-М работает в миллиметровом, субмиллиметровом и длинноволновом инфракрасном диапазонах спектра как с ультравысокой чувствительностью (режим одиночного телескопа, диапазон 0.02–3 мм), так и со сверхвысоким угловым разрешением до 30 наносекунд дуги (режим интерферометра, диапазон 0.3–17 мм).

Телескоп выполнен по оптической схеме Кассегрена. Главное зеркало площадью 1986 м² состоит из центрального сегмента диаметром 3 м и 24 раскрываемых лепестков, причем среднеквадратичное отклонение поверхности от заданной гиперболической формы не превышает 10 мкм. Материал зеркала – высокомолекулярный углепластик. Его диаметр в сложенном состоянии определяется размером зоны размещения полезного груза на РН и не должен превышать 3.2 м. Фокусное расстояние главного зеркала – 2.4 м.

Вторичное зеркало (контррефлектор) – гиперболическое, диаметром 542 мм, изготовлено из материала «цериодур». Фокусное расстояние – 127.367 мм, точность поверхности – 3 мкм.

Переключающее зеркало, обеспечивающее выбор приемников различных диапазонов, плоское с внешними габаритами 420×320 мм, точность его поверхности – 3 мкм, изготовлено из бериллия.

Коэффициенты отражения рабочих поверхностей зеркал во всех рабочих диапазонах должны быть не менее 0.98 при допустимой шероховатости не более 0.3 мкм.

Эквивалентное фокусное расстояние всей оптической системы составляет 70 м при поле зрения 6.7°. Точность стабилизации телескопа достигает 0.2", а точность ориентации – 1". Рабочие температуры зеркальной системы составляют около 4.5 К, детекторов приемников – всего 0.1 К.

Система обеспечения тепловых режимов (СОТР) телескопа обсерватории «Миллиметр» состоит из двух подсистем:

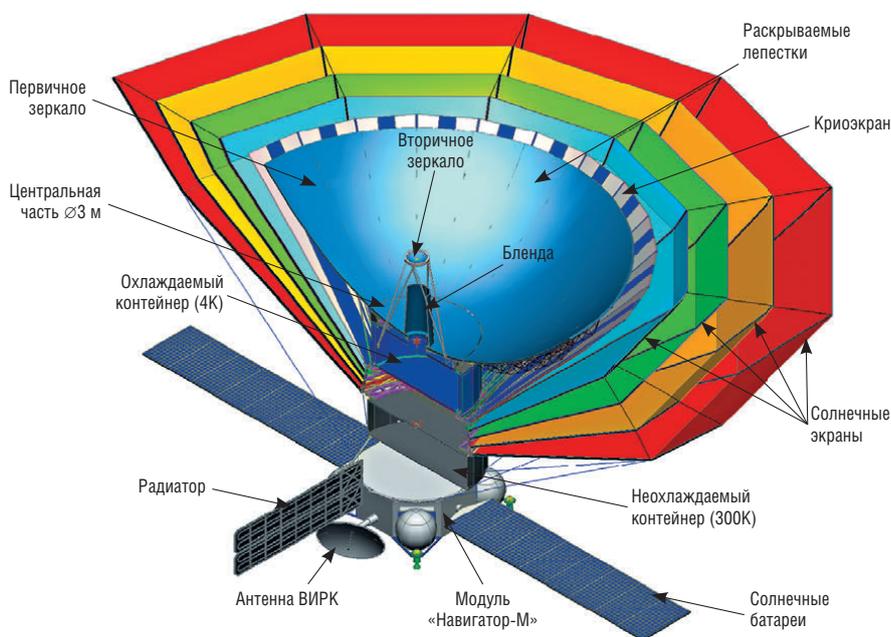
- ♦ системы терморегулирования аппаратуры неохлаждаемого контейнера и высокоинформативного радиокомплекса ВИРК-М, а также переходного кольца;

- ♦ системы охлаждения зеркальной системы и аппаратуры охлаждаемого контейнера.

Первая использует аксиальные тепловые трубы, капиллярные насосы, раскрываемые радиаторы, замещающие электрообогреватели, экранно-вакуумную теплоизоляцию (ЭВИ) и должна обеспечивать температурный режим КА в диапазоне +5...+35°С, а также осуществлять сброс выделяемого аппаратурой тепла и тепла на переходном кольце пассивными средствами.

Вторая, в свою очередь, также состоит из двух систем:

- ♦ пассивной, служащей для защиты от теплового воздействия Солнца и Земли;



▲ Схема «Спектра-М» и тепловая карта (справа)

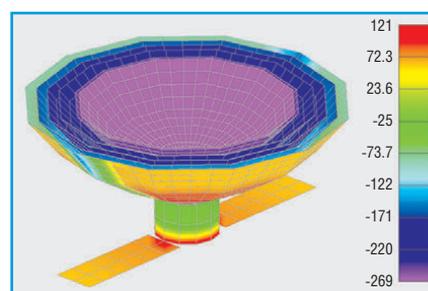
- ♦ активной, обеспечивающей заданный температурный режим зеркальной системы и аппаратуры охлаждаемого контейнера.

Пассивная система охлаждения состоит из системы теплозащитных экранов для защиты «холодной» зоны телескопа и переходного кольца. Активная система охлаждения включает криомашины Стирлинга (уровня 20 К) и Джоуля–Томсона (уровня 4 К); теплообменные узлы (криокольца) уровней 4.5 К, 20 К, 100 К; криозкран; комплект теплопроводов; тепловые ключи.

Расчетная длительность миссии обсерватории составит 10 лет, в том числе 3 года с активным охлаждением. В сочетании с большой собирающей площадью зеркала телескопа это позволит обеспечить беспрецедентно высокую чувствительность. Использование КТ-М обсерватории «Миллиметр» в интерферометрическом режиме с наземными телескопами (ALMA, SMA и др.), а в перспективе и с космическими телескопами, позволит реализовать угловое разрешение, в тысячи раз более высокое по сравнению с тем, которое может быть получено на наземных интерферометрах. Реализация работы КТ-М в двух режимах даст возможность получать более точные и детализированные результаты исследований.

Запуск обсерватории «Миллиметр» будет осуществляться с помощью РН «Протон» с разгонным блоком «Бриз-М». В перспективе, при запуске одновременно нескольких телескопов, может быть реализован интерферометрический режим наблюдений «космос-космос», обеспечивающий одновременно и высокую чувствительность, и высокое угловое разрешение, в том числе и на более коротких волнах, экранируемых земной атмосферой.

В июле 2015 г. специалисты АО ИСС провели испытания макета конструкции главного зеркала обсерватории, проверив раскрытие конструкции и проконтролировав ее геометрические параметры. Предусмотренная техническим заданием точность до 0.3 мм подтверждена, что дало возможность приступить к следующему этапу – установке на каркасы лепестков панелей, формирующих отражающую поверхность главного зер-



кала. Параллельно в ИСС ведется отработка полномасштабных конструкторско-технологических макетов составных частей системы терморегулирования – теплозащитных экранов и криозкрана.

30 ноября 2016 г. компания «Росэлектроника» завершила разработку технического проекта лампы бегущей волны (ЛБВ) для космической обсерватории «Миллиметр». Работы по данному проекту проводятся в рамках договора саратовского предприятия холдинга НПП «Алмаз» и РКС, которое выступает одним из основных участников программы создания обсерватории.

В ходе первого этапа опытно-конструкторских работ проведены теоретические исследования, обосновывающие принципиальную возможность создания ЛБВ с заданными уникальными характеристиками: срок службы – более 20 лет, КПД – более 60%, а также способность обеспечить передачу больших объемов информации со скоростью 1200 Мбит/с по радиоканалу в диапазоне 2 см. По проекту бортовое запоминающее устройство научной информации имеет емкость около 10 Тбайт и заполняется за 1.5 часа наблюдений; полный сброс информации продолжается 18 часов.

В настоящее время в НПП «Алмаз» ведется разработка конструкторской и технологической документации ЛБВ. Предполагается, что в 2018 г. пять опытных образцов будут поставлены заказчику для проведения наземных испытаний в составе бортового радиопередающего модуля, а уже в 2019 г. НПП «Алмаз» произведет необходимое количество приборов для комплектации радиопередающих модулей обсерватории «Миллиметр».

Новый AMOS построят в США



AMOS
by Spacocom

**Л. Розенблюм специально
для «Новостей космонавтики»**

21 декабря 2016 г. израильская компания «Халаль тикшорет» (Space-Communications Ltd., Spacocom) – оператор спутников связи серии AMOS – через Тель-Авивскую биржу ценных бумаг известила, что закажет новый телекоммуникационный спутник, обозначенный как AMOS-17, у американской фирмы Boeing Satellite Systems International Inc. Согласно условиям контракта, КА будет готов к запуску в первом квартале 2019 г. и передан в эксплуатацию «не позднее 20 марта 2019 г.». Аппарат будет работать на ГСО в точке стояния 17° в. д. и позволит компании предоставлять услуги связи в Африке, в Европе и на Ближнем Востоке.

AMOS-17 будет оборудован 40 транспондерами: 18 из них – диапазона Ku (для покрытия региона Африки), 14 – диапазона C (также для Африканского региона) и восемь – диапазона Ka для покрытия региона Африки, Ближнего Востока и Европы. Продолжительность активного существования КА составит 15 лет.

Общая стоимость приобретения КА, включая элементы его конструкции и ПН, наземную станцию, обеспечение запуска и последующей эксплуатации на орбите, расходы на страховочные операции, составит, по оценке, около 161 млн \$. Сумма расходов по обслуживанию систем КА оценивается примерно в 5 млн \$ в год.

Spacocom изучает возможность выведения «Амоса-17» «в счет неосуществленного запуска КА AMOS-6» ракетой-носителем фирмы Spacex.

Давид Поллак (David Pollack), генеральный директор Spacocom, заявил: «Спутник AMOS-17 – это весьма продвинутый аппарат с увеличенным количеством лучей, обеспе-

чивающий широкополосную ретрансляцию в различных диапазонах частот. С ним наша компания вернется к предоставлению услуг в Африке».

Следует заметить, что в последнее время Spacocom оказалась в весьма нелегком положении: в ноябре 2015 г. вышел из строя AMOS-5, а в сентябре 2016 г. в результате взрыва на мысе Канаверал она утратила спутник AMOS-6 (НК № 11, 2016, с.32). В настоящее время компания фактически осталась с двумя работающими аппаратами – AMOS-3 и -4, поскольку срок службы «Амоса-2» истекает в начале 2017 г.

Решение Spacocom выглядит особенно неожиданным в свете того, что буквально за два дня до этого (19 декабря) в Израильском космическом агентстве (ISA) состоялась пресс-конференция по итогам работы комиссии, сформированной агентством в сентябре 2016 г., после утраты шестого «Амоса».

Министр науки, технологии и космоса Израиля Офир Акунис (Ofir Akunis) заявил: «Взрыв спутника AMOS-6 нанес тяжелый ущерб нашей космической промышленности. Я уже ранее говорил, что это настоящая трагедия. После взрыва внутренний рынок спутников связи стоит перед тяжелым кризисом... Дело в том, что если в деле космической связи мы станем полагаться на благорасположение других держав, то в чрезвычайной ситуации рискуем оказаться без средств связи, что может тяжело отразиться на безопасности страны, ее экономике, ударить по повседневной жизни граждан. Из этого проистекает главный вывод – необходимы инвестиции, и правительство должно обеспечить бюджет на создание нового спутника взамен утраченного. По нашей оценке, речь идет о сумме в 120 млн шекелей (около 31.4 млн \$) в год».

Генеральный директор ISA Ави Бласбергер (Avi Blasberger) сообщил, что комиссия доказала необходимость для Израиля иметь на орбите постоянно четыре спутника связи, что обеспечило бы как национальные потребности связи, так и непрерывность производства в промышленности. «У нас есть три зарегистрированные точки на ГСО, которые мы должны сохранить», – напомнил Бласбергер.

Глава комиссии, генеральный директор Миннауки Перец Вазан (Peretz Vazan) отметил: «Согласно рекомендации, выработанной нашей комиссией, Израиль должен производить один спутник каждые четыре года. Это потребует вложений в размере 70 млн шекелей (18.3 млн \$) в год – и на производство, и на НИОКР. Такую сумму должно гарантировать государство, чтобы сохранить преимущество Израиля в космосе».

Решение Spacocom заказать КА у зарубежного производителя вызвало разочаро-

вание в аэрокосмической отрасли Израиля, которая после досадных событий также находится в сложном положении. Тем не менее производитель всех космических аппаратов Израиля – концерн «Таасия авирит» (Israel Aerospace Industries Ltd., IAI) отреагировал на новость довольно спокойно: «Сообщение Spacocom касается аппарата, который сменил AMOS-5, выпущенный в России. О том, что такой спутник будет изготовлен в IAI, речь никогда и не шла».

Сообщения

✓ АО «Информационные спутниковые системы» (ИСС) имени академика М. Ф. Решетнёва полностью заменило использовавшиеся ранее украинские комплектующие отечественными аналогами. Об этом сообщил 30 декабря ТАСС генеральный директор и генеральный конструктор предприятия Николай Тестоедов. По словам Н. А. Тестоедова, на предприятии имеются страховые запасы комплектующих, которых достаточно для завершения изготовления находящихся в производстве серий спутников. В то же время российские предприятия по заказу ИСС разработали и изготовили аналоги ранее выпускавшейся на Украине аппаратуры. «Полностью по всем комплектующим украинского производства, а это было порядка полутора десятков позиций, мы нашли замену. Сегодня у нас нет никакой зависимости от Украины», – отметил Тестоедов. – А.Ж.

✓ ГП «Космическая связь» произвела первые платежи по контрактам с АО ИСС и Thales Alenia Space в рамках проектов по созданию КА «Экспресс-80» и «Экспресс-103», сообщил 29 декабря РИА «Новости» со ссылкой на пресс-службу предприятия. «В июне 2016 г. предприятие... заключило договор с АО ИСС имени академика М. Ф. Решетнёва на поставку платформ для КА «Экспресс-80» и «Экспресс-103», а также контракт с Thales Alenia Space на создание полезных нагрузок для указанных спутников. Первый платеж по контрактам произведен 28 декабря 2016 г.», – говорится в сообщении. В тот же день гендиректор АО ИСС Николай Тестоедов проинформировал ТАСС, что ожидает поступления финансовых средств от заказчика в течение первого квартала 2017 г. и с их приходом начнет производство КА. Спутники планируется вывести на орбиту в 3-м квартале 2019 г. – А.Ж.

✓ Российский геодезический космический аппарат «Гео-ИК-2» будет выведен на орбиту в 3-м квартале 2017 г. с космодрома Плесецк на РН «Рокот», сообщил 28 декабря ТАСС генеральный директор АО ИСС Николай Тестоедов. «Мы получили от наших партнеров все необходимые комплектующие для сборки космического аппарата. В течение трех кварталов мы проведем все необходимые работы по сборке, испытаниям и подготовке аппарата к запуску», – рассказал Н. А. Тестоедов. – А.Ж.

5 декабря на 91-м году жизни скончался ведущий конструктор НПО имени С.А.Лавочкина Анатолий Григорьевич Чесноков – человек, которому Россия обязана созданием первой космической системы предупреждения о ракетном нападении.

А.Г.Чесноков родился 8 октября 1926 г. В 1945 г. после окончания Московского авиационного техникума имени Н.Н.Годовикова он стал техником-конструктором моторной бригады авиазавода №301 в подмосковных Химках. В 1952 г. без отрыва от производства окончил вечернее отделение Московского авиационно-технологического института, последовательно прошел на предприятии все ступени конструкторской деятельности от техника до главного конструктора и отдал ему 72 года жизни.

Анатолий Григорьевич Чесноков участвовал в разработке всех послевоенных самолетов конструкции С.А.Лавочкина (Ла-9, Ла-11; Ла-15, Ла-150, Ла-160, Ла-168, Ла-174, Ла-190, Ла-200, Ла-250), зенитных управляемых ракет 205 и 207 для системы ПВО Москвы, крылатой ракеты П-6 морского базирования, беспилотного самолета-мишени Ла-17. В 1954 г. им был предложен проект создания принципиально нового типа мишени Ла-17М со стартом с земли при помощи пороховых ускорителей.

В 1969 г. после переориентации завода №301 на космическую тематику А.Г.Чесноков взял на себя тему космической СПРН, переданную от ОКБ-52 на стадии изготовления опытного спутника. Она и стала делом всей его жизни.

По инициативе ведущего конструктора в начале 1970 г. была изменена структура группировки, в которой вместо 36 КА на круговых орбитах высотой 10 000 км осталось лишь четыре спутника на высокоэллиптической орбите, ведущих наблюдение из апогея траектории за ракетноопасным районом на территории США.

В 1972 г. первый экспериментальный спутник УС-К под названием «Космос-520» был выведен на орбиту. В январе 1979 г. по результатам полета че-

23 декабря в Хьюстоне на 62-м году жизни от рака поджелудочной железы скончался бывший астронавт NASA Пирс Джон Селлерс (Piers John Sellers).

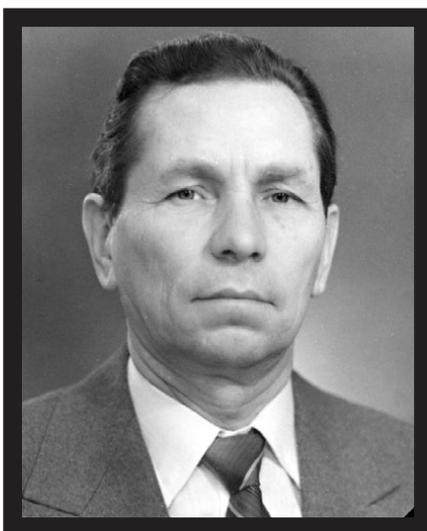
Он родился 11 апреля 1955 г. в г. Кроуборо (графство Восточный Суссекс) в Великобритании в семье офицера. Его детство проходило на Кипре, Мальте, Ближнем Востоке и в Западной Европе. В 16 лет, еще учась в школе, Пирс стал кадетом Королевских воздушных сил и получил пилотское свидетельство. «Я был загипнотизирован зрелищем прогулки Армстронга по Луне и понял, что хочу сам когда-нибудь совершить путешествие в космос», – рассказывал позднее Пирс.

В 1973 г. он окончил среднюю школу в Кренбруке (графство Кент). В 1976 г. получил степень бакалавра по экологии в Эдинбургском университете (Шотландия), а в 1981 г. – степень доктора философии в области биометеорологии в Лидском университете (Великобритания). После этого в 1981–1982 гг. работал в компьютерной консалтинговой компании Scisop в Лондоне.

В 1982 г. Селлерс переехал в США, где крупный ученый Йел Минц (Yale Mintz), создатель математических моделей атмосферы, сразу взял его к себе. «Мы с женой приехали в Соединенные Штаты с 60 долларами в карманах и тремя чемоданами... И через два дня после приезда я начал работать в Центре Годдарда», – вспоминал Пирс.

С 1982 г. в Центре космических полетов имени Годдарда Селлерс занимался вопросами взаимодействия биосферы и атмосферы Земли, моделирования климата с помощью данных с метеоспутников. Он участвовал в полевых сезонах в Бразилии, Канаде, России, США. В 1990–1996 гг. работал научным сотрудником на факультете метеорологии Мэрилендского университета.

С 1984 г. Пирс подавал заявления в астронавты, которые отклонялись ввиду того, что у него не было гражданства США. В 1991 г. он получил американское гражданство и в 1992 г. стал одним из финалистов 14-го набора NASA. Но лишь 1 мая 1996 г. он был отобран в качестве кандида-



Анатолий Григорьевич Чесноков

08.10.1926–05.12.2016

тырех опытных и шести штатных КА космическую СПРН и входящий в ее состав высокоэллиптический спутник с аппаратурой тепловизионного типа приняли на вооружение. В 1980–1981 гг. была построена резервированная группировка из девяти КА на высокоэллиптической и одного на геостационарной орбите, и в декабре 1982 г. систему поставили на боевое дежурство.

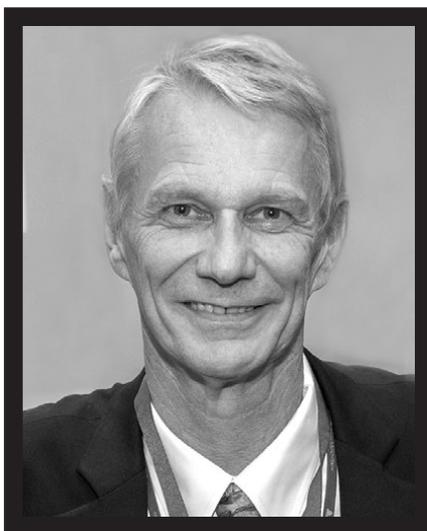
«Просто, дешево и на все времена» – таков был лозунг главного конструктора А.Г.Чеснокова. Модернизация системы УС-К с использованием на спутниках усовершенствованного телевизионного устройства обнаружения, которую он упорно отста-

ивал, позволила бы быстро и с малыми затратами обеспечить надежное обнаружение стартующих ракет как на фоне космоса, так и на фоне земной поверхности. Однако под мощным давлением головной организации (ЦНИИ «Комета») этому проекту предпочли создание аналога американской системы DSP со спутниками на геостационарных орбитах. Система УС-КМО была принята на вооружение лишь в 1996 г., но так и не была развернута в полном объеме. Вплоть до самого конца ее дублировали спутники УС-К. Всего через руки Анатолия Григорьевича прошло 94 спутника этого типа, последний из которых проработал до конца 2014 г.

Под руководством А.Г.Чеснокова был подготовлен новый проект модернизации системы УС-К под названием «Созвездие-Барбет» с попутным решением задач связи и обнаружения лесных пожаров, однако и он в итоге был отвергнут в пользу системы ЕКС.

По инициативе и под руководством А.Г.Чеснокова в НПО имени С.А.Лавочкина в сотрудничестве с Крымской астрофизической обсерваторией был создан космический телескоп «Спика» на КА «Астрон» (1983) и разработан ряд конверсионных проектов на базе спутников УС-К: проект космической системы предупреждения о землетрясениях и контроля за состоянием магнитосферы Земли («Геката»), космической системы по обнаружению лесных пожаров («Пламя»), глобальной системы спутниковой связи на ВЗО с многолучевым ретранслятором («Норд») и ряд других.

А.Г.Чесноков был удостоен звания лауреата Ленинской премии, награжден орденами Трудового Красного Знамени и «Знак Почета», медалями «За доблестный труд», «60 лет победы в Великой Отечественной войне», «За заслуги в освоении космоса», «300-летие морского флота России», он стал заслуженным конструктором Российской Федерации. Имя Анатолия Григорьевича останется в истории разработки авиационной и космической техники.



Пирс Джон Селлерс

11.04.1955–23.12.2016

та в астронавты 16-го набора и стал вторым после Майкла Фула урожденным британцем среди астронавтов NASA.

По окончании общекосмической подготовки Селлерс получил квалификацию специалиста полета и назначение в отделение компьютерного обеспечения, а затем – в отделение космической станции Отдела астронавтов. В этот период он часто приезжал в Москву в рамках сотрудничества по отработке программного обеспечения для МКС.

В августе 2001 г. Пирс был назначен в экипаж STS-112. Во время полета на «Атлантике» 7–18 октября 2002 г. он совершил три выхода в открытый космос для монтажа секции S1 фермы МКС.

2 декабря Селлерс получил назначение в экипаж STS-120. Полет был намечен на весну 2004 г., однако катастрофа «Колумбии» в феврале 2003 г. привела к приостановке всех полетов и пересмотру состава экипажей. В июле 2004 г. Селлерс был определен специалистом полета в экипаж STS-121 вместо Карлоса Норьеги, отстраненного от полета по медицинским показаниям.

Свой второй полет со стыковкой к МКС он совершил на «Дискавери» 4–17 июля 2006 г. и вновь участвовал в трех выходах – отработывал методы осмотра и ремонта теплозащитного покрытия шаттла, проводил ремонт мобильного транспортера.

В мае 2009 г. Селлерса назначили специалистом полета STS-132, который состоялся 14–26 мая 2010 г.: «Атлантик» доставил на МКС Малый исследовательский модуль «Рассвет» и различные грузы. С собой на орбиту Селлерс взял 10-сантиметровый кусок «яблоны Исаака Ньютона» – той самой, с которой, по преданию, скатилось знаменитое яблоко, натолкнувшее великого ученого на мысль о законе всемирного тяготения. Общее время пребывания Селлерса в космосе составило 35 сут 09 час 02 мин; он совершил шесть выходов в открытый космос общей продолжительностью 41 час 10 мин.

В июне 2011 г. Пирс Селлерс стал заместителем начальника Управления по науке и исследованиям в Центре космических полетов имени Годдарда. Он занимался метеорологией и экологией, концентрируясь на проблеме глобального изменения климата; на его счету 70 научных статей.

«Я выходил в открытый космос на высоте 220 миль над Землей... Я видел, насколько хрупка и бесконечно драгоценна Земля. Я надеюсь на ее будущее», – сказал он в одном из последних интервью.

Пирс Селлерс был награжден медалями NASA «За выдающиеся заслуги», «За исключительные научные достижения» и тремя медалями «За космический полет». Он был удостоен звания кавалера Ордена Британской империи и знака «Астронавт Соединенного Королевства». У него остались жена, дочь, сын и внук. – Л.Р.

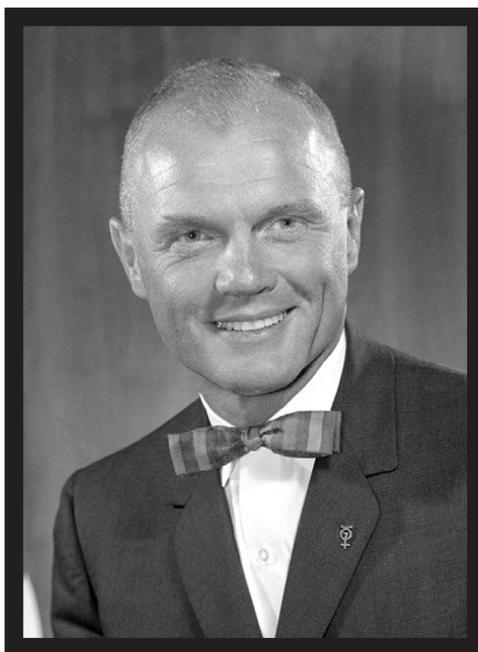
8 декабря 2016 г. в онкологическом отделении медицинского центра при Университете Огайо (г. Колумбус, штат Огайо) на 96-м году жизни скончался легендарный астронавт, первый американец, совершивший орбитальный космический полет, Джон Хершел Гленн-младший (John Herschel Glenn, Jr.). Он ушел последним из первого набора астронавтов США, известного под названием «Первоначальная семерка» (Original Seven).

Джон Гленн родился 18 июля 1921 г. в Кембридже (Огайо) в семье водопроводчика и учительницы, но вырос в Нью-Конкорде, где в 1939 г. окончил среднюю школу. Стал студентом колледжа, но вскоре после вступления Америки во Вторую мировую войну, в марте 1942 г., поступил на службу в ВМС и стал обучаться на военного летчика. Он успел попасть на войну и в 1944–1945 гг. совершил 59 боевых вылетов, принимая участие в боевых действиях на Тихом океане в составе 155-й истребительной эскадрильи Корпуса морской пехоты.

В феврале 1953 г. майор Гленн отправился на войну в Корею и выполнил там еще 90 боевых вылетов. На исходе своей командировки, летая по обмену на F-86 25-й эскадрильи истребителей-перехватчиков ВВС США, он сбил три реактивных «МиГ». За постоянное желание сойтись с противником в воздушной схватке его прозвали «взбешенный МиГами морпех».

После Корейской войны его приняли в Школу летчиков-испытателей ВМС в Пэтьюксент-Ривер. Джон окончил ее в июле 1954 г. и стал «тест-пилотом». Имя его стало известно в Америке еще в 1957 г.: на самолете F8U Crusader он установил трансконтинентальный рекорд скорости, перелетев из Лос-Анджелеса в Нью-Йорк за 3 часа 23 минуты. Впрочем, еще большую популярность ему принесло участие в американском варианте телепрограммы «Угадай мелодию»...

Конечно, Гленн не мог оставаться в стороне от начавшегося космического бума и в 1959 г. стал одним из семи астронавтов первого набора NASA. Популярный среди журналистов и публики, он виделся всеми как первый американец, который отправится в космос. Однако в NASA сочли иначе: первым стал Алан Шепард. Он и Вирджил Гриссом



Джон Хершел Гленн

18.07.1921 – 08.12.2016

совершили первые суборбитальные «прыжки в космос» на капсуле Mercury, а Джон их дублировал. О своем дублерстве он отзывался весьма иронично: «Это все равно, что дважды быть свидетелем на свадьбе и так и не стать женихом». Честолюбивый и целеустремленный, Джон теперь мечтал стать первым американцем на орбите.

В те дни астронавты США жили словно под лупой, и Гленн ощущал это более других. Он считал, что астронавты, ставшие «всеамериканскими парнями», должны быть не только примером отваги и технического гения, но и образцом нравственного поведения – проще говоря, не злоупотреблять повышенным вниманием женщин. Не всем его товарищам это нравилось... Писатель Том Вулф в своей книге с долей юмора назвал Джона «астронавтом-пресвитерианином».

Предстоящие пилотируемые орбитальные полеты вызвали серьезное беспокойство из-за ракет-носителей Atlas-D, которые предназначались для выведения капсул. Они были разработаны на иных принципах, нежели ракеты Redstone, которые использовались в суборбитальных полетах. Вместо того, чтобы обеспечить прочность корпуса носителя за счет надежного силового набора и толстой обшивки, в компании Convair разработали тонкостенный корпус с несущими топливными баками, сохраняющий форму и выдерживающий нагрузки за счет внутреннего давления в них. Хуже того, они иногда взрывались в полете. Некоторую долю спокойствия внес успешный двухвитковый полет шимпанзе Эноса, который прошел в ноябре 1961 г.

20 февраля 1962 г. после нескольких недель удручающих отсрочек Гленн стартовал в космос на корабле Mercury MA-6, который он назвал Friendship 7. Через пять с небольшим минут его капсула оказалась на орбите. Когда возло солнце, астронавт с заметным волнением доложил, что аппарат окружают тысячи маленьких светящихся частиц. На Земле потом к его рассказу о «космических светлячках» отнеслись скептически, вплоть до подозрений в психической неадекватности. Потом выяснилось, что это были замерзшие льдинки – продукт разложения перекиси водорода в двигателях ориентации.

Полет не обошелся без драматических моментов. Вначале «сплоховал» автомат ориентации, и Гленн, «как учили», перешел на ручное управление. На 96-й минуте полета в Центре управления увидели тревожный сигнал по телеметрии: надувной посадочный амортизатор выпущен, а теплозащитный экран не закреплен. Это означало, что после торможения и отстрела связки тормозных ракет экран отвалится, и корабль сгорит в атмосфере. Управленцы решили, что Гленн не должен сбрасывать тормозную двигательную установку после срабатывания: тогда ленты ее крепления удержат экран до входа в атмосферу, а когда перегорят, его уже будет держать скоростью напор.

...Началось торможение – и вскоре капсула сошла с орбиты. Из-за запрета отстрела связки Гленну пришлось вручную стабилизировать корабль. При входе в плотные слои атмосферы Гленн увидел, как куски чего-то обьятого пламенем пролетают мимо иллюминатора. К счастью, это были не обломки теплозащитного экрана, как он, цепenea, подумал, а куски разваливавшихся тормозных ракет.

Приводнение прошло успешно. Джона подобрал эсминец Noa. Датчик, сигнализирувавший о проблеме с экраном, оказался неисправным.

Первый американский орбитальный полет продлился 4 часа 55 минут. Все это время астронавт чувствовал себя прекрасно.

В мае 1962 г. Гленн принимал у себя дома чету Титовых, когда космонавт-2 с женой посещали Соединенные Штаты. Торопясь встретить советских гостей, он едва не сжег барбекю на гриле, о чем потом с юмором рассказывал в мемуарах: «Мои усилия по налаживанию жарки пошли вкривь и вкось, и стойки просто испепелились. Раздуваемое



вентилятором пламя оказалось столь сильным, что проникло через решетку гриля и обратило стейки в уголь. Жир вспыхнул, я лихорадочно лил на пламя воду, дым и пар за клубились до самой крыши, и в этот момент я увидел подъезжающие лимузины. Я бросился спасать стейки – очистил их, затем вытер руки полотенцем и постарался изобразить на лице хорошую мину, насколько это возможно в такой ситуации. Тем временем Титовы и Эл [Шепард] вели делегацию по дороге...

«Не знаю, как вы это делаете в Москве, – сказал я Титову, – но иногда приходится приложить немалые усилия, чтобы поужинать. Давайте, помогите мне». Он скинул куртку и присоединился ко мне... Стейки неплохо пережили аварию и получились восхитительными. После этого Титов, Эл и я вышли наружу, чтобы предстать перед телекамерами. Позже Титов признался мне, что тот вечер был для них с Тamarой самым приятным за все пребывание в Вашингтоне. Мой первый опыт в международной дипломатии оказался довольно бурным, но весьма эффективным».

Теплая встреча с советскими коллегой не была случайностью: в отличие от руководства NASA, он видел в позитивном свете возможность советско-американского сотрудничества в космосе и даже организации совместного полета на Луну.

После своего полета Гленн стал самым громким героем Америки со времен Чарльза Линдберга и вскоре подружился с президентом Джоном Кеннеди, который увидел у харизматичного астронавта потенциал политика. В январе 1963 г. Гленн подключился к разработке корабля Аполло, но тайне от него Кеннеди велел NASA не назначать его более в полет. Гленн это почувствовал и в январе 1964 г. покинул NASA, намереваясь сделать политическую карьеру.

Судьба сразу же подставила ему подножку: в феврале Джон упал у себя в ванной и получил травму головы, из-за которой не смог участвовать в ноябрьских выборах в Сенат. В 1968 году он участвовал в президентской кампании Роберта Кеннеди, который пал жертвой убийцы. В 1970-м Гленн проиграл праймериз, и лишь в ноябре 1974 г. его избрали сенатором от штата Огайо. Джон оставался на этом посту 24 года, став крупным деятелем Демократической партии США. В 1984 г. он даже выдвигался кандидатом в президенты Соединенных Штатов, но безуспешно.

Космос же по-прежнему манил его: начиная с 1992 г., с 30-й годовщины своего первого старта, он неоднократно обращался в NASA с просьбой включить его в экипаж шаттла. Публика и пресса восприняли это стремление неоднозначно. Ему напомнили, в частности, что в свое время он резко выступил против женщин-астронавтов. На слушаниях в Палате представителей Конгресса в 1962 г. он заявил, что «если бы мы обнаружили, что женщины могут продемонстрировать лучшие, чем мужчины, качества, то приняли бы их с распростертыми объятиями». Не существует летчиков-испытателей женского пола, утверждал он, «и этот факт говорит сам за себя». В результате до 1978 г. женщин в астронавты не брали...

В конечном итоге Гленн добился своего: ему удалось убедить руководство NASA включить его в экипаж «Дискавери» (миссия

STS-95), стартовавшего 29 октября 1998 г., в качестве специалиста по полезной нагрузке. Ветеран космоса и политики, сохранивший в своем почтенном возрасте отменное здоровье, настоял на том, чтобы стать объектом медицинских экспериментов на борту шаттла: «Когда они [медики NASA] захотят провести гериатрические исследования, то у них уже есть на меня фоновые данные. И я готов». Гленн имел в виду, что в 1959–1964 гг. он находился под постоянным контролем врачей, и все его медицинские показатели хранятся в архивах NASA.

Как и в 1962 г., Джон Гленн вновь стал героем телевизионных программ и газетных полос. Четверть миллиона американцев и тогдашний президент Билл Клинтон приехали на мыс Канаверал проводить в космос легендарного астронавта и его коллег по экипажу. Джон установил два абсолютных рекорда: во-первых, в свои 77 лет он стал самым пожилым землянином на орбите, а во-вторых, промежуток между его первым и вторым космическими полетами составил 36 лет, подобных прецедентов еще не было.

В книге мемуаров он вспоминал: «Я встретил членов моего экипажа впервые в начале февраля [1998 г.]. Кёртис Браун, подполковник ВВС, который был назначен командиром STS-95, приехал в аэропорт Хобби южнее Хьюстона, чтобы помочь мне освоиться. Когда он показал мне офис экипажа в Космическом центре имени Джонсона, я ощутил дежавю. В одной маленькой комнате помещалось семь столов, и мне показалось, что я вернулся во времена проекта Mercury... Большая разница, правда, состояла в том, что теперь повсюду стояли компьютеры».

Он быстро влился в свой новый экипаж: «Все они мне сразу понравились. Как новоиспеченный астронавт, все, что я хотел, – это вписаться в заведенный порядок. Первым делом я поборол тенденцию обращаться ко мне «сенатор». Я сказал всем, чтобы меня называли просто Джоном».

Оказавшись на орбите на борту «Дискавери», он, конечно, был впечатлен: «"Спейс Шаттл" может показаться тесным большинству людей. Но для того, кто летал на Friendship 7 объемом девять на семь футов, он выглядит подобием «Хилтона»... Мои витки на Friendship 7 позволили мне ощутить невесомость, но у меня не было такого опыта, как у астронавтов шаттла».

«Мне кажется, я видел крохотные слезы в его глазах, когда он через 37 лет снова взглянул на Землю с орбиты», – рассказывал его коллега по экипажу Скотт Паразински. А командир Кёртис Браун передал на Землю: «У Джона на лице улыбка от уха до уха, и нам пока не удалось ее убрать...»

Из Национального аэрокосмического музея в Вашингтоне с астронавтами беседовали вице-президент США Альберт Гор и астронавт Скотт Карпенгер. «Весь наш народ и весь мир гордится, наблюдая за вами», – сказал Гор Гленну. Ветеран в ответ высказал шутовское пожелание о постройке на орбите дома отдыха для отставных астронавтов...

7 ноября «Дискавери» благополучно приземлился на мысе Канаверал. Через пять минут после посадки из кабины донесся довольный голос Гленна: «Одно d, чувствую себя отлично. Всех, чьи молитвы вместе с

моими следовали за нами вокруг света, благодарю от всего сердца».

Через два часа Гленн самостоятельно вышел из медицинского фургона, куда астронавтов поместили сразу после посадки. Он был заметно слаб и широко расставлял ноги при ходьбе, поддерживаемый медиками NASA, но все же, подтвердив свое знаменитое упрямство, обошел корабль вместе с остальными членами экипажа, как велит традиция. «Я был намерен сделать это, даже если бы пришлось ползти на четвереньках», – заявил Гленн на следующее утро. Продолжительность его полета на шаттле составила 8 суток 21 час 44 минуты. Джон своим примером смог доказать, что пожилые люди способны на многое и рано списывать их со счетов.

В последние годы жизни, несмотря на почтенный возраст, Гленн не терял интереса к миру и к космонавтике. В 2010 г. он представил доклад, в котором выступил против свертывания программы пилотируемых полетов с использованием шаттлов. «Зачем мы уничтожаем хорошую систему, которая стала только надежнее и безопаснее за многие годы своего развития?» – вопрошал он.

Джон Гленн, «американский Гагарин», получил громадные почести еще при жизни: его имя присвоили исследовательскому центру NASA в Кливленде (Огайо), аэропорту в г. Колумбус, вспомогательному кораблю ВМС и пожарному судну, а также большому числу средних школ и нескольким улицам. Он был награжден всеми высшими наградами США и NASA, множеством военных медалей. Компания Blue Origin назвала проектируемую ею систему гигантских носителей New Glenn.

Джон долго держал свое здоровье на «космической» высоте, но годы все же брали свое. В 2011 г. ему провели операцию по протезированию коленного сустава, а в 2014 г. – по замене сердечного клапана. За неделю до кончины его госпитализировали в медицинский центр в Колумбусе, из которого он уже не вышел...

У Джона Гленна остались жена, сын, дочь и два внука. Он будет погребен на Арлингтонском национальном кладбище под Вашингтоном 6 апреля 2017 г. – Л.Р.

▼ Джон Гленн с женой Анной

